

UNDERSØKELSE AV  
STATENS BERGRETTIGHETER  
1986

NGU rapport nr. 86.167

Berggrunns- og malmgeologi med  
særlig vekt på muligheter for  
gull, sydlige deler av Rombak-  
vinduet, Nordland.



# 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. 86.167                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | ISSN 0800-3416           |                                                                              | Åpen/ <del>Restriktiv</del>      |  |
| Tittel:<br>Berggrunns- og malmgeologi med særlig vekt på muligheter for gull, sydlige deler av Rombakvinduet, Nordland.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                          |                                                                              |                                  |  |
| Forfatter:<br>Are Korneliussen<br>Edward Sawyer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                          | Oppdragsgiver:<br>NGU/USB                                                    |                                  |  |
| Fylke:<br>Nordland                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                          | Kommune:<br>Narvik                                                           |                                  |  |
| Kartbladnavn (M. 1:250 000)<br>Narvik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                          | Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)<br>1431 II, III Cainhavarre,<br>Skjomedal |                                  |  |
| Forekomstens navn og koordinater:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                          | Sidetall: 70                      Pris: 70,-<br><br>Kartbilag: 0             |                                  |  |
| Feltarbeid utført:<br>1983-85                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Rapportdato:<br>17.10.86 |                                                                              | Prosjektnr.:<br>1900.00          |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                          |                                                                              | Prosjektleder:<br>A.Korneliussen |  |
| Sammendrag:<br><p>Rombakvinduet inneholder en kompleks suprakrustalserie med ultramafiske (komatiittiske), mafiske, intermediære og felsiske vulkanske bergarter, pelittiske sedimenter, gråvakker, samt mindre mengder kalker og kvartsitter. Suprakrustalene intruderes av granittoide (1700-1800 mill. år) og gabbroide bergarter. Metamorfosegraden er gjennomgående nedre amfibolittfacies, med retrogradering til grønnskifer-facies i tilknytning til skjærsoner som har virket som kanaler for H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub>-holdige løsninger.</p> <p>Flere typer av malmforekomster forekommer: (1) disseminerte gullmineraliseringer i en dolomittiske kalkstein innenfor en vulkanitt-sediment sekvens (Gautelisfjell), (2) disseminerte til massive Zn-Pb mineraliseringer i kalk-silikat bergarter, tuffitter og gråvakker, samt assosiert med skjærsoner, (3) disseminerte til massive Cu-Fe mineraliseringer assosiert med basiske vulkanitter og (4) arsenkis/svovelkis-mineraliseringer i mørke skifre og tuffitter. Rombakvinduet er av potensiell økonomisk interesse når det gjelder gull.</p> |  |                          |                                                                              |                                  |  |
| Emneord                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | gull                     |                                                                              |                                  |  |
| berggrunnsgeologi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | fagrapport               |                                                                              |                                  |  |
| malmgeologi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                          |                                                                              |                                  |  |

## INNHOOLD

side

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INNLEDNING .....                                                           | 4  |
| 2. TIDLIGERE ARBEIDER .....                                                   | 6  |
| 3. GENERELL GEOLOGI                                                           |    |
| 3.1. Regional geologi.....                                                    | 6  |
| 3.2. Bergartstyper.....                                                       | 7  |
| 3.3. Delområder.....                                                          | 12 |
| 4. METAMORFE FORHOLD                                                          |    |
| 4.1. Tekstur .....                                                            | 25 |
| 4.2. Bergarts sammensetning og progressiv-<br>metamorfe mineralselskaper..... | 25 |
| 4.3. Retrograde mineralselskaper.....                                         | 27 |
| 4.4. Metamorfe forhold.....                                                   | 27 |
| 5. STRUKTURELL KONTROLL OVER HYDROTHERMAL AKTIVITET ...                       | 28 |
| 6. GEOKJEMI                                                                   |    |
| 6.1. Geokjemiske hovedtrekk.....                                              | 29 |
| 6.2. Diskusjon av magmatiske bergartstyper .....                              | 30 |
| 6.3. Diskriminantdiagrammer.....                                              | 31 |
| 6.4. Differensiasjonstrender<br>for vulkanske bergarter.....                  | 32 |
| 6.5. Gråvakkersedimenter.....                                                 | 32 |
| 6.6. Sjeldne jordartselementer.....                                           | 33 |
| 7. GEOLOGISK MODELL.....                                                      | 42 |
| 8. MALMGEOLOGI                                                                |    |
| 8.1. Vulkanitt-sediment relaterte forekomster.....                            | 44 |
| 8.2. Mineraliseringer tilknyttet granitter .....                              | 47 |
| 9. GULL-MULIGHETENE                                                           |    |
| 9.1. Generelle betraktninger om gullforekomster ...                           | 48 |
| 9.2. Diskusjon av mulighetene<br>for gull i Rombakvinduet .....               | 54 |
| 10. KONKLUSJON.....                                                           | 55 |
| 11. FORSLAG TIL VIDERE UNDERSØKELSER.....                                     | 56 |
| 12. REFERANSER.....                                                           | 58 |

## Vedlegg

1. Hoved- og sporelementanalyser
2. Analyser av sjeldne jordartselementer
3. Gull-analyser

## 1. INNLEDNING

NGU har ved flere anledninger i 1970-årene og tidlig i 1980-årene, utført malmundersøkelser i Rombakvinduet (jfr. Kap.2). En ble gjennom disse undersøkelsene klar over at suprakrustalbergartene i grunnfjellsvinduet kunne være av interesse med henblikk på flere typer malmforekomster, ikke minst gull. Det ble derfor i 1983 satt igang et systematisk studium av vulkanitt/sediment-bergartene i flere delområder i de sydlige deler av vinduet. Det ble i dette arbeidet lagt særlig vekt på å vurdere muligheten for gullforekomster i vulkanittseriene, spesielt i Sjørdalen-området hvor Staten tidligere har hatt interesser i form av bergrettigheter på Cu-mineraliseringer.

Samtidig satte selskapene ARCO og Folldal Verk igang med omfattende malmundersøkelser i grunnfjellsvinduet. Disse selskaper ble både i 1983 og i de påfølgende sesonger holdt informert om NGU's aktiviteter, og det har tildels vært en nyttig gjensidig utveksling av informasjon. Det ble i NGU's videre arbeide lagt stor vekt på å opparbeide en forståelse for det geologiske miljøet basert på detaljert berggrunnskartlegging og fastfjellsgeokjemi, hovedsakelig i områdene Sjørdalen, Nordalen og Gautelivvatn.

Følgende personer har deltatt i NGU's undersøkelser:

- 1983 Arne Grønlie, forsker NGU (6 uker feltarbeide)
- Are Korneliussen, forsker NGU (6 uker feltarb.)
- Truls Torvaldsen, skoleelev (4 uker feltarb.)
- 1984 Leif Furuhaug, avd. ing. NGU (3 uker feltarb.)
- Edward Sawyer, NTNf stipendiat (3 uker feltarb.)
- Are Korneliussen, forsker NGU (7 uker feltarb.)
- 1985 Edward Sawyer, NTNf stipendiat (9 uker feltarb.)
- Erik Skonseng, student (9 uker feltarbeide)
- Are Korneliussen, forsker NGU (4 uker feltarb.)

### Kostnader:

Undersøkelsen er utført i USB-prosjektets regi og er ikke utskilt med eget regnskap. Utgiftene slik det framgår nedenfor, er derfor omtrentlige. Feltutgiftene har vært i størrelsesorden kr 350.000,- hvorav Nordland fylke

har bidratt med kr 50.000,- (i 1985) og NGU's malmseksjon med kr 20.000,- (i 1983). Det øvrige er dekket av USB-prosjektet. Analyseomkostningene har vært omtrent kr 150.000,- hvorav størstedelen er dekket av NGU's generelle analysebudsjett. Lønnsomkostningene til bearbeiding og rapportering stipuleres til kr 300.000,-. De samlede kostnader blir dermed ca. kr 800.000,- fordelt over 3 år.

#### Statens mutinger:

Staten har 2 mutingsområder i Skjomen (Fig.2): (1) Sjørdalen. Staten har tidligere hatt mutinger på koppar-mineraliseringer assosiert med basiske/intermediære vulkanitter i Sjørdalen suprakrustalområde. I 1983 ble det med utgangspunkt i flymagnetiske målinger tatt ut nye mutinger i de sentrale og sydlige deler av dette området.

(2) Muhtaguobla. Ved reanalysering av bekkesedimentprøver innsamlet i 1980 (Næss 1983), ble det påvist klare As-anomalier i Muhtaguobla området. Etter en geologisk forundersøkelse ble det aktuelle området mutet i 1984. Området ble i 1985 håndgitt til ARCO Norway.

#### Fullførte og planlagte rapporter:

Skonseng, E. 1985: Berggrunnsgeologisk kartlegging i Gautelis-

området, Skjomen, Nordland. Feltrapport. NGU rapport 85.214, 16 s.

Sawyer, E. 1986: Metamorphic assemblages and conditions in the Rombak basement window, Nordland. NGU rapport 86.168.

Sawyer, E. (under arbeid): Structural geology of the Rombak window, Nordland. NGU rapport.

Korneliussen, A., Tollefsrud, J.I., Flood, B. og Sawyer, E. 1986:

Precambrian volcano-sedimentary sequences and related ore-deposits, with special reference to the Gautelisfjell carbonate-hosted gold deposit, Rombaken Basement Window, Northern Norway. Delrapport, EF/NTNF-prosjekt "Gold in Early-Proterozoic volcano-sedimentary belts". NGU rapport nr. 86.193.

## 2. TIDLIGERE ARBEIDER

De sydlige deler av grunnfjellsvinduet er tidligere kartlagt av Birkeland (1976) og de nordlige deler av Vogt (1950; Gustavson 1978). Granitter i vinduet er Rb-Sr aldersdatert til 1691 og 1780 millioner år av henholdsvis Heier & Compston (1969) og Gunner (1981). Basert på den regionale fordelingen av initielt  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  i midtre til tidlig proterozoiske granitter i nordlige Norge og Sverige har Gunner (1981) postulert tilstedeværelsen av en østover stupende NV-SØ gående subduksjonssone på denne tiden.

Pb-Zn forekomster i gråvakker/tuffitter er undersøkt av NGU (Singsås 1977 og Lindahl 1978). Zn-Pb problematikken ble tatt opp igjen av ARCO Norway som i 1983-1984 utførte et omfattende malmletingsprogram i regionen med geofysiske, geokjemiske og geologiske metoder, inkludert diamantboringer (Robyn et al. 1985). Økonomiske forekomster ble ikke funnet. De sydlige deler av vinduet ble dekket av bekkesediment geokjemisk prøvetaking av NGU i 1980 (Næss 1983). Radiometriske helikoptermålinger er utført i et belte fra Sjørdalen mot SSV i forbindelse med uranundersøkelser i granittområdene (Håbrekke 1982). Som et ledd i disse uranundersøkelsene ble det også utført radiometriske bakkemålinger i Iptovann-Lappviktind området (Sjørdal 1982) samt også flere andre steder i Skjomen-området (Lindahl og Furuhaug 1977, Grønlie 1982). Hovedtrekket i Gautelisvatn området's geologi er kartlagt av Skonseng (1985) på bakgrunn av en bevilgning fra Nordland fylke.

## 3. GENERELL GEOLOGI

### 3.1. REGIONAL GEOLOGI

Rombakvinduet består av noen få store og et stort antall mindre felter med suprakrustalbergarter som intruderer av granittiske og mindre mengder basiske og intermediære intrusiver. Mindre områder med sen-prekambriske basalsedimenter (grafittskifre, sandsteiner og konglomerater) forekommer blant annet under dekkekomplekset nord for Rombakfjorden (ikke tegnet inn i Fig. 3.1) og som nedfoldede soner i grunnfjellet (inntegnet).

Suprakrustalene i grunnfjellet er komplekst oppbygget med ultramafiske, mafiske, intermediære og sure vulkanitter, tuffitter, kvartsitter, kvarts-biotitt skifre, grafittskifre, basiske ganger og gabbroide intrusive kropper. Innslaget av basiske intrusiver er særlig markert i et bredt N-S gående belte i den østlige delen av vinduet. Flere generasjoner av

granitoide bergarter opptrer i fra mindre ganger og kropper til store batolitter som utgjør et dominerende innslag i vinduet. Granitter er Rb-Sr aldersdatert av Heier og Comston (1969) og Gunner (1981) til henholdsvis 1691 +/- 90 millioner år og 1780 +/- 85 millioner. Dette gir samtidig en minimumsalder for suprakrustalene.

Sammensetningen av suprakrustalbeltene varierer: (1) Sjørdalen suprakrustalområde består hovedsakelig av porfyriske basiske til intermediære vulkanitter med innslag av felsiske vulkanitter og konglomeratiske bergarter. (2) I Stasjonsholmen-Cainhavarre suprakrustalene opptrer kvarts-biotitt skifre med tuffitthorisonter i de vestlige deler og mektige felsiske vulkanitter mot øst. Innslaget av mafiske/intermediære vulkanitter er lite. (3) Suprakrustalene ved Gautelisvatn domineres av turbidittiske gråvakker, basiske tuffitter og en mektig dolomittisk karbonat/marmor-sone (som inneholder Gautelisfjell Au-As forekomst), og med mindre innslag av konglomerater, sure vulkanitter, samt en ultramafisk bergart av usikker opprinnelse. (4) Ruvssot-området som fortsetter inn på svensk side av grensen ved Sjangeli, har en grønnsteinsbelte-oppbygning med ultramafiske og mafiske vulkanitter, tuffitter og glimmerskifre samt vekslende kvartsitt/kalk-horisonter. (5) Suprakrustalene ved Rombaken består hovedsakelig av gråvakker, pelittiske skifre og med mindre innslag av vulkanitter særlig i de nordlige områder, mens suprakrustalene syd for fjorden inneholder forskjellige vulkanske bergarter inkludert amygdaloidale andesittiske lavaer.

### 3.2. BERGARTSTYPER

Ultramafiske- og mafiske vulkanitter. Mafiske og ultramafiske vulkanitter opptrer i Ruvssot-området og fortsetter inn på svensk side av grensen ved Sjangeli. Bergartserien i området består av ultramafiske (komatiittiske) og mafiske vulkanske bergarter, stedvis med putestrukturer, mafiske tuffitter, finkornige, delvis rustne, biotittrike skifre, og tynne, delvis vekslende, kvartsitt- og kalkhorisonter.

De magnesiumrikeste av vulkanittene inneholder i størrelsesorden 20-28% MgO. Disse bergarter er dermed de mest magnesiumrike vulkanske bergarter som er kjent i Norge. De er utpreget Ni- og Cr-rike (Bilag 1). Ruvssot-Sjangeli

området bergarter blir detaljert beskrevet av R.Romer, Teknika Høgskolan i Luleå som en del av et doktorgradsarbeide (under arbeid).

Mafiske- og intermediære vulkanitter. Mafiske til intermediære (basaltiske til andesittiske) vulkanitter utgjør et betydelig innslag, - særlig i Sør-dalen suprakrustalbelte, men forekommer også i suprakrustalområdene ved Losi (Nordalen), Cainhavarre og i de nordøstlige deler av Gautelisvatn suprakrustalområde. I tillegg forekommer mafiske, sannsynligvis vulkanske bergarter ved Muohtaguobla og vest for nedre Kjørrisvatn.

De mafiske til intermediære vulkanittene i Sør-dalen er utpreget porfyriske, med plagioklas fenokrystaller som er mer eller mindre omvandlet til kvarts-albitt-epidot aggregater. I Sør-dalen opptrer en rekke klart både kjemisk og litologisk adskillebare enheter av disse vulkanittene i veksling med felsiske vulkanitter og konglomeratiske bergarter. I enkelte av de intermediære vulkanittenhetene opptrer kvartsfylte blærerom, som indikerer at disse vulkanittene er avsatt på land eller i grunt vann. Tynne sedimentsoner i vulkanittserien, for eksempel tynne magnetitt-kopperkis-bornitt soner og chertaktige lag (delvis med svak kopperkis mineralisering) i intermediære vulkanitter, tyder på avsetning i vann.

De basiske til intermediære vulkanittene i de øvrige områder som er nevnt ovenfor, er i mindre grad porfyriske. Disse opptrer i områder som er dominert av finkornige sedimenter (kvarts-biotitt skifre) delvis med tuffittiske lag, og/eller gråvakker. Disse vulkanittene er trolig avsatt på større vanddyp, og har gjennomgått en større grad av mineralomvandling (nedbrytning av plagioklas til kvarts-albitt-serisitt og pyroksen/amfibol til sekundær amfibol og biotitt) enn Sør-dalen-vulkanittene.

Felsiske vulkanitter. Felsiske vulkanitter opptrer i suprakrustalbeltene i Sør-dalen, Nordalen og ved Gautelisvatn. De opptrer som følger: (1) Tufflag i cm-dm-m skala i veksling med grafitt og karbonatholdige kvartsitter og finkornige, stedvis grafitt- eller karbonatholdige skifre ved Muohtaguobla og øst for Cainhavarre. (2) Opptil noen få meter mektige lag i mafisk tuffitt og gråvakkesedimenter ved Gautelisvatn. (3) To omtrent 1 km mektige enheter ved henholdsvis Stasjonsholmen og Cainhavarre i Nordalen. (4) To markerte horisonter i Sør-dalen. I tillegg inneholder polymikte

konglomerater i Sjørdalen og ved Gautelisvatn (i gråvakkene) boller av bergarter som er tolket som felsiske vulkanitter.

Geokjemisk tilhører de felsiske vulkanittene 2 hovedserier: Sjørdalen-Nordalen typen (SN-type) og Gautelisvatn typen (G-type). SN-typen definerer en relativt K-rik geokjemisk utvikling. Tre delområder med felsiske SN-vulkanitter (Stasjonsholmen, Cainhavarre og Muhtaguobla) har karakteristiske geokjemiske trekk som antyder at disse kan representere forskjellige ledd i en magmatisk differensiasjonsserie. G-typen av felsiske vulkanitter er K-fattig og tonalittisk, med sporelement-karakteristika som indikerer at den magmatiske utviklingen har vært forskjellig fra SN-typen's vulkanitter (Kap.6).

Både Stasjonsholmen og Cainhavarre vulkanittene inneholder karbonatanrikede og tildels pyrittholdige horisonter i opptil flere 10-meters mektighet som kan følges opptil ca. 1 km langs strøket. Karbonatet i disse bergarter kan tenkes å representere kjemiske utfellinger dannet ved fumarolevirksomhet på havbunnen samtidig med vulkanismen. Dette er en interessant situasjon med henblikk på opptreden av gull.

Tuffitter. Tildels båndede mafiske og felsiske lag i gråvakkersedimenter og i finkornige kvarts-biotitt skifre, er tolket å være av vulkansk opprinnelse (tuffitter). Disse bergartene er vanlige både i de nordlige og sydlige deler av grunnfjellsvinduet.

Gråvakker. Turbidittiske gråvakker utgjør et betydelig innslag i suprakrustalseriene ved Rombaken og Gautelisvatn, mens et mindre gråvake-område er påvist i sydsiden av Ruvssot. Gråvakkene er stort sett lite deformert og har godt bevart gradert lagning mellom grove og finkornige lag. Ved Gautelisvatn inneholder gråvakkeserien tuffittiske horisonter og konglomerater med godt rundede boller av for det meste finkornige felsiske bergarter, men også mafiske boller er vanlige. Gråvakker ved Rombaken, Gautelisvatn og Ruvssot er prøvetatt og analysert med det formål å vurdere sammensetningen av kildeområdene. Gråvakkene er relativt mafiske og det samme må følges også kildeområdene være. Dette blir nærmere diskutert i Kap.6.

Kvarts-biotitt skifre. Finkornige sedimenter med et vekslende, men stort sett høyt innhold av kvarts og biotitt, utgjør store deler av suprakrustalseriene i Nordalen. Disse inneholder opptil flere meter mektige

soner av relativt mafisk materiale ved Losi, hvor det også forekommer horisonter med intermediære vulkanitter, samt en mektig rhyolitt (ved Stasjonsholmen). Ved Muohtaguobla opptrer grafitt- og karbonatholdige kvartsitter, basiske vulkanitter og kvartsbollede konglomerater i veksling med rustne, tildels grafitt- og karbonatholdige skifre. Ved Ruvssot opptrer en serie med mafiske/ultramafiske vulkanske bergarter, mafiske tuffitter, kvartsitter og kalker, som mot nord går den over i en mektig serie med tildels rustne finkornige sedimenter av liknende type som ved Losi og Muohtaguobla.

Kvarts-biotittskifrene i alle de ovenfor nevnte områder inneholder grafittsoner og rust-horisonter. Stedvis forekommer jernhatt-dannelser. Det er imidlertid uvanlig å observere sulfider i håndstykke. I mikroskop kan observeres svovelkis og/eller magnetkis, unntaksvis kopperkis og sinkblende. Jernsulfidene (overflateprøver) er ofte omvandlet til jernhydroksyder.

Kvartsitter. Finkornige grafitt- og karbonatholdige kvartsitter i tildels rustne sedimenter i Muohtaguobla området, er opptil 6-7m mektige og kan følges opptil flere km langs strøket. Disse kvartsittene, som trolig er kjemiske sedimenter, opptrer stedvis i veksling med felsiske vulkanitter. Denne bergartsserien er av Birkeland (1976) tolket som basalsedimenter nedfoldet i grunnfjellet. Dette blir diskutert under "Muohtaguobla" senere i dette kapitlet.

Ruvssot (-Sjangeli) bergartsserien med hovedsakelig mafiske og ultramafiske vulkanske bergarter, inneholder tynne, opptil 3-4m mektige, urene kvartsitter som opptrer i veksling med smale kalkhorisonter og mafiske tuffittlag.

Intermediære vulkanitter i Sjørdalen inneholder tynne chert-lag. Videre er en Cu-mineralisert felsisk bergart i suprakrustalsekvensen ved Gautelisvatn tolket som en uren kvartsitt/kjemisk sediment istedet for en sur vulkanitt.

Konglomerater. I de østlige deler av Muohtaguobla opptrer flere soner med kvarts-bollede konglomerater i veksling med finkornige sedimenter og mafiske og felsiske vulkanitter. Kvartsittene, konglomeratene og grafittskifrene er av Birkeland (1976) kartlagt som basalsedimenter som er nedfoldet i grunnfjellet. Det kan stilles spørsmålsteget ved denne tolkningen fordi de omkringliggende bergarter blir intrudert av grove porfyriske granitter av

samme type som andre steder i grunnfjellsvinduet. De tektoniske forhold er imidlertid komplekse og er ikke fullt ut forstått.

Gråvakkene ved Gautelisvatn inneholder en rekke fra en halv til flere meter mektige konglomerathorisonter. En rekke slike konglomerater kan observeres langs vestsiden av Gautelisvatn. Bollematerialet er dårlig sortert, med boller hovedsakelig av felsiske bergartstyper hvorav enkelte er grovkornige og granodiorittliknende (udeformerte), men også med et visst innhold av finkornige, vulkanittliknende mafiske bergarter.

Karakteristiske konglomerathorisonter i veksling med mafiske/intermediære vulkanitter i Sjørdalen er opptil 30m mektige og kan i noen tilfeller følges flere km langs strøket. Bollene består hovedsakelig av finkornige, felsiske, vulkanittliknende bergarter. De er vanligvis godt rundet med sterkt varierende størrelse i samme lokalitet. Overganger mot pyroklastiske, lappilli tuff liknende bergarter forekommer. Konglomeratene tolkes som vulkanske rasavsetninger (debris flow, lahar).

Kalksteiner. I suprakrustalområdene ved Ruvssot og Gautelisvatn opptrer inntil flere 10-meter mektige soner med uren, dolomittisk kalkstein. I vestsiden av Gautelisvatn suprakrustalområde ligger en slik kalksone som inneholder disseminerte til massive mineraliseringer med gullførende svovelkis-arsenkis malm (Kap. 8.1). Denne kalksonen, som er sterkt deformert, opptrer i en felsisk vulkanitt/sediment sekvens som intruderer av granitoide bergarter. Både ved Ruvssot og Gautelisvatn inneholder kalkene tynne, boudinerte kalk-silikat lag. Kalkene i disse 2 områder er forøvrig svært like.

Granitoide intrusiver. Granittområdene domineres av en relativt grovkornig K-rik granitt som i de østlige deler av vinduet synes å gå gradvis over i syenittiske varianter. Den intruderer av aplittgranittiske ganger, særlig markert i randsonene av større granittintrusjoner. Ved Gautelisvatn opptrer en K-fattig, tonalittisk-granodiorittisk, kvartsporfyrisk bergart som er geokjemisk klart forskjellig fra granittene ellers i området. Kontaktrelasjonene mellom disse to hovedtypene er uklare.

Gunner (1981) har oppgitt et  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  forhold på  $0.700 \pm 0.006$  for granitt fra Skjomen. Dette indikerer at granittene er derivert fra mantelen eller fra et isotopisk tilsvarende område som ikke har vært særlig influert av sialisk materiale.

Basiske og intermediære intrusiver. Basiske intrusive ganger opptrer i alle større suprakrustalområder i den sydlige delen av vinduet, med økende hyppighet mot øst. De midtre og østre deler av vinduet inneholder også et stort antall gabbroide kropper. De basiske bergartene er gjennomgående eldre enn granittene. Unntaksvis er basiske ganger observert å intrudere grov granitt for selv å bli intrudert av sene aplittgranittiske ganger.

Intermediære diorittiske intrusiver forekommer i de midtre og østlige deler av vinduet. De forskjellige intrusive varianter og deres kontaktrelasjoner er ikke nærmere undersøkt.

### 3.3. DELOMRÅDER

Sjørdal. Sjørdalen suprakrustalbelte består av en serie med porfyriske, basiske til intermediære vulkanitter, to felsiske vulkanitthorisonter, hvorav den østligste er porfyrisk og mineralogisk/kjemisk identisk med Cainhavarre-vulkanitten (se nedenfor), samt en rekke varianter av pyroklastiske og konglomeratiske bergarter. Vekslingen mellom enhetene kan best iakttas langs elveprofilen i Sjørdalen (profil A i fig.4) og i fjellryggen på sydsiden av veien (profil B i Fig.4).

De konglomeratiske bergarter som opptrer i flere fra 2 til 30m mektige soner kan følges opptil flere km langs strøket, og inneholder tildels godt avrundede boller av felsisk vulkanitt, med underordnede mengder av basiske og intermediære boller. Disse bergarter representerer trolig vulkanske rasavsetninger (debris flow/lahar). I Sjørelva, hvor denne krysser mafisk/intermediær vulkanitt M4 (Fig.4), opptrer løsblokker av en turmalinrik bergart (opptil 40% turmalin; UTM koord. 063593). Denne bergarten indikerer at hydrotermal virksomhet har forekommet i området. De nærmere omstendigheter er imidlertid ukjente.

Gautelisvatn. Suprakrustalene ved Gautelisvatn (Fig. 5) består av gråvakker, basiske og sure vulkanitter, konglomerater, kalker, samt en Cu-mineralisert kvartsrik bergart. De intruderes av sub-parallelle, tildels porfyriske basiske ganger og mindre kropper, samt av granitter. Granittene inneholder et stort antall mindre suprakrustal-inneslutninger i form av sedimenter, vulkanitter og basiske bergarter av usikker opprinnelse. Hovedtrekket i områdets litologi er kartlagt av Erik Skonseng (1985).

Folldal Verk A/S har i perioden 1983-85 utført detaljert kartlegging og prøvetaking i Gautelisvatn-Kjørrisvatn området med henblikk på gullmineraliseringer i kalk (Priesemann 1983, 1984 og Tollefsrud 1985).

Gråvakkene (turbidittiske) inneholder mafiske, tuffittaktige horisonter, tynne kvartsitter og tynne konglomerathorisonter.

Bollematerialet i konglomeratene er hovedsakelig av felsisk, vulkanittliknende sammensetning. Enkelte konglomerater inneholder boller som likner en kvartsporfyrisk granodiorittisk bergart som utgjør deler av området vest for Kjørrisvatn (se nedenfor).

Gråvakkene får mot vest et økende innhold av felsiske vulkanitthorisonter. En av disse horisontene, som er utpreget kvartsrik og kalt "uren kvartsitt" i Fig. 5, er disseminert med svovelkis og kopperkis. En gjennomsnittsprøve (sammenslåtte småprøver) over sonen inneholder 0.45 % Cu. Like vest for kalksonen opptrer en finkornig, felsisk bergart (ikke kartlagt) av sannsynlig vulkansk opprinnelse. Den intruderes av granitt. Feltrelasjonene er komplekse. Denne vulkanitten er kjemisk svært lik den kvartsporfyriske granodiorittiske bergarten ved Kjørrisvatn (begge er av G-type; Kap. 6).

Kalksonen i den vestlige del av gråvakeområdet har en utløper i granitten nord og vest for Kjørrisvatnet. Denne noe spesielle opptreden er en følge av en kompleks intrusiv og tektonisk utvikling i området. Ved Gautelisfjell inneholder kalken flere typer gull-holdige mineraliseringer (Kap. 8).

Som mindre inneslutninger i granitt i de østlige deler av feltet opptrer basiske vulkanske bergarter i veksling med sedimenter, samt en serpentinisert ultramafisk bergart av usikker opprinnelse (se også Skonseng 1985). Den likner de ultramafiske vulkanitter ved Ruvssot, og en vulkansk opprinnelse er derfor relativt sannsynlig. Forøvrig indikerer de høye Ni- og Cr-verdiene i gråvakkene at ultramafiske bergarter har utgjort et vesentlig innslag i dette miljøet (Kap. 6.5).

Tre hovedtyper av granitoide bergarter er observert: (1) En grov til middelskornig K-rik granitt som volummessig dominerer i området. (2) Denne intruderes av ganger med aplittgranitt. (3) Ved Kjørrisvatn opptrer, som nevnt ovenfor, en kvartsporfyrisk granodiorittisk bergart (G-type; Kap. 6) som geokjemisk er klart forskjellig fra de foregående (SN-type). Konglomeratboller i gråvakkesequensen har klare likhetstrekk med denne kvartsporfyriske bergarten, som følgelig kan tenkes å være en subvulkansk

intrusjon. Den felsiske vulkanitten i de vestlige deler av suprakrustalområdet (ikke inntegnet i Fig. 5), som er kjemisk sett så godt som identisk med den kvartsporfyriske granodiorittiske bergarten av type (3) ovenfor, kan videre tenkes å være en vulkansk ekvivalent til denne bergarten. Feltrelasjonene mellom de granitoide bergartene er ikke kartlagt.

Den intrusive og tektoniske utviklingen i området er ikke undersøkt i detalj.

Norddal. De vestlige deler av Stasjonsholmen-Losi suprakrustalområde (Fig. 6) består av finkornige kvarts-biotitt skifre med basiske og intermediære vulkanitthorisonter, soner med svake svovelkis-magnetkis mineraliseringer og basiske/intermediære vulkanitthorisonter.

Denne sekvensen går mot øst over i en mektig felsisk vulkanitt (kalt Stasjonsholmen felsiske vulkanitt) som inneholder 5-10m mektige karbonatanrikede soner i de nordlige deler (UTM 174686). Disse soner, som også kan inneholde noe sulfid, og som kan tenkes å representere utfellinger dannet ved ekshalativ-hydrothermal virksomhet samtidig med vulkanismen, representerer et lovende miljø for anrikning av gull. Gull er imidlertid ikke påvist.

Ved Cainhavarre opptrer en porfyrisk intermediær vulkanitt som mot øst grenser mot en mektig porfyrisk felsisk vulkanitt (kalt Cainhavarre felsiske vulkanitt). Denne inneholder karbonatanrikede soner i de østlige deler. Videre mot øst kommer et område med glimmerskifre og vekslende felsiske vulkanitter, kvartsitter og grafittskifre av samme type som ved Muohtaguobla.

En vulkanitt-inneslutning i granitt like ved veien i Nordalen (UTM 197650) inneholder soner med i størrelsesorden inntil 10% svovelkis samt noe karbonat. Gull er imidlertid ikke påvist.

Muohtaguobla. Suprakrustalene består av finkornige kvarts-biotitt skifre (stedvis karbonatholdige), grafittskifre, grafitt- og karbonatholdige kvartsitter, konglomerater (med hovedsakelig kvartsboller) samt omvandlede mafiske vulkanitter.

Skifrene i området er tildels sterkt rustne, stedvis med jernhatt-dannelser. Det er imidlertid uvanlig å se sulfidmineraler i knakkprøver. Sekvensen intruderes av grove K-rike granitter. Klare intrusive relasjoner mellom granitt og basiske/intermediære vulkanitter, finkornige kvarts-biotitt skifre og grafittholdige kvartsitter er påvist. Den tektoniske og metamorfe utviklingen er kompleks. Kvartsitter, konglomerater og grafittskifre er av Birkeland (1976) kartlagt som senprekambriske basalsedimenter (Dividalgruppen). De deler av sekvensen som inneholder klare vulkanske bergarter i veksling med grafittholdige kvartsitter og pelittiske sedimenter, er på grunn av de intrusive relasjoner til grov granitt av samme type som ellers i vinduet, klart prekambrisk. Videre detaljkartlegging er nødvendig for å avklare hvorvidt deler av området virkelig inneholder Dividalgruppens bergarter eller om alt tilhører grunnfjellsets suprakrustaler.

Muohtaguobla er et grenseområde mellom de mafiske/intermediære og felsiske vulkanitt-områder i Nordalen og Ruvssot mafiske /ultramafiske vulkanittsekvens. Området er tektonisk og metamorft komplisert, samt har et anomalt høyt As-innhold i bekkesedimenter (Fig. 8). Det synes som om subvertikale skjærsoner som utgjør et karakteristisk innslag i området (Fig. 7), er tilknyttet et større NS-gående lineament i vinduet. En kraftig retrogradering av amfibolittfacies mineralselskaper til grønnskifer mineralselskaper er forårsaket av  $H_2O-CO_2$  holdige løsninger som har strømmet langs disse skjærsonene (jfr. Kap. 4 og 5).

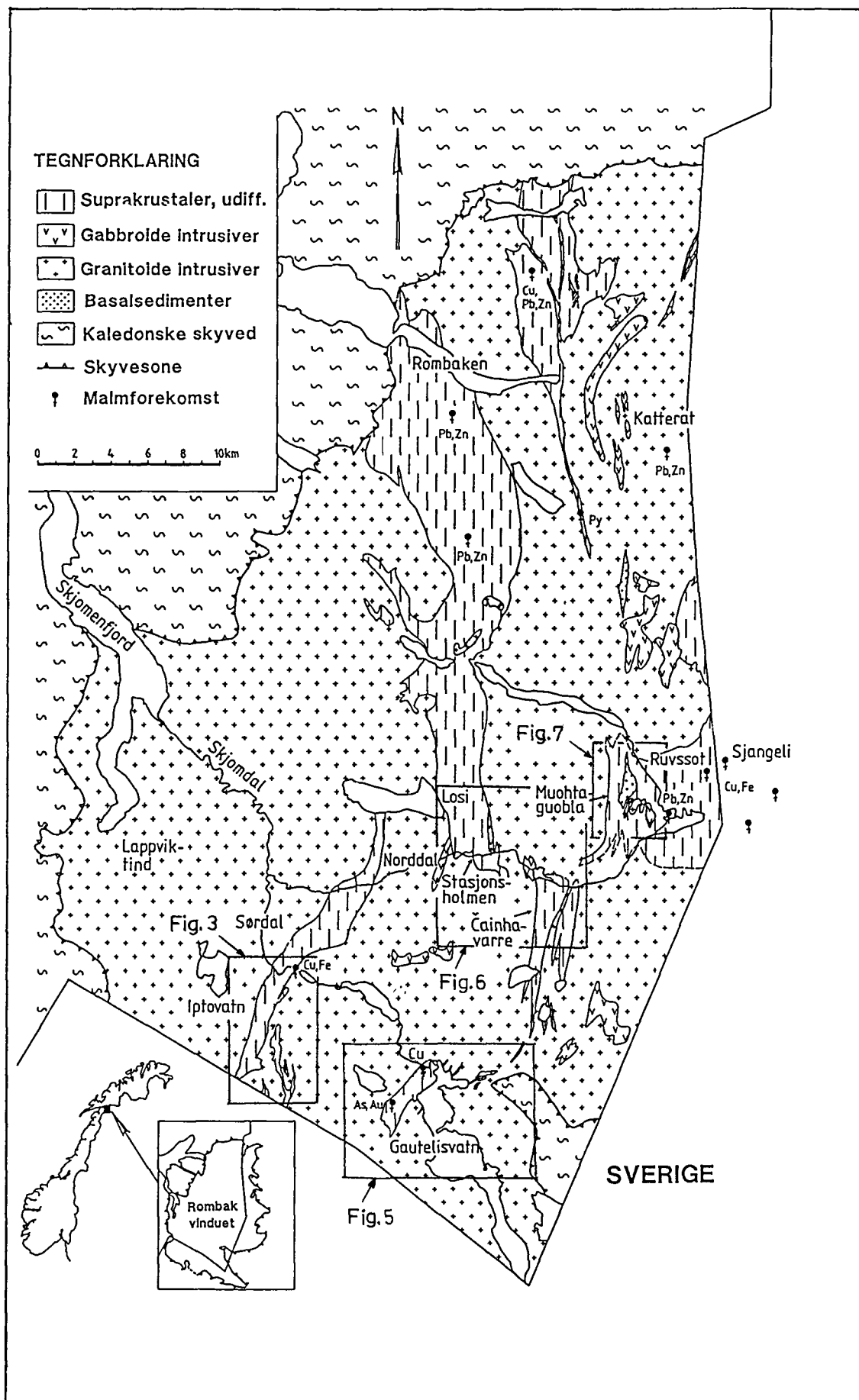
På grunn av disse forhold er Muohtaguobla et nøkkelområde både for forståelsen av viktige regionalgeologiske trekk såvel som når det gjelder mulighetene for gull-mineraliseringer.

Ruvssot. Dette er det eneste av suprakrustalområdene i vinduet som har et typisk grunnsteinmiljø; med mafiske og ultramafiske vulkanske bergarter (med putestrukturer), mafiske tuffer, vekslende karbonat/chert-lag og kvarts-biotitt skifre. Området er kartlagt av R. Romer i forbindelse med et doktorgradsarbeide ved Tekniska Høgskolan i Luleå (under arbeid). Disseminerte kopperkis-magnetitt mineraliseringer i flere varianter er assosiert med mafiske tuffer (R. Romer, pers. medd.).

Tilstedeværelsen av ultramafiske vulkanske bergarter er av særskilt stor interesse fordi denne type bergarter er gunstige kildebergarter for gull (Kap. 9).

Rombaken. Suprakrustalseriene i de nordlige deler av vinduet og særlig nord for Rombakfjorden, har et større sedimentært innslag enn i de sydlige deler, og har vært gjenstand for omfattende malmløting i 1983-84 av ARCO Norway, i første rekke med henblikk på Zn-Pb forekomster.

Suprakrustalsekvensen domineres av turbidittiske gråvakker og tuffitter, med innslag av grafittskifre, mafiske-, intermediære- og felsiske vulkanitter og konglomerater. Et karakteristisk trekk er store faciesforandringer. Deler av serien er sterkt anomal på As-Zn-Pb-Ag og i mindre grad på Cu-Au. Det vestlige suprakrustalfeltet syd for Rombakfjorden inneholder mere gråvakker og mindre svartskifre enn det østlige suprakrustalfeltet nord for fjorden. Videre består vulkanittene i det vestlige feltet av blant annet mektige amygdaloidale andesittiske lavaer med assosierte sedimentære breksjer (debris flow/lahar?), som gir en mere proksimal situasjon enn det østlige feltet som har hovedsakelig grønne tuffer.



**FIG 1** Geologisk kart over Rombakvinduet.  
 Basert på Birkeland (1976), Vogt (1950), Robyn et al.  
 (1985), Skonseng (1985), samt egen kartlegging.

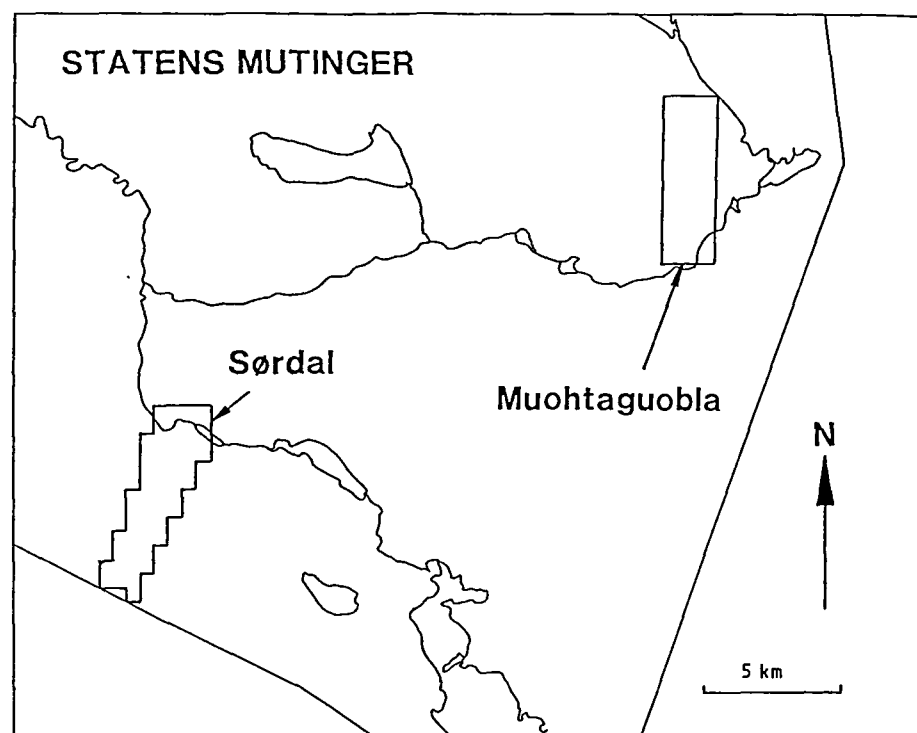


Fig 2 Statens mutinger i Rombakvinduet.

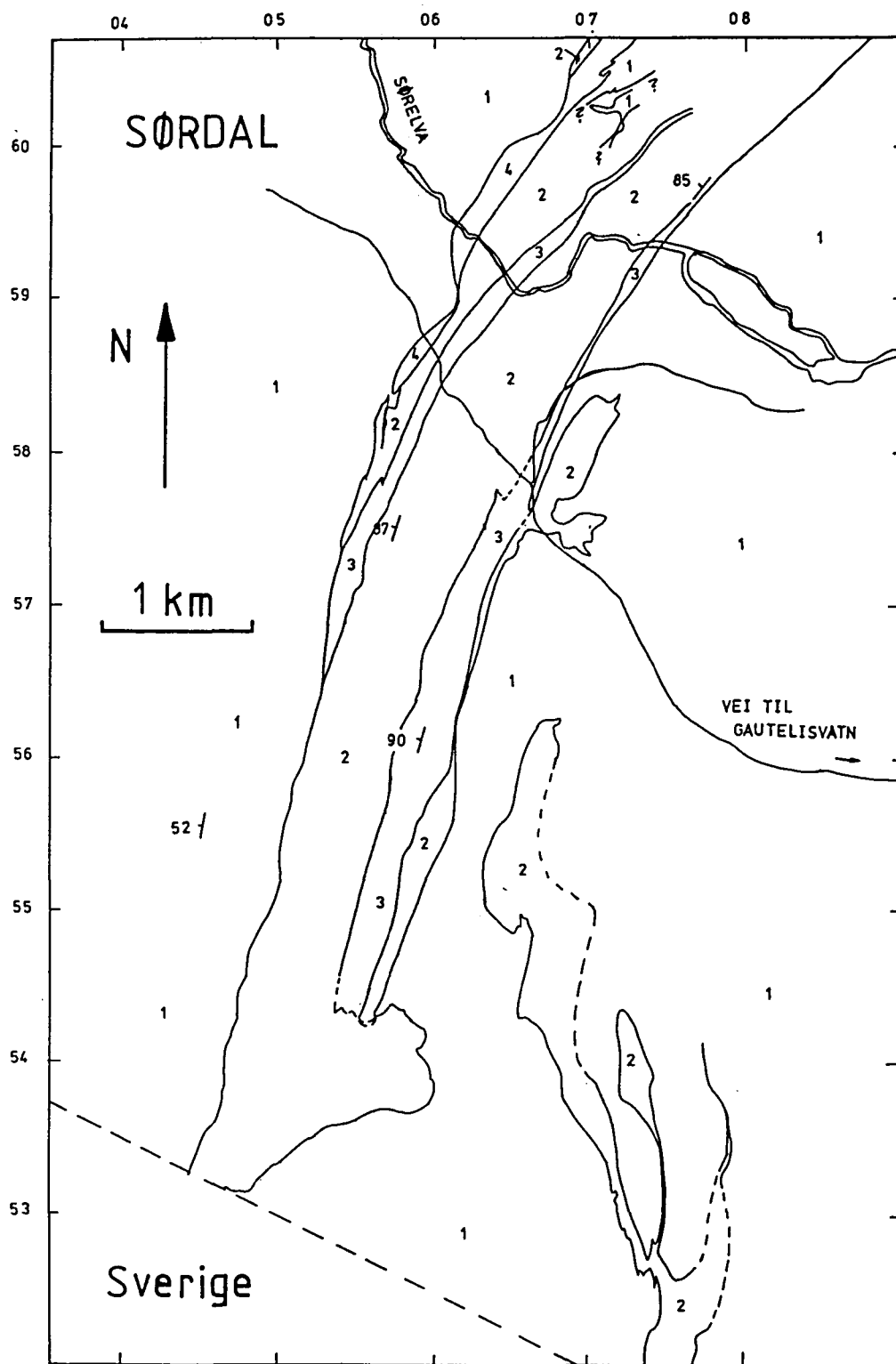


FIG.3 Geologisk kart, Sør-dalen. 1 - granitter, 2 - basiske/intermediære vulkanitter, 3 - sure vulkanitter, 4 - skifrig, finkornig sediment. Jfr. Sawyer (under arbeid) for en mere detaljert beskrivelse av området.

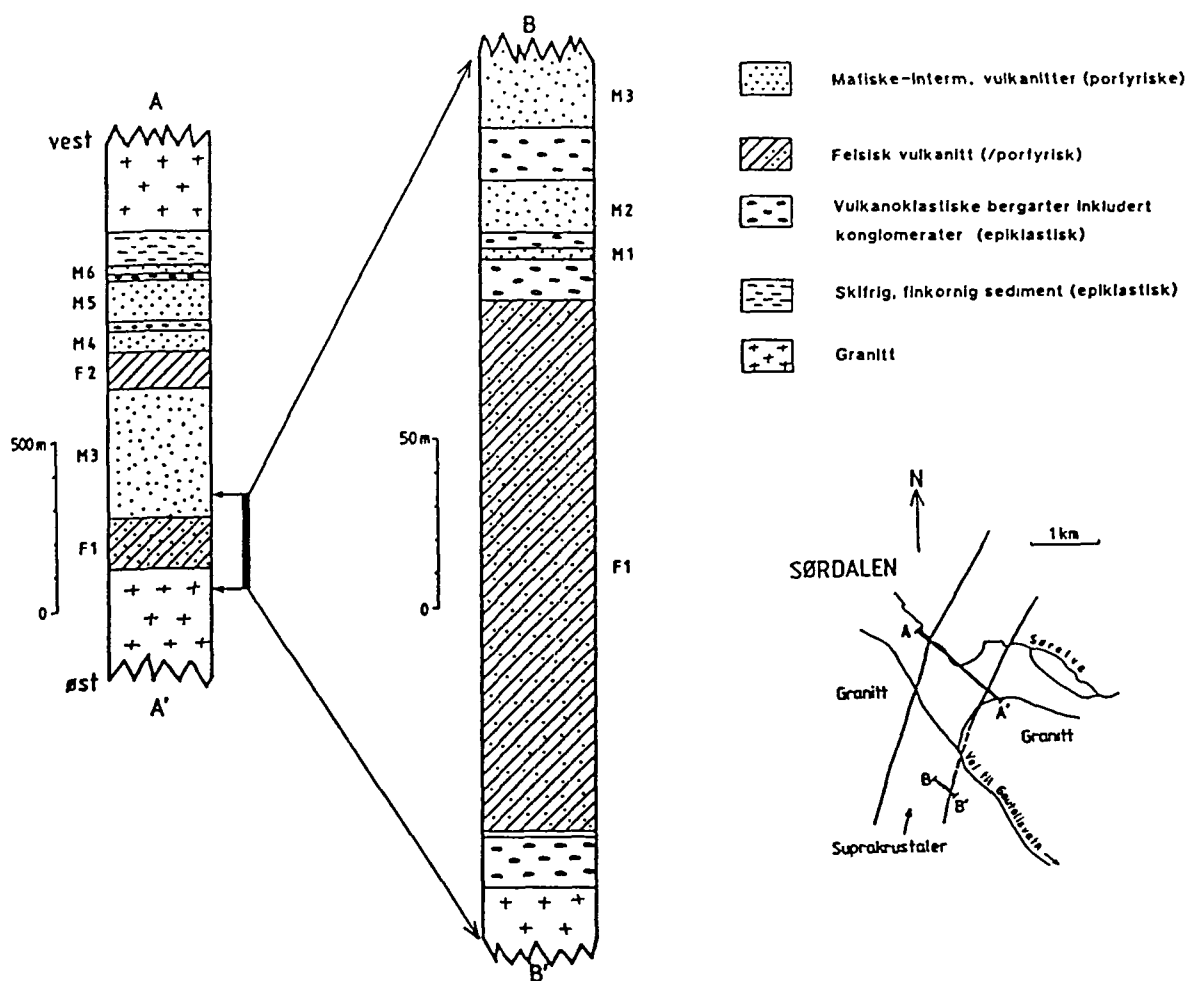


FIG 4 Den stratigrafiske oppbygningen av vulkanittsekvensen i Sør-dalen. Den foretrukne opp/ned-relasjonen (opp mot vest) er usikker.

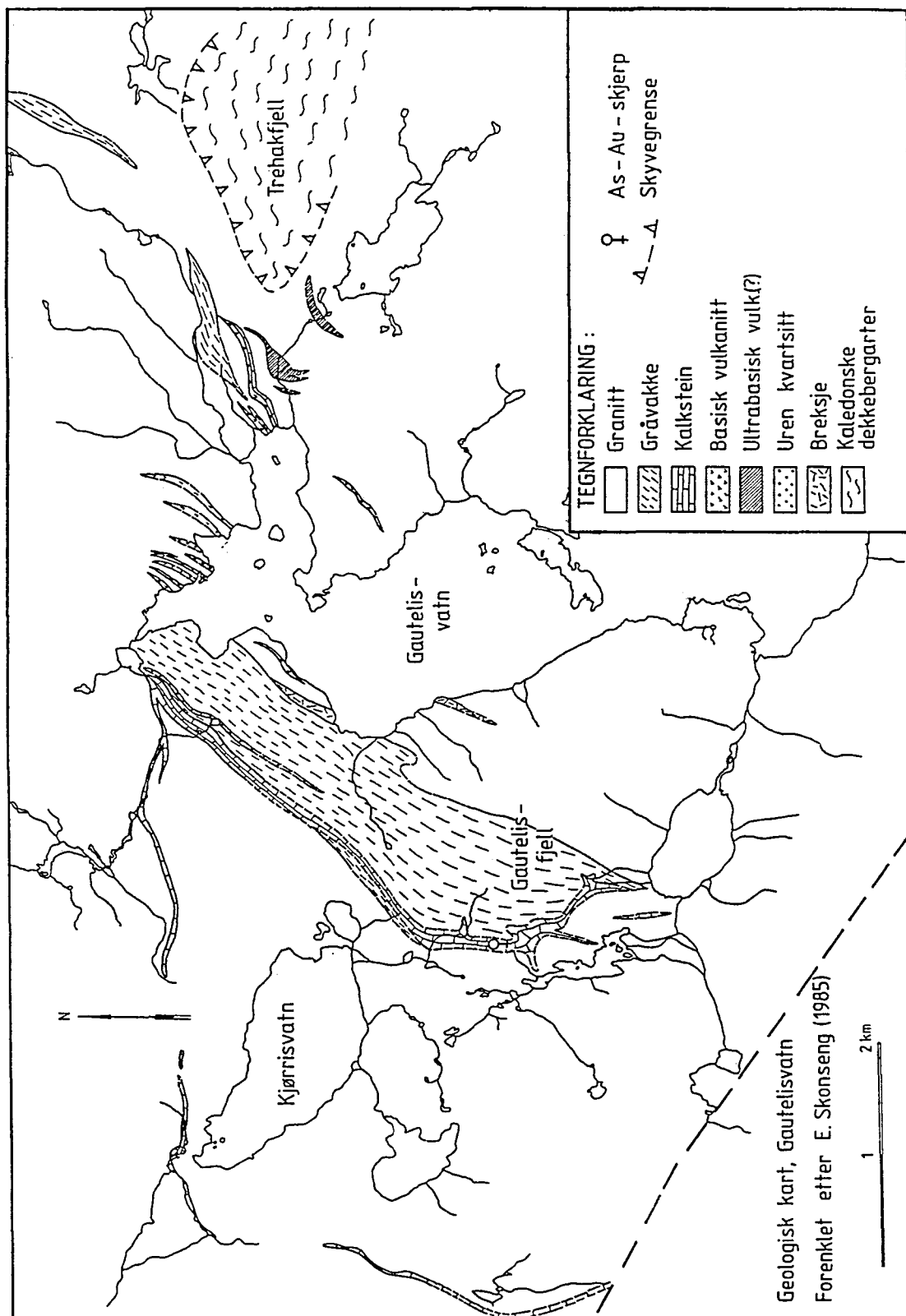


FIG 5 Geologisk kart, Gautelisvatn. Etter Skonseng (1985).

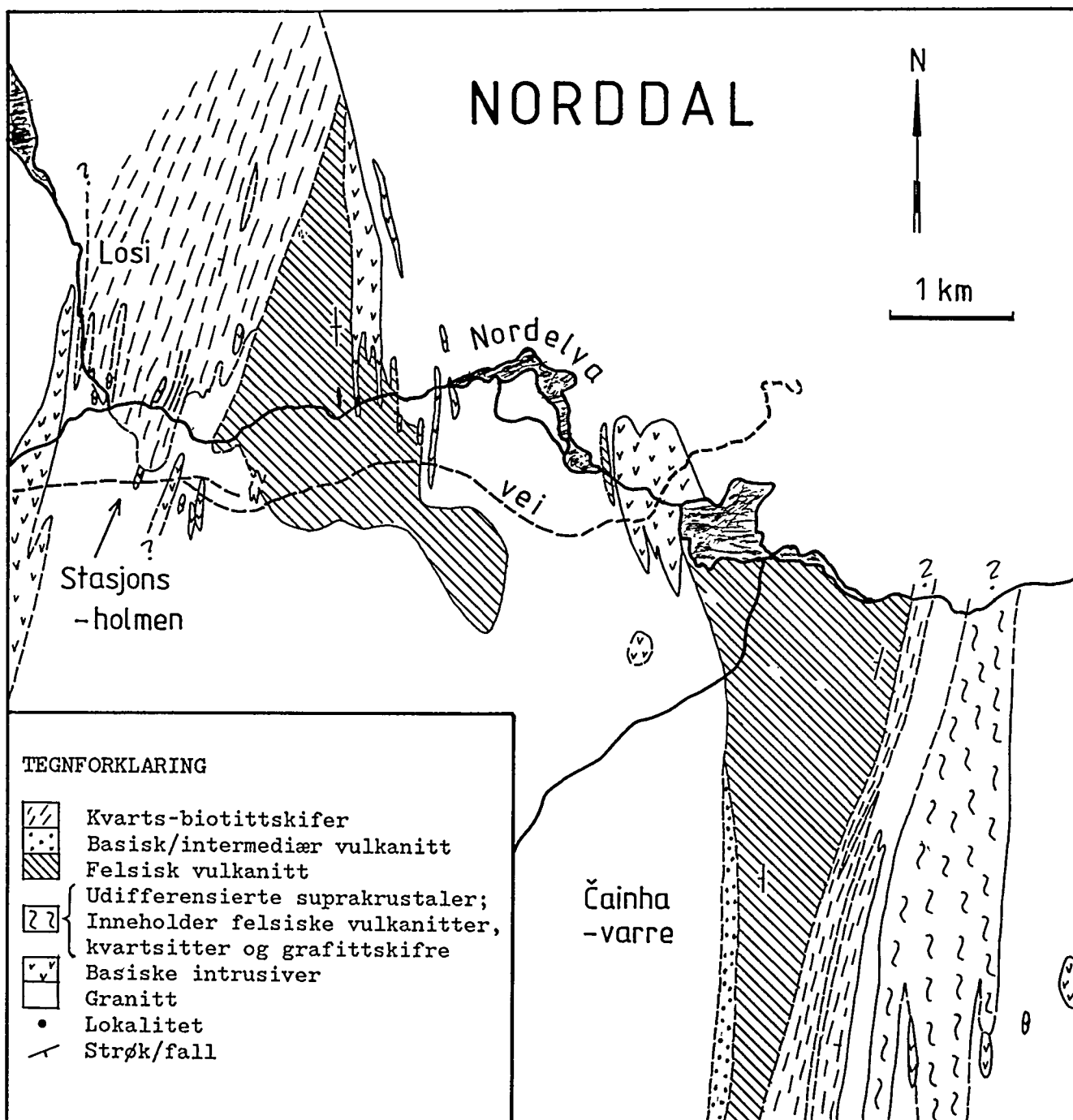


FIG 6 Geologisk kart, Norddal.

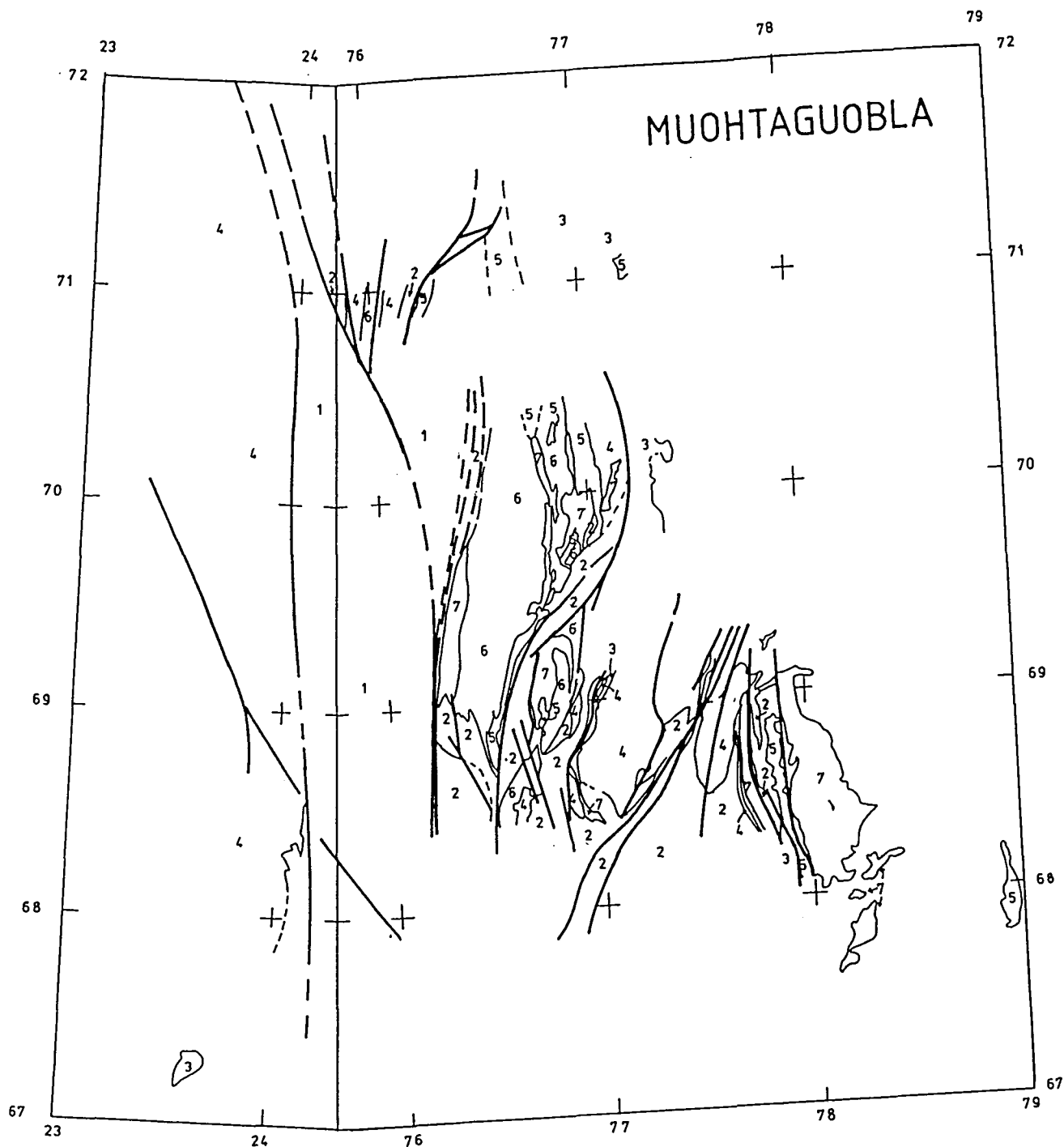


FIG.7 Preliminært geologisk kart, Muohtaguobla, med inntegnede skjærsoner (tykke streker).  
 1: Udifferensierte grå skifre med innslag av kvartsitter og konglomerater.  
 2: Blågrå, finkornige skifre og kvartsitter.  
 3: Intermediære vulkanitter og basiske skifre.  
 4: Grov porfyrittisk granitt og syenitt (ofte foliert).  
 5: Lyserød og grå, finkornig til middelskornig granitt ("mikrogranitt").  
 6: Grovkornig, porfyrittisk og melanokratisk granitt.  
 7: Dioritt, foliert nær skjærsoner.

Området og dets bergarter blir nærmere beskrevet av E.Sawyer i en egen rapport om strukturegeologi (under utarbeidelse).

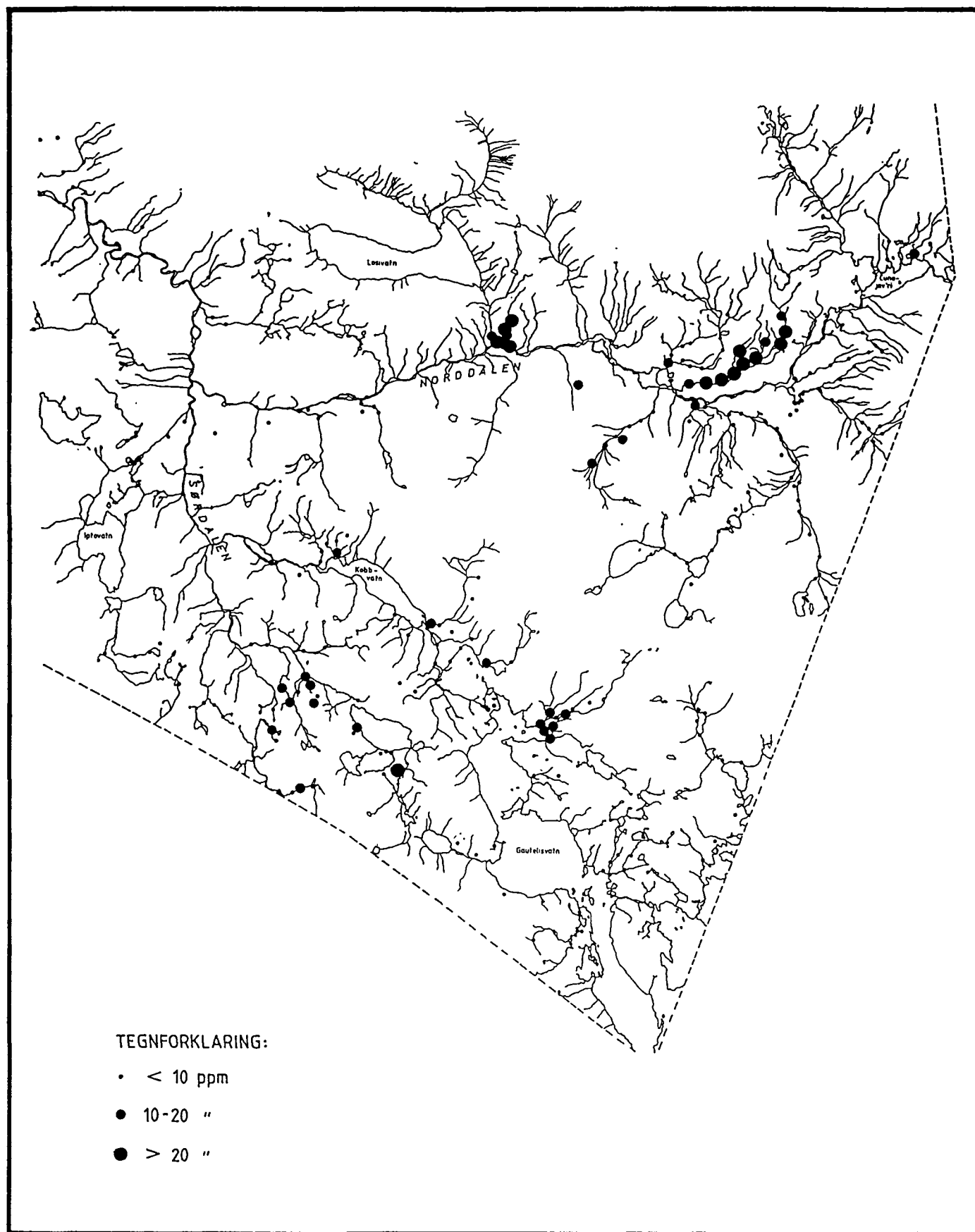


Fig 8 Bekkesediment anomalikart,  $\text{HNO}_3$ -løselig As.  
Prøvene er fra Næss (1983) og er reanalyisert på As.

## 4. METAMORFE FORHOLD

Jfr. egen rapport av E.Sawyer (1986).

### 4.1 TEKSTUR.

Mange av de metamorfe bergartene i Skjomen-Rombak vinduet inneholder primære magmatiske (blærerom, fenokrystaller) eller sedimentære (klaster, gradert lagning) strukturer. Noen av bergartene er imidlertid sterkt folierte og inneholder mønstre som kvarts-ribber, porfyroblaster med lange trykkskygger og kraftig c-akse foretrukket orientering av kvarts som indikerer svært høgt strekk under utviklingen av foliasjonen ved moderate temperaturer (500 °C). Selv om mineralmønsteret indikerer svært kraftig strekk, så viser mineralteksturen ikke det samme. Generelt mangler mineralene trekk som tyder på dynamisk gjenvinning (undulerende utslokning, deformasjonsbånd og utvikling av subkorn), men har normal jevn utslokning og granoblastiske til polygonale krystallomriss. Disse teksturene, samt vekst av porfyroblaster på tvers av foliasjonen, indikerer at maksimum temperatur ble nådd etter deformasjonen.

### 4.2 BERGARTSAMMENSETNING OG PROGRESSIV-METAMORFE MINERALSELSKAPER.

En rekke bergarter forekommer i vinduet (Kap.3 og 6) hvorav de mest vanlige (granitter og metagråvakker) inneholder mineralselskaper som er ufølsomme for variasjoner i metamorfose.

Granitter og sure vulkanitter: Det vanligste mineralselskapet er epidot + muskovitt + K-feltspat + biotitt + kvarts + plagioklas, som er relativt ufølsom for forandringer i metamorfose. Bergarter med lavere aluminiuminnhold (syenitter) inneholder amfibol istedet for muskovitt. Bergarter med albitt + oligoklas eller oligoklas forekommer, og antyder tilstedeværelsen av peristerittgapet. En mindre andel av granittene inneholder små, lyserøde MnO-rike granater.

Metagråvakker: Metagråvakkene har lavt  $\text{Al}_2\text{O}_3$  og  $\text{K}_2\text{O}$  innhold og er derfor derivert fra en forholdsvis lite forvitret detritus (lav CIA-indeks).

Metagråvakkene sammensetning tillater ikke dannelsen av metamorfe indeksmineraler som kyanitt, staurolitt eller muskovitt, og har derfor stort sett det enkle mineralselskapet biotitt + plagioklas + kvarts. Noen av prøvene fra Rombaken og Gautelisvatn inneholder små MnO-rike granater. Metagråvakkene er vanligvis såpass fattige på  $\text{Al}_2\text{O}_3$  og  $\text{K}_2\text{O}$  at amfibol er tilstede. Prøve ES 131 fra Ruvssot inneholder mineralselskapet aktinolitt/hornblende + plag (An 40) + biotitt + kvarts + ilmenitt som tilhører nedre amfibolittfacies.

Basiske til intermediære vulkanitter: Disse kan inndeles i  $\text{K}_2\text{O}$ -rike og  $\text{K}_2\text{O}$ -fattige grupper. Den  $\text{K}_2\text{O}$ -rike gruppen inneholder mineralselskapet epidot + K-feltspat + biotitt + hornblende + albitt + kvarts + titanitt. Den  $\text{K}_2\text{O}$ -fattige gruppen er mere kompleks og inneholder mineralselskaper som karakteriserer overgangen fra øvre grønnskifer til amfibolittfacies via epidotfacies:

- (a) kloritt + amfibol + albitt + epidot + kvarts  
+ titanitt + magnetitt + biotitt
- (b) hornblende + albitt + epidot + kvarts + titanitt  
+/- magnetitt +/- biotitt
- (c) hornblende + oligoklas/andesin + kvarts + biotitt  
+/- epidot +/- titanitt +/- ilmenitt +/- magnetitt +/- diopsid

Mineralsoneringer i individuelle prøver er i overensstemmelse med mineralogiske overganger fra lavere til høyere metamorf grad. Amfiboler blir progressivt rikere på  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , FeO og  $\text{Na}_2\text{O}$ , epidot får et lavere  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -innhold og titanitt erstattes av ilmenitt.

Kalk-silikater. Kalk-silikat bergarter er ikke vanlige. Ved Rombaken kan slike bergarter opptre i veksling med metagråvakter. Mineralselskapet er lavere amfibolittfacies: diopsid + kvarts + kalkspat + klinozoisitt.

Marmor: I seks marmorprøver fra Gautelisvatn er det observert to mineralselskaper: (1) tremolitt + klinoklor + karbonat og (2) kondroditt + forsteritt + klinoklor + flogopitt + kalkspat +/- kvarts. Det andre av disse mineralselskapene, som tilhører amfibolittfacies, inneholder serpentin som delvis erstatter forsteritt. Dette forsteritt + kondroditt holdige mineralselskapet kommer fra en inneslutning i granitt, og kan derfor tenkes

å representere en tidlig-proterozoisk kontaktmetamorfose heller enn en senere regionalmetamorfose.

#### 4.3 RETROGRADE MINERALSELSKAPER

De færreste av bergartene i vinduet inneholder tydelige tegn til retrogradering. Bare noen få bergarter fra Rombaken, Skjomedalen, Sjørdalen og Gautelisvatn inneholder svak omvandling av biotitt til kloritt og omvandling av feltspat. I sterk motsetning til dette inneholder nesten alle bergarter fra Muohtaguobla klare bevis på en post-metamorf, grønnskifer-facies retrogradering, og i noen tilfeller er omvandlingen total. Hovedutbredelsen av retrograd metamorfose ved Muohtaguobla synes å være relatert til nord-gående skjærsoner. Disse skjærsoner kan tenkes å ha representert kanaler for større volum av  $H_2O-CO_2$  rike løsninger som har vært nødvendige for å hydrere amfibolitt-facies mineralselskapene. Typisk grønnskifer-facies mineralselskaper i metabasitter er kloritt + aktinolit + albitt + kvarts + epidot + kalkspat + titanitt. Nye mineralteksturer er ofte relatert til nord-gående subvertikale skjærsoner.

#### 4.4 METAMORFE FORHOLD

En sammenlikning mellom de observerte progressiv metamorfe mineralselskaper i basiske og intermediære metavulkanitter i vinduet med eksperimentelle studier av bergarter med tilsvarende hovedelementkjemi (Apted & Liou 1983), indikerer at Skjomen-Rombaken bergartene ble metamorfosert ved temperaturer på 575-600 °C. Moderat til høyt trykk over 6 kb indikeres ved tilstedeværelsen av epidot-amfibolitt facies mineralselskaper og av kyanitt i kvartsganger i Sjørdalen.

## 5. STRUKTURELL KONTROLL OVER HYDROTHERMAL AKTIVITET

Jfr. egen rapport av E. Sawyer om strukturgeologi (under utarbeidelse).

Bevegelse av løsninger langs tektoniske strukturer som skjærsoner representerer en mobiliseringsmekanisme for gull, samt representerer også en gunstig situasjon for oppkonsentrering/utfelling og dermed for dannelse av gullforekomster. Imidlertid, siden strømmen av løsninger skjer mot områder med lavere trykk må en skjærson ha gunstig beskaffenhet for å kunne transportere løsninger (den må være dannet under strekk; den må være "dilatant"). De forhold som en skjærson eksisterer under samt den mekanismen som forårsaker skjærsonedeformasjonen, avgjør om vesentlig "dilatans" inntreffer.

Observasjoner av skjærsoner i felt og petrografiske studier (tidlig sett av skjærsoner), fra områdene Skjomedal, Sjørdal, Rombaken og Gautelisvatn, indikerer duktil deformasjon med svært liten "dilatans". I mikroskopisk skala danner kvarts lange ribber som er typisk for høg-strekk plastisk deformasjon, mens feltspat viser lav-strekk symptomer som undulerende utslokning, oppsprekning og brekking ("kinking"). Denne forskjellen skyldes de forskjellige mekaniske egenskaper til kvarts og feltspat, men siden kvarts er vanlig er strekket blitt fordelt i kvartsen. Dilatansen i oppsprukket feltspat er sannsynligvis ikke permanent siden feltspatkornene i de fleste tilfeller er fylt av kvarts. I makroskopisk skala indikerer mangelen på årer, tensjonssprekker og båndede strukturer, liten dilatans. Analyser av skjærsoner fra Sjørdalen indikerer noe mobilitet av visse elementer (ikke vist i denne rapporten), men er stort sett ubetydelig. Selv om enkelte skjærsoner i Sjørdalen ikke har vært dilatante, har større en encheleon tensjonssprekker blitt utviklet i mindre deformerte bergarter mellom skjærsonene, for eksempel med kyanittførende kvartsganger på åsryggen øst for Morfasfjellet (UTM 070545).

Yngre subvertikale skjærsoner som er fremherskende ved Muohtaguobla, er ledsaget av dilatante trekk som kvartsårer med tensjonssprekker. En storskala strøm av  $H_2O-CO_2$  løsninger har vært assosiert med disse strukturene. Alle tynnslip fra Muohtaguobla viser tegn til grønnskifer-facies retrogradering (hydrering) av epidot-amfibolitt eller amfibolitt-facies mineralselskaper. I mange tilfeller er de høyere

metamorfe mineralselskaper fullstendig omvandlet til kloritt + albitt + epidot + kvarts grønnskifer-facies mineralselskaper. De subvertikale skjærsonene ved Muhtaguobla synes derfor å ha representert kanaler for omfattende tilførsel av løsninger. Hvis subvertikale skjærsoner av denne type finnes i Muhtaguobla's fortsettelse mot Ruvssot i øst, hvor det forekommer ultramafiske bergarter som er gunstige kildebergarter for gull (Kap.9), kan det eksistere et potensiale for gullmineraliseringer.

## 6. GEOKJEMI

### 6.1 GEOKJEMISKE HOVEDTREKK

De vulkanske og intrusive bergarter i Skjomen-Rombaken kan inndeles i 3 hovedserier eller typer:

*R-serien* (etter Ruvssot) består av ultramafiske vulkanske bergarter (Mg-tholeiitter/komatiitter) i Ruvssot (-Sjangeli) området. Den mest markante forskjellen i forhold til de øvrige vulkanitt-seriene i vinduet, er et karakteristisk høyt magnesiuminnhold (opptil 28 % MgO).

*SN-serien* (etter Sjørdal-Norddal). Hovedtyngden av de vulkanske bergarter i vinduet tilhører denne serien. Karakteristisk er et høyt K/Na-forhold (Fig. 9 c), at sammensetningen varierer kontinuerlig fra basisk til sur, samt at de dominerende granitter i vinduet (relativt grovkornige granitter/syenitter og finkornige aplittgranitter, er av geokjemisk sett samme type. Videre plotter basiske intrusiver grovt sett langs den samme geokjemiske trenden i visse elementkombinasjoner (Fig. 9 b og c), men har gjennomgående et høyere jerninnhold (Fig. 9 a) og har også noe forskjellig sammensetning når det gjelder visse sporelementer (ikke vist i denne rapporten).

*G-serien* (etter Gautelivvatn) opptrer som sure vulkanitter og granitter ved Gautelivvatn og som felsiske lag i basiske vulkanitter ved Muhtaguobla. K/Na-forholdet er lavt og sporelementinnholdet er klart forskjellig fra SN-serien's bergarter.

Det er viktig å legge merke til at av disse 3 seriene opptrer SN-serien med kontinuerlige overganger fra basisk til sur, samt utgjør (inkludert granittene) et dominerende innslag i vinduet. R-serien er representert i form av ultramafiske lavaer ved Ruvssot (-Sjangeli), og er muligens de mest

MgO-rike vulkanske bergarter som er kjent i Skandinavia. G-serien er kun observert i sure varianter. Både SN- og G-serien opptrer med ekstrusive og intrusive ekvivalenter.

## 6.2. DISKUSJON AV DE MAGMATISKE BERGARTSTYPER

SN-seriens bergarter plotter langs en alkali-kalsisk geokjemisk utvikling (Fig. 9 b). For phanerozoiske geologiske miljøer er denne type geokjemisk utvikling karakteristisk for relativt modne øybue-systemer, d.v.s. relativt kontinentiserte øybuer (Fig. 9 b). Også  $K_2O/Na_2O$ -trenden indikerer et relativt kontinentalt miljø (Fig. 9 c). G-seriens bergarter har likhetstrekk med bergarter i umodne phanerozoiske øybuer (med vesentlig innslag av oseanisk materiale), og har trolig også likhetstrekk med sure bergartstyper i arkeiske grønnsteinsbelter.

Betegnelsen kalk-alkalin kommer fra Peacock's (1931) alkali-kalk indeks (P-indeks); den  $SiO_2$ -prosent for hvilken en kontinuerlig serie av relaterte bergarter har like stor mengde av CaO og  $Na_2O+K_2O$ . For kalk-alkaline bergarter ligger P-indeksen mellom 56 og 61. Bergartsserier med P-indeks over 61 kalles kalsiske, mens bergartsserier med P-indeksen under 56 kalles alkali-kalsiske (51-56) eller alkaliske (under 51). Bergartsserier fra forskjellige geotektoniske miljøer har forskjellige alkali-kalk indekser. Alkali-kalsiske og noen alkaline magmaserier er vanlige i mellom-proterozoiske bergartserier og sjeldne i arkeiske, noe som kan tenkes å reflektere øket inter-kontinental rifting i proterozoisk tid. Dette er i overensstemmelse med aksepterte modeller for utviklingen av den proterozoiske jordskorpa (Windley 1977), med stabile plattform-områder som var motstandsdyktig mot oppstykkning, men som utviklet lineære alkaline intrusive bergartsserier langs begynnende (men ikke fullførte) rift-systemer (såkalte mobile belter) (Brown 1979, 1981).

Noen av de mest omfattende kalk-alkaline magmatiske begivenheter i jordas historie er arkeiske. Disse er ofte (men ikke alltid) K-fattige, og består av gabbro-dioritt-tonalitt-trondhjemitiske bergartsserier som har store likhetstrekk med phanerozoiske primitive øybue-bergarter. De assosierte geokjemiske karakteristika er hovedsakelig lavt K/Na-forhold, lavt innhold

av tunge sjeldne jordartselementer og positiv Eu-anomali (Windley & Smith 1976, Tarney & Saunders 1979). G-typens magmatiske bergarter i Skjomen kan tenkes å være av liknende type.

Magmatiske bergartserier assosiert med ekstensjon skiller seg fra kompresjon-relaterte serier i kollisjonssoner ved en større variasjon i sammensetning forårsaket av frakjonell krystallisasjon i basiske/intermediære kildemagmaer (Brown 1982). Alkali-kalsiske magmaserier tilsvarende Skjomen-Rombakens SN-type, kan tenkes å være dannet fra alkali-basaltiske smelter på større dyp i mantelen enn tholeiittiske og kalk-alkaline kildemagmaer, samt ha gjennomgått både fraksjonell krystallisasjon og kontaminering av skorpemateriale. Et ekstensjonsmiljø er nødvendig for denne type petrogenese (Petro et al. 1979, Brown 1982).

### 6.3. DISKRIMINANTDIAGRAMMER

Mange sporelementer er følsomme for karakteren av magmatiske bergartserier. Det er god grunn til å tro at elementer som for eksempel Ti, Zr, Y og Nb, som er lite mobile ved vanlige geologiske prosesser og er lite sensitive når det gjelder fraksjonering av mafiske og aksessoriske mineraler, kan gi en indikasjon på typen av geotektonisk miljø (Pearce & Norry 1979, Tarney & Saunders 1979). Disse elementer er veletablert som diskriminanter mellom forskjellige typer av basiske magmaer, og er også forsøkt benyttet for granitoide bergarter (Pearce et al. 1984).

Plottinger av basiske ( $<56\% \text{ SiO}_2$ ) og sure ( $>56\% \text{ SiO}_2$ ) bergarter i diskriminant-diagrammer (Fig. 10) antyder et kontinentalt eller kontinentnært miljø for Skjomen-Rombaken. De basiske vulkanitter (SN-serien) plotter innenfor "within-plate basalt"-feltet i Fig. 10 a. Siden disse bergarter ikke er kalk-alkaline men alkali-kalsiske (Fig. 9 b), synes "within-plate" assosiasjonen å være relativt klar. SN-typen granitoide bergarter plotter gjennomgående innenfor eller på kanten av "within-plate granite" feltet i Fig. 10 b, mens G-typen plotter innenfor "volcanic arc granites" feltet. Det lave K/Na-forholdet i G-typens bergarter tyder på et mindre "modent" miljø (Fig. 9 c).

#### 6.4. DIFFERENSIASJONSTRENDER FOR VULKANSKE BERGARTER

Sjørdalens basiske og intermediære bergarter viser en klar differensiasjonsutvikling (Fig. 11 a og b) som viser tidlig krystallisasjon av Fe,Mg-rike mineraler (olivin, orthopyroksen). Knekket i  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -trenden (Fig. 11 a) gjenspeiler trolig klinopyroksen fraksjonering.

De felsiske vulkanitter fra Muohtaguobla, Cainhavarre og Stasjonsholmen plotter langs en mulig differensiasjonstrend forårsaket av plagioklas fraksjonering. Muohtaguobla-vulkanittene som er de plagioklasrikeste (jfr. det høye Na-innholdet; Fig. 11 c), kan tenkes å være derivert fra en kumulatisk del av magmakammeret. Cainhavarre-vulkanitten representerer i så fall et mellom-produkt, mens Stasjonsholmen-vulkanitten representerer det mest differensierte endeledet (Fig. 11 d). K-feltspat ser ikke ut til å påvirkes nevneverdig av denne prosessen. Stasjonsholmen-vulkanitten er kraftig anriktet på inkompatible sporelementer som Zr, Y, Ce og La, men Muohtaguobla-vulkanittene har et svært lavt innhold av de samme elementer.

#### 6.5 GRÅVAKKESEDIMENTER

Turbidittiske gråvakter med godt utviklet gradert lagning er prøvetatt i 3 områder: Rombaken (6 prøver), Gautelivvatn (4 prøver) og Ruvssot (4 prøver). Både grovkornige og finkornige lag er prøvetatt for å oppnå en størst mulig spredning i sammensetningen. Gråvakkene har lavt  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - og  $\text{K}_2\text{O}$ -innhold og er derfor derivert fra et forholdsvis lite forvitret detritus (lav CIA-indeks, Nesbitt & Young 1982).

Gråvakter ved Rombakfjorden har svært lik sammensetning med Gautelivvatn-gråvakkene, mens Ruvssot-gråvakkene er mere mafiske. Gråvakkene er gjennomgående rike på Fe, Mg, Ni, Cr og V og fattige på Ce, La, Y, Nb og Zr sammenliknet med vulkanitter med samme  $\text{SiO}_2$ -innhold. Dette tyder på at kildeområdet for gråvakkene har vært dominert av mafiske og intermediære bergarter. Det høye Ni-innholdet i gråvakkene i forhold til vulkanitter med samme MgO-innhold (Fig. 12 b), antyder at svært Ni-rike

bergarter, muligens av tilsvarende type som ultramafittene ved Ruvssot, har utgjort deler av kildeområdet, og har trolig vært den viktigste Ni-kilden.

I flere elementkombinasjoner plotter gråvakkene klart langs vulkanitt-trenden. Dette er svært tydelig i Ni-Cr plottet hvor begge elementene er utpreget anriket i det mafiske/ultramafiske endeleddet (Fig. 12 a). I Cr-TiO<sub>2</sub> kombinasjonen (Fig. 12 c) plotter gråvakkene i den Cr-rikere delen av hovedfeltet. Et eventuelt innslag av Ruvssot-seriens bergarter i kildeområdet vil ikke påvirke TiO<sub>2</sub>-innholdet i gråvakkene i særlig grad fordi de er TiO<sub>2</sub>-fattige. Cr-innholdet i gråvakkene kan imidlertid påvirkes betydelig selv med en volummessig liten andel av Ruvssot-seriens bergarter i kildeområdet, fordi disse er ekstremt Cr-rike. I Zr-TiO<sub>2</sub> kombinasjonen plotter de forskjellige vulkanitter i forskjellige deler av diagrammet uten å definere noen trend (Fig. 12 d). Gråvakkene plotter her sammen med de basiske/intermediære vulkanitter som er TiO<sub>2</sub>-rike og har et midlere Zr-innhold.

Både Zr-TiO<sub>2</sub> plottet og de øvrige elementkombinasjoner peker klart i retning av at kildeområdet til gråvakkene var dominert av basiske/intermediære bergarter av liknende type som dagens basiske/intermediære vulkanitter, samt også med et karakteristisk innslag av ultramafiske bergarter.

## 6.6. SJELDNE JORDARTSELEMENTER

Sjeldne jordartselementer er relativt sterkt fraksjonerte, med anrikning av de lette sjeldne jordartselementer for alle analyserte bergarter med unntak av de ultrabasiske vulkanitter (Fig. 13). Dette mønsteret er i overensstemmelse med SN-seriens alkali-kalsiske karakter; fraksjoneringen er svakere enn for hva man kan forvente for alkaline bergarter og sterkere enn for vanlige kalk-alkaline bergarter.

Granittene (SN-type) synes å bestå av 2 varianter; den ene er prøvetatt på vestsiden av Sjørdalen suprakrustalområde (merket SV i Fig. 13 a) mens den andre er prøvetatt på østsiden (merket SØ i Fig. 13 a) og på østsiden av Stasjonsholmen felsiske vulkanitt i Norddal (merket N i Fig. 13 a). Disse granitt-varianter viser ganske overlappende sjeldne jordarts element-mønstre med sure vulkanitter fra Stasjonsholmen og Cainhavarre (Fig. 13 d), mens Muohtaguobla felsiske vulkanitter har et markant lavere innhold av sjeldne jordartselementer.

Eu-anomalien varierer fra kraftig negativ for Stasjonsholmen vulkanitten til positiv for Muohtaguobla vulkanittene (Fig. 13 d). Dette kan tenkes og skyldes forskjellig grad av plagioklas fraksjonering; for de sure vulkanitter representerer Stasjonsholmen-typen den mest fraksjonerte, Cainhavarre typen representerer et mellomstadium, mens Muohtaguobla vulkanittene (som er anrikt på plagioklas) kan tenkes å være derivert fra en kumulatisk plagioklasanrikt del av et magmakammer. Hvis det virkelig er en genetisk sammenheng mellom disse vulkanitt-variantene burde det være en parallellitet i mønsteret både for de lette og tunge sjeldne jordartselementene. Dette er klart ikke tilfelle for de tunge sjeldne jordartselementer for Muohtaguobla's vedkommende sammenliknet med de øvrige vulkanittene. Både Eu-anomalien og sporelement-sammensetningen forøvrig (jfr. Kap. 6.4) antyder imidlertid en genetisk sammenheng. Denne muligheten anses derfor som den mest sannsynlige.

Både de basiske intrusiver og de basiske/intermediære ekstrusiver er uten Eu-anomali, som viser at plagioklasfraksjonering ikke har forekommet.

Gråvakker i Rombaken-, Gautelisvatn- og Ruvssot områdene har praktisk talt identiske sjeldne jordartsmønstre (Fig. 13 g,h & i). Dette indikerer at de er derivert fra kildeområder som består av samme typer bergarter. På bakgrunn av gjennomsnittlig gråvake sjeldne jordartsmønstre for de 3 områdene (inntegnet i Fig. 13 a til f), foreslås følgende tolkning av kildeområdenes sammensetning:

Den svakt negative Eu-anomalien for gråvakkene antyder at K-rike granitter (SN-type) som dominerer grunnfjellsvinduet i dag, neppe har utgjort noe vesentlig innslag i kildeområdene. Dette gjelder også for Stasjonsholmen og Cainhavarre vulkanittene. En negativ Eu-påvirkning fra disse bergarter kan imidlertid motvirkes av innslag av Muohtaguobla-vulkanittene. Imidlertid er Muohtaguobla mønsteret for de tunge sjeldne jordartselementer-elementene klart forskjellig fra

gråvakke-mønsteret, som antyder at Muohtaguobla vulkanittene ikke har utgjort noe vesentlig innslag av kildeområdene. En mulig tolkning er at den svake Eu-anomalien skyldes et dominerende innlag av basiske/intermediære vulkanitter i kildeområdene, med et visst innslag av sure vulkanitter. Dette er i overensstemmelse med geokjemien forøvrig - jfr. Zr-Ti plottet (Fig. 12 d) som viser at gråvakke-sammensetningen ligger i tyngdepunktet for de basiske/intermediære vulkanitter, med liten påvirkning av bergarter tilsvarende Stasjonsholmen-, Muohtaguobla- og Ruvssot-typene.

Summen av sjeldne jordartselementer er lavere for gråvakkene enn for granitter, Stasjonsholmen/Cainhavarre felsiske vulkanitter og de basiske/intermediære vulkanitter, men klart høyere enn for Ruvssot ultramafiske vulkanitter. Videre viser gråvakke-mønsteret klart parallelle trekk med granitt, sure vulkanitter (unntatt Muohtaguobla) og basiske/intermediære vulkanitter, mens Ruvssot ultramafiske vulkanitter er klart forskjellige. En mulig tolkning er at gråvakkens kildeområder (1) domineres av basiske/intermediære vulkanitter, som foreslått ovenfor, og (2) med et visst innslag av alle 3 felsiske vulkanitt-varianter som i sum gir en svak negativ Eu-anomali i gråvakkene, (3) samt også med et innslag av ultramafiske vulkanitter som senker gråvakke sjeldne jordartsmønsteret (spesielt tydelig for de lette sjeldne jordartselementer). En slik tolkning, som ikke er i motsetning til sporelement geokjemien forøvrig, er beheftiget med en viss usikkerhet fordi situasjonen er kompleks. Videre er det ikke tatt hensyn til eventuelle innslag av arkeisk grunnfjell (som ikke er påvist i dagens Rombakvindu, men som forekommer i Vesterålen-Lofoten ca. 100 km mot vest).

*Oppsummering:* Hovedtyngden av de magmatiske bergarter er relativt K-rike og av alkali-kalsisk karakter, og kan sammenliknes med bergarter i kontinentiserte phanerozoiske øybuer (f.eks. assosiert med osean-kontinent kollisjon). Opptreden av K-fattige sure vulkanske og intrusive bergarter viser at også bergarter som kan sammenliknes med sure bergarter i lite utviklede phanerozoiske øybuesystemer eller sure bergarter i arkeiske vulkansk-sedimentære områder, forekommer i dette miljøet. Gråvakkens sammensetning antyder at de er derivert fra de samme vulkanske bergartstyper som opptrer i grunnfjellsvinduet. Gråvakkens relativt mafiske sammensetning gjenspeiler en tilsvarende mafisk karakter for kildeområdene med lite innslag av sure vulkanitter/granitter.

Tabell 1. Gjennomsnittlig kjemisk sammensetning av bergarter fra Rombakvinduet. De fullstendige analyseverdier framgår av Bilag 1.

|                                | Intrusiv |       |       | Ekstrusiv |       |       |       |       |       | Gråvakke |        |       |       |
|--------------------------------|----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|--------|-------|-------|
|                                | (1)      | (2)   | (3)   | (4)       | (5)   | (6)   | (7)   | (8)   | (9)   | (10)     | (11)   | (12)  | (13)  |
| SiO <sub>2</sub>               | 72.87    | 67.26 | 50.39 | 76.78     | 68.77 | 62.61 | 74.68 | 45.66 | 55.35 | 51.37    | 63.74  | 64.45 | 56.19 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 13.77    | 15.91 | 14.68 | 11.13     | 14.12 | 18.51 | 13.30 | 6.40  | 15.63 | 15.57    | 14.89  | 14.61 | 14.13 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2.50     | 3.35  | 12.96 | 3.05      | 4.47  | 2.47  | 1.43  | 9.38  | 8.05  | 9.79     | 7.90   | 7.39  | 10.82 |
| TiO <sub>2</sub>               | .27      | .46   | 1.83  | .20       | .54   | .74   | .25   | .20   | 1.23  | 1.09     | .83    | .76   | .98   |
| MgO                            | .37      | 1.29  | 5.43  | .13       | .51   | .59   | .87   | 26.03 | 4.18  | 6.47     | 3.41   | 3.61  | 6.42  |
| CaO                            | 1.05     | 2.65  | 7.99  | .84       | 1.75  | 2.09  | 1.58  | 6.87  | 5.95  | 5.83     | 2.78   | 1.69  | 3.11  |
| Na <sub>2</sub> O              | 3.54     | 6.14  | 2.65  | 1.76      | 3.23  | 5.56  | 5.20  | .17   | 3.90  | 2.48     | 2.90   | 3.25  | 2.95  |
| K <sub>2</sub> O               | 5.15     | 1.78  | 1.99  | 5.60      | 5.68  | 6.08  | 1.69  | .02   | 3.49  | 2.78     | 2.75   | 2.98  | 4.08  |
| MnO                            | .03      | .05   | .19   | .06       | .06   | .05   | .02   | .17   | .12   | .19      | .08    | .06   | .10   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | .06      | .13   | .60   | .01       | .11   | .24   | .04   | .02   | .45   | .36      | .13    | .13   | .13   |
| L.I.                           | .42      | .79   | .83   | .58       | .64   | .88   | .68   | 4.28  | .84   | 3.60     | 1.01   | 1.04  | .89   |
| Total                          | 100.03   | 99.81 | 99.54 | 100.14    | 99.87 | 99.82 | 99.74 | 99.20 | 99.19 | 99.53    | 100.22 | 99.97 | 99.78 |
|                                |          |       |       |           |       |       |       |       |       |          |        |       |       |
| Sr                             | 83       | 478   | 383   | 112       | 180   | 335   | 291   | <12   | 738   | 350      | 263    | 187   | 135   |
| Rb                             | 285      | 48    | 73    | 260       | 239   | 75    | 46    | -     | 148   | 136      | 103    | 127   | 152   |
| Ba                             | 500      | 692   | 694   | 51        | 979   | 1680  | 1542  | 38    | 1289  | 921      | 835    | 754   | 650   |
| Zn                             | 74       | 32    | 145   | 49        | 78    | <30   | 9     | 66    | 125   | 112      | 139    | 105   | 72    |
| Cu                             | -        | 5     | 50    | -         | <31   | -     | -     | 19    | <9    | <10      | <47    | 40    | 60    |
| Pb                             | 31       | 13    | 13    | 25        | 27    | -     | 13    | -     | <18   | <14      | na     | na    | 11    |
| La                             | 79       | 35    | 29    | 94        | 57    | 23    | 23    | -     | 52    | 22       | 28     | 39    | 14    |
| Ce                             | 166      | 64    | 56    | 191       | 122   | 46    | 48    | -     | 118   | 56       | 47     | 71    | 18    |
| Zr                             | 239      | 179   | 140   | 705       | 326   | 20    | 188   | 21    | 251   | 116      | 173    | 176   | 114   |
| Y                              | 60       | 17    | 27    | 85        | 49    | 9     | 21    | 27    | 27    | 21       | 22     | 22    | 20    |
| Nb                             | 19       | 15    | 8     | 35        | 17    | <7    | 18    | -     | 17    | <7       | 9      | 12    | 8     |
| Th                             | 40       | 11    | -     | 25        | 21    | -     | 11    | -     | -     | -        | -      | -     | -     |
| Sc                             | -        | 7     | 25    | <4        | 8     | <7    | 5     | 24    | 15    | 24       | 17     | 11    | 20    |
| Co                             | -        | 5     | 42    | -         | <10   | -     | <7    | 85    | 24    | 35       | na     | na    | 34    |
| Ni                             | -        | 10    | 42    | <6        | 8     | -     | 4     | 1334  | 58    | 45       | 88     | 81    | 139   |
| V                              | -        | 42    | 190   | <8        | 30    | 18    | 21    | 151   | 138   | 145      | 189    | 150   | 164   |
| Cr                             | -        | 11    | 68    | <12       | 14    | -     | -     | 2600  | 124   | 236      | 236    | 262   | 338   |
| n                              | 23       | 4     | 16    | 5         | 4     | 5     | 3     | 3     | 23    | 4        | 4      | 6     | 4     |

- (1) Granitter, SN-type  
 (2) Tonalitt, G-type  
 (3) Basiske intrusiver  
 (4) Stasjonsholmen felsiske vulkanitter, SN-type  
 (5) Cainhavarre felsiske vulkanitter, SN-type  
 (6) Muohtaguobla felsiske vulkanitter, SN-type  
 (7) Gautelisvatnet felsiske vulkanitter, G-type  
 (8) Mg-tholeiitter/komatiitter, Ruvssot, R-type  
 (9) Mafiske/intermediære vulkanitter, Sjørdal, SN-type  
 (10) Mafiske vulkanitter, sterkt omvandlet, Muohtaguobla  
 (11) Gråvakker, Gautelisvatn  
 (12) Gråvakker, Rombaken  
 (13) Gråvakker, Ruvssot.

n : Antall analyser  
 - : Flere enn 1/3 av prøvene har elementinnhold under deteksjonsgrensen.  
 <27 : Mindre enn 1/3 av prøvene har elementinnhold over deteksjonsgrensen. Tallet (27) er gjennomsnitt av de gjenværende analyseverdier.  
 na : Ikke analysert

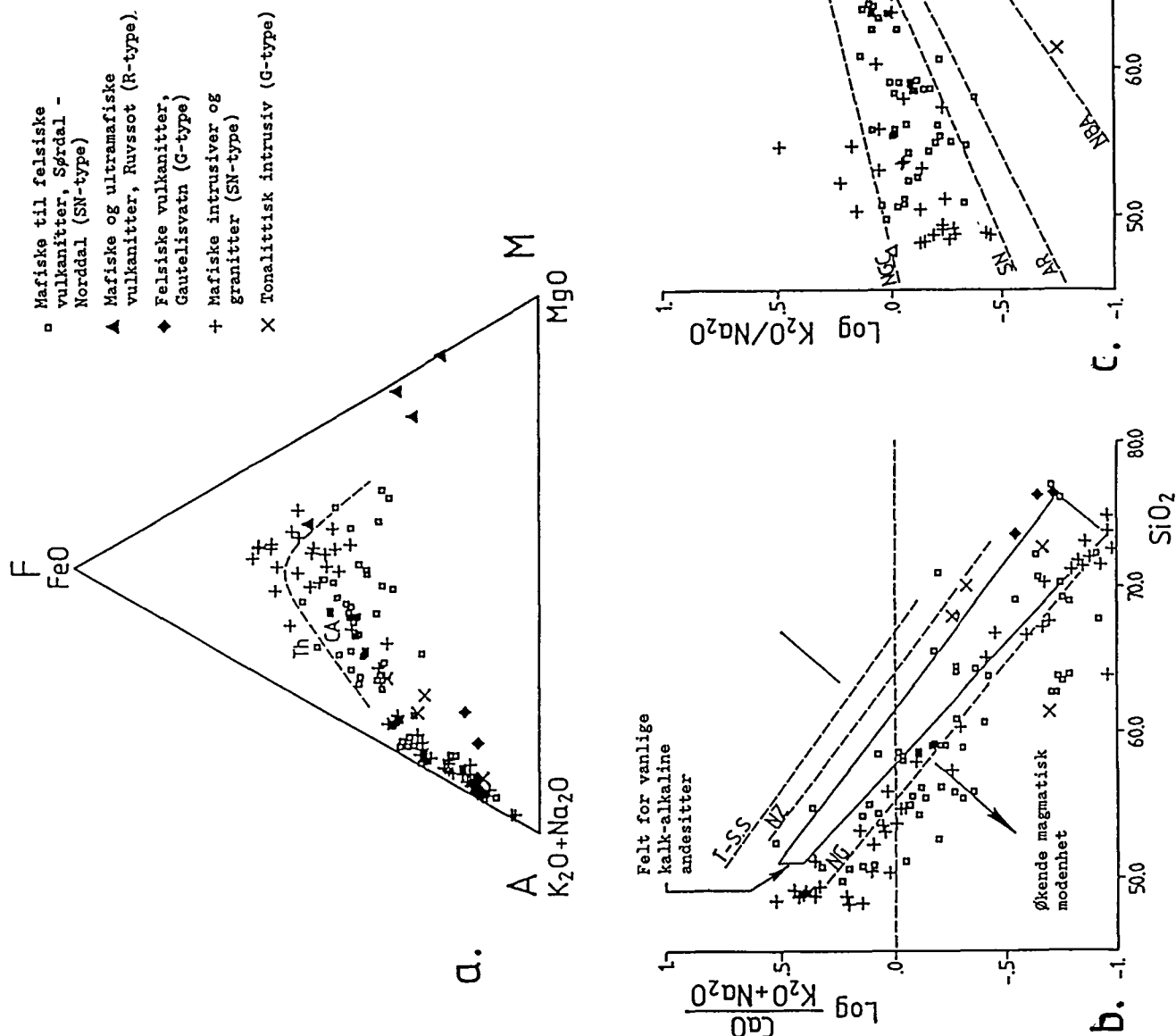


FIG 9 Viktige geokjemiske karakteristika for Skjomen-Rombaken områdets eruptivbergarter: (a) AFM-diagram. Th - tholeiittisk, CA - kalk-alkalin. (b) Kalsium/alkali-silika plott for Skjomen-Rombaken intrusive og ekstrusive bergarter sammenliknet med trender for vulkanske bergartsserier i unge øybuer. Figuren viser forandringen fra kalsiske til kalk-alkaline (vanligst) bergartsserier med økende øybue-modenhet (etter Brown 1982). Alkali-kalk indeksen ( $\text{SiO}_2$ -innholdet når  $\text{CaO}_2 = \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) ligger mellom 51 og 56 for alkali-kalsiske serier (se teksten). T-SS - Tonga-S. Sandwich; NZ - New Zealand; NG - New Guinea. (c) Alkali-forholdet plottet mot silika for Skjomen-Rombakens intrusive og ekstrusive bergarter sammenliknet med trender for intrusive bergartsserier i mesozoiske og tertiære magmatiske buer (etter Brown 1982). NGC - New Guinea Continental, NBA - New Britain Arc, AR - Alaska Range.

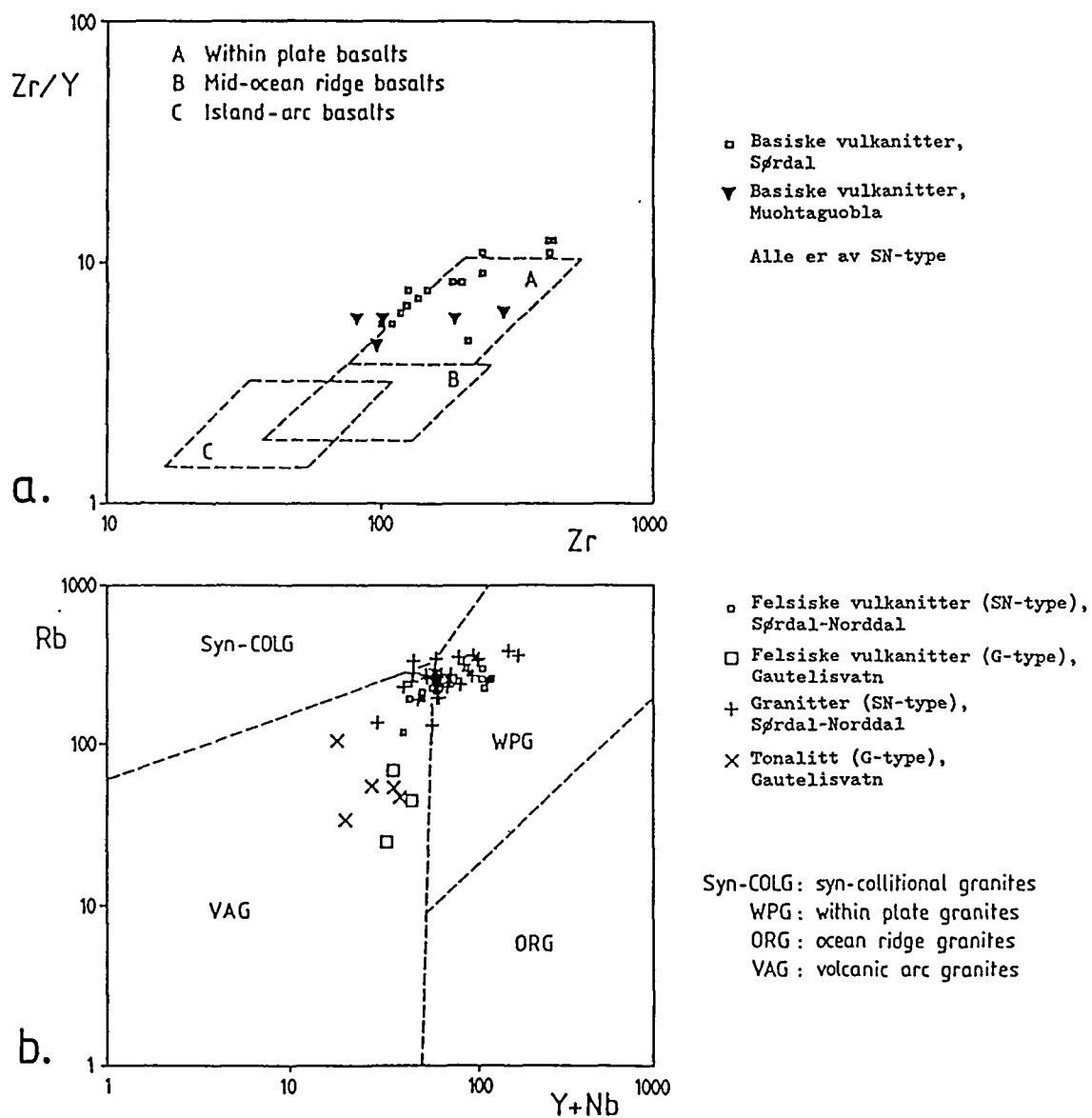


Fig 10 2 utvalgte diskriminandiagrammer for henholdsvis basiske (< 56 %  $\text{SiO}_2$ ) og sure (> 56 %  $\text{SiO}_2$ ) eruptivbergarter: (a) Zr - Zr/Y relasjonene for basiske vulkanske bergarter. Diagrammet er etter Pearce & Norrly (1979). (b) (Y+Nb) - Rb relasjonene for sure bergarter. Diagrammet er etter Pearce et al. (1984).

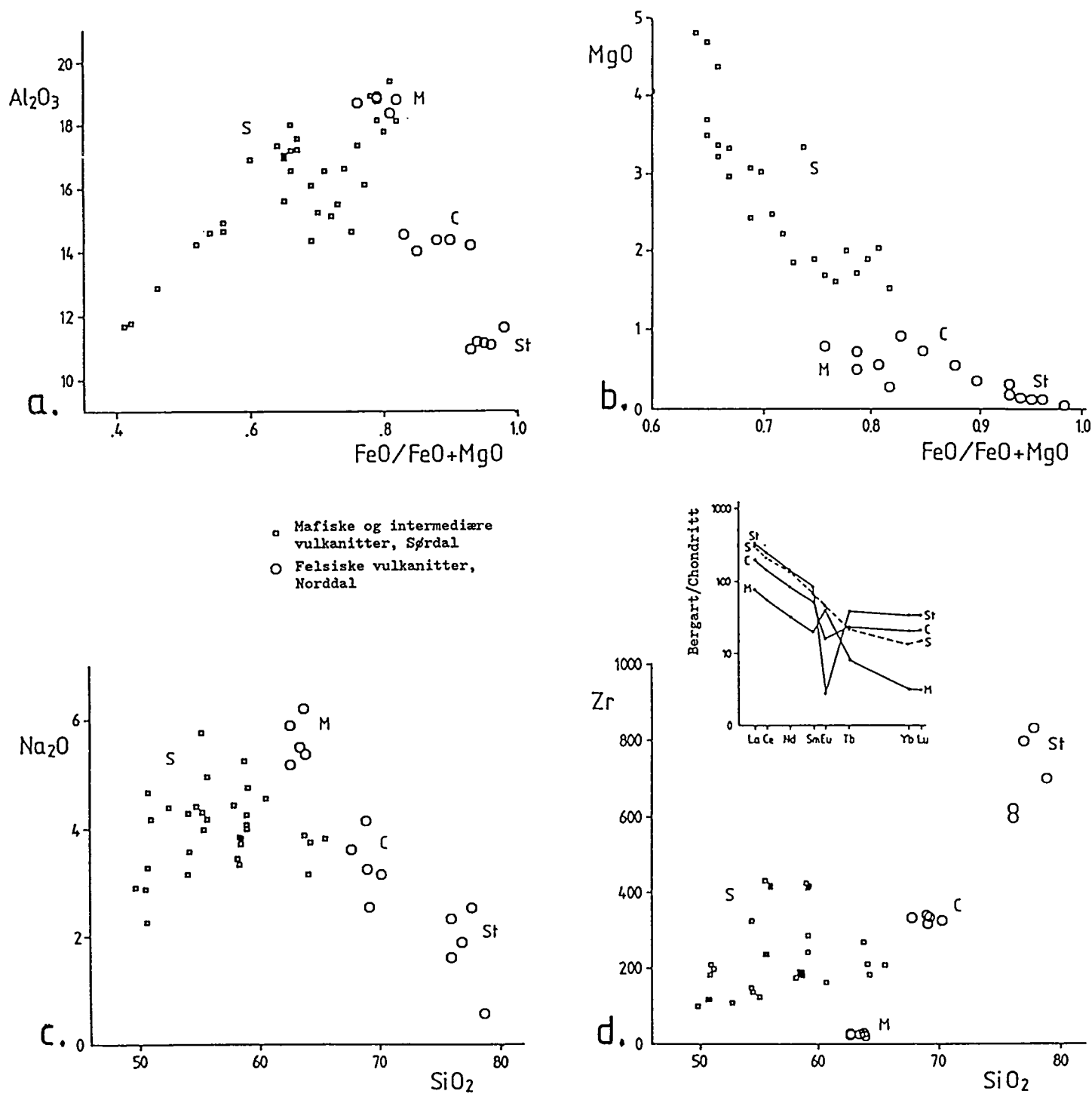


Fig 11 Differensiasjonstrender for vulkanske bergarter i Sørдал og Norddal vist i følgende diagrammer:  
 (a)  $FeO/(FeO+MgO)$  -  $Al_2O_3$ , (b)  $FeO/(FeO+MgO)$  -  $MgO$ , (c)  $SiO_2$  -  $Na_2O$  og (d)  $SiO_2$  -  $Zr$ .

S - Sørдалen, M - Muhtaguobla, C - Cainhavarre, St - Stasjonsholmen.

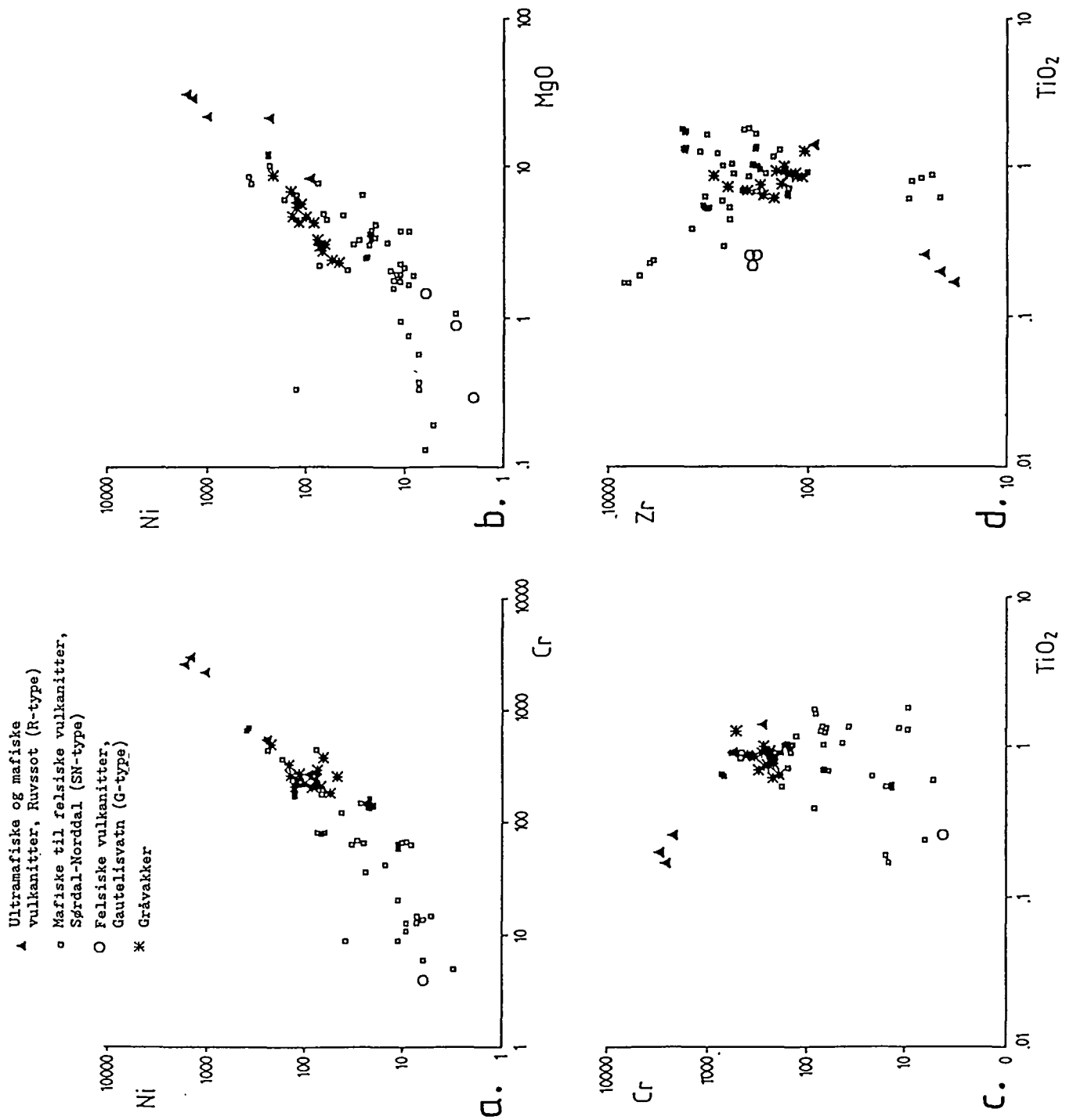


Fig 12 Sammensetningen av gråvakker sammenliknet med vulkanske bergarter vist i følgende diagrammer:  
 (a) Cr - Ni, (b) MgO - Ni, (c) TiO<sub>2</sub> - Cr og  
 (d) TiO<sub>2</sub> - Zr.

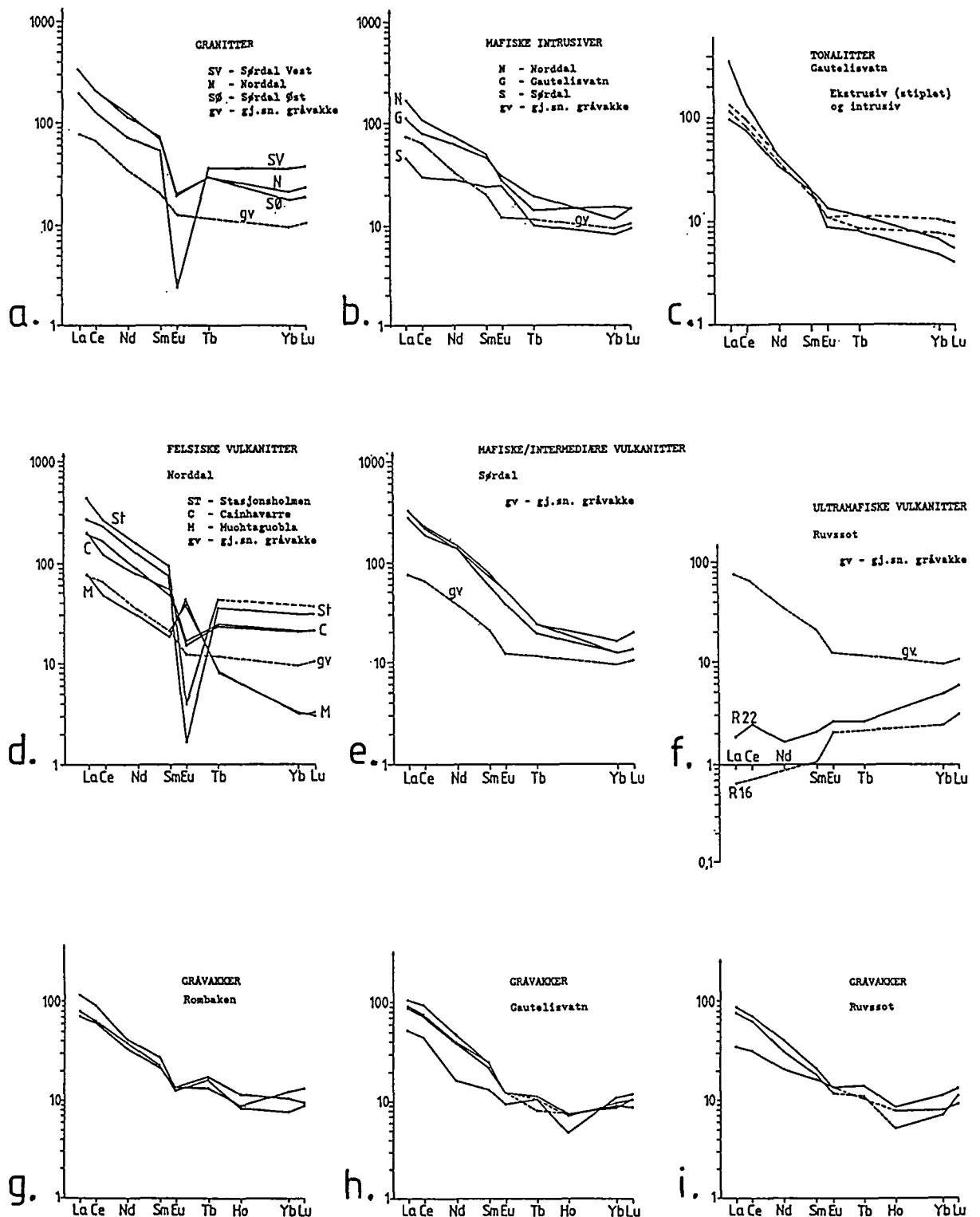


FIG 13 Chondrit-normaliserte sjeldne jordartsmønstre for intrusive og ekstrusive bergarter og gråvakker. De benyttede chondritverdier er etter Taylor og Gorton (1977).

## 7. GEOLOGISK MODELL

Å gi en presis tolkning av den geologiske utviklingen i Skjomen-Rombaken er ikke mulig på dette stadium. De utførte undersøkelser har imidlertid bidratt til å avklare visse hovedtrekk:

Hovedmengden av de vulkanske og intrusive bergarter har et høyt K/Na-forhold og er av alkali-kalsisk karakter. Disse kan tenkes å være dannet fra alkali-basaltiske smelter i mantelen i et ekstensions-miljø (rifting). Felsiske vulkanske og intrusive bergarter med lavt K/Na-forhold, som opptrer i mindre mengder, er tonalittiske og kalk-alkaline, mens en serie med ultramafiske lavaer (komatiitter) er tholeiittiske. Den kontinuerlige variasjonen fra basisk til sur for de alkali-kalsiske bergarter sammen med mønsteret for sporelementer, antyder et relativt kontinentalt miljø for denne serien. De ultramafiske vulkanske og de felsiske, tonalittiske vulkanske og intrusive bergarter synes ikke å ha noen genetisk tilknytning til de førstnevnte. Tonalittene viser en klar tendens til å plote i "volcanic-arc" feltet i diskriminant-diagrammer.

Gråvakkenes kjemiske sammensetning indikerer at kildeområdene i hovedsak er de samme typer vulkanske bergarter som gjenfinnes i området i dag.

Det faktum at vulkanitt/sediment-sekvensen intruderer av granitter som kjemisk er svært lik de felsiske vulkanittene, antyder at disse granitter og felsiske vulkanitter kan stamme fra de samme kildemagmaer. Dette gjelder for både alkali-kalsiske og kalk-alkaline bergarter.

Basiske intrusive ganger og større kroppar i suprakrustalene er stort sett eldre enn granittene. Eksempler på at basiske ganger intruderer grov granitt for så selv å bli intrudert av aplittgranittiske ganger, forekommer. De basiske intrusivene synes i grove trekk å være samtidig med granittene.

De sydlige deler av vinduet og sannsynligvis også de nordlige, har gjennomgått epidot-amfibolitt/amfibolitt facies metamorfose ( $P > 6$  kb,  $T = 575-600^{\circ}\text{C}$ ), som er tilsvarende den metamorfosen som de overliggende kaledonske dekkebergarter har gjennomgått. En senere grønnskifer-facies metamorfose, trolig også ved moderat til høyt trykk, har påvirket vinduet i varierende grad. I de fleste områder er den retrograde påvirkningen svak. I Muohtaguobla området har imidlertid denne retrograderingen vært betydelig, og er trolig assosiert med et større N-S gående lineament.

Suprakrustalene er de eldste bergarter som med sikkerhet er påvist i vinduet, og intruderer av basiske og sure intrusiver i flere generasjoner.

De basiske intrusivene er gjennomgående eldre enn granittene. I noen få tilfeller intruderer sene basiske ganger granitt og sjeldnere deformert granitt (NØ for Gautelisvatn). Det er derfor sannsynlig at disse intrusive begivenheter er omtrent samtidige og at deformasjon har forekommet innenfor det samme tidsrommet. Området har deretter gjennomgått ny deformasjon under amfibolitt-facies metamorfose som har gitt en markert gneiss-struktur i granittene. Deretter er det dannet N-S gående skjærsoner under grønnskifer metamorfe forhold. Granitter i vinduet er av Heier & Comston (1969) og Gunner (1981) aldersdatert til i størrelsesorden 1700-1800 millioner år. Dette gir en minimumsalder for suprakrustalene og en maksimumsalder for de senere deformasjonsepisoder.

Et typisk trekk for mange arkeiske vulkansk-sedimentære områder er bimodal tonalitt-trondhemittisk og basaltisk magmatisme, mens post-arkeiske batolitter på kontinentrand varierer kontinuerlig fra basiske til sure typer på grunn av assimilering av skorpe-bergarter i mantel-deriverte magmaer (Barker et al. 1981). Den kontinuerlige variasjonen fra basisk til sur for Skjomen-Rombaken's alkali-kalsiske magmatiske bergarter, er i så henseende et post-arkeisk trekk. Likeledes det relativt høge K/Na-forholdet og det sterkt fraksjonerte sjeldne jordartselementer-mønsteret (jfr. Windley 1983).

Summen av disse argumenter peker i retning av at de vulkanske, sedimentære og intrusive bergarter er dannet i et tidlig-proterozoisk kontinentalt eller kontinentnært miljø, enten i et intrakontinentalt rift-dannet basseng eller ved en kontinentrand. Situasjonen er muligens sammenlignbar med modne stadier av phanerozoiske osean-kontinent kollisjoner med rifting, magmatisme og sedimentasjon på kontinentsiden av subduksjonssonen, etterfulgt av mafiske og felsiske intrusjoner. Det er usikkert i hvilken grad Gunners's (1981) teori om en østover-stupende NV-SØ gående subduksjonssone under nordlige Norge og Sverige i midtre/tidlig proterozoisk tid, passer inn i dette bildet.

## 8. MALMGEOLOGI

### 8.1. VULKANITT-SEDIMENT RELATERTE FOREKOMSTER

Et vulkansk-sedimentært miljø som i Skjomen-Rombaken er i utgangspunktet av interesse med henblikk på eksalativ-sedimentære sulfidforekomster. I andre vulkansk-sedimentære proterozoiske områder i verden opptrer slike forekomster både i vulkanske og i klastisk-sedimentære bergarter.

Metall-innholdet er som i tilsvarende arkeiske og phanerozoiske forekomster i liknende vulkansk respektivt sedimentært miljø. De viktigste forekomster ligger i Nord-Amerika, Australia, Syd-Afrika, Sverige (Skellefte-feltet) og Finland (Outokumpo-området).

Eksalativ-sedimentære sulfidforekomster er alment akseptert å være dannet syngenetisk med de omkringliggende vulkanske og sedimentære bergarter, og kan klassifiseres som (1) vulkanske, (2) vulkansk-sedimentære og (3) sedimentære, etter vertsbergarten (jfr. Gilmor 1976, Sangster & Scott 1976, Gale 1983). Antallet av sediment-assosierte forekomster er klart større i proterozoiske områder enn i arkeiske, som trolig reflekterer stabilere skorpe-forhold i proterozoikum. Sedimentære Pb-Zn forekomster synes ikke å forekomme i arkeikum. At slike forekomster opptrer i Rombakvinduet er et argument for at suprakrustalserien er proterozoisk.

I Rombakvinduet forekommer eksalativ-sedimentære Cu-mineraliseringer assosiert med vulkanitter i Sjørdalen, ved Gautelisvatn og i Ruvssot (-Sjangeli) området, Zn-Pb forekomster i gråvakke/tuffitt-sekvensen ved Rombaken (Sildvik, Klubbvatnet og Haugfjell) og i ganger i granitt ved Katterat. Au-mineraliseringer opptrer i kalk innenfor en vulkanitt/sediment- serie ved Gautelisvatn.

#### KØPPER.

Sjørdal. I en av de intermediære vulkanitt-horisontene i Sjørdalen er det påvist kvartsrrike lag med svak bornitt-kopperkis mineralisering (UTM 068592), mens en magnetitt-bornitt-kopperkis horisont forekommer i tilknytning til et lite skjerp (UTM 072594). Forøvrig er spredte korn og små stikk med kopper-mineralisering relativt vanlig i de intermediære vulkanittene. Alle disse mineraliseringene er ubetydelige. Gullinnholdet er ubetydelig.

Gautelisvatn. En 3-7 m mektig felsisk vulkanitt (eller uren kvartsitt ?) i gråvakke/vulkanitt- sekvensen ved Gautelisvatn inneholder disseminert

svovelkis og kopperkis. En gjennomsnittsprøve på tvers av horisonten inneholder 0.45% Cu. Bergarten kan tenkes å representere et kjemisk sediment assosiert med den felsiske vulkanismen. Gullinnholdet er lavt og forekomsten er derfor uten økonomisk interesse.

Ruvssot. Tuff(basisk)/sediment-sekvensen i Ruvssot (-Sjangeli) området inneholder en rekke bornitt + kopperkis +/- magnetitt malmer som tidligere har vært gjenstand for gruvedrift, særlig på svensk side av grensen. Gullinnholdet er lavt, og forekomstene er ikke ansett å være av økonomisk interesse.

#### SINK-BLY.

Rombaken. Området inneholder en rekke Zn-Pb mineraliseringer i gråvakker og tuffitter. Det er her på sin plass å nevne at en rekke betydelige stratiforme Pb-Zn forekomster er dannet i proterozoikum, hvorav de mest kjente er Broken Hill, Mount Isa og McArthur i Australia, Sullivan i Canada og Gamsberg i Sør-Afrika. Disse opptrer innenfor mektige, hovedsakelig sedimentære avsetninger, med innslag av vulkanske bergarter, innenfor kontinentale bassenger eller ved randen av kontinenter. Metallene er stammer fra de kontinentale bergarter (Lambert 1983).

Bergartserien i Rombaken-området er i alder og oppbygning sammenliknbar med viktige Pb-Zn distrikter som er nevnt ovenfor. Når en i tillegg vet at området inneholder en rekke Zn-Pb forekomster, at miljøet er relativt kontinentalt (jfr. Kap.7) og at alderen trolig er proterozoisk (17-1800 mill. år eller noe eldre), så er området interessant med henblikk på denne type forekomster.

Selskapet ARCO Norway har i 1982-84 foretatt omfattende malmløting i første rekke med henblikk på Zn-Pb forekomster, med geologiske, geokjemiske og geofysiske metoder. Deler av området oppgis å være klart anomalt på As-Zn-Pb-Ag og til en viss grad også Cu-Au. Den påfølgende beskrivelse er basert på Robyn et al. (1986) og Flood (1984, 1985).

Haugfjellet: Zn-Pb mineraliseringer i Haugfjell området i det østlige suprakrustalfeltet nord for Rombakfjorden (Fig.1), opptrer som disseminasjoner, massive linser og sprekkefyllinger som tildels likner "stockverk". De er hovedsakelig tilknyttet karbonatlag, men forekommer også i gråvakker og tuffitter. Gjennomsnittlige metallgehalter er stort sett < 1.3 % Zn, < 0.7 % Pb, < 0.5 % Cu, < 15 ppm Ag og < 0.1 ppm Au, med lokalt høyere gehalter. Au og Ag opptrer vanligvis i de høyeste konsentrasjoner

(opp til 1.4 ppm Au og 109 ppm Ag) assosiert med høye Zn-Pb verdier (10-20 % Zn+Pb). Arsenkis forekommer som finkornige disseminasjoner og tynne bånd i mørke skifre og båndede tuffitter, mens svovelkis opptrer som tynne bånd, disseminasjoner og sprekkefyllinger først og fremst i svartskifre. Disse er vanligvis sterile i Au, Ag, Zn, Pb og Cu.

*Klubbvatnet:* Sammenliknet med Haugfjellet inneholder Klubbvatnet området mere gråvakker og mindre med svartskifre. Vulkanittene er mektige amygdaloidale lavastrømmer med andesitt med assosierte sedimentære breksjer (debris flow/lahar ?), som gir en mere proksimal situasjon enn Haugfjellets hovedsakelig grønne tuffer. Eksalativ-sedimentære tynne, magnetittbåndede jernformasjoner og granatførende kvartsitter er assosiert med andesittene. Mineraliseringstypene er stort sett tilsvarende Haugfjellet, men arsenkis er mindre vanlig og skjærsoner ser i større grad ut til å kontrollere mineraliseringene.

De påviste mineraliseringer er av liten utstrekning. De oppfølgende undersøkelser har vært relativt omfattende på nordsiden av Rombakfjorden (Haugfjellet) med blant annet diamantboringer. På sydsiden av Rombakfjorden er i realiteten bare rekognoserende undersøkelser utført. Muligheten for større forekomster av økonomisk interesse synes å være tilstede.

#### GULL.

Det geologiske miljø i Skjomen-Rombaken er gunstig m.h.p. gullmineraliseringer. Det inneholder både ultrabasiske vulkanske bergarter som er generelt akseptert å representere gunstige kildebergarter for gull, samt kjemiske sedimenter assosiert med sure vulkanitter som kan tenkes å representere et lovende geologisk miljø for anrikning av gull (Stasjonsholmen - Cainhavarre). Tegn til omfattende hydrotermal omvandling av bergarter, trolig assosiert med et større N-S gående lineament (Kap.4 og 5), er påvist i Muohtaguobla-området, blant annet karbonatiserte basiske vulkanitter. Videre er dette området anomalt på As i bekkesedimenter.

Muligheten for gullforekomster synes derfor å være tilstede, spesielt innenfor områder med K-fattige vulkanske og intrusive bergarter, som ved Gautelisvatn.

Gautelisfjell. Den eneste gullforekomsten som er kjent i Skjomen-Rombaken er Gautelisfjell Au-forekomst, hvor gull opptrer assosiert med svovelkis - arsenkis i en dolomittisk kalk/marmor. Kalken som er sterkt deformert,

ligger i en gråvakkeserie som inneholder tynne konglomerat- og kvartsitt-horisonter, og mafiske- og felsiske vulkanitter. Kalken ligger ved forekomsten inntil en kvartsporfyrisk granodiorittisk bergart med geokjemiske karakteristika som sure vulkanitter i området. Forekomsten er detaljert undersøkt av Folldal Verk (1983-85), blant annet med diamantboringer (Priesemann 1983, 1984 og Tollefsrud 1985). Suprakrustalene er, med unntak av kalken, gjennomgående lite deformert.

Følgende mineraliseringstyper med gull er påvist (Tollefsrud 1985):

(1) En mineralisering med gullholdig arsenkismalm har vært kjent fra gammelt av (Gautelisfjell As-skjerp). Denne forekomsten er ved boringer funnet å ha form av en steiltstående linse i den østre delen av kalken like inntil gråvakke/tuffitt-sekvensen. Største mektighet er 3.5 m. Gullgehalten varierer fra 1 til 20 ppm Au.

(2) En rekke mindre sulfidmineraliseringer er påvist ved boringer. De består av svak, men likevel godt synlig, opptil noen få dm mektige linser med svovelkis - arsenkis impregnasjon i silikatrikere partier i kalken. Gullgehalten er i størrelsesorden 1-10 ppm Au.

(3) Mineraliseringstypen er så godt som usynlig med det blotte øye. Den består av meget svak svovelkis-arsenkis impregnasjon særlig i de vestlige deler av kalksonen i en uren variant av kalken. Mineraliseringene synes å være tilknyttet sterkt deformerte horisonter i kalken. Over mektigheter på 10-20 m er gullgehaltenene sterkt varierende fra 0 til 18 ppm. Gjennomsnittlig gullgehalt over 3 m er inntil 6 ppm.

Type 3 er den eneste av mineraliseringstypene som har økonomisk interesse. Bortsett fra kalkens urene karakter er det ikke påvist noe litologisk eller geofysisk trekk som kan benyttes i den detaljerte malmletingen. Folldal Verk har tilsammen boret omtrent 1500 m i 1984 og 1985. Større sammenhengende malmineraliseringer er hittil ikke påvist. Muligheten for større mineraliseringer i området synes å være tilstede.

## 8.2. MINERALISERINGER TILKNYTTET GRANITTET

URAN, TINN OG WOLFRAM. Granitter, særlig i de sydvestlige deler av vinduet, er tildels anomale på U og Th, med gehalter i størrelsesorden opptil 40 og 80 ppm over større volum, og med forhøyede gehalter (opptil 90 ppm U og 200 ppm Th) i mindre pegmatittiske granittvarianter og i biotittanrikede uregelmessige partier. De samme granitter kan inneholde opptil 20-30 ppm Sn

og opptil 20 ppm Mo i enkelte prøver.

Den vestligste av de basiske/intermediære vulkanitt-horisontene i Sør-dalen suprakrustalområde inneholder opptil 40 ppm Sn. I det samme området er scheelitt påvist i små epidotrike årer i en intermediær vulkanitt.

Ved Katterat opptrer Pb-Zn mineraliseringer på ganger i granitt (Lindahl 1980).

Mulighetene for økonomiske forekomster av de nevnte typer vurderes å være små og blir ikke nærmere diskutert i denne rapporten.

## 9. GULL-MULIGHETENE

### 9.1. GENERELLE BETRAKTNINGER OM GULLFOREKOMSTER

Dannelsen av viktige gullforekomster gjennom jordas historie er episodisk. De fleste større forekomster er assosiert med arkeiske grønnsteinsbelter. Gullforekomster er sjeldne i tidlig-proterozoiske bergarter, og så godt som fraværende i midt-proterozoiske, men opptrer igjen i sen-proterozoiske og phanerozoiske bergarter (Hutchinson & Burlington 1982). En stor del av dagens produksjon skjer fra forholdsvis få områder. Spesielle omstendigheter synes derfor å være nødvendige for at økonomiske gullforekomster skal kunne dannes.

Viktige gullforekomster kan inndeles i følgende hovedgrupper (sterkt forenklet):

1. *Hydrotermale gullforekomster* opptrer som (a) ganger, stockverk og silifiserte kropper ofte nært assosiert med skjærsoner, og (b) som disseminerte kjemiske sedimenter, i komplekse geologiske miljø med sedimentære, vulkanske og intrusive bergarter. De viktigste forekomster innenfor denne gruppen opptrer i arkeiske og phanerozoiske (særlig tertiære) vulkansk-sedimentære områder. Gullgehaltene er i størrelsesorden 5-20 ppm Au.
2. Gullforekomster i *kvarts-bollede konglomerater og kvartsitter* (modifiserte placerforekomster). Denne gruppen av gullforekomster er den mest produktive i verden med Witwatersrand-forekomstene i Sør-Afrika som de uten sammenlikning mest kjente. Gullet er ansett å være derivert fra arkeiske vulkansk-sedimentære bergarter ved erosjon og avsatt i store

deltaområder, for så trolig å ha blitt anriket ytterligere gjennom diagenetiske og metamorfe prosesser (Boyle 1979, 1982). Gullgehaltene er i størrelsesorden 3-10 ppm Au.

3. *Placerforekomster* er dannet ved erosjon av gullførende bergarter og påfølgende gullanrikning i løsmasser. Det meste av dagens gullproduksjon i Sovjetunionen, Columbia, China og Brazil er fra slike forekomster. Gullgehaltene er vanligvis i størrelsesorden 0.1-3 ppm Au.
4. Gull utvinnes som *biprodukt* fra følgende malmtyper:
  - a. Ni-Cu malmer assosiert med mafiske intrusjoner.
  - b. Massive Fe,Cu,Pb,Zn-sulfidmalmer i vulkansk-sedimentære bergarter.
  - c. Polymetalliske gangforekomster med Fe,Cu,Pb,Zn og Ag i vulkansk-sedimentære bergarter.
  - d. Kuroko-type sulfidforekomster ("black ore").
  - e. Porfyr Cu,Mo-forekomster. En betydelig andel av gullproduksjonen særlig i USA, New Guinea og Sovjetunionen, kommer fra slike forekomster.
  - f. Cu-Au impregnasjon i arkoser (Aitik, Nord-Sverige).

Tabell 2    Gjennomsnittlig gullinnhold i bergarter  
(etter Boyle 1982).

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| Ultramafiske bergarter:   | 4 ppb     |
| Gabbro-basalt:            | 7 ppb     |
| Dioritt-andesitt:         | 5 ppb     |
| Granitt-rhyolitt:         | 3 ppb     |
| Sandstein og konglomerat: | 30 ppb    |
| Leirskifre:               | 4 ppb     |
| Kalksteiner:              | 3 ppb     |
| Sjøvann                   | 0.012 ppb |

Visse grafittskifre, sulfidholdige skifre, fosforitter og enkelte sandsteiner og konglomerater kan være sterkt anriket på gull.

En økonomisk gullforekomster er gjerne et produkt av en flere trinns dannelseshistorie. Det første steget kan være avsetning av kjemiske sedimenter fra hydrotermale løsninger som har strømmet ut på havbunnen samtidig med en tidlig mafisk-ultramafisk vulkanisme. Den første remobiliseringen er diagenetisk, mens senere stadier kan være assosiert med

magmatisme. Erosjon og oppkonsentrering gjennom sedimentære prosesser vil kunne gi ytterligere anrikning. Det er viktig å være oppmerksom på at flere suksessive prosesser er involvert i dannelseshistorien, og at forskjellige gullforekomster er dannet ved forskjellige kombinasjoner og intensiteter av disse prosessene (jfr. Hutchinson & Burlington 1982).

Kildebergarter med et anomalt høyt gullinnhold er åpenbart gunstige. Mange viktige gullforekomster (arkeiske) er assosiert med rift-systemer som har gjort det mulig for høg-temperatur, S-undermettede magnesium-rike smelter å trenge opp gjennom jordskorpa. En oppfatning er at slike smelter, fordi de ikke vil ha mistet en stor del av sitt primære gullinnhold til en tidlig sulfidfase som er fjernet fra smelten før denne når de øvre deler av jordskorpa, vil være relativt gullholdige (samt også rik på platinagruppens elementer). Slike bergarter er usedvanlig gunstige kildebergarter for gullforekomster (Keays 1982).

Det er videre viktig å legge merke til at hydrotermale gullforekomster ofte har sterk anrikning av visse typer av sjeldne elementer, inkludert B, As, Sb, W og Pd, og mindre anrikning av mere vanlige metaller som Cu, Zn og Pb, sett i forhold til de omkringliggende bergarter. Fyfe & Kerrich (1982) har undersøkt dette forholdet for et variert utvalg av arkeiske og proterozoiske både gullforekomster og massive sulfidforekomster i Canada (Fig14c). For visse forekomster er anrikningsfaktoren for gull og kopper, i forhold til primære uomvandlede eruptivbergarter, henholdsvis 10000 og 0.1. Dette indikerer at de hydrotermalsystemer som er virksomme ved dannelsen av henholdsvis gull- og massive sulfidforekomster er fundamentalt.

Et av de best kjente miljø for væskesirkulasjon er ved de oseaniske spredningsrygger (se Fyfe & Lonsdale 1981). Her avkjøler store mengder havvann store volum varm og oppsprukket bergart. I dette miljøet dannes massive Cu,Zn,Fe- sulfidforekomster med en viss anrikning av Au, Ag og enkelte andre sjeldne elementer. Bergarter i dette miljøet er omvandlet i varierende grad. Sprekkes permeabilitet kontrollerer strømmen av hydrotermale løsninger og dermed omvandlingen av bergarten (Fyfe & Kerrich 1982). Dette er tilstrekkelig til at bergartene avkjøles effektivt, men er lite egnet for ekstraksjon av sjeldne metaller som gull. Det bergartsvolumet som kommer i kontakt med de varme løsninger som strømmer langs sprekken, er trolig bare en liten andel av det totale bergartsvolumet i området.

En annen prosess som mobiliserer store mengder væske er progressiv

metamorf avgassing (Fyfe et al. 1978). Ved alle viktige metamorfe facies-grenser vil det ved progressiv metamorfose bli frigjort væske fra de reagerende mineraler. Alle elementer som krystallene inneholder vil bli eksponert mot løsningen mens nye mineraler dannes. I dette miljøet vil en effektiv ekstraksjon av visse elementer kunne inntre hvis komplekse ioner med gull kan dannes.

Løsninger som har dannet en rekke Canadiske hydrotermale gullforekomster er trolig dannet i tilknytning til akkumulering av vulkansk materiale, og er derfor omtrent samtidig med vulkanismen (Fyfe & Kerrich 1982). Av dette kan en slutte at temperaturen løsningene ble dannet under var høyere enn avsetningstemperaturen (320-480 °C; bestemt på bakgrunn av studier av oksygenisotoper), og følgelig at ekstraksjonen av gull fra kildebergartene foregikk nær eller over grensen mellom grønnskifer og amfibolitt-facies metamorfose (ca. 500 °C).

Metamorfe løsninger vil, unntatt ved ekstreme temperaturer (nær smelting), ha  $H_2O > CO_2 \gg Cl$ .  $CO_2$ -innholdet vil øke eksponentielt med metamorfosetemperaturen, likeledes HCl-konsentrasjonen (Foster 1977, Kerrich & Fyfe 1981). Løsninger som er involvert i gulltransport vil derfor karakteriseres av lav salinitet, høyt  $CO_2$ -innhold og  $K > Na$ , i motsetning til sjøvann som har høy salinitet, lavt  $CO_2$ -innhold og  $K < Na$ .

I denne sammenhengen vil graden av hydrering (og dermed vanninnholdet) av vulkanske bergarter mens de er i overflatenær posisjon, bestemme deres kapasitet til å danne metamorfe løsninger. Mafiske og i særdeleshet ultramafiske bergarter er særlig gunstige fordi de lettere omvandles ved opptak eller avgivelse av vann. Ved økende metamorfose vil kalkspat kunne reagere med Fe/Mg-silikater og danne mineraler som aktinolitt, epidot og biotitt samtidig som  $CO_2$  og  $H_2O$  frigjøres. Gulltransport forekommer følgelig i avgassings-stadiet i en syklus hvor  $H_2O$  og  $CO_2$  først transporteres fra et marint til et jordskorpe reservoar, for så å bli oppvarmet, avgasset og returnert til (eller i retning av) hydrosfæren.

Opptreden av gull i vulkansk-sedimentære områder kan gi nyttige opplysninger om på hvilket stadium gull vil anrikes til økonomiske forekomster. Dette er undersøkt for deler av Andes-fjellkjeden i Colombia

(Utter 1982): Gullpotensialet synes å være lite i de deler av fjellkjeden som er av kontinental opprinnelse (østlige Cordillera lengst bort fra subduksjonssonen). De midtre og vestre deler av fjellkjeden (midtre og vestre Cordillera) som har innslag av oseaniske bergarter, inneholder en rekke gullforekomster (fra kritt og tertiær tid), og har det største gullpotensialet. Disse forekomstene opptrer som disseminasjoner, "stockverk" og ganger, ofte assosiert med skjærsoner, i et miljø med vulkanske, sedimentære og intrusive bergarter. Forekomstene har store likhetstrekk med arkeiske forekomster.

*Oppsummering:* Hydrerte basiske og i særdeleshet ultrabasiske vulkanske bergarter, er de klart gunstigste kildebergarter for gull. Innslag av slike bergarter synes å være av vesentlig betydning for at økonomiske gullforekomster skal kunne dannes. Dermed er det nødvendig med gunstige oppkonsentrasjon mekanismer for gullet. Effektiv oppkonsentrering av gull vil i første rekke kunne skje i et geologisk miljø med innslag av felsisk magmatisme, og vil være assosiert med skjærsoner som virker som kanaler for hydrotermale løsninger. I et øybue-system vil de deler som har innslag av oseaniske bergarter være gunstig for opptreden av gullforekomster.

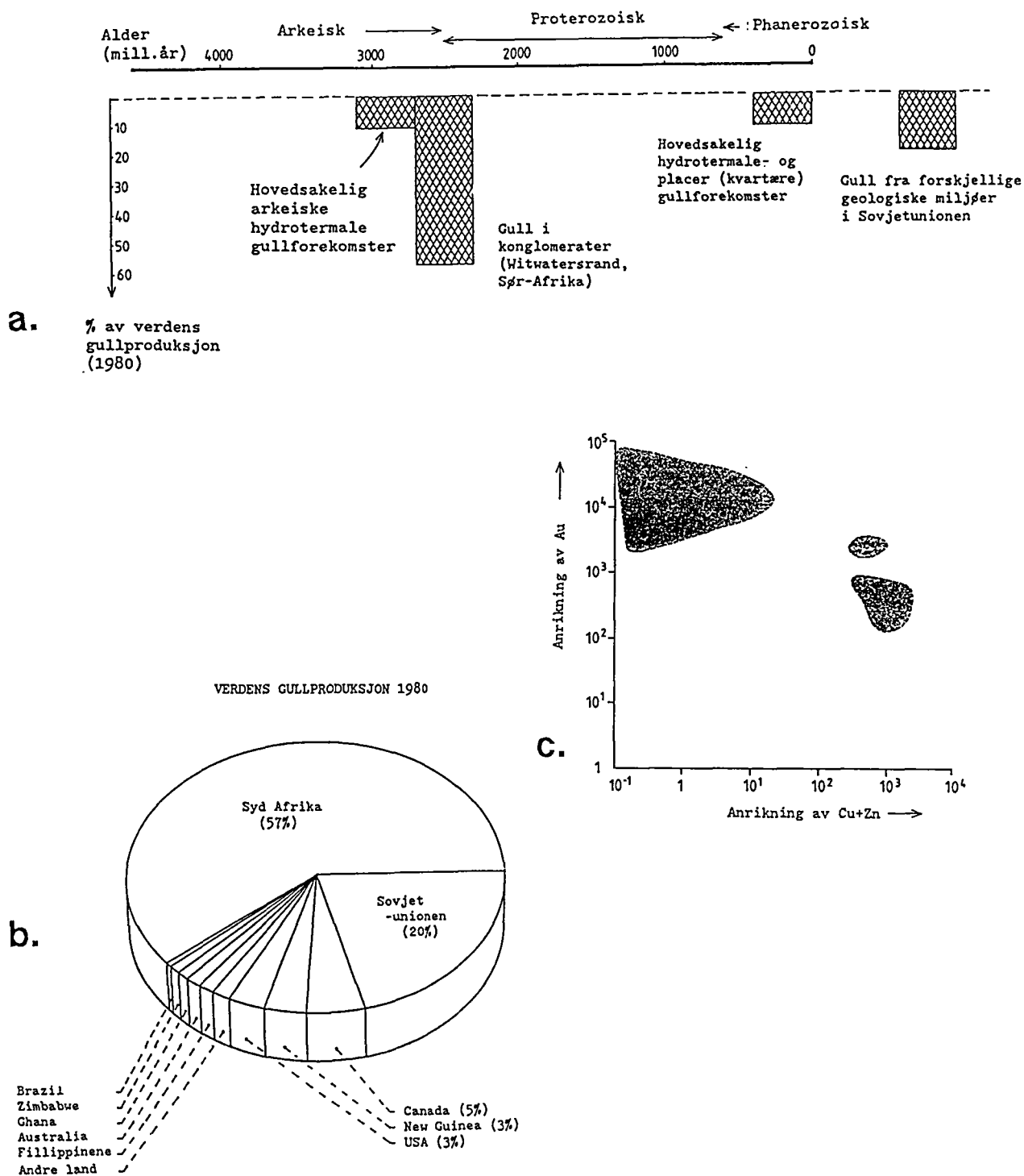


Fig 14 a Verdens årsproduksjon av gull i forhold til forekomstalder. Datamaterialet er tatt fra en rekke kilder og er tildels tilordnet de forskjellige geologiske tidsperioder etter skjønn.

b Verdens årlige gullproduksjon (1980; totalt 1226 tonn) fordelt på produsentland (data etter Etberedge 1982).

c Anrikning av gull i forhold til anrikning av kobber + zink i endel Kanadiske (hovedsakelig arkeiske) gullforekomster og massive sulfidforekomster. Anrikningen er i forhold til bakgrunnsnivået i eruptivbergarter som kan tenkes å være kilde til metallene (etter Fyfe og Kerrick 1982).

## 9.2. DISKUSJON AV MULIGHETENE FOR GULL I ROMBAKVINDUET

De ultramafiske vulkanitter i Ruvssot-området er gunstige kildebergarter for gull fordi de er avsatt i vann, og kan derfor antas å ha gjennomgått tidlig hydrering. Ved progressiv metamorfose vil slike bergarter kunne avgi løsninger med et relativt høyt gullinnhold. Gråvakkenes mafiske karakter med særlig høyt Ni og Cr-innhold, indikerer at ultramafiske bergarter, muligens av liknende type som ved Ruvssot, har utgjort et ikke ubetydelig innslag i kildeområdene. Ultramafiske vulkanske bergarter har følgelig med stor sannsynlighet vært en del av denne regionens tidlige geologiske utvikling. En viktig forutsetning for at gullforekomster skal kunne dannes - gunstige kildebergarter, synes dermed å være oppfylt.

En annen betingelse for dannelse av gullforekomster er muligheten for oppkonsentrering. Effektiv oppkonsentrering av gull vil i første rekke kunne skje i et geologisk miljø med innslag av felsisk magmatisme og ved hydrotermal gulltransport langs skjærsoner med utfelling og anrikning av gull for eksempel på kvartsganger eller i kjemiske sedimenter.

Vulkanitt/sediment-seriene i Skjomen-Rombaken inneholder både felsiske vulkanitter, kjemiske sedimenter og granitoide intrusiver. I tillegg er deler av området metamorft og tektonisk komplekst. Disse forhold er gunstige med henblikk på mulighetene for gull-forekomster. En negativ faktor er magmatismens kontinentale karakter (SN-serien) sammenliknet med viktige gull-produserende områder, for eksempel arkeiske grønnsteinsbelter i Australia og Canada og deler av Andes-fjellene (phanerozoisk). Imidlertid forekommer også intrusive og ekstrusive bergarter av ikke-kontinental karakter (G-serien) som har likhetstrekk med sure bergarter i gullproduserende arkeiske og phanerozoiske vulkanske områder. Den eneste kjente gull-forekomst i Skjomen-Rombaken (Gautelisfjell) har en tilknytning til slike bergarter (gullet er tilknyttet en uren kalk i vulkanitt-sediment serien; jfr. Kap. 8). Det geologiske miljøet disse mineraliseringene er tilknyttet er derfor interessant med henblikk på gull.

Det har videre vært en betydelig strøm av løsninger langs skjærsoner i Muohtaguobla området (Kap. 8) og sannsynligvis også i tilgrensende områder særlig mot nord. Dette viser at storskala strøm av hydrotermale løsninger langs skjærsoner i grunnfjellsvinduet har forekommet. Denne situasjonen kan være gunstig for gullmineraliseringer.

## 10. KONKLUSJON

Rombakvinduet er komplekst oppbygget med ultrabasiske, basiske, intermediære og sure vulkanske bergartstyper, en rekke sedimentære bergarter og basiske til sure intrusivbergarter. Det er struktureologisk og metamorft komplisert, og inneholder en rekke typer av malmforekomster hvorav Zn-Pb og Au forekomsttyper har økonomisk interesse. Samtidig er området kanskje det best blottede vulkansk/sedimentære grunnfjellsområdet i Skandinavia. Kunnskap om dets geologiske oppbygning har klar nytteverdi for forståelsen av også andre grunnfjellsområder i Norge. De dominerende magmatiske bergarter i vinduet er av alkali-kalsisk karakter og er trolig dannet i et kontinentalt, rift-assosiert miljø. En sammenlikning med modne stadier av phanerozoiske osean-kontinent kollisjoner med rifting, magmatisme og sedimentasjon på kontinentsiden av subduksjonsonen, synes aktuelt.

Opptreden av både basiske/ultrabasiske og sure vulkanitter, samt kjemiske sedimenter, er gunstig med henblikk på gullforekomster. Det kontinentpregede miljøet er en negativ faktor når det gjelder gull, men er positiv når det gjelder mulighetene for Zn-Pb forekomster.

Tilstedeværelsen av Gautelisfjell Au-forekomst som er assosiert med eruptivbergarter med lavt K/Na-forhold, viser at anrikningsprosesser for gull har vært aktive. Disse bergarter kan tenkes å være av liknende type som i enkelte gull-produserende områder ellers i verden. En negativ faktor er deres begrensede geografiske utstrekning i forhold til de dominerende magmatiske bergartstyper som har høyt K/Na-forhold.

Regionen er avgjort av interesse med henblikk på gullforekomster, spesielt innenfor bergartstypene av ikke-kontinental karakter. Gautelivvatn Au-forekomst som er tilknyttet en karbonatsone i et komplekst vulkansk-sedimentært miljø, er en ny forekomsttype i Norge. Liknende forekomster kan opptre andre steder i Rombakvinduet såvel som i andre grunnfjellsområder i Norge. Kunnskap om dette geologiske miljøet kan derfor få betydning for gull-leting i andre deler av landet.

Videre er det geologiske miljøet klart gunstig for Zn-Pb forekomster, særlig i de nordlige deler av vinduet som har et større innslag av sedimenter enn i syd.

*Ang. Statens mutinger:*

Undersøkelsene i Muhtaguobla-området bør videreføres slik som skissert under punkt (3) nedenfor fordi det synes å være en mulighet for gullmineraliseringer i dette og tilgrensende områder. Mulighetene for gullmineraliseringer i Sjørdalen mutingsområde vurderes som små og området anbefales ikke videre undersøkt.

## 11. FORSLAG TIL VIDERE UNDERSØKELSER

Følgende videre undersøkelser anbefales (i prioritert rekkefølge):

(1) Gautelisfjell Au-forekomst undersøkes videre med henblikk på å vurdere muligheten for økonomisk utnyttelse, samt malmdannelse (i samarbeide med Follidal Verk A/S). Det vil her være av særlig stor interesse å sammenlikne med arkeiske forekomster i andre deler av verden, og vurdere inngående hvilke faktorer som er kritiske for å få dannet denne type forekomster. Det bør samtidig vurderes hva som karakteriserer arkeisk geologisk utvikling i forhold til proterozoisk og phanerozoisk utvikling, og hvilken kategori Skjomen-Rombaken området har størst likhet med.

(2) De undersøkelser ARCO har utført med henblikk på Zn-Pb og Au i de nordlige deler av vinduet videreføres for å finne økonomiske forekomster (i samarbeide med Geologiske Tjenester v/ B.Flood som representerer ARCO's interesser).

(3) Muhtaguobla og tilgrensende områder mot NØ (Ruvssot) og SV kartlegges og prøvetas i detalj med henblikk på den geologiske oppbygningen og muligheten for gullmineraliseringer. Av særlig interesse er skjærsoner som har vært kanaler for hydrotermale løsninger. Bekkesediment As-anomalier (As som indikatorelement for Au) kan tenkes å ha sammenheng med disse skjærsoner. Et sentralt spørsmål er hvorvidt området inneholder Dividalgruppens bergarter sammenfoldet med grunnfjellsbergarter.

(4) Karbonatholdige soner i Stasjonsholmen og Cainhavarre felsiske vulkanitter kartlegges og prøvetas i detalj med henblikk på gull. Disse karbonatholdige sonene, som synes å ha vært dannet samtidig med vulkanittene, kan tenkes å representere distale facies assosiert med eksalativ hydrotermal virksomhet. Særlig de proksimale avsetninger vil her være av interesse.

Området er velegnet for studentoppgaver på avgrensede problemstillinger innenfor petrologi, struktur-, isotop- og malmgeologi. Universitetsgrupper bør stimuleres til å gå inn i området. Dette kan for eksempel sees i sammenheng med en eventuell videre geologisk kartlegging av hele grunnfjellsvinduet i målestokk 1:50000. I eventuelle videre arbeider vil det være overordentlig viktig å relatere områdets geologi til godt beskrevne tektoniske og metallogenetiske miljøer i andre deler av verden.

Are Korneliussen  
forsker

Dr.Edward Sawyer  
NTNF-stipendiat

## 12. REFERANSER

- Baer, A.J. 1977: Speculations on the evolution of the lithosphere. *Precambrian Research* 5, 249-260.
- Apted, M.J. & Liou, J.G. 1983: Phase relations among greenschist, epidot-amphibolite and amphibolite in basaltic system. *Am. J. Sci.* 283, 328-354.
- Barker, F., Arth, J.G. & Hudson, T. 1981: Tonalites in crustal evolution. I Moorbath, S. & Windley, B.F. (red.), *The origin and evolution of the earth's continental crust. Philosophical Transactions Royal Society of London Series A*, A 301, 293-303.
- Birkeland, T. 1976: Skjomen, berggrunnsgeologisk kart N10 M. 1:100.000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Boyle, R.W. 1979: The geochemistry of gold and its deposits. *Geol. Surv. Canada Bull.* 280, 584 s.
- Boyle, R.W. 1982: Gold deposits: Their geology, geochemistry and origin. In R.P. Foster (ed): *GOLD'82: The geology, geochemistry and genesis of gold deposits. Geol. Soc. Zimbabwe, Spec. Publ.* 1, 183-190.
- Brown, G.C. 1982: Calc-alkaline intrusive rocks: their diversity, evolution, and relation to volcanic arcs. I: Thorpe, R.S. (red.), *Orogenic andesites and related rocks*, 437-61. Wiley, London.
- Brown, G.S., Thorpe, R.S. & Webb, P.C. 1984: The geochemical characteristics of granitoids in contrasting arcs and comments on magma sources. *J. geol. Soc. London* 141, 413-426.
- Flood, B. 1984: The Rombak Project Area, North Norway. Summary of work done 1983 and work programme proposal for 1984. ARCO Norway, Inc., Hard Minerals Section. Report no. 84-670-19, 18 s. + 9 fig.
- Flood, B. 1985: The Rombak Project Area, North Norway. Summary of work done 1984. ARCO Norway, Inc., Hard Minerals Section. Report no. 85-67-47, 14 s. + 15 fig.
- Foster, R.P. 1977: Solubility of scheelite in hydrothermal chloride solutions. *Chem. Geol.* 20, 27-43.
- Fyfe, W.S., Price, N.J. & Thomson, A.B. 1978: *Fluids in the earth's crust*. Elsevier, Amsterdam, 383 s.

- Fyfe, W.S. & Lonsdale, P. 1981: Ocean floor hydrothermal activity in the oceanic lithosphere. In: C. Emiliani (Ed.), *The Sea*, v.5. John Wiley & Sons, New York, 589-638.
- Fyfe, W.S. & Kerrick, R. 1982: Gold: Natural concentration processes. In R.P. Foster (ed): *GOLD'82: The geology, geochemistry and genesis of gold deposits*. Geol. Soc. Zimbabwe, Spec. Publ. 1, 99-128.
- Gale, G.H. 1983: Proterozoic exhalative massive sulphide deposits. *Geol. Soc. America Mem.* 161, 191-207.
- Gilmour, P. 1976: Some transitional types of mineral deposits in volcanic and sedimentary rocks. I: Wolf, K.H. (red.), *Handbook of stratabound and stratiform ore deposits*, v.1, 111-160. Elsevier, New York.
- Grønlie, A. 1982: Geologiske og radiometriske profiler i Tysfjord og Skjomen-området. Ballangen, Narvik og Tysfjord kommuner, Nordland. NGU rapport nr. 1900/83B, 28 s. + bilag.
- Gunner, J.D. 1981: A reconnaissance Rb-Sr study of Precambrian rocks from the Skjomen-Rombak Window and the pattern of initial  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratios from northern Scandinavia. *Nor. Geol. Tidsskr.* 61, 281-290.
- Gustavson, M. 1974 a: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Narvik 1:250000. *Nor. geol. unders.*
- Gustavson, M. 1974 a: Narvik. Beskrivelse til det berggrunns-geologiske gradteigskart N9 - 1:100000. *Nor. geol. unders.* 308, 34 s.
- Hargraves, R.B. 1976: Precambrian geologic history. *Science* 193, 363-371.
- Heier, K. & Comston, W. 1969: Interpretation of Rb-Sr age patterns in high-grade metamorphic rocks, North Norway. *Nor. Geol. Tidsskr.* 49, 257-283.
- Hutchinson, R.W. & Burlington, J.I 1982: Some broad characteristics of greenstone belt gold lodes. In R.P. Foster (red.): *GOLD'82: The geology, geochemistry and genesis of gold deposits*. Geol. Soc. Zimbabwe, Spec. Publ. 1, 339-371.
- Håbrekke, H. 1983: Geofysiske målinger fra helikopter over to områder - Ballangen og Skjomen, henholdsvis vest og syd

- for Narvik, Nordland fylke. NGU rapp. 1836, 13 s. + 20 bilag.
- Keays, R.R. 1982: Archaean gold deposits and their source rocks: the upper mantle connection. In R.P. Foster (ed): GOLD'82: The geology, geochemistry and genesis of gold deposits. Geol. Soc. Zimbabwe, Spec. Publ. 1, 17-51.
- Kerrick, R. & Fryer, B.J. 1981: The separation of rare elements from abundant base metals in Archaean lode gold deposits: implication of low water/rock source regions. Econ. Geol. 76, 160-166.
- Korneliussen, A., Tollefsrud, J.I., Flood, B. & Sawyer, E. 1986: Precambrian volcano-sedimentary sequences and related ore deposits, with special reference to the Gautelisfjell carbonate-hosted gold deposit, Rombaken basement window, Northern Norway. NGU-report no. 96.193.
- Lambert, I.B. 1983: The major stratiform lead-zinc deposits of the Proterozoic. Geol. Soc. America Mem. 161, 209-226.
- Lindahl, I. & Furuhaug, L. 1977: Uranundersøkelser i Skjomen-området sommeren 1976. NGU rapp. 1416/2, 9 s. + 3 bilag.
- Lindahl, I. 1978: Diamantboringer, geologiske- og geokjemiske undersøkelser ved ytre Sildvikskar Zn-Pb forekomst, Narvik, Nordland. NGU-rapp. 1430/4B, 20 s. + 11 bilag.
- Lindahl, I. 1980: Katteratvatn Pb-Zn forekomster, Narvik, Nordland. NGU rapp. 1430/5A, 16 s. + 4 bilag.
- Nesbitt, H.W. & Young, G.M. 1982: Early Proterozoic climate and plate actions inferred from major element chemistry of lullites. Nature (London) 299, 715-717.
- Næss, G. 1983: Geokjemisk undersøkelse i Skjomen og Ballangen (1980). Bind I og II. NGU rapp. 1800/5A og B, 6 s. + 26 kart.
- Peacock, M.A. 1931: Classification of igneous rock series. J. Geol. 39, 54-67.
- Petro, W.L., Vogel, T.A. & Wilband, J.T. 1979: Major-element chemistry of plutonic rock suites from compressional and extensional plate boundaries. Chem. Geol. 26, 217-35.
- Pearce, J.A. & Norry, M.J. 1979: Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variation in volcanic rocks. Contr. Miner. Petrol. 69, 33-47.
- Pearce, J.A. & Gale, G.H. 1979: Identification of ore deposition

- environment from trace element geochemistry of associated igneous host rocks. I: Volcanic processes in ore genesis. Spec. Publ. Inst. Min. Met. and geol. Soc. London, 14-24.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W. & Tindle, A.G. 1984: Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. Journ. Petrol. 25, 4, 956-983.
- Pitcher, W.S. 1983: Granite type and tectonic environment. I: Hsu, K. (red.), Mountain building process, 19-40, Academic Press, London.
- Priesemann, F.-D. 1984 a: Summary report, Rombak project (1983). Intern rapport, Folldal verk A/S. 38s.+bilag.
- Priesemann, F.-D. 1984 b: Summary report, Rombak project. Intern rapport, Folldal Verk A/S.
- Robyn, T.L., Flood, B. & Thomassen, B. 1985: A comparison of geophysical data and geological mapping, Rombak Precambrian window, northern Norway. 47. E.A.E.G. møte i Budapest, manuskript 26 s. + figurer.
- Sangster, D.F. & Scott, S.D. 1976: Precambrian stratabound, massive Cu-Zn-Pb sulfide ores of North America. I: Wolf, K.H. (red.), Handbook of stratabound and stratiform ore deposits, v. 6, 129-222. Elsevier, New York.
- Sawyer, E. 1986: Metamorphic assemblages and conditions in the Rombak basement window. NGU rapport nr. 86.168.
- Skonseng, E. 1985: Berggrunnsgeologisk kartlegging i Gautelisområdet, Skjomen, Nordland. Feltrapport. NGU rapport 85.214, 16 s.
- Singsaas, P. 1977: VLF- og SP-målinger, Ytre Sildvikskar skjerp, Narvik, Nordland. NGU rapp. 1430/4A, 7 s. + 2 bilag.
- Sørđal, T. 1982: Prøvetaking og radiometriske målinger, Lapviklemmen-Iptovann i Skjomen. NGU-rapp. 1850/5C, 8 s. + 3 bilag.
- Tarney, A.D. & Saunders, J. 1979: Trace element constraints on the origin of cordilleran batholites. I: Atherton, M.P. & Tarney, J. (red.), Origin of granite batholites - geochemical evidence, 90-105. Shiva Publ. Ltd., Orpington, Kent.
- Taylor, S.R. & Gorton, M.P. 1977: Geochemical application of spark source mass spectrography - III. Element sensitivity,

- precision and accuracy. *Geochem. Cosmoch. Acta* 41, 1375-1380.
- Taylor, S.R. & McLennan, S.M. 1983: Geochemistry og Early Proterozoic sedimentary rocks and the Archean/Proterozoic boundary. *Geol. Soc. America Mem.* 161, 119-131.
- Tollefsrud, J.I. 1985: Rombak prosjekt (330250). Intern rapport, Follidal Verk A/S. 19s. + bilag.
- Utter, T. 1982: Geology setting of primary gold deposits in the Andes of Colombia (South America). In R.P. Foster (ed): GOLD'82: The geology, geochemistry and genesis of gold deposits. *geol. Soc. Zimbabwe, Spec. Publ.* 1, 731-753.
- Vogt, T. 1942: Trekk av Narvik-Ofoten traktens geologi. *Nor. Geol. Tidsskr.* 21, 198-213.
- Vogt, T. 1967: Fjellkjedestudier i østlige del av Troms. *Nor. geol. unders.* 248, 59 s.
- Vogt, T. 1950: Kartblad Narvik 1:100000. *Nor. geol. unders.*
- Windley, B.F. & Smith, J.V. 1976: Archaean high-grade complexes and modern continental margins. *Nature* 260, 671-675.
- Windley, B.F. 1977: The evolving continents. John Wiley & Sons, London, 385 s.
- Windley, B.F. 1979: Tectonic evolution of continents in the Precambrian. *Episodes* 1979, 12-16.
- Windley, B.F. 1983: A tectonic review of the Proterozoic. *Geol. Soc. America Mem.* 161, 1-9.

Bilag 1. Hoved- og sporelement analyser (XRF).

## Granitter

| Sørødal  |        |        |        |        |        | Lappviktind-Iptovatn |        |        |        |        |        |        |        |        |       |        | Norddal |        |        |        |        |       |       |  |  |  |  |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--|--|--|--|
| Prøve    | KS3.3  | KS5.3  | KS30.3 | KS31.3 | KS35.3 | KS36.3               | U1675  | U1677  | U1687  | U1692  | U1702  | U1734  | U1739  | U1745  | U1757 | U1769  | K272.3  | K275.3 | ES-22  | ES-24  | ES-33  | ES-81 | ES-83 |  |  |  |  |
| SiO2     | 75.89  | 76.76  | 64.04  | 70.93  | 67.12  | 71.24                | 77.26  | 77.52  | 78.82  | 77.28  | 75.09  | 73.47  | 71.13  | 71.76  | 72.35 | 71.58  | 76.65   | 69.37  | 72.97  | 76.91  | 75.32  | 66.40 | 66.04 |  |  |  |  |
| Al2O3    | 13.47  | 12.49  | 15.05  | 13.90  | 13.37  | 13.93                | 12.86  | 12.81  | 12.24  | 12.59  | 13.04  | 14.65  | 14.60  | 14.86  | 14.70 | 15.23  | 12.48   | 13.44  | 13.85  | 12.44  | 13.70  | 15.83 | 15.26 |  |  |  |  |
| Fe2O3    | 1.58   | 1.36   | 5.75   | 3.33   | 2.70   | 3.54                 | 1.27   | 1.49   | 1.43   | 1.16   | 2.44   | 1.78   | 4.29   | 2.04   | 1.96  | 1.89   | 1.35    | 4.74   | 2.48   | 1.70   | 1.48   | 3.82  | 4.87  |  |  |  |  |
| TiO2     | .14    | .10    | .67    | .48    | .30    | .47                  | .09    | .09    | .01    | .07    | .18    | .23    | .16    | .38    | .24   | .27    | .09     | .59    | .26    | .14    | .20    | .51   | .64   |  |  |  |  |
| MgO      | .13    | .08    | 2.03   | .22    | .24    | .40                  | .15    | .07    | .09    | .13    | .38    | .33    | .69    | .45    | .21   | .25    | .07     | .54    | .23    | .15    | .19    | .59   | .96   |  |  |  |  |
| CaO      | .76    | .72    | 2.94   | 1.12   | 1.20   | 1.06                 | .73    | .59    | .59    | .64    | .67    | .43    | 1.09   | .48    | .97   | .49    | .74     | 1.70   | 1.21   | .78    | .97    | 2.04  | 2.25  |  |  |  |  |
| Na2O     | 3.80   | 3.30   | 3.90   | 3.40   | 3.00   | 2.50                 | 3.50   | 3.40   | 3.00   | 3.30   | 3.60   | 4.30   | 5.20   | 4.40   | 3.90  | 3.70   | 3.30    | 2.90   | 3.10   | 3.10   | 3.20   | 4.10  | 3.40  |  |  |  |  |
| K2O      | 5.18   | 5.06   | 3.82   | 5.06   | 5.16   | 6.45                 | 4.38   | 5.07   | 5.23   | 4.71   | 5.00   | 5.32   | 2.54   | 5.54   | 5.37  | 6.24   | 5.29    | 5.33   | 5.76   | 5.43   | 5.56   | 5.45  | 5.53  |  |  |  |  |
| MnO      | .03    | .02    | .09    | .03    | .04    | .04                  | .02    | .01    | .01    | .01    | .02    | .02    | .03    | .03    | .03   | .02    | .01     | .06    | .04    | .02    | .03    | .06   | .06   |  |  |  |  |
| P2O5     | .02    | .01    | .15    | .11    | .06    | .12                  | .01    | .01    | .01    | .01    | .02    | .04    | .02    | .08    | .04   | .05    | .01     | .15    | .03    | .01    | .02    | .13   | .18   |  |  |  |  |
| Gl.t.    | .39    | .44    | .62    | .75    | 6.14   | .40                  | .30    | .18    | .19    | .32    | .40    | .31    | .81    | .34    | .11   | .53    | .50     | .46    | .46    | .41    | .41    | .47   | .58   |  |  |  |  |
| Sum      | 101.39 | 100.33 | 99.06  | 99.33  | 99.33  | 100.15               | 100.56 | 101.23 | 101.50 | 100.21 | 100.84 | 100.88 | 100.56 | 100.36 | 99.88 | 100.25 | 100.47  | 99.28  | 100.39 | 101.08 | 101.08 | 99.40 | 99.77 |  |  |  |  |
| Sr       | 38     | 35     | 182    | 188    | 162    | 118                  | 41     | 24     | 29     | 23     | 69     | 59     | 52     | 161    | 152   | 113    | 24      | 120    | 103    | 46     | 118    | 229   | 234   |  |  |  |  |
| Rb       | 349    | 366    | 275    | 229    | 357    | 242                  | 272    | 350    | 276    | 339    | 300    | 337    | 283    | 290    | 261   | 265    | 391     | 239    | 246    | 319    | 230    | 133   | 197   |  |  |  |  |
| Ba       | 173    | 77     | 702    | 757    | 856    | 800                  | 100    | 26     | 85     | 57     | 262    | 440    | 377    | 807    | 688   | 643    | 80      | 760    | 599    | 214    | 500    | 1300  | 1200  |  |  |  |  |
| Zn       | 35     | 33     | 35     | 47     | 45     | 59                   | 23     | 22     | 28     | 26     | 38     | 32     | 27     | 65     | 40    | 31     | 38      | 90     | 70     | 45     | 14     | 43    | 81    |  |  |  |  |
| Cu       | -      | 6      | -      | 5      | -      | 11                   | -      | -      | -      | -      | 7      | -      | -      | -      | -     | -      | 9       | 6      | -      | -      | -      | -     | 8     |  |  |  |  |
| Pb       | 33     | 38     | 20     | 31     | 25     | 24                   | 34     | 33     | 28     | 38     | 22     | 41     | 17     | 131    | 20    | 19     | 63      | 25     | 27     | 30     | 22     | 25    | 20    |  |  |  |  |
| La       | 60     | 52     | 85     | 87     | 79     | 89                   | 60     | 81     | 77     | 82     | 94     | 42     | 51     | 134    | 99    | 87     | 98      | 91     | 97     | 8      | 63     | 105   | 96    |  |  |  |  |
| Ce       | 127    | 115    | 182    | 182    | 174    | 189                  | 129    | 174    | 138    | 157    | 170    | 98     | 98     | 236    | 167   | 162    | 212     | 187    | 204    | 168    | 140    | 198   | 204   |  |  |  |  |
| Zr       | 142    | 156    | 345    | 314    | 342    | 338                  | 133    | 166    | 158    | 121    | 188    | 93     | 167    | 349    | 217   | 278    | 168     | 398    | 309    | 214    | 199    | 352   | 367   |  |  |  |  |
| Y        | 51     | 88     | 53     | 53     | 63     | 48                   | 84     | 93     | 43     | 94     | 48     | 34     | 31     | 66     | 36    | 31     | 142     | 63     | 57     | 76     | 26     | 43    | 46    |  |  |  |  |
| Nb       | 13     | 14     | 24     | 21     | 22     | 17                   | 17     | 16     | 13     | 13     | 15     | 14     | 17     | 30     | 21    | 30     | 17      | 24     | 19     | 15     | 16     | 18    | 19    |  |  |  |  |
| U        | -      | 22     | 11     | -      | -      | -                    | 11     | 22     | -      | 12     | -      | -      | -      | 13     | -     | 14     | 13      | -      | -      | 19     | 11     | -     | -     |  |  |  |  |
| Th       | 36     | 55     | 35     | 40     | 36     | 30                   | 46     | 60     | 44     | 49     | 26     | 22     | 18     | 46     | 51    | 64     | 52      | 28     | 30     | 43     | 54     | 29    | 24    |  |  |  |  |
| Sc       | -      | -      | 6      | -      | -      | 5                    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -     | -      | -       | 8      | -      | -      | -      | 5     | 8     |  |  |  |  |
| Co       | -      | -      | -      | -      | 5      | -                    | 7      | 7      | -      | 7      | -      | 5      | -      | -      | -     | -      | 6       | 7      | 7      | -      | 6      | 7     | 11    |  |  |  |  |
| Ni       | -      | -      | -      | -      | 5      | 5                    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -     | -      | -       | 6      | 7      | -      | -      | -     | 6     |  |  |  |  |
| V        | 9      | -      | 25     | 22     | 13     | 15                   | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 5      | 14     | 11    | 10     | -       | 30     | 10     | -      | 10     | 23    | 43    |  |  |  |  |
| Cr       | -      | -      | -      | -      | -      | -                    | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -     | -      | -       | -      | 6      | 8      | -      | -     | 13    |  |  |  |  |
| K2O/Na2O | 1.36   | 1.53   | .98    | 1.49   | 1.72   | 2.58                 | 1.25   | 1.49   | 1.74   | 1.43   | 1.39   | 1.24   | .49    | 1.26   | 1.38  | 1.69   | 1.60    | 1.84   | 1.86   | 1.75   | 1.74   | 1.33  | 1.63  |  |  |  |  |

## Granitter

| Cunojavri                                                                            |       |        |        |         | Gautelisvatn |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|--------|---------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Prøve                                                                                | K63.5 | K72.5  | K124.5 | K125.5  | K126.5       | K140.5 | K142.5 | K143.5 | K144.5 | K145.5 | K152.5 |
| S102                                                                                 | 66.13 | 70.69  | 63.21  | 76.04   | 75.33        | 67.29  | 60.55  | 71.94  | 69.25  | 72.55  | 67.00  |
| Al203                                                                                | 13.99 | 14.98  | 17.57  | 13.06   | 13.45        | 14.91  | 18.49  | 15.27  | 14.95  | 14.53  | 14.73  |
| Fe203                                                                                | 5.40  | 1.93   | 3.39   | .65     | .59          | 4.47   | 4.49   | 1.31   | 3.13   | 1.35   | - 4.19 |
| Ti02                                                                                 | .78   | .29    | .67    | .03     | .04          | .54    | .67    | .17    | .44    | .18    | .62    |
| MgO                                                                                  | 1.81  | .64    | .62    | .05     | .08          | 1.54   | 2.19   | .42    | 1.01   | .32    | .76    |
| CaO                                                                                  | 2.76  | 1.48   | 1.31   | .70     | .40          | 3.60   | 2.03   | 1.74   | 3.21   | .76    | 1.93   |
| Na2O                                                                                 | 3.51  | 4.53   | 6.07   | 4.39    | 4.69         | 4.50   | 8.54   | 6.59   | 4.92   | 4.13   | 4.00   |
| K2O                                                                                  | 4.36  | 4.80   | 5.90   | 4.61    | 4.76         | 2.12   | 1.53   | 1.52   | 1.94   | 5.64   | 5.75   |
| MnO                                                                                  | .09   | .04    | .16    | .01     | .01          | .05    | .05    | .04    | .06    | .03    | .08    |
| P2O5                                                                                 | .28   | .07    | .16    | .01     | .01          | .13    | .19    | .05    | .12    | .05    | .18    |
| Gl.t.                                                                                | .51   | .59    | .82    | .24     | .45          | .83    | .70    | .78    | .83    | .35    | .48    |
| SUM                                                                                  | 99.66 | 100.03 | 99.87  | 99.78   | 99.82        | 99.98  | 99.44  | 99.83  | 99.85  | 99.90  | 99.72  |
| Sr                                                                                   | 212   | 372    | 47     | 12      | 15           | 377    | 353    | 490    | 692    | 229    | 178    |
| Rb                                                                                   | 193   | 138    | 163    | 183     | 360          | 55     | 47     | 34     | 54     | 106    | 197    |
| Ba                                                                                   | 895   | 983    | 802    | 10      | 24           | 967    | 361    | 719    | 722    | 1101   | 1008   |
| Zn                                                                                   | 75    | 21     | 57     | 13      | 12           | 36     | 43     | 17     | 31     | 34     | 58     |
| Cu                                                                                   | 12    | 5      | 5      | -       | 2            | 11     | 3      | 4      | 2      | 2      | 28     |
| Pb                                                                                   | 26    | 14     | 12     | 40      | 39           | 12     | 16     | 11     | 12     | 14     | 28     |
| La                                                                                   | 58    | 33     | 12     | 5       | -            | 24     | 43     | 26     | 45     | 18     | 65     |
| Ce                                                                                   | 124   | 65     | 34     | -       | 16           | 35     | 79     | 52     | 89     | 25     | 132    |
| Zr                                                                                   | 248   | 174    | 26     | 59      | 26           | 180    | 206    | 112    | 219    | 107    | 270    |
| Y                                                                                    | 33    | 15     | 16     | 34      | 42           | 16     | 22     | 11     | 18     | 10     | 47     |
| Nb                                                                                   | 18    | 15     | 7      | 11      | 61           | 12     | 18     | 9      | 19     | 8      | 20     |
| U                                                                                    | 5     | 8      | 1      | 4       | 5            | 2      | 4      | 2      | 3      | 3      | 6      |
| Th                                                                                   | 16    | 19     | -      | 11      | 9            | 4      | 13     | 7      | 19     | 7      | 15     |
| Sc                                                                                   | 11    | 3      | 13     | 6       | 7            | 8      | 9      | 4      | 8      | 4      | 10     |
| Co                                                                                   | 10    | 3      | -      | -       | 3            | 6      | 7      | 3      | 3      | -      | 6      |
| Ni                                                                                   | 14    | 8      | 5      | 3       | 3            | 7      | 15     | -      | 8      | 2      | 6      |
| V                                                                                    | 58    | 32     | 16     | 9       | 5            | 56     | 63     | 15     | 34     | 19     | 31     |
| Cr                                                                                   | 37    | 6      | -      | 6       | 3            | 9      | 22     | -      | 7      | -      | 8      |
| K2O/Na2O                                                                             | 1.24  | 1.06   | .97    | 1.05    | 1.01         | .47    | .18    | .23    | .39    | 1.37   | 1.44   |
| UTM ko. 170675 219623 795661 795661 783668 140528 138528 137530 136531 136531 158538 |       |        |        |         |              |        |        |        |        |        |        |
|                                                                                      | apl.  | apl.   | grais  | apl.gm. | gr.          |        |        |        |        |        |        |

## Basiske intrusiver

| Prøve                              | Norddal |        |        |        | Sørødal |        |        |        | Gautelistsvatn |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                    | K268.3  | K273.3 | K274.3 | K71.4  | ES59    | K132A  | K152.3 | K72.4  | K75.4          | KS11.3 | G.2.4  | 04.4   | 05.4   | 06.4   | 07.4   | K133.4 |
| SiO <sub>2</sub>                   | 50.50   | 55.27  | 57.46  | 59.82  | 48.22   | 53.28  | 47.79  | 47.49  | 47.81          | 48.59  | 48.12  | 47.60  | 48.41  | 48.75  | 48.49  | 48.38  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 14.94   | 14.29  | 13.80  | 15.24  | 13.60   | 15.63  | 13.53  | 15.81  | 16.41          | 16.03  | 13.41  | 15.99  | 13.81  | 12.51  | 13.48  | 16.32  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 12.19   | 10.83  | 11.17  | 6.52   | 15.40   | 12.73  | 14.71  | 12.73  | 12.12          | 12.63  | 15.31  | 12.59  | 14.58  | 16.12  | 15.39  | 12.36  |
| TiO <sub>2</sub>                   | 1.49    | 1.65   | 2.01   | 1.11   | 2.26    | 2.21   | 2.10   | 1.54   | 1.60           | 1.68   | 2.19   | 1.23   | 2.12   | 2.38   | 2.42   | 1.34   |
| MgO                                | 6.25    | 4.26   | 2.26   | 3.38   | 5.47    | 4.39   | 5.58   | 6.88   | 6.89           | 6.48   | 5.37   | 7.55   | 5.75   | 4.84   | 5.28   | 6.22   |
| CaO                                | 8.88    | 6.15   | 5.09   | 4.25   | 8.97    | 4.16   | 9.21   | 8.34   | 7.93           | 8.47   | 8.97   | 9.81   | 9.56   | 8.74   | 9.65   | 9.67   |
| Na <sub>2</sub> O                  | 2.50    | 2.70   | 3.40   | 3.94   | 1.90    | 1.10   | 2.70   | 3.00   | 3.40           | 3.20   | 2.30   | 1.90   | 2.80   | 2.60   | 2.70   | 2.30   |
| K <sub>2</sub> O                   | 1.45    | 3.04   | 2.98   | 4.57   | 1.25    | 3.37   | 1.37   | 2.24   | 2.39           | 2.07   | 1.35   | 1.05   | 1.03   | 1.53   | .96    | 1.20   |
| MnO                                | .18     | .15    | .15    | .11    | .25     | .13    | .20    | .20    | .18            | .25    | .22    | .18    | .22    | .23    | .24    | .17    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>      | .35     | .62    | .89    | .31    | .94     | .43    | .83    | .29    | .29            | .32    | .77    | .34    | .84    | .95    | .95    | .40    |
| Cl, t.                             | 1.31    | .86    | .67    | .48    | .69     | 1.74   | .89    | 1.08   | 1.06           | .69    | .53    | 1.00   | .54    | .48    | .28    | .90    |
| Sum                                | 100.04  | 99.82  | 99.88  | 99.72  | 98.95   | 99.17  | 98.91  | 99.60  | 100.08         | 100.41 | 98.54  | 99.24  | 99.66  | 99.13  | 99.84  | 99.26  |
| Sr                                 | 387     | 378    | 332    | 480    | 327     | 207    | 397    | 368    | 404            | 400    | 382    | 392    | 422    | 371    | 427    | 455    |
| Rb                                 | 64      | 144    | 86     | 145    | 39      | 151    | 55     | 77     | 117            | 76     | 36     | 39     | 28     | 43     | 24     | 39     |
| Ba                                 | 483     | 938    | 1300   | 1220   | 588     | 715    | 574    | 475    | 374            | 434    | 846    | 433    | 617    | 872    | 649    | 580    |
| Zn                                 | 142     | 131    | 143    | 71     | 241     | 137    | 120    | 118    | 93             | 129    | 160    | 127    | 167    | 222    | 189    | 133    |
| Cu                                 | 15      | 13     | 10     | 34     | 76      | 152    | 23     | 79     | 77             | 5      | 59     | 65     | 48     | 49     | 22     | 66     |
| Pb                                 | 16      | 20     | 16     | 18     | -       | -      | 15     | 11     | -              | 12     | 15     | 13     | 17     | 14     | 15     | 11     |
| La                                 | 23      | 53     | 52     | 46     | 32      | 40     | 28     | -      | -              | 10     | 27     | 13     | 27     | 40     | 35     | 21     |
| Ce                                 | 43      | 102    | 116    | 99     | 59      | 68     | 50     | 10     | 21             | 19     | 54     | 19     | 51     | 72     | 73     | 33     |
| Zr                                 | 116     | 186    | 306    | 309    | 131     | 192    | 112    | 71     | 74             | 74     | 128    | 65     | 119    | 137    | 143    | 78     |
| Y                                  | 26      | 40     | 49     | 25     | 39      | 37     | 34     | 21     | 19             | 23     | 38     | 20     | 34     | 38     | 40     | 21     |
| Nb                                 | -       | 13     | 16     | 20     | 8       | 10     | -      | 6      | -              | -      | 8      | 6      | -      | 7      | 6      | 5      |
| Sc                                 | 31      | 20     | 18     | 14     | 33      | 27     | 34     | 28     | 24             | 27     | 36     | 28     | 36     | 33     | 39     | 29     |
| Co                                 | 42      | 34     | 22     | 16     | 50      | 38     | 38     | 46     | 56             | 53     | 42     | 62     | 52     | 41     | 41     | 43     |
| Ni                                 | 31      | 24     | 6      | 31     | 41      | 38     | 55     | 55     | 46             | 48     | 45     | 121    | 49     | 30     | 32     | 77     |
| V                                  | 208     | 169    | 130    | 108    | 340     | 40     | 32     | 21     | 21             | 19     | 365    | 234    | 335    | 387    | 391    | 247    |
| Cr                                 | 134     | 91     | -      | 136    | 56      | 45     | 103    | 43     | 46             | 45     | 48     | 103    | 101    | 18     | 28     | 79     |
| K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O | .58     | 1.13   | .88    | 1.16   | 0.66    | 3.06   | .51    | .75    | .70            | .65    | .59    | .55    | .37    | .59    | .36    | .52    |
| UTH ko. 183653                     | 164651  | 160652 | 219623 | 156536 | 157538  | 153542 |        | 063594 | 063593         | 063594 | 153539 | 154539 | 155538 | 155337 | 156537 | 157538 |



## Mafiske/intermediære vulkanitter, Sørødal

| Prøve                              | K134.4 | K135.4 | K155.4 | KS17.3 | KS18.3 | KS26.3 | ES-39  | ES-43  | ES-44  | ES-45  | ES-46  | ES-47  | ES-48  | ES-49  | K116.4 | K117.4 | K130.5 | K131.5 | H12.4  | H13.4  | K86.8  | K87.8  | K92.8  |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SiO <sub>2</sub>                   | 57.76  | 62.67  | 58.30  | 58.56  | 57.92  | 63.58  | 53.36  | 58.41  | 57.55  | 59.88  | 58.21  | 57.81  | 65.40  | 57.83  | 60.08  | 67.00  | 51.74  | 54.38  | 51.49  | 49.36  | 53.56  | 51.05  | 52.35  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 14.91  | 14.09  | 15.90  | 17.19  | 16.26  | 15.33  | 16.33  | 17.16  | 16.35  | 16.72  | 16.94  | 16.77  | 14.60  | 17.47  | 15.50  | 13.62  | 14.40  | 14.76  | 16.48  | 15.47  | 14.65  | 15.66  | 12.48  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>     | 7.87   | 6.01   | 7.63   | 6.00   | 6.77   | 5.78   | 10.58  | 7.22   | 7.29   | 6.87   | 7.69   | 7.42   | 6.36   | 7.51   | 7.53   | 6.44   | 10.84  | 8.99   | 9.36   | 10.45  | 10.17  | 9.17   | 13.92  |
| TiO <sub>2</sub>                   | 1.22   | 1.01   | 1.05   | 1.29   | 1.34   | .68    | 1.29   | 1.03   | 1.03   | .90    | 1.01   | 1.04   | .69    | .96    | 1.26   | .63    | .83    | .71    | 1.14   | .87    | 1.19   | 1.14   | 2.50   |
| MgO                                | 3.03   | 2.45   | 3.11   | 1.72   | 2.49   | 1.89   | 3.36   | 3.29   | 3.41   | 4.10   | 3.76   | 3.54   | 1.95   | 3.39   | 3.27   | 3.08   | 7.68   | 6.47   | 5.96   | 7.33   | 5.80   | 6.79   | 3.73   |
| CaO                                | 4.53   | 3.11   | 4.70   | 5.45   | 5.20   | 3.41   | 6.88   | 6.00   | 6.10   | 2.78   | 4.91   | 5.22   | 4.19   | 5.71   | 3.57   | 2.68   | 4.76   | 6.05   | 6.90   | 5.62   | 5.59   | 5.20   | 6.37   |
| Na <sub>2</sub> O                  | 3.90   | 3.80   | 4.20   | 4.70   | 4.00   | 3.70   | 3.50   | 3.70   | 3.40   | 4.50   | 3.80   | 3.80   | 3.80   | 4.40   | 2.90   | 2.50   | 4.32   | 4.37   | 2.80   | 1.70   | 2.54   | 2.88   | 2.71   |
| K <sub>2</sub> O                   | 3.88   | 4.52   | 3.41   | 3.58   | 3.67   | 4.31   | 2.36   | 2.59   | 3.23   | 2.71   | 2.50   | 2.94   | 2.56   | 1.82   | 3.93   | 2.56   | 3.26   | 2.74   | 2.03   | 2.84   | 3.75   | 2.49   | 3.06   |
| MnO                                | .10    | .07    | .12    | .12    | .10    | .09    | .16    | .10    | .11    | .14    | .30    | .12    | .14    | .26    | .09    | .07    | .19    | .19    | .16    | .24    | .19    | .18    | .21    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>      | .58    | .51    | .34    | .40    | .39    | .15    | .32    | .25    | .25    | .19    | .23    | .23    | .14    | .22    | .62    | .10    | .34    | .33    | .38    | .29    | .41    | .35    | 1.27   |
| Gl.t.                              | .91    | .80    | .63    | .52    | .69    | .51    | .92    | .91    | .79    | .83    | .74    | 1.25   | .64    | .53    | 1.64   | .81    | 1.41   | .94    | 2.87   | 5.01   | 1.86   | 4.64   | 1.15   |
| Sum                                | 98.69  | 99.04  | 99.39  | 99.53  | 98.83  | 99.43  | 99.06  | 100.66 | 99.51  | 99.62  | 100.09 | 100.14 | 100.47 | 99.90  | 100.39 | 99.49  | 99.77  | 99.93  | 99.57  | 99.18  | 99.69  | 99.56  | 99.75  |
| Sr                                 | 779    | 698    | 477    | 593    | 798    | 211    | 656    | 562    | 494    | 182    | 493    | 425    | 202    | 434    | 622    | 203    | 336    | 411    | 545    | 264    | 312    | 277    | 351    |
| Rb                                 | 107    | 166    | 140    | 154    | 129    | 161    | 118    | 125    | 137    | 107    | 147    | 198    | 259    | 100    | 127    | 133    | 92     | 68     | 103    | 160    | 159    | 120    | 93     |
| Ba                                 | 1800   | 1700   | 990    | 1200   | 1100   | 661    | 800    | 650    | 682    | 519    | 686    | 771    | 435    | 485    | 1900   | 390    | 189    | 989    | 760    | 966    | 1137   | 820    | 1140   |
| Zn                                 | 129    | 102    | 122    | 128    | 101    | 108    | 123    | 104    | 140    | 322    | 529    | 137    | 291    | 396    | 102    | 103    | 188    | 159    | 94     | 133    | 121    | 101    | 148    |
| Cu                                 | -      | 5      | 8      | -      | 5      | -      | 19     | 6      | 17     | -      | 11     | 16     | 98     | 14     | -      | -      | 12     | 11     | 18     | -      | 8      | 5      | 15     |
| Pb                                 | 22     | 22     | 16     | 19     | 23     | 19     | 16     | 39     | 34     | 27     | 55     | 18     | 42     | 67     | 12     | 22     | 20     | 16     | 13     | -      | 20     | 10     | 20     |
| La                                 | 71     | 68     | 48     | 84     | 71     | 46     | 28     | 35     | 39     | 43     | 40     | 31     | 38     | 34     | 90     | 34     | 46     | 31     | 20     | 16     | 32     | 18     | 58     |
| Ce                                 | 143    | 144    | 84     | 152    | 136    | 86     | 62     | 61     | 72     | 87     | 73     | 59     | 79     | 72     | 181    | 64     | 70     | 83     | 41     | 36     | 85     | 63     | 128    |
| Zr                                 | 284    | 267    | 240    | 415    | 409    | 182    | 137    | 189    | 190    | 162    | 179    | 188    | 207    | 174    | 349    | 170    | 109    | 124    | 101    | 81     | 187    | 96     | 282    |
| Y                                  | 23     | 27     | 32     | 29     | 28     | 32     | 19     | 28     | 28     | 26     | 25     | 31     | 40     | 27     | 25     | 21     | 20     | 19     | 17     | 14     | 32     | 21     | 44     |
| Nb                                 | 22     | 21     | 14     | 22     | 23     | 11     | 7      | 10     | 12     | 10     | 11     | 14     | 14     | 13     | 27     | 9      | 10     | 9      | 7      | -      | 9      | 6      | 18     |
| Sc                                 | 14     | 8      | 15     | 9      | 12     | 12     | 19     | 16     | 19     | 15     | 17     | 12     | 9      | 17     | 11     | 13     | 23     | 23     | 23     | 23     | 24     | 27     | 24     |
| Co                                 | 29     | 17     | 23     | 15     | 21     | 9      | 33     | 22     | 27     | 24     | 20     | 22     | 19     | 24     | 20     | 19     | 47     | 29     | 42     | 41     | 27     | 28     | 29     |
| Ni                                 | 33     | 25     | 15     | 11     | 24     | 8      | -      | 22     | 22     | 20     | 22     | 23     | 11     | 20     | 29     | 66     | 74     | 27     | 40     | 90     | 22     | 28     | 14     |
| V                                  | 123    | 92     | 145    | 101    | 126    | 90     | 268    | 117    | 124    | 119    | 121    | 118    | 83     | 129    | 82     | 114    | 182    | 137    | 155    | 143    | 145    | 136    | 236    |
| Cr                                 | 65     | 67     | 43     | 9      | 37     | 65     | -      | 136    | 156    | 142    | 166    | 153    | 60     | 147    | 71     | 182    | 455    | 152    | 266    | 266    | 189    | 224    | 45     |
| K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O | .9     | 1.1    | .8     | .7     | .9     | 1.1    | .6     | .7     | .9     | .60    | .66    | .77    | .67    | .41    | 1.36   | 1.02   | .75    | .63    | .73    | 1.67   | 1.48   | .86    | 1.13   |
| UTH ko.                            | 067577 | 067577 | 072594 | 064593 | 064593 | 067591 | 065580 | 063581 | 063581 | 062581 | 062582 | 062582 | 062583 | 062582 | 146916 | 143916 | 098540 | 098540 | 766682 | 766682 | 767688 | 966682 | 769691 |

| Felsiske vulkanitter, Sørødal |        |        |        |        | Fels. vulkanitt, Stasjonsholmen |        |        |       |       | Fels. vulk.,<br>Cainhavare |        |        | Felsisk vulkanitt, Muontaguobla |        |        |        |        | Felsisk<br>vulkanitt |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------------------------|--------|--------|-------|-------|----------------------------|--------|--------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               | K162.4 | K160.4 | KS19.3 | KS20.3 | K137.4                          | K138.4 | K101.4 | K65.5 | K77.5 | K78.5                      | K269.  | K102.4 | K254.3                          | K104.4 | K301.3 | K302.3 | M7.4   | M8.4                 | M15.4  | K93.5  | K100.5 | 101.5  | K103.5 |
| Priprve                       | 70.02  | 72.95  | 72.23  | 71.87  | 68.44                           | 67.69  | 77.87  | 78.03 | 75.52 | 76.12                      | 76.35  | 68.58  | 69.59                           | 68.48  | 63.60  | 61.78  | 62.76  | 63.20                | 61.71  | 70.13  | 75.63  | 75.70  | 72.72  |
| SiO2                          | 13.81  | 12.74  | 13.80  | 13.91  | 14.24                           | 14.54  | 11.19  | 10.82 | 10.99 | 11.01                      | 11.65  | 14.06  | 14.23                           | 13.93  | 18.41  | 18.54  | 18.50  | 18.69                | 18.40  | 13.88  | 13.01  | 13.01  | 13.87  |
| Al2O3                         | 2.99   | 3.71   | 3.38   | 3.50   | 4.59                            | 5.17   | 2.80   | 2.90  | 3.60  | 2.68                       | 3.28   | 4.54   | 3.82                            | 4.94   | 2.72   | 3.12   | 1.44   | 2.13                 | 2.92   | 3.74   | 1.26   | 1.27   | 1.75   |
| Fe2O3                         | .39    | .64    | .30    | .45    | .54                             | .64    | .17    | .19   | .24   | .17                        | .23    | .54    | .53                             | .56    | .84    | .79    | .60    | .61                  | .87    | .60    | .26    | .22    | .26    |
| TiO2                          | 2.21   | .58    | .29    | .45    | .57                             | .95    | .15    | .19   | .13   | .13                        | .05    | .33    | .37                             | .76    | .58    | .74    | .29    | .51                  | .81    | 1.06   | .88    | .29    | 1.44   |
| MgO                           | 3.61   | 1.32   | 1.09   | 1.74   | 2.33                            | 1.16   | .67    | .46   | 1.30  | 1.43                       | .35    | 1.62   | 1.57                            | 1.46   | 2.05   | 2.08   | 2.24   | 1.88                 | 2.18   | 1.77   | 1.47   | 1.36   | 1.92   |
| CaO                           | 3.50   | 3.50   | 3.90   | 3.50   | 3.20                            | 3.60   | 2.50   | .56   | 2.28  | 1.85                       | 1.60   | 2.50   | 3.10                            | 4.10   | 5.50   | 5.10   | 6.10   | 5.30                 | 5.80   | 6.81   | 4.72   | 6.17   | 4.70   |
| Na2O                          | 2.19   | 5.12   | 4.93   | 4.06   | 5.12                            | 6.10   | 4.80   | 5.80  | 5.08  | 5.49                       | 6.83   | 6.84   | 5.76                            | 4.99   | 6.23   | 6.11   | 6.24   | 6.37                 | 5.44   | 1.12   | 1.89   | 1.03   | 2.14   |
| K2O                           | .04    | .04    | .04    | .06    | .07                             | .06    | .02    | .05   | .14   | .05                        | .03    | .04    | .06                             | .07    | .06    | .06    | .04    | .04                  | .06    | .05    | .01    | .02    | .04    |
| MnO                           | .06    | .09    | .04    | .11    | .10                             | .56    | .01    | .01   | .01   | .01                        | .01    | .11    | .12                             | .10    | .25    | .28    | .19    | .18                  | .31    | .17    | .05    | .03    | .05    |
| P2O5                          | .64    | .28    | 35     | .31    | .75                             | .21    | .45    | .83   | .62   | .78                        | .24    | .43    | .63                             | .75    | 1.29   | .65    | 1.12   | .50                  | .83    | .43    | .56    | .53    | .94    |
| G.l.t.                        | 99.46  | 100.97 | 100.38 | 99.95  | 99.95                           | 99.93  | 100.62 | 99.84 | 99.90 | 99.72                      | 100.61 | 99.60  | 99.78                           | 100.14 | 101.53 | 99.25  | 99.54  | 99.41                | 99.33  | 99.77  | 99.75  | 99.62  | 99.84  |
| Sum                           | 410    | 159    | 98     | 95     | 188                             | 72     | 176    | 91    | 86    | 134                        | 74     | 231    | 186                             | 116    | 206    | 380    | 342    | 387                  | 361    | 183    | 250    | 290    | 333    |
| Sr                            | 195    | 194    | 252    | 253    | 222                             | 217    | 259    | 254   | 226   | 262                        | 300    | 280    | 226                             | 228    | 107    | 71     | 64     | 69                   | 65     | 42     | 45     | 25     | 69     |
| Rb                            | 870    | 992    | 667    | 711    | 796                             | 741    | 94     | 41    | 39    | 37                         | 46     | 1400   | 896                             | 822    | 1100   | 2300   | 1600   | 1700                 | 1700   | 487    | 2384   | 886    | 1356   |
| Ba                            | 74     | 52     | 50     | 34     | 164                             | 69     | 34     | 57    | 58    | 45                         | 52     | 37     | 47                              | 62     | 40     | 40     | 18     | 22                   | -      | 32     | 18     | 7      | 22     |
| Zn                            | 32     | -      | -      | -      | 15                              | -      | -      | 2     | 6     | 4                          | -      | -      | 13                              | 64     | -      | -      | -      | -                    | -      | 7      | 4      | 3      | 2      |
| Cu                            | 12     | 11     | 18     | 14     | 43                              | 14     | 26     | 16    | 22    | 23                         | 38     | 22     | 20                              | 23     | -      | 13     | -      | -                    | -      | 14     | 15     | 12     | 11     |
| Pb                            | 61     | 45     | 64     | 61     | 63                              | 57     | 74     | 82    | 132   | 88                         | 96     | 59     | 48                              | 59     | 26     | 25     | 22     | 18                   | 22     | 48     | 20     | 22     | 26     |
| La                            | 130    | 107    | 139    | 132    | 133                             | 119    | 182    | 152   | 251   | 178                        | 192    | 126    | 110                             | 117    | 46     | 49     | 47     | 40                   | 47     | 93     | 42     | 46     | 55     |
| Ce                            | 385    | 256    | 263    | 246    | 314                             | 330    | 828    | 696   | 592   | 793                        | 617    | 331    | 322                             | 337    | 26     | 29     | 30     | 21                   | 23     | 269    | 195    | 189    | 180    |
| Zr                            | 37     | 30     | 61     | 57     | 50                              | 49     | 79     | 90    | 83    | 91                         | 83     | 51     | 45                              | 51     | 9      | 9      | 8      | 8                    | 10     | 17     | 28     | 17     | 19     |
| Y                             | 17     | 16     | 15     | 14     | 17                              | 15     | 35     | 36    | 35    | 38                         | 32     | 16     | 16                              | 17     | 7      | -      | 8      | -                    | 5      | 9      | 19     | 17     | 18     |
| Nb                            | -      | -      | 13     | 10     | -                               | -      | -      | 5     | 5     | 9                          | -      | -      | 10                              | -      | -      | -      | -      | -                    | -      | 2      | 2      | 2      | 3      |
| U                             | 18     | 11     | 24     | 20     | 24                              | 22     | 26     | 21    | 26    | 27                         | 25     | 24     | 17                              | 19     | -      | -      | -      | -                    | -      | 8      | 13     | 10     | 11     |
| Th                            | 6      | 6      | 8      | 8      | 9                               | 10     | -      | -     | 4     | -                          | -      | 9      | 6                               | 8      | 6      | -      | 6      | 6                    | 8      | 7      | 3      | 4      | 8      |
| Sc                            | 12     | -      | -      | -      | 10                              | 13     | -      | -     | -     | -                          | -      | 12     | -                               | 8      | -      | -      | -      | -                    | -      | 4      | -      | 10     | 3      |
| Co                            | 72     | 18     | -      | -      | 7                               | 11     | -      | 5     | 6     | 6                          | -      | 7      | 7                               | 9      | -      | -      | -      | -                    | -      | 3      | 3      | 2      | 6      |
| Ni                            | 28     | 30     | 15     | 21     | 28                              | 34     | -      | 3     | 12    | 8                          | -      | 31     | 29                              | 30     | 18     | 26     | 12     | 13                   | 21     | 41     | 21     | 13     | 28     |
| V                             | 83     | 51     | -      | -      | 15                              | 21     | -      | 15    | 6     | 14                         | -      | 13     | 13                              | 13     | -      | -      | -      | -                    | -      | 5      | -      | -      | 4      |
| Cr                            |        |        |        |        |                                 |        |        |       |       |                            |        |        |                                 |        |        |        |        |                      |        |        |        |        |        |
| K2O/Na2O                      | .63    | 1.46   | 1.26   | 1.16   | 1.60                            | 1.69   | 1.92   | 10.36 | 2.23  | 2.97                       | 4.27   | 2.74   | 1.86                            | 1.22   | 1.13   | 1.20   | 1.02   | 1.20                 | .94    | .16    | .40    | .17    | .46    |
| UTM ko. 068606                | 068606 | 065591 | 065591 | 065591 | 06557                           | 064571 | .17865 | 17467 | 16765 | 17065                      | 18065  | 06557  | 21663                           | 20664  | 241673 | 243681 | 245684 | 245684               | 762685 | 769691 | 153548 | 153542 | 153542 |
| UTM ko. bolle                 |        |        |        |        |                                 |        |        |       |       |                            |        |        |                                 |        |        |        |        |                      |        |        |        |        |        |

| Prøve    | Gråvakter, Gauteliv. |        |        |        |        |        | Gråvakter, Rombaken |        |        |        |        |        | Gråvakter, Ruvssot |        |  |  |  |  |
|----------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------|--------|--|--|--|--|
|          | ES57                 | ES58   | ES60   | ES61   | ES67   | ES69   | ES68                | ES70   | ES72   | ES73   | ES132  | ES133  | ES131              | ES134  |  |  |  |  |
| SiO2     | 72.33                | 70.64  | 57.23  | 54.76  | 66.22  | 53.22  | 69.47               | 60.18  | 69.16  | 68.44  | 56.04  | 58.47  | 51.86              | 58.37  |  |  |  |  |
| Al2O3    | 11.84                | 12.59  | 16.60  | 17.74  | 14.08  | 18.08  | 13.23               | 16.07  | 13.69  | 12.78  | 13.97  | 14.55  | 13.39              | 14.61  |  |  |  |  |
| Fe2O3    | 6.38                 | 5.80   | 9.15   | 10.27  | 6.95   | 10.40  | 6.26                | 7.97   | 5.73   | 7.05   | 11.09  | 9.63   | 12.82              | 9.74   |  |  |  |  |
| TiO2     | .74                  | .65    | .92    | 1.00   | .75    | .84    | .70                 | .75    | .62    | .88    | .85    | .90    | 1.27               | .88    |  |  |  |  |
| MgO      | 2.36                 | 2.42   | 4.22   | 4.65   | 3.27   | 5.33   | 3.01                | 4.20   | 2.78   | 3.08   | 6.75   | 5.65   | 8.67               | 4.61   |  |  |  |  |
| CaO      | 2.71                 | 2.78   | 2.75   | 2.86   | 1.44   | 2.40   | 1.07                | 1.06   | 2.31   | 1.85   | 1.58   | 1.99   | 6.00               | 2.86   |  |  |  |  |
| Na2O     | 2.30                 | 2.50   | 3.20   | 3.60   | 3.00   | 3.40   | 3.50                | 3.60   | 3.10   | 2.90   | 2.55   | 3.57   | 2.97               | 2.71   |  |  |  |  |
| K2O      | 1.82                 | 1.86   | 3.41   | 3.90   | 2.70   | 4.17   | 2.44                | 3.73   | 2.27   | 2.59   | 5.27   | 4.36   | 1.80               | 4.79   |  |  |  |  |
| MnO      | .06                  | .06    | .09    | .09    | .06    | .08    | .05                 | .07    | .05    | .07    | .09    | .08    | .13                | .09    |  |  |  |  |
| P2O5     | .13                  | .13    | .12    | .12    | .13    | .13    | .12                 | .11    | .11    | .15    | .15    | .13    | .12                | .13    |  |  |  |  |
| Gl.t.    | .71                  | .79    | 1.25   | 1.27   | 1.04   | 1.54   | .86                 | 1.36   | .70    | .72    | 1.18   | .70    | .78                | .91    |  |  |  |  |
| Sum      | 101.38               | 100.22 | 98.94  | 100.26 | 99.64  | 99.59  | 100.71              | 99.10  | 100.52 | 100.51 | 99.52  | 100.04 | 99.81              | 99.69  |  |  |  |  |
| Sr       | 231                  | 246    | 285    | 291    | 149    | 227    | 173                 | 155    | 247    | 168    | 118    | 153    | 157                | 112    |  |  |  |  |
| Rb       | 75                   | 77     | 133    | 126    | 110    | 205    | 88                  | 151    | 105    | 102    | 190    | 161    | 66                 | 191    |  |  |  |  |
| Ba       | 778                  | 622    | 959    | 981    | 704    | 598    | 873                 | 876    | 697    | 775    | 660    | 429    | 785                | 726    |  |  |  |  |
| Zn       | 111                  | 111    | 190    | 144    | 103    | 147    | 82                  | 123    | 86     | 91     | 62     | 47     | 132                | 48     |  |  |  |  |
| Cu       | 84                   | 51     | -      | 6      | 6      | 109    | 11                  | 18     | 59     | 35     | 67     | 76     | 84                 | 12     |  |  |  |  |
| Pb       | -                    | -      | -      | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | 9      | 10     | 13                 | 12     |  |  |  |  |
| La       | 34                   | 23     | 32     | 21     | 52     | 31     | 43                  | 17     | 31     | 61     | 23     | 20     | 10                 | 22     |  |  |  |  |
| Ce       | 65                   | 45     | 39     | 38     | 91     | 58     | 81                  | 32     | 57     | 109    | 36     | 50     | 24                 | 56     |  |  |  |  |
| Zr       | 252                  | 167    | 143    | 130    | 173    | 106    | 201                 | 134    | 147    | 297    | 112    | 114    | 103                | 125    |  |  |  |  |
| Y        | 20                   | 18     | 26     | 24     | 24     | 18     | 25                  | 22     | 15     | 30     | 19     | 16     | 28                 | 18     |  |  |  |  |
| Nb       | 8                    | 9      | 12     | 14     | 12     | 17     | 11                  | 11     | 8      | 11     | 7      | 9      | 9                  | 8      |  |  |  |  |
| Sc       | 12                   | 12     | 18     | 25     | 15     | 23     | 12                  | 18     | 14     | 13     | 20     | 21     | 37                 | 20     |  |  |  |  |
| Co       | -                    | -      | -      | -      | -      | -      | -                   | -      | -      | -      | 35     | 30     | 43                 | 28     |  |  |  |  |
| Ni       | 46                   | 54     | 116    | 135    | 75     | 124    | 72                  | 82     | 67     | 63     | 139    | 109    | 211                | 98     |  |  |  |  |
| V        | 137                  | 118    | 223    | 279    | 144    | 198    | 131                 | 158    | 112    | 155    | 141    | 128    | 254                | 132    |  |  |  |  |
| Cr       | 262                  | 187    | 229    | 266    | 245    | 212    | 301                 | 210    | 215    | 387    | 332    | 279    | 503                | 228    |  |  |  |  |
| K2O/Na2O | .79                  | .74    | 1.07   | 1.08   | .90    | 1.23   | .70                 | 1.04   | .73    | .89    | 2.07   | 1.22   | .61                | 1.77   |  |  |  |  |
| UTM ko.  | 156536               | 156536 | 156536 | 156536 | 131929 | 130929 | 130929              | 129931 | 129931 | 131928 | 821706 | 821707 | 809702             | 821706 |  |  |  |  |

1: analysert ved IFE, Norge

[illegible]

## Bilag 3.

Gull-analyser av bergartsprøver, Skjomen - Rombaken.

Prøvene er sammenslått fra 2 til 5 underprøver fra samme lokalitet, og er analysert (5 mg) ved atomabsorpsjon ved NGU.

| Prøve    | Au<br>(ppb) | Lokalitet | Koord. | Kartbl.<br>(UTM) | Bergart                                        |
|----------|-------------|-----------|--------|------------------|------------------------------------------------|
| K117.83  | <10         | Sørødal   | 078602 | 1431-3           | kvartsgang i interm. vulk.                     |
| K118.83  | 10          | "         | 078602 | "                | uregelm. kopper/magnetkis<br>i interm. vulk.   |
| K122.83  | <10         | "         | 072540 | "                | py-holdig felsisk skifer                       |
| K128.83  | <10         | "         | 072531 | "                | " " "                                          |
| K129.83  | <10         | "         | 077560 | "                | " " "                                          |
| K145.83  | <10         | "         | 062526 | "                | kv-rik skifer                                  |
| K148.83  | <10         | "         | 076519 | "                | felsisk skifer                                 |
| K148D.83 | 60          | "         | 076519 | "                | "                                              |
| K201.83  | <10         | Ruvssot   | 813712 | 1431-2           | Mt-malm                                        |
| K210.83  | 20          | "         | 790685 | "                | uregelm magnetkis-sinkbl.<br>i kv-biot. skifer |
| KS24.83  | <10         | Sørødal   | 069592 | 1431-3           | interm. vulk. m/noe kopperkis                  |
| KS25.83  | 30          | "         | 069592 | "                | " " "                                          |
| KS25A.83 | <10         | "         | 069592 | "                | svakt rusten interm. vulk.                     |
| K255.83  | <10         | Muohtag.  | 761661 | 1431-2           | kv-rik skifer.                                 |
| K256.83  | <10         | "         | 761662 | "                | kvartsitt                                      |
| K257.83  | <10         | "         | 762664 | "                | "                                              |
| K258.83  | <10         | "         | 762664 | "                | kvartsgang                                     |
| K259.83  | <10         | "         | 762664 | "                | "                                              |
| K260.83  | <10         | "         | 763664 | "                | kvartsitt                                      |
| K264.83  | <10         | "         | 762670 | "                | kvartsitt                                      |
| K265.83  | <10         | "         | 763667 | "                | kv-biot. skifer.                               |
| K276.83  | <10         | "         | 759684 | "                | kv-biot. skifer.                               |
| K276A.83 | 10          | "         | 759684 | "                | kvartsitt                                      |
| K276E.83 | <10         | "         | 759684 | "                | "                                              |
| K279.83  | <10         | "         | 762698 | "                | kvartsgang                                     |
| K279A.83 | <10         | "         | 762698 | "                | gossan                                         |
| K280A.83 | <10         | "         | 759698 | "                | kvartsitt                                      |
| K300.83  | <10         | "         | 242672 | 1431-3           | "                                              |
| K303.83  | <10         | Cainhav.  | 224619 | "                | "                                              |
| K303E.83 | 20          | "         | 224619 | "                | "                                              |
| R15.83   | <10         | Ruvssot   | 812712 | 1431-2           | kv-rik skifer                                  |
| R17.86   | <10         | "         | 812712 | "                | kvartsitt                                      |
| R18.83   | 20          | "         | 811713 | "                | kopperkis/bornitt-dissem.<br>i kv-rik skifer   |
| R19.83   | <10         | "         | 811713 | "                | kv-rik skifer                                  |
| R21.83   | <10         | "         | 820702 | "                | grafittskifer                                  |
| R24.83   | <10         | "         | 817716 | "                | kv-biot. skifer                                |
| R26.83   | <10         | "         | 817716 | "                | basisk tuff m/ små kv-årer                     |
| R28.83   | <10         | "         | 817716 | "                | basisk tuff                                    |
| R29.83   | 290         | "         | 813713 | "                | rik bornitt-magnetitt malm                     |

|         |    |           |        |        |                                           |
|---------|----|-----------|--------|--------|-------------------------------------------|
| K104.83 | 60 | Sørødal   | 072595 | 1431-3 | ujevn koppekis/magnetitt<br>i mafisk tuff |
| J1.84   | <1 | "         | 072533 | 1431-3 | py-holdig felsisk skifer                  |
| J2.84   | 1  | "         | 071535 | "      | kv-rik skifer m/ ca. 10% py               |
| J3.84   | <1 | "         | 070542 | "      | kvartsgang, 5-10m mektig                  |
| J5.85   | <1 | "         | 070542 | "      | "                                         |
| J6.84   | <1 | "         | 070542 | "      | kv-rik skifer. m/ cca. 10% py             |
| J7.84   | <1 | "         | 066542 | "      | rusten felsisk skifer                     |
| J9.84   | <1 | "         | 065443 | "      | kish. kv-biot. skifr.                     |
| M2.84   | <1 | Muohtag.  | 769685 | 1431-2 | kv-biot. skifer.                          |
| M4.84   | <1 | "         | 769685 | "      | grafitt. rusten skifer.                   |
| K118.84 | 21 | Ruvssot   | 824714 | "      | karbonatgang i ultramafitt                |
| K222.84 | 1  | Sørødal   | 070545 | 1431-3 | kvartsgang                                |
| k123.84 | 2  | Muohtag.  | 773684 | 1431-2 | kvartsitt                                 |
| K130.84 | 30 | Gauteliv. | 154541 | 1431-3 | felsisk vulk.                             |
| K167.84 | 1  | Sørødal   | 068606 | "      | rusten felsisk vulk.                      |
| RS.84   | <1 | Ruvssot   | 812712 | 1431-2 | retr. basisk vulk.                        |
| K51.85  | 4  | Stasj.h.  | 175680 | 1431-3 | uren kalk, løsl.                          |
| K52.85  | 1  | "         | 174686 | "      | felsisk vulk., karb.holdig                |
| K53.85  | 6  | "         | 174686 | "      | felsisk vulk., karb. og biotitthold       |
| K54.85  | 1  | "         | 172674 | "      | felsisk vulk., karb.holdig                |
| K55.85  | 5  | Sørødal   | 077608 | "      | uren kalk m/flusspat og py                |
| K62.85  | 2  | Stasj.h.  | 170675 | "      | karb.holdig kv-biot. skifer.              |
| K62A.85 | 2  | "         | 170675 | "      | " " " "                                   |
| K64.85  | <1 | "         | 171675 | "      | karb. holdig fels. vulk.                  |
| K68.85  | 3  | Cainhav.  | 212613 | "      | " " " "                                   |
| L69.85  | <1 | Cainhav.  | 214617 | "      | kalkglimmerskifer                         |
| K79.85  | 2  | Stasj.h.  | 170657 | "      | kvartsittlag i felsisk vulk.              |
| K80.85  | <1 | Muohtag.  | 769684 | 1431-2 | retrogr. basisk vulk.                     |
| K83.85  | <1 | "         | 769686 | "      | " "                                       |
| K84.85  | <1 | "         | 769686 | "      | karb.holdig kvartsgang                    |
| K85.85  | 1  | "         | 769686 | "      | retr. basisk vulk.                        |
| K86.85  | 2  | "         | 767688 | "      | " " " , karb.holdig.                      |
| K90.85  | 2  | "         | 761698 | "      | grafittskifer                             |
| K91.85  | 1  | "         | 769691 | "      | retr. basisk vulk.                        |
| L101.85 | <1 | Gauteliv. | 153542 | 1431-3 | felsisk vulk.                             |
| K102.85 | 1  | "         | 153542 | "      | kvartsittlag i felsisk vulk.              |
| K104.85 | <1 | "         | 153542 | "      | karbonat m/ noe py                        |
| SK12    | 23 | "         | 184543 | "      | kish. granitt                             |
| SK15A   | 4  | "         | 198542 | "      | kisholdig kalk                            |
| SK22    | 1  | "         | 132503 | "      | konglomerat                               |
| SK20    | 4  | "         | 188529 | "      | kisholdig basisk bergart                  |
| K120.85 | 2  | Muohtag.  | 767688 | 1431-2 | kvartsb. kgl. m/ noe kis                  |
| K122.85 | 2  | "         | 768687 | "      | retr. basisk vulk. m/ litt kis            |
| K123.85 | 1  | "         | 769680 | "      | kvartsrik rusten skifer                   |
| K132.85 | 59 | Kjørrisv. | 098540 | 1431-3 | rusten basisk vulk.                       |
| K134.85 | 74 | Stasj.h.  | 172657 | "      | biot.rik sone i felsisk vulk.             |
| K139.85 | 3  | "         | 197650 | "      | karbonath. felsisk vulk.                  |