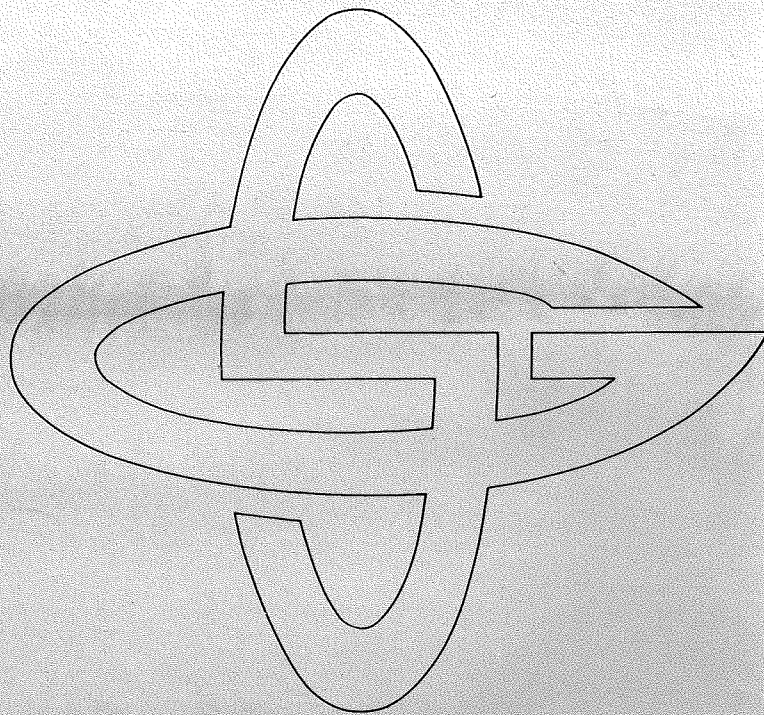




LUNDS UNIVERSITET. GEOLOGISKA INSTITUTIONEN
EXAMENSARBETEN I GEOLOGI... 3.

EN JÄMFÖRELSE MELLAN JORANDOMENS TENNANOMALA
GRANITERS OCH REVSUNDSGRANITENS (VÄSTERBOTTEN)
MINERALOGISKA OCH PETROGRAFISKA KARAKTÄR

Assen Simeonov



GEOLOGISKA
INSTITUTIONENS BIBLIOTEK
LUND *Per*

Lunds univ. Geobiblioteket



15000

600954154

S GEOLOGISKA AB

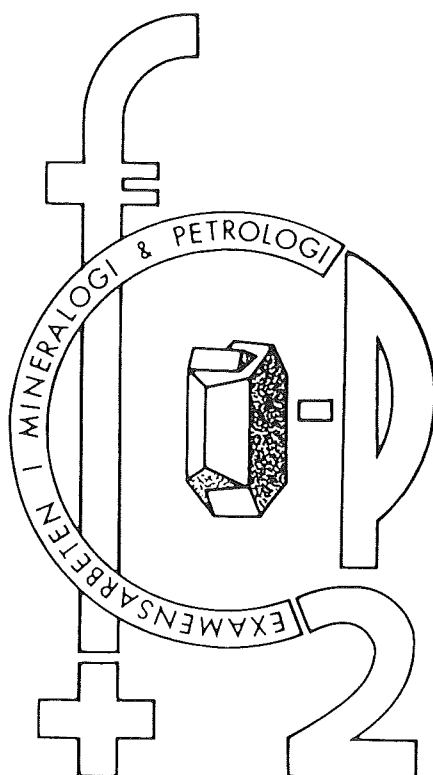
EN JÄMFÖRELSE MELLAN JORANDOMENS TENNANOMALA
GRANITERS OCH REVSUNDSGRANITENS (VÄSTERBOTTEN)
MINERALOGISKA OCH PETROGRAFISKA KARAKTÄR

Assen Simeonov

CODEN: LUNBDS/(NBGO-5003)/1-56/(1984)

EXAMENSARBETEN I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

Mineralogi och petrologi



EN JÄMFÖRELSE MELLAN JORANDOMENS TENNANOMALA
GRANITERS OCH REVSUNDGRANITENS (VÄSTERBOTTEN)
MINERALOGISKA OCH PETROGRAFISKA KARAKTÄR.

Assen Simeonov

GEOLOGISKA
INSTITUTIONENS BIBLIOTEK
LUND

LUND 1984

NR 3

GEOLOGISKA INSTITUTIONEN LUNDS UNIVERSITET

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	4
INLEDNING	5
ALLMÄN BERGGRUNDSÖVERSIKT	5
JORANDOMEN	8
PETROGRAFISK BESKRIVNING	9
Medelkornig granit	9
Medelkornig, porfyrisk granit	14
Finkornig granit	16
Granitporfyr	19
Revsundsgranit	21
GEOKEMISKA RESULTAT	21
Huvudelement	21
Spårelement	24
BIOTITUNDERSÖKNINGAR	27
SILVER	33
DISKUSSION OCH SLUTSATSER	35
REFERENSER	38
BILAGOR	
1. Accessoriska mineral	

SUMMARY

The Joran-dome is one of the rounded granite structures found in the Precambrian of northern Sweden. It is situated near Storuman in the county of Västerbotten. It is most easily identified as a positive γ -radiation anomaly due to increased U-Th-K contents. According to a zircon U-Pb dating the age of the granites in the Joran dome is 1744 ± 35 Ma.

The country rock consists of Revsund granite. In the investigated area it is a gray, coarse-grained, porphyritic rock that is homogeneous in vast areas. Major minerals are quartz, microcline, plagioclase, biotite, and hornblende. Its Rb-Sr age is 1747 ± 40 Ma.

The Joran dome is a complex granite intrusion and consists of several granite types. The oldest rock is a medium-grained porphyritic granite almost only found in the northern part of the dome. In the southern part somewhat younger, medium- and fine-grained granites as well as a granite-porphyry appear as late differentiation products. All rocks are peraluminous, felsic, albite-microcline granites with low K/Rb-ratios. The dark mica is presumably a Li-biotite and/or a Li-siderophyllite. Fluorite, zircon, ilmenite, monazite, bastnaesite and topaz are typical accessories. Secondary sphene, apatite and allanite are present. In metasomatically altered parts native silver, argentite and cassiterite occur. Cassiterite only occurs together with a dark mica (Li-siderophyllite).

The Joran-dome granites have been altered by late- and post-magmatic alkali-metasomatism. Secondary albite formation partly in the form of replacement perthites occurs in connection with sodium-metasomatism. Potassium-metasomatism results in microclinization of plagioclase. The post-magmatic fluids are in part the source of cassiterite and other typomorphic minerals related to tin-granites.

The Joran dome granites are lower than the Revsund granite in CaO, MgO, FeO, TiO₂, Ba and Sr but higher in SiO₂, K₂O, Li, Rb, Be and F. The medium-grained, porphyritic granite in the Joran-dome occupies an intermediate position between younger Joran-dome granites and the Revsund granite. This might be due to metasomatic alterations caused by fluids escaping from the consolidating medium-grained granite type.

Assen Simeonov, May 1984.

INLEDNING

Under fältsäsongen 1979-1983 utfördes på uppdrag av NSG (Nämnden för Statens gruvegendom) karterings- och prospekteringsarbeten i trakten av Storuman, Västerbottens län. Prospekteringen koncentrerades på att få fram Sn-W-potentiella graniter, men också andra sällsynta element var av intresse.

Under karteringsarbetena provtogs bergarter för parametermätningar och kemiska analyser (Löfgren 1979, Fors och Ihre 1982, Ihre 1982).

För att få fram en metod byggd på några få element för bestämning av Sn-W-graniter, sammanställdes och utvärderades de kemiska analyserna av Ihre (1983). En sådan metod kan nedbringa analyskostnaderna vid den fortsatta prospekteringen.

I det nu aktuella arbetet har en jämförelse gjorts mellan normal Revsundsgranit provtagen i området, som täcker kartbladet 23 I Malå SV, och Sn-W-anomala graniter provtagna i södra delen av Jorandomen (kartbladen 22 H Järvsjö NV och NO). Någon kompletterande kartering har inte utförts utan endast provtagning av bergarter för tillverkning av tunnslip.

För att bestämma det metamorfa/metasomatiska tillståndet hos bergarterna och om möjligt komma fram till den sen- och postmagmatiska utvecklingen, har petrografiska och mineralogiska studier utförts. Analyser av plagioklas och mörka glimmermineral har utförts med energidispersiv röntgenanalysutrustning (EDX) kopplad till svepelektronmikroskop (SEM). Mörka glimmermineral har separerats och analyserats våtkemiskt för bestämning av den kemiska sammansättningen.

ALLMÄN BERGGRUNDSÖVERSIKT

Berggrunden i området (figur 1) omfattar fyra huvudbergartsgrupper, som skiljer sig i ålder och genes. De äldsta är suprakrustalbergarter huvudsakligen bestående av arenitiska med mellanlagrade argillitiska metagråvackor, metavulkaniter och konformt liggande ultramafitkroppar. Därefter kommer primorogena intrusiv, granodiöriter, vidare uppträder serorogena granitoider. Yngst är diabasgångar som klipper alla bergartstyper. De uppträder i svärmar och har varierande mäktighet (Fors och Ihre 1982).

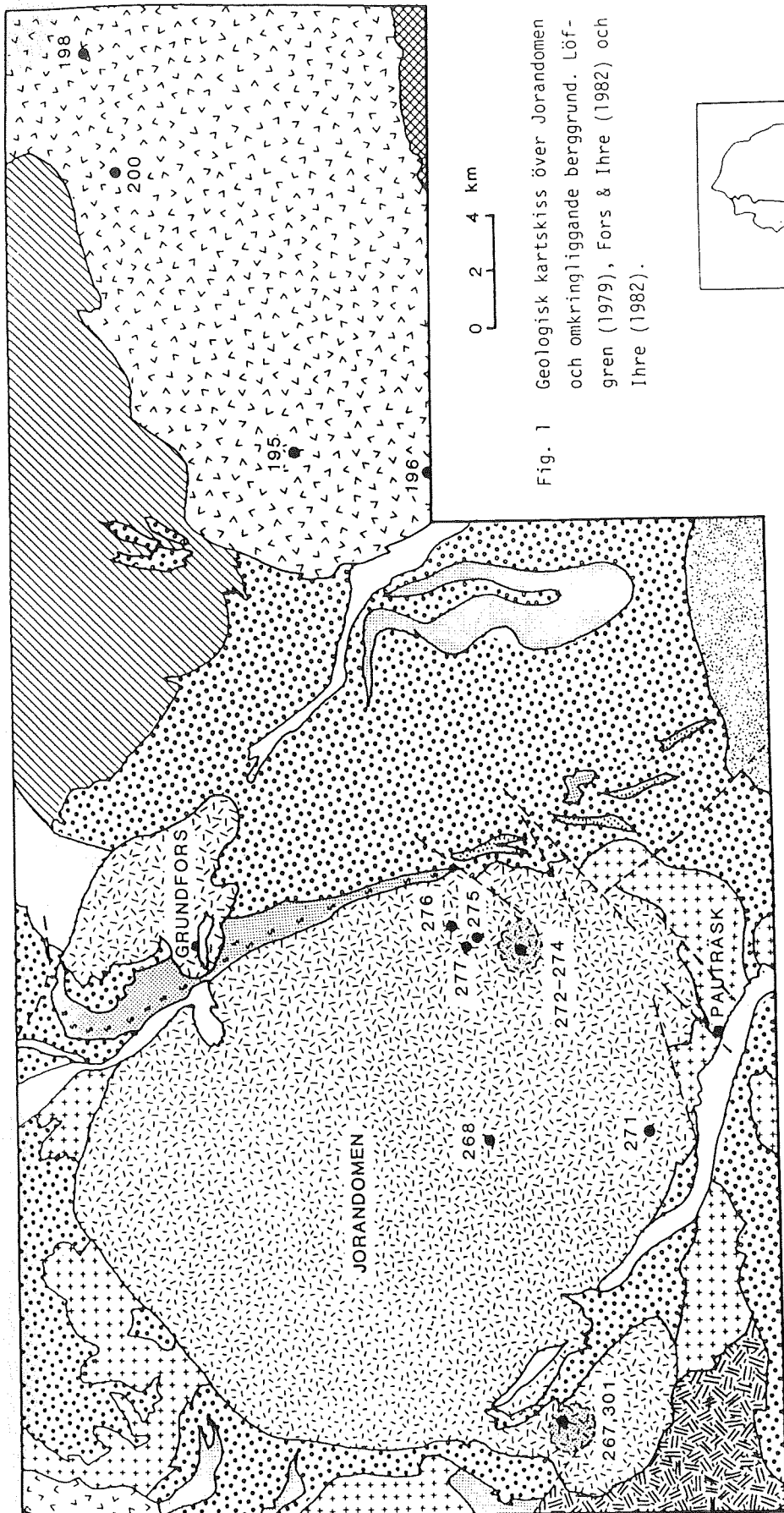


Fig. 1 Geologisk kartskiss över Jorandomen och omkringliggande berggrund. Löfgren (1979), Fors & Ihre (1982) och Ihre (1982).

TECKENFÖRKLARING

- | | | | |
|--|---|--|--|
| | Grå, medel-grovkornig, porfyrisk granit | | Granodiorit |
| | Grå, jämnkornig granit inom ovanstående masiv | | Metabasalt / spilit |
| | Grå, medel-grovkornig diffust svagt porfyrisk granit | | Förskiffrad, grafit-, magnetkisförande, argillitisk metagåvacka (svartskiffer) |
| | Fin-medelkornig, ibland svagt porfyrisk, biotitrik granit | | Arenitisk metagråvacka |
| | Grå-röd, grovkornig, starkt porfyrisk granit (Revsundsgranit) | | Förkastning |
| | Röd-rödgrå, medelkornig granit | | Provtagningspunkt |
| | Röd, medelkornig, oftast rikt porfyrisk kvartsmonzonit | | |

De arenitiska metagråvackorna har ställvis mycket välbevarade sedimentära strukturer som graded bedding, load cast och korskikning, där uppåtbestämningar är möjliga (Fors och Ihre 1982). De argillitiska metagråvackorna, även kallade svartskiffer, är grafit, pyrit och magnetkisförande och underordnat uppträder även kopparkis och zinkblände (Löfgren 1979). Metavulkaniterna utgörs av metabasalter med tholeiitisk sammansättning med låga kaliumhalter (högsta påvisade värde 1,37% K_2O , medelvärde 0.59%). De har extruderat på havsbotten vilket framgår av förekomsten av kuddlavastrukturer och utbildning som kalkslaggiga spiliter (Löfgren 1979). Vidare uppträder tuffer och tuffiter.

De serorogena bergarterna utgörs av olika generationer av monzoniter-kvartsmonzoniter och graniter. Vissa av dem har ett intrusivt uppträdande. Detta framgår av att de deformerar de intruderade supra-krustalbergarterna och bildar större och mindre domstrukturer (Fors och Ihre 1982). Bland de intrusiva graniterna finns Jorandomen, som har en ålder (U-Pb, zirkoner) på 1744 ± 35 Ma (Wilson och Fallick 1982). Revsundsgraniten (i östra delen av området, figur 1) har en Rb-Sr-ålder på 1747 ± 40 Ma (Wilson och Sundin 1979).

JORANDOMEN

Jorandomen består av ett komplext granitintrusiv, som genom sin låga magnetisering tydligt framträder på den flygmagnetiska kartan. Bergarterna inom domen har relativt låg medeldensitet, 2612 ± 17 kg/m³ (Revsundsgraniten = 2658 ± 15 kg/m³) och ställvis högt U-Th-K-innehåll (figur 2, Ihre 1983).

I den norra delen av domen är graniten grovkornig och grovporfyrisk med euhedraala mikroklinmegakristaller (längd 4 cm). Den är mycket homogen och liknar normal Revsundsgranit. Söderut blir berggrunden mer inhomogen och det uppträder granittyper som genom sin textur, men också genom sin metasomatiska omvandling och kemiska sammansättning, skiljer sig från normal Revsundsgranit.

Texturellt kan bergarterna delas upp i:

1. Medelkornig granit
2. Medelkornig, porfyrisk granit,
3. Finkornig granit
4. Granitporfyr.

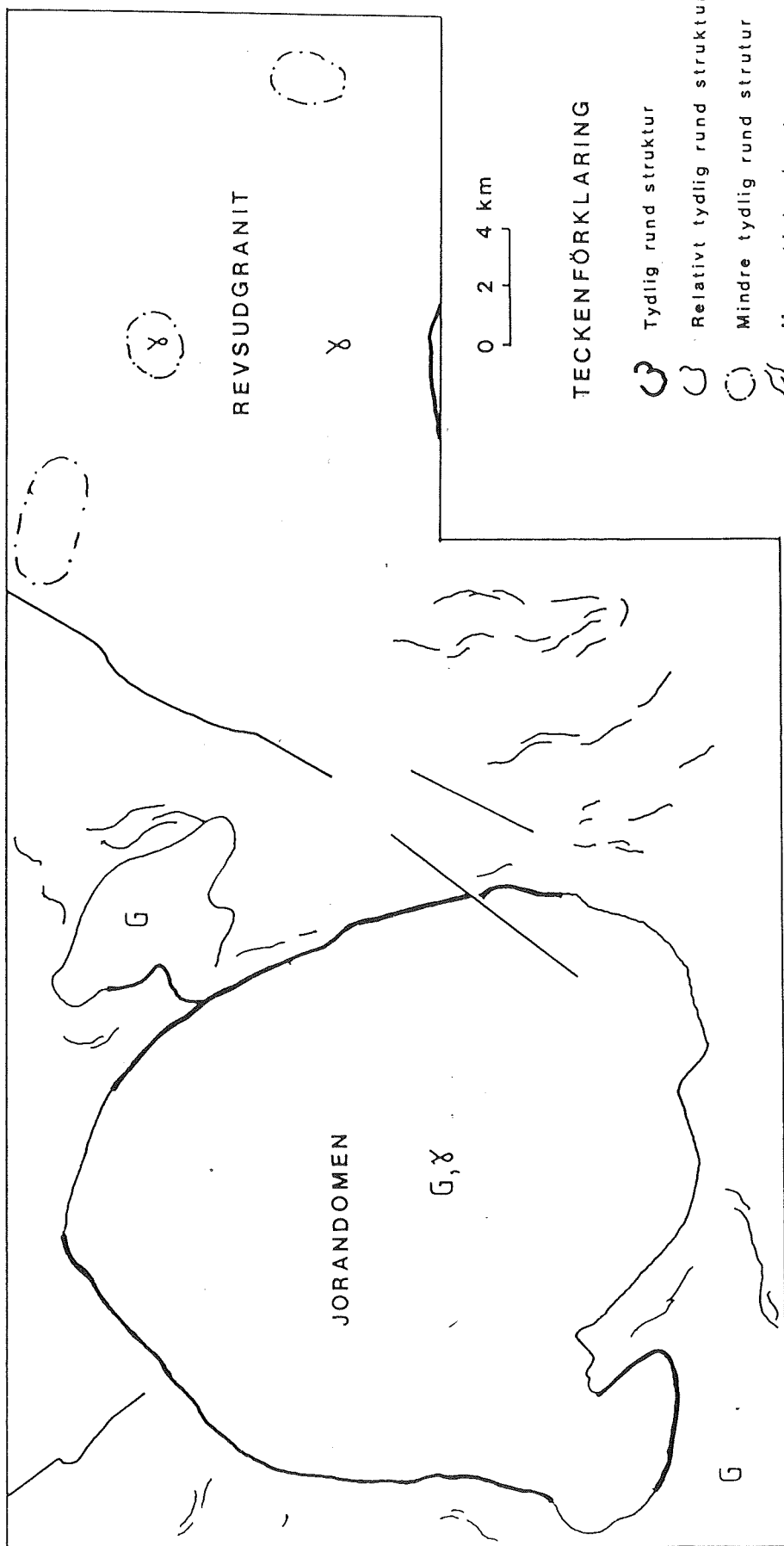


Fig. 2 Principskiss på regional geofysisk tolkning av flygmätningar (radiometri, magnetometri) och gravimetri. Metoden utarbetad på SGU/SGAB.

Åldersrelationerna mellan de olika granittyperna har inte kunnat bestämmas främst beroende på den dåliga blottningsgraden i området. Det finns ingen anledning att anta att de icke skulle vara ungefär likåldriga.

Pegmatiter har inte påträffats i någon större omfattning. Däremot finns aplitiska gångar och partier öster om domen. Graniten ostnordost om Jorandomen (figur 1) är tolkad som ett satellitmassiv. Detsamma gäller några små domstrukturer bestående av leukogranit som finns längre söderut. Tektoniskt har Jorandomen blivit påverkad av olika förkastningsrörelser. Dessa är mest påtagliga i den södra delen av granitdomen (Fors och Ihre 1982).

Plagioklas uppträder mycket sparsamt i Jorandomens olika graniter. Optiska mätningar (Michel-Levy-metoden, Henrich 1965) och EDX-analyser visar låg anortithalt (An_{0-7}). Då dessutom halten av mörka glimmer-mineral är låg bör bergarterna klassificeras som alaskitgraniter (Streckeisen 1976).

PETROGRAFISK BESKRIVNING

Medelkornig granit

Medelkornig granit uppträder vid lokalerna 272-274 (figur 1). Den varierar i kemisk sammansättning, metasomatisk omvandling och textur mellan de olika lokalerna.

Den minst omvandlade bergartstypen (prov 273) är relativt kvartsfattig. Den är rödgrå-grå. Kvartsen är kraftigt undulös och visar ojämnikstexturer i korngränserna. Sekundära vätskeinneslutningar uppträder (jämför figur 8). Biotiten är ljusbrun och ljusgrön och bildar euhedrala-subhedrala korn som delvis är kloritomvandlade. Ställvis ersätts biotiten av albit, samtidigt som den innehåller opaka mineral (figur 3).

Plagioklasen utbildar euhedrala-subhedrala, mer eller mindre sericiterade korn. Periklintvillinger är vanliga. Kalifältspaten uppträder i form av mikroklin och mikroklinpertit med kalsbadertvillinger. Mikroklinen uppträder både i mellanmassan men även som enstaka megakrister (euhedrala, 1-2 cm längd).

Pertiten är av två typer, mikropertit och schackbrädespertit (figur 4). Den senare pertittypen är ett tecken på sekundär albitisering orsakad av tillförsel av Na (Smith 1974).

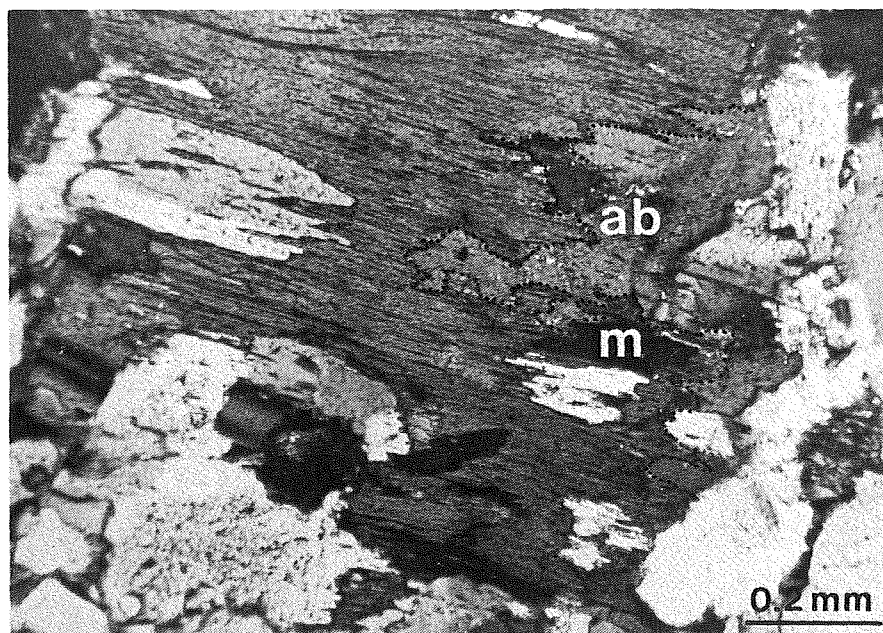


Fig. 3 Albit ersätter biotit. Biotitgittret är distorderat.
m = malmkorn, ab = albit. Medelkornig granit, prov 273.

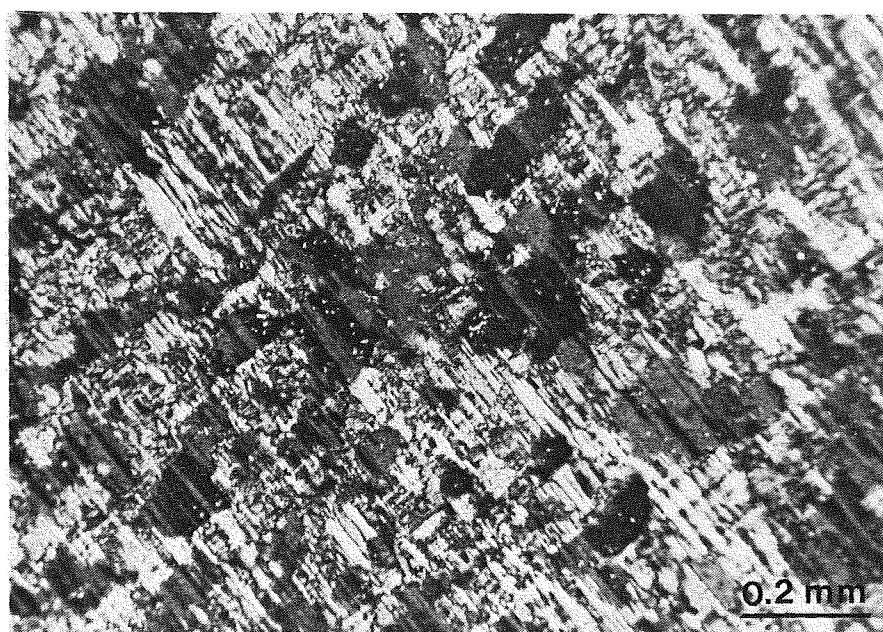


Fig. 4 Schackbrädespertit. Medelkornig granit, prov 273.

Accessoriskt uppträder huvudsakligen blålila flusspat (vanligen i samband med glimmer) zirkon, allanit, magnetit men även zinkblände, xenotim och almandin.

Vid lokal nr 274 finns en grå, fin till medelkornig, inhomogen granit med enstaka euhedraala mikroklinfennokrister (längd 1 cm). Den skiljer sig från den föregående granittypen genom högre kvartshalt samt muskovit-kloritbildning längs sprickor och i korngränser. Vidare uppträder sekundär bildning av albit (figur 5), som växer in i den pertitiska mikroklinen i form av aggregat. Observera att pertitmängden minskar i närheten av albiten. Detta tyder på att en viss diffusion av Na har skett.

Glimmerinnehållet är vid denna lokal större än vid den förra. Det förekommer kraftigt kloritomvandlad och albitangripen mörkbrun biotit som inneslutningar i mikroklinpertit. Den tidigare euhedraala formen kan endast anas. Det uppträder samtidigt ljusbrun och ljusgrön glimmer som bildar intergranulära, sub- till anhedrala korn. Den mörkbruna glimmern är en vanlig biotit, medan den ljusbruna troligen är Li-side-rofyllit av en andra generation (Haapala 1977).

Den mest metasomatiskt omvandlade graniten finner man vid lokal 272 (figur 1). Den är grå, medelkornig och är den bergart som är starkast tektoniskt påverkad. Kvartsen är mycket kraftigt undulös (figur 6), med domänbildningar där dislokationsanhopningarna syns mycket tydligt. Längs korngränserna sker subkorntillväxt.

Optiska mätningar på kvartskornen visar en högtemperaturdeformation (600°C - 650°C) med glidning vinkelrätt mot c-axeln (prismaglidning). Det förekommer också lågtemperaturdeformation ($< 600^{\circ}\text{C}$, glidning parallellt med c-axeln), men denna är mindre utpräglad (Kübler pers.medd.).

Biotiten är ljusbrun och ljusgrön. Plagioklasen bildar euhedraala korn med periklintvillingar och är svagt sericitomvandlad. Det är vanligt med mikroklinisering från korngränserna och inåt i kristallen (figur 7). Mikroklinen är pertitisk. Det uppträder både schackbrädespertit och åderpertit. I mikroklinen förekommer rikligt med kvarts och plagioklasinneslutningar.

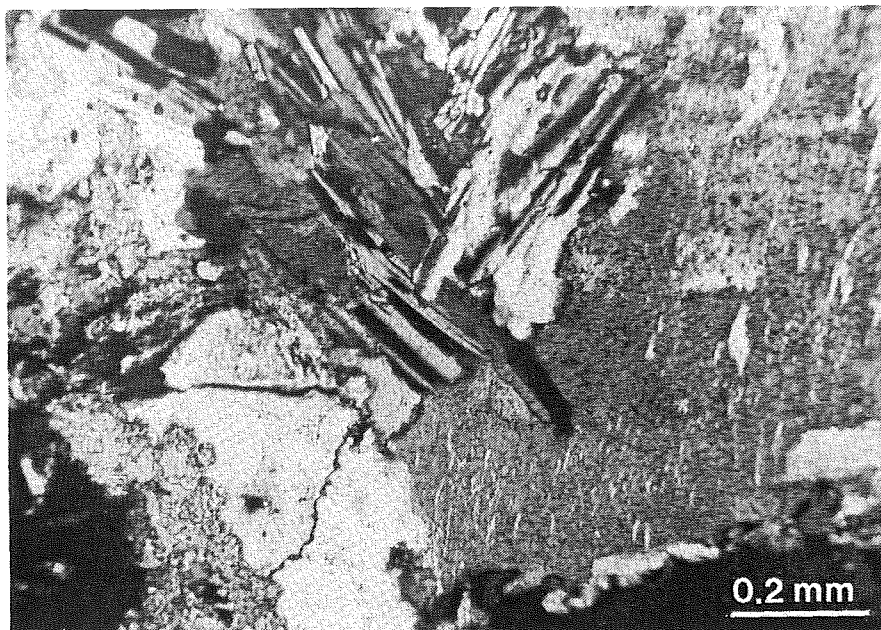


Fig. 5 Sekundär albittillväxt i pertitisk mikroklin. Lägga märke till att mängden pertit minskar i närheten av den sekundära albiten. Medelkornig granit, prov 274.

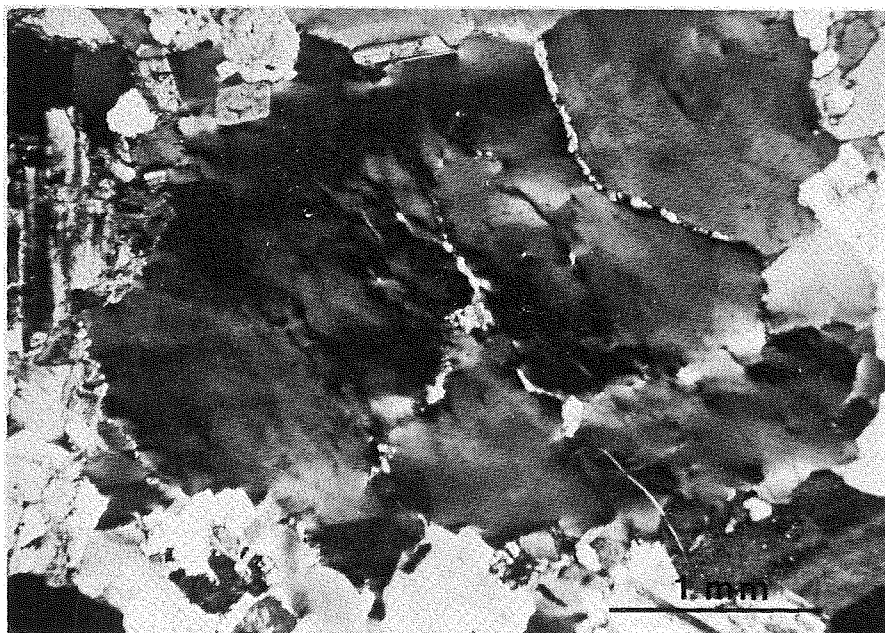


Fig. 6 Kraftigt deformerad kvarts, som visar domänbildning och rekristallisering. Medelkornig, "greiseniserad" granit, prov 272.

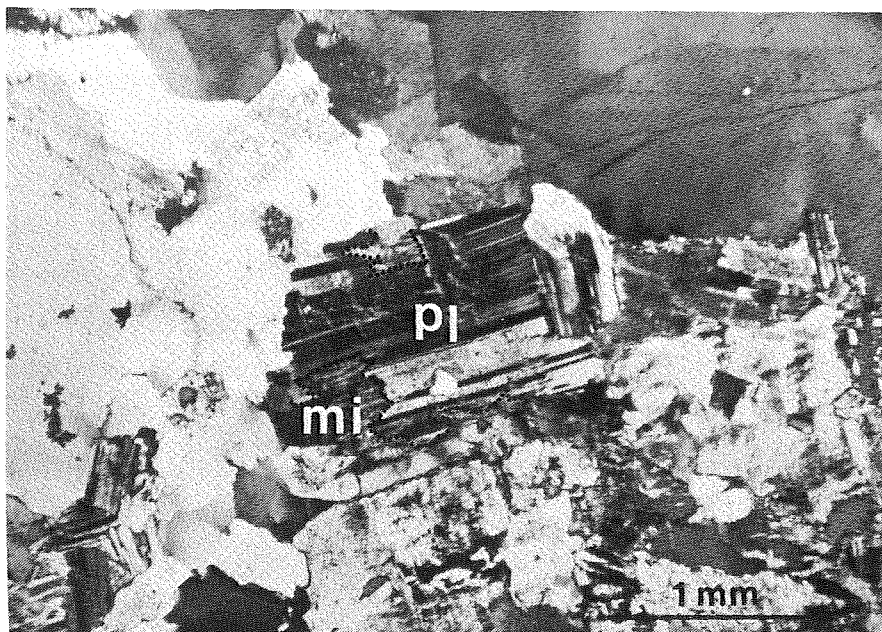


Fig. 7 Mikroklinsering av plagioklas längs korngränser. Lägga märke till vätskeinneslutningarna i kvartskornet överst till höger i bilden. Medelkornig, "greiseniserad" granit, prov 272.

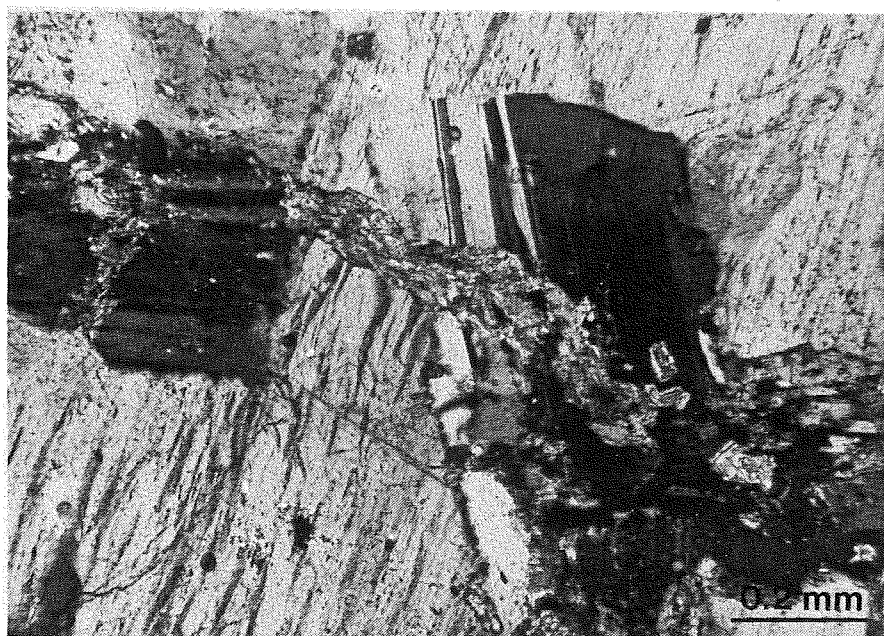


Fig. 8 Klorit- muskovitfylld spricka genom plagioklas. Plagioklaskristallen till höger i bilden förekommer som inneslutning i pertitisk mikroclin (mikropertit). Medelkornig, "greiseniserad" granit, prov 272.

Accessoriskt uppträder flusspat och zirkon, oftast i samband med mörk glimmer. Topas, allanit och troligen bastnaesit; $(\text{Ce, La})(\text{CO}_3)\text{F}$, förekommer i mindre omfattning.

Tabell över accessoriska mineral finns i bilaga 1.

I samband med den omfattande metasomatiska omvandlingen sker muskovit- och kloritbildning i sprickor och längs korngränser. Den processen har, med all sannolikhet, inget att göra med mikrokliniseringen av plagioklasen. Detta framgår av figur 8, där en glimmer-kloritspricka går genom plagioklas och endast påverkar denna kataklastiskt. Figur 9 visar plagioklasinneslutningar i mikroklin, där plagioklaskornet till vänster är kraftigt omvandlat (mikrokliniserat) genom lösningar som har vandrat in längs sprickan i överkanten på bilden. Sprickor har inte påträffats på andra ställen där plagioklasen är mikrokliniserad. Kalium har troligen i dessa fall diffunderat längs korngränserna.

Medelkornig, porfyrisk granit

Den medelkorniga, porfyriska graniten (lokal 275, 276, 277) är grå och påminner om Revsundsgraniten, med undantag av att fennokristerna inte förekommer homogent spridda i bergarten, utan de är ansamlade i aggrerat och har en svag orientering.

Bergarten består huvudsakligen av kvarts, mikroklin, plagioklas och biotit. Accessoriskt uppträder blålila flusspat, zirkon, allanit, titanit, magnetit, men även ilmenit, monazit, almandin och troligen bastnaesit. I partier, där den metasomatiska omvandlingen är mest påtaglig (prov 276) uppträder också arsenikkis, kopparkis, scheelit och argentit (accessoriska mineral, se bilaga 1).

Kvartsen är kraftigt undulös med korngränsvandringar och sekundära vätskeinneslutningar. Det finns tecken som tyder på att bergarten blivit tektoniskt påverkad efter kristallisationen. Figur 10 visar kvartsläta sprickor i kvartskorn, där sprickfyllnaden har en annan orientering än värdkornet.

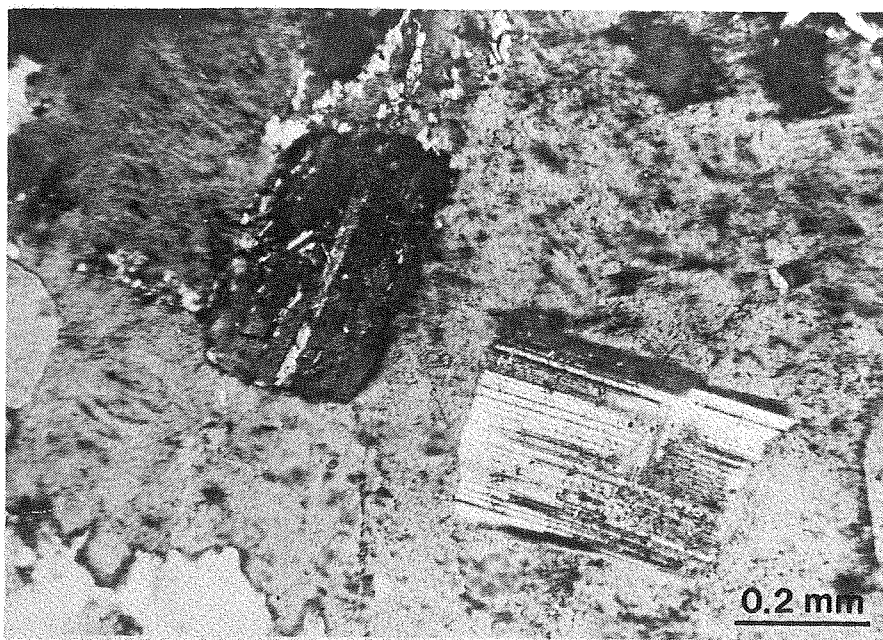


Fig. 9 Plagioklasinneslutningar i mikroklin, kristallen till vänster är kraftigt angripen av lösningar, som har kommit längs sprickorna (överst i bilden). Den andra kristallen är opåverkad. Medelkornig, "greiseniserad" granit, prov 272.

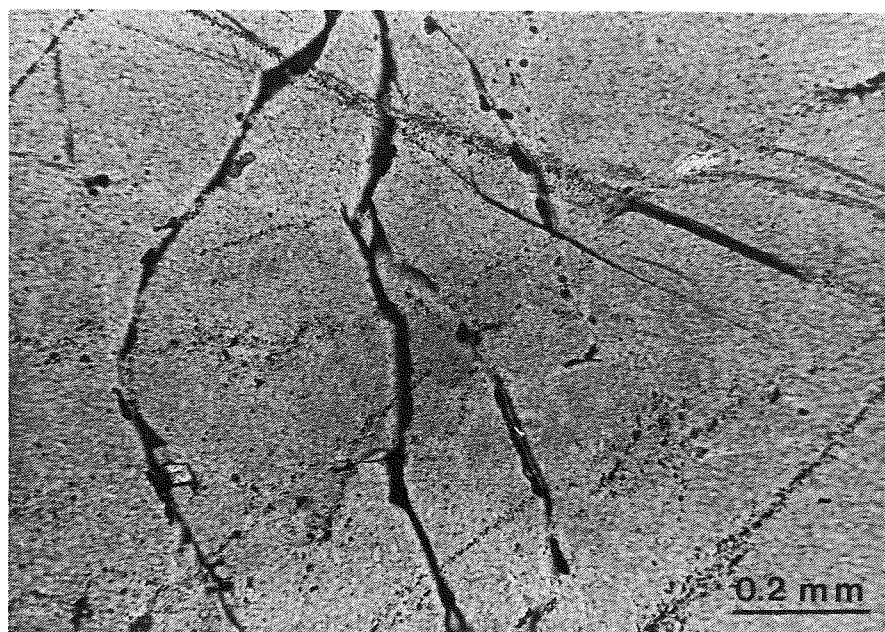
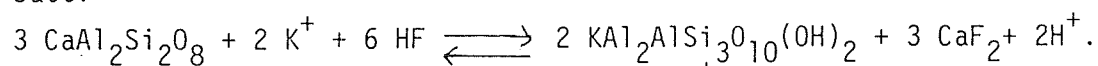


Fig. 10 Sekundära vätskeinneslutningar i kvarts (svarta prickar). De svarta linjerna som går mer eller mindre vertikalt i bilden är kvartsläckta sprickor. Medelkornig, porfyrisk granit, prov 275.

Plagioklasen är euhedral och kraftigt sericitomvandlad. De mörka glimmermineralen är euhedraala-subhedraala. Färgen är mörkbrun och grön (detta gäller icke omvandlad granit). EDX-analyser har inte visat någon märkbar skillnad mellan den gröna och den mörkbruna glimmern. Kloritomvandling är vanlig. Ojämnviktstexturer med korngränser där albit växer in i biotiten förekommer (jämför figur 3). Mikroklin uppträder som subhedraala korn främst i matrix. Fennokristerna som är euhedraala (längd 2-5 cm), består huvudsakligen av mikroklin-pertit, men också enstaka plagioklaskorn. Det uppträder tre pertit-typer, strängpertit (mikropertit), åderpertit och flätad pertit (braided pertite, Smith 1974). De två sistnämnda är ett resultat av albitisering av mikroklinen (Smith 1974). Som tecken på detta förekommer också sekundär tillväxt av albit in i mikroklin (figur 11). Observera att mikroklinkristallen har sträng- och åderpertit. Pertitmängden minskar mot albiten (jämför även figur 5).

Lokal 276 uppvisar en ställvis kraftigt metasomatiskt omvandlad granit. Fältspaterna ersätts av muskovit och kloritmineral (figur 12). Kvartsinnehållet är här större och biotit (mörkbrun glimmer) förekommer inte i de mest omvandlade partierna. Däremot uppträder mycket ljusbrun glimmer (Li-siderofyllit). Flusspat förekommer rikligt som sekundära inneslutningar i kraftigt muskovitomvandlade plagioklasmegakrister. Flusspatens förekomst kan förklaras med tillförsel av K- och F-haltiga lösningar som har reagerat med plagioklasens kalcium på följande sätt:



Denna reaktion är möjlig endast om bildad H^+ kan transporteras bort.

Det bör påpekas att reaktionen inte på något vis är bevisad, utan är endast ett förslag till möjlig reaktion.

Mikroklinisering av albiten är mycket vanlig. Figur 13 visar en mikrokliniserad albit, där kalium har diffunderat längs korngränsen och i svaghetszonen, vilken syns som dislokationer i kristallgittret. SEM-fotografiet visar tydligare var substitutionen har skett. Ljusa partier är mikroklin, mörka är albit och kvarts.

Finkornig granit

Den finkorniga graniten är gråröd med medelkornstorlek 0,2 - 0,5 mm. Mineralsammansättningen är huvudsakligen mikroklin, plagioklas, kvarts, muskovit- och kloritomvandlad, ljusbrun glimmer.

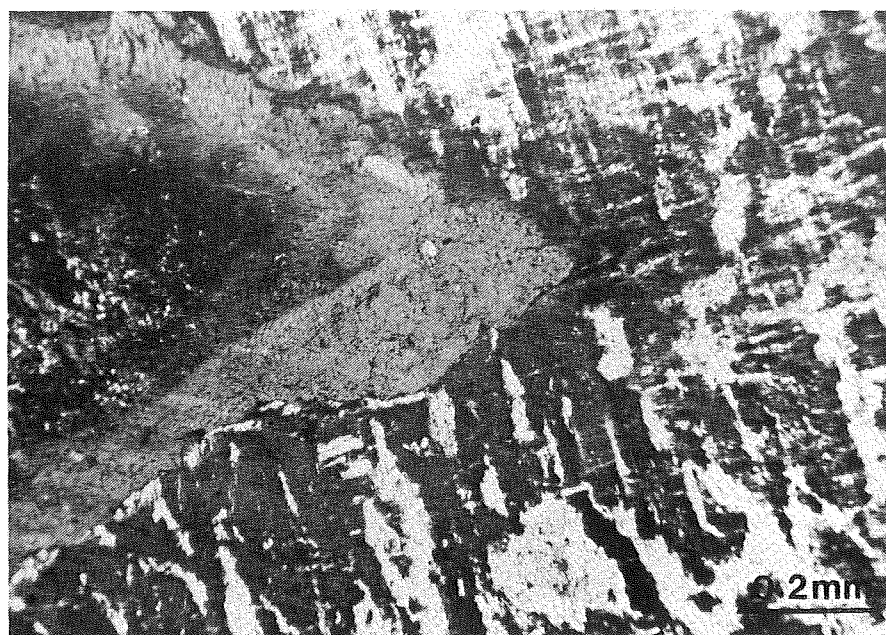


Fig. 11 Sekundär albittillväxt i pertitisk mikroklin. Observera att pertit mängden minskar i närheten av albiten (jfr. Fig. 5). Medelkornig, porfyrisk granit, prov 275.

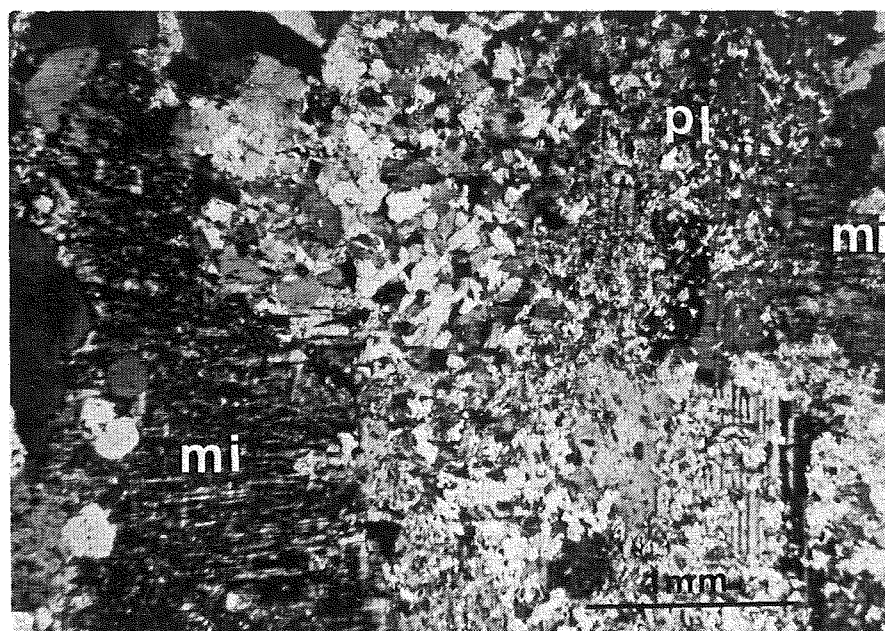


Fig. 12 Muskovitiserad plagioklas och pertitisk mikroklin. Observera att det inte råder jämvikt i korngränserna mellan plagioklasen och mikrokline. Medelkornig, porfyrisk granit, prov 276. mi = mikroklin, pl = plagioklas.

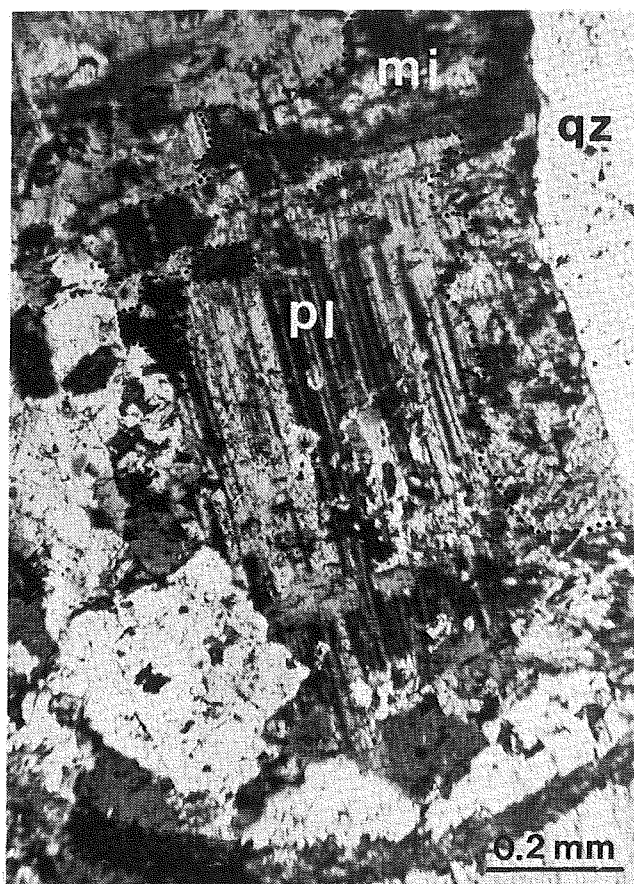
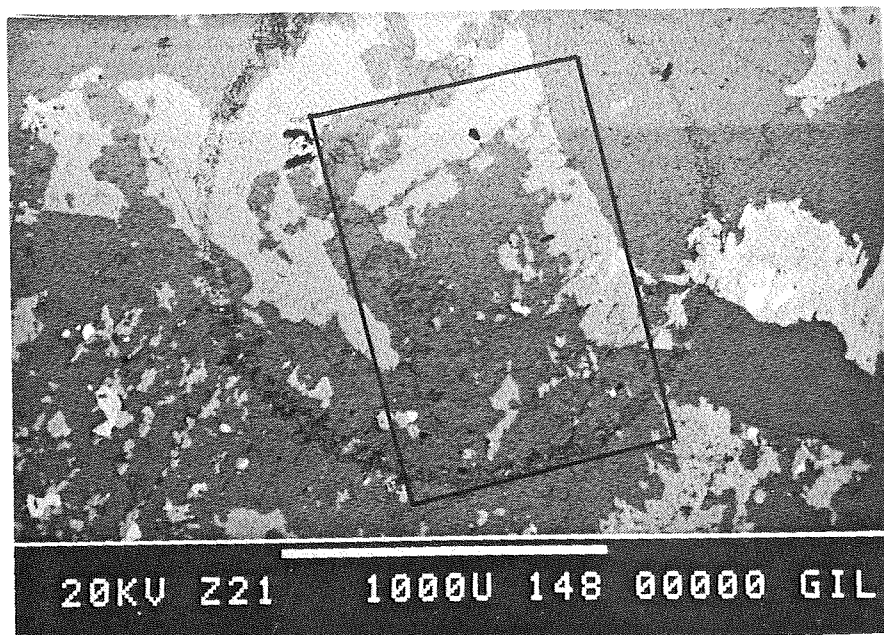


Fig. 13

Mikroclin ersätter plagioklas längs korngräns och i svaghetszon (överst i bilden där plagioklasgittret är distorderat). På SEM - fotografiet (a) är ljust fält = mikroclin, mörkt fält = albitisk plagioklas. b är polarisations mikroskop fotografi. mi = mikroclin, pl = plagioklas, qz = kvarts. Medelkornig, porfyrisk granit, prov 276.

Flusspat, topas och muskovit är typiska accessoriska mineral. (Se även bilaga 1). I mindre mängd förekommer monazit, wolframit, magnetit, pyrit, cassiterit och gediget silver. EDX-undersökningar av monaziten visar höga Nd-halter och extremt låga La-halter. Monazit och zirkon uppträder som inneslutningar i mörka glimmermineral. Cassiteriten förekommer i närheten av glimmer.

Kvartsen bildar anhedrala korn, men förekommer också som utfyllnad mellan fältspatkristallerna. Den är kraftigt undulös och har suturerade korngränser och deformationsband som löper genom kristallerna. Sekundära vätskeinneslutningar är mycket vanliga. Plagioklasen uppträder oftast som euhedralet korn med periklintervillingar. Den är mer eller mindre sericitomvandlad och mikrokliniserad. Mikroklin bildar sub-till anhedrala korn. Den liksom plagioklasen ersätts av muskovit, kloritmineral och topas (figur 14).

Haapala (1977) kallar denna omvandlade bergartstyp för "greiseniserad" granit. Den är ett mellanting mellan omvandlad granit och greisen, vilken uppträder i samband med greisenkroppar.

Granitporfyr

Granitporfyren består huvudsakligen av kvarts, mikroklin, plagioklas och mörk glimmer. Accessoriskt uppträder blålila flusspat, zirkon, monazit, titanit, ilmenit och magnetit.

Fennokristerna utgörs främst av rundade (anhedrala) kvartskorn (5-7 cm i diameter), men också av euhedrala mikroklinkristaller (längd 5-10 mm). Mikroklinfennokristerna är pertitiska och innehåller ofta inneslutningar av främst droppformad kvarts, men även plagioklas och biotit förekommer. Pertiten är av ådertyp och vinkelrätt mot denna uppträder strängpertit (figur 15).

Biotiten förekommer som euhedrala till subhedrala korn. Den ersätts ofta av albit (jämför figur 3). Inklusioner i form av malmfaser förekommer. Plagioklasen bildar euhedrala till subhedrala kristaller och är ofta zonerad vilket kan observeras som sericitiserade kärnor.

Granitporfyren samexisterar med den medelkorniga, porfyrisk granit-typen. Granitporfyren är den yngsta av de båda bergarterna. Den medelkorniga, porfyrisk graniten är mera albitiserad än granitporfyren.

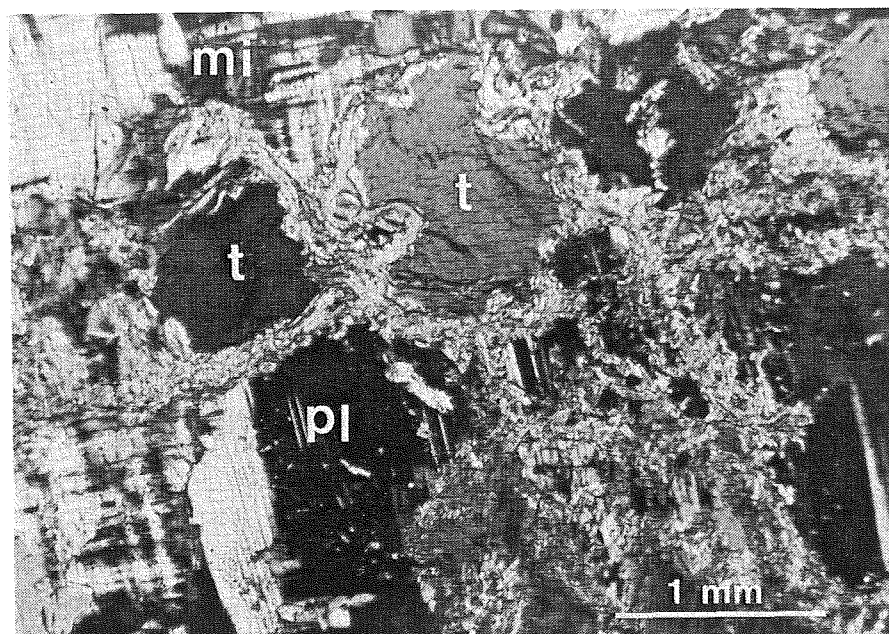


Fig. 14 Topas och glimmermineral ersätter mikroclin och plagioklas. t = topas, mi = mikroclin, pl =plagioklas. Finkornig granit, prov 301.

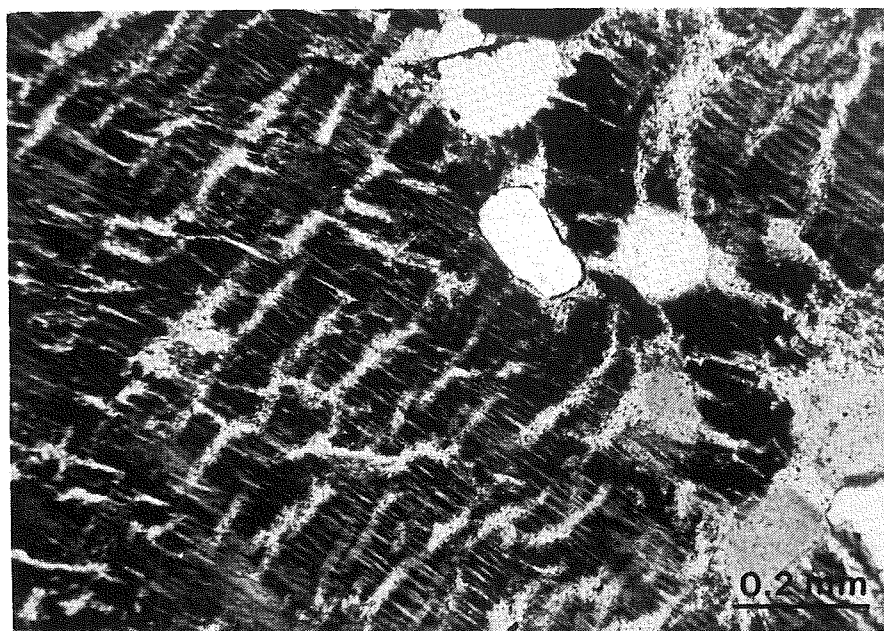


Fig. 15 Mikroclin med åderpertit och sträng- (mikro) pertit. Kornen till höger i bilden är kvartsinneslutningar, vilket är vanligt förekommande. Granitporfyr, prov 271.

Revsundsgranit

Revsundsgraniten är i regel grå, grovkornig och grovporfyrisk med euhedraala mikroklinmegakrister (längd 4-5 cm). Graniten är homogen över stora områden. Ställvis innehåller den brottstycken av supra-krystalbergarter och äldre, primorogena granitoider (Ihre 1982). I samband med sprick- och förkastningszoner uppvisar bergarten en rödfärgning, troligen beroende på oxidering. Samtidigt uppträder kvarts- och epidotläkta sprickor.

Som huvudkomponenter ingår kvarts, mikroklin, plagioklas, biotit och amfibol (hornblände). Titanit, zirkon och apatit är huvudsakliga accessoriska mineral, men det förekommer också, i liten omfattning, flusspat, epidot och opaka mineral.

Kvartsen är kraftigt undulös med suturerade korngränser. Sparsamt förekommer sekundära vätskeinneslutningar. Mikroklin förekommer dels som megakrister, men också som subhedraala korn i mellanmassan. Mikropertit (strängpertit) uppträder sparsamt. Plagioklasen finns i form av euhedraala korn med albit-oligoklassammansättning (An_{5-15} , optiska mätningar). Sericitiseringsgraden är varierande. Biotiten är mörkbrun med pleokroistiska halos. Den uppträder som euhedraala korn. Zirkoninneslutningar i biotiten är vanliga. Amfibolen är grönbrun pleokroistisk och har sub-anhedral kornform. Titaniten är sub- till anhedral, brun och svagt pleokroistisk.

GEOKEMISKA RESULTAT

Huvudelement

Geokemiska data är hämtade ur NSG-rapporter gjorda i samband med karteringsarbetet i området. Dessa presenteras i tabell 1.

Ett viktigt kriterium för specialiserade graniter, det vill säga de graniter som är anrikade på sällsynta element, är att de genomgående har låga halter av de granitofoba elementen. Vidare har de höga SiO_2 -halter. Enligt Tischendorf (1977) är följande värden typiska:

Tabell 1 Graniternas kemiska sammansättning, huvud- och spårelement, samt elementförhållanden. Prov 195-196 avser Revsundsgranit, 268-276 är granitprover från Jorandomen.

HR	195	196	198	200	268	271	272	275	277	267	276
SiO ₂ %	70.70	67.70	70.80	71.50	73.8	73.7	74.5	71.9	72.6	75.5	72.7
TiO ₂ %	0.29	0.52	0.35	0.45	0.16	0.17	0.06	0.24	0.20	0.07	0.27
Al ₂ O ₃ %	14.20	14.80	14.20	13.10	13.4	12.6	13.0	13.7	14.0	12.5	13.4
Fe ₂ O ₃ %	0.60	0.70	0.40	0.80	0.4	0.8	0.3	0.5	0.3	0.2	0.5
FeO %	2.0	4.0	2.5	2.7	1.5	1.3	1.3	1.7	1.5	0.9	1.6
MnO %	0.04	0.07	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.03
CaO %	1.7	2.3	1.8	1.6	0.8	0.9	0.6	1.0	0.9	0.5	0.7
MgO %	0.35	0.57	0.22	0.40	0.13	0.09	< 0.01	0.16	0.16	0.06	0.26
Na ₂ O %	3.2	3.4	3.0	2.8	3.4	3.0	3.9	3.0	3.3	3.2	3.1
K ₂ O %	5.4	5.1	5.9	5.5	5.0	5.5	4.6	5.8	5.9	5.1	5.4
H ₂ O ⁺ %	0.5	0.7	0.4	0.7	0.6	0.6	0.5	0.7	0.7	0.4	0.9
H ₂ O ⁻ %	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2
P ₂ O ₅ %	0.07	0.18	0.10	0.14	0.04	0.03	0.02	0.06	0.05	0.03	0.08
CO ₂ %	0.10	0.10	0.10	0.10	0.03	0.02	0.05	0.04	0.05	0.04	0.06
F %	0.14	0.14	0.09	0.19	0.25	0.32	0.48	0.25	0.25	0.30	0.12
S %	0.01	0.02	0.01	0.01	< 0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	< 0.01	0.01
BaO %	0.10	0.17	0.16	0.11	0.01	< 0.01	< 0.01	0.07	0.05	< 0.01	0.04
Summa	99.40	100.67	100.07	100.14	99.55	99.06	99.35	99.17	99.99	98.82	99.17
Rb ppm	190	170	180	210	420	410	670	320	340	520	280
Sr "	150	180	150	130	70	50	10	130	90	30	90
Li "	60	60	40	50	90	90	360	60	70	130	30
Ba "	896	1523	1433	985	90	90	90	627	448	-	358
Sn "	-	-	-	-	41	11	85	12	27	62	14
Be "	-	-	-	-	4.9	5.6	21.0	6.1	5.0	4.0	3.0
As "	88	-	-	-	-	131	96	74	210	74	-
Zn "	91	128	67	75	94	44	260	80	50	-	61
W "	-	-	-	-	148	156	197	114	145	74	-
Rb/Sr	1.3	0.9	1.2	1.6	6.0	8.2	67	2.5	3.8	17	3
K/Rb	236	249	272	217	99	111	57	150	144	81	160
Ba/Rb	4.72	8.96	7.96	4.69	0.21	0.22	0.13	1.96	1.32	0.17	3.25
TiO ₂ · 10 ⁴ / Sn	-	-	-	-	76	300	18	367	130	24	336

Tabell 2 CIPW normberäkningar.

prov nr	195	196	198	200	268	271	272	275	277	267	276
Q	26.24	21.28	25.16	28.93	32.13	32.58	32.09	28.24	27.81	36.65	31.41
or	31.94	30.17	34.90	32.53	29.57	32.53	27.21	34.31	34.90	30.17	31.94
ab	27.04	27.84	25.36	23.66	28.74	25.36	32.96	25.36	27.89	27.04	26.20
an	7.99	10.24	7.80	7.03	3.71	4.27	2.85	4.56	4.14	2.29	2.96
C	0.15	0.09	-	-	1.02	0.13	0.55	0.80	0.65	0.86	1.35
en	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-
di	-	-	0.41	-	-	-	-	-	-	-	-
w	-	-	0.44	-	-	-	-	-	-	-	-
en	0.88	1.43	0.49	1.02	0.33	0.23	0.03	0.40	0.40	0.15	0.65
hy	2.76	6.02	3.34	3.55	2.16	1.45	2.09	4.00	2.21	1.41	2.07
mt	0.87	1.02	0.58	1.16	0.58	1.96	0.44	0.73	0.44	0.29	0.73
il	0.55	0.99	0.67	0.86	0.30	0.32	0.11	0.46	0.38	0.13	0.51
ap	0.15	0.39	0.03	0.31	0.09	0.07	0.04	0.13	0.11	0.07	0.57
summa	98.57	99.47	99.25	99.05	98.63	98.90	98.37	98.99	98.93	98.06	98.39

- medelkornig, pofyrisk granit (Jorandomen)
- övriga graniter inom Jorandomen
- Revsundsgranit

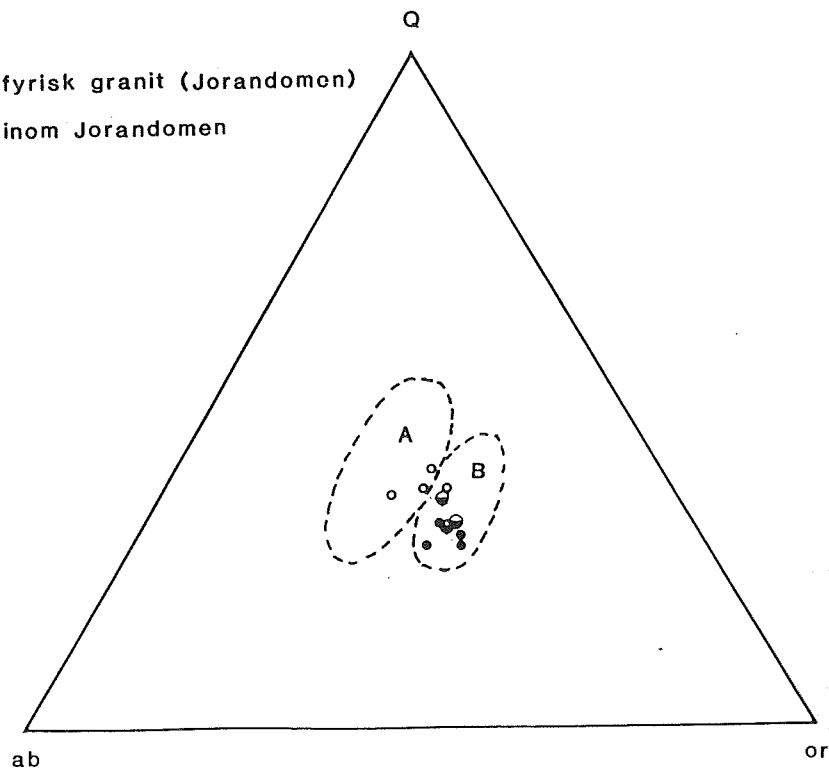


Fig. 16 Normativ Q-ab-or. A: litium apograniter (tennförande albit graniter), B: biotitgraniter (tennförande låglitium graniter). Stemprok (1971).

SiO ₂	73.40 ± 1.40	MnO	0.045 ± 0.04
TiO ₂	0.16 ± 0.10	MgO	0.47 ± 0.56
Al ₂ O ₃	14.00 ± 1.00	CaO	0.75 ± 0.41
Fe ₂ O ₃	0.80 ± 0.50	Na ₂ O	3.20 ± 0.60
FeO	1.10 ± 0.50	K ₂ O	4.70 ± 0.70

Graniterna inom Jorandomen har markant lägre halter av de granitofoba elementen Ca, Mg och Fe²⁺ är Revsundsgraniten. Natrium och kaliuminnehållet är konstant i alla bergartstyper. Aluminiumhalterna är något lägre i Jorandomens olika granittyper. Detta kan bero på topasförekomsten, speciellt i prov 272 och 267. Topas är mycket svårt att lösa upp med rutinmässiga metoder. Alla bergartstyper är peraluminösa, det vill säga $Al_2O_3 > CaO + K_2O + Na_2O$ (Carl Michael, m.fl. 1974).

Normativa beräkningar (tabell 2) visar höga korundvärden hos de specialiserade graniterna. Detta kan förklaras med den sekundära kloritbildningen och en eventuell borttransport av alkalielement (den peraluminösa karaktären).

Figur 16, där normativ Q-ab-or har plottats mot varandra, visar en tendens för de specialiserade graniterna att ligga närmare kvarts-hörnet. De båda inritade fälten är en indelning, som Štemprok (1971) har gjort med avseende på graniter från tennprovinsen Krusne-hory i Tjeckoslovakien. I det västra fältet (A) finns Li-albitgraniter (apograniter) och i det högra fältet (B) finns biotitgraniter (tennförande). Revsundsgraniten är i detta avseende en biotitgranit, liksom granitporfyren och den medelkorniga, porfyrisk graniten, medan den finkorniga graniten och den medelkorniga graniten är apograniter.

Spårelement

Spårelementen spelar en viktig roll vid undersökningar av tennanomala graniter. Granitofila element som Li, Rb, F och Be är väsentliga, ty de visar positiv korrelation till Sn (Tischendorf 1977, Haapala 1977, Plimer 1980).

K/Rb-förhållandet är också viktigt. Rb anrikas i bland annat fältspaterna på bekostnad av K (Tischendorf 1977). K/Rb plottat mot Rb ger en indikation på differentiationstrenden (figur 17). Starkt fraktionerade graniter är mest intressanta ur Sn-W-synpunkt, (t.ex. Groves och Mc Carthey 1968, Tischendorf 1977, Hesp 1971, Flinter 1972).

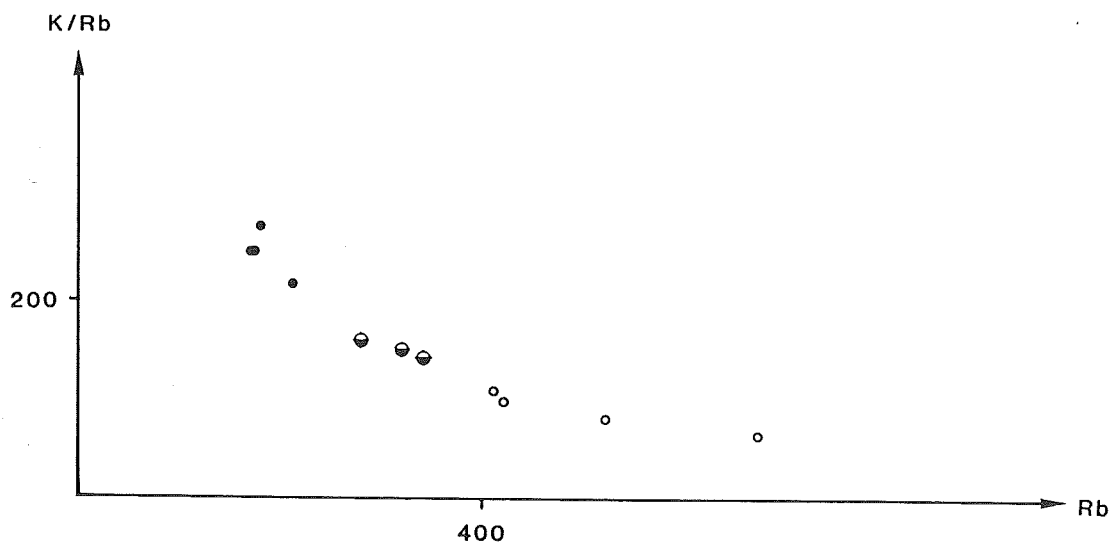


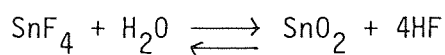
Fig. 17 Differentiationstrend: Rösundsgranit, graniter inom Jorandomen.

Litium substituerar för magnesium, främst i mörka glimmermineral (Li-biotit 0.50%, Li-siderofyllit 0.75%, protolitionit 1-2%, Tischendorf 1977).

Beryllium bildar ett eget mineral, beryll, men anrikas också i glimrar samt i fältspater. I glimrar substituerar beryllium för kisel.

Fluor är ett viktigt element i specialiserade graniter. Tillsammans med andra volatiler (H_2O, B) bidrar fluor till en sänkning av smältpunkten och smältans viskositet (Tischendorf 1977, Plimer 1980).

Tidigare överdrevs betydelsen av fluor i tenngraniter, då man trodde att tenn transporterades i form av SnF_4 och vid reaktion med vatten bildade cassiterit:



Štemprok (1982) har gjort experiment med granitiskt glas starkt anrikt på tenn och tillfört olika halogenidföreningar. Det visade sig att tennet mobiliserade inte av F^- vid tillförsel av NHF_4 , utan stannade kvar i silikataalkalifasen. Närvaron av Cl^- mobiliserade heller inte tennet.

Att tenn och fluor har positiv korrelation till varandra går inte att komma ifrån. Štemprok (1982) föreslår att de båda elementen möjligen samexisterar primärt under magmatiska förhållanden men att de inte existerar tillsammans i sekundära malmbildande lösningar.

Jorandomens olika granitdifferentiat kan räknas som specialiserade graniter. De har höga Sn, Rb, Li, Be och F-halter samt låga Ba och Sr-halter (jämför tabell 1). Den medelkorniga, porfyrisk varianten (prov 275, 276, 277) är gränsfall, med lägre halter av de granitofila elementen och högre halter av Ba och Sr.

Då graniterna plottas i ett triangeldiagram med Rb, Ba och Sr som hörn (Oweiss och Khalil 1972) får man tre grupperingar (figur 18). Revsundsgraniten hamnar i Ba-hörnet, de specialiserade graniterna i Rb-hörnet och den medelkorniga porfyrisk graniten i mitten med dragning åt Ba-hörnet. Detta visar att de specialiserade graniterna är starkt fraktionerade, medan Revsundsgraniten är en "normal" granit. Den medelkorniga, porfyrisk graniten har en intermediär ställning.

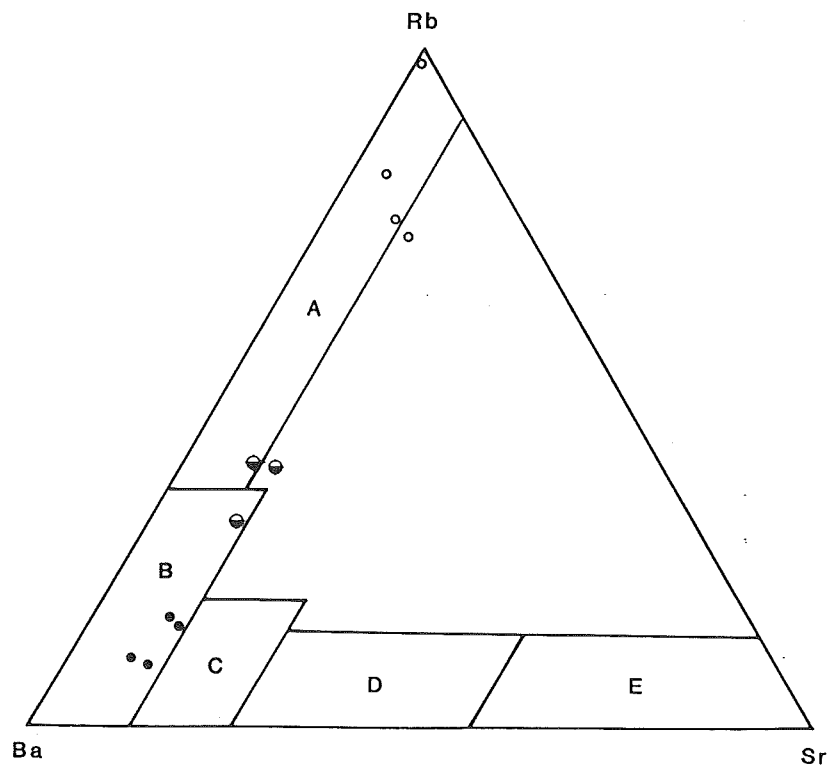


Fig. 18 Rb-Ba-Sr diagram. A: starkt differentierade graniter, B: normala graniter, C: Ca-fattiga graniter, D: granodioriter- kvartsmonsoniter, E: dioriter. Oweiss och Khalil (1972). Teckenförklaring se Fig. 16.

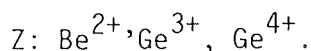
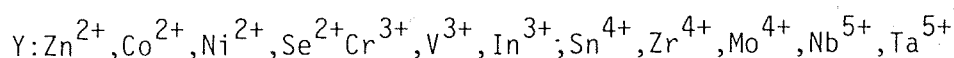
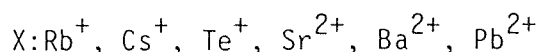
BIOTITUNDERSÖKNINGAR

De mörka glimmermineralen har en stor förmåga att ta upp tenn i sina gitter. Glimrar med höga Sn, Li, Rb-halter (Li-siderofyllit, protolitionit) förekommer i tennförande graniter i bland annat Tjeckoslovakien (Štemprok 1974) och Portugal (Neiva 1976). Haapala (1977) har också studerat biotit i samband med undersökningar av tennanomala Rapakivi-graniter.

Som första steg i glimmerseparationen användes två tunga västskor, tetrabrometan ($d=2.96 \text{ g/cm}^3$) och diiodmetan ($d=3.31 \text{ g/cm}^3$). Det erhållna biotitkoncentratet maldes lätt i agatmortel för att få bort inneslutningar. Därefter separerades koncentratet i Frantz magnetiska separator. Slutligen renplockades biotit under binokulärt mikroskop. Tyvärr, var vissa biotiter kraftigt kloritiserade. Genom att räkna ut medelvärdet av K-halten i de biotitprover där ingen kloritisering av biotiten kunde observeras, erhöles ett "standardvärde" för K-halten med vilket den approximativa kloritmängden beräknades (tabell 3). Jämför också antalet F- och OH-joner i den stökiometriska beräkningen i tabell 4.

De vätkemiska analyserna på de mörka glimmermineralen utfördes på SGAB:s laboratorium i Luleå. Si, Ti, Fe^{3+} , Al, Mn, Mg, Ca, K och Ba analyserades med XRF, Na med atomabsorption. Fe^{2+} titrerades (redox titr.), F bestämdes med jonselektiv elektrod och H_2O uppmättes gravimetriskt. Analysfelen är mindre än 5%. Spårelementen analyserades med IOS (IMAGE DISECTOR ESCHELLE SPEKTRUMETER) på SGU i Uppsala.

Den allmänna formeln för trioktahedrala skiktsilikat är $\text{X}_2\text{Y}_6\text{Z}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4$, där X-positionen besätts av K, Na och Ca. I oktaederpositionen, Y, sitter Fe^{2+} , Mg, Mn, Fe^{3+} , Al, Ti^{4+} och Li^+ . Position Z besätts av Al och Si. Kisel- och aluminiumförhållandet i tetraederpositionen är 6-5:2-3 (Haapala 1977). Mörka glimmermineral innehåller i regel en rad spårelement, vilka fördelar sig i kristallgittret på följande sätt:



I OH-positionen substituerar F och Cl.

De kemiska analyserna (tabell 3) visar stora skillnader mellan glimrarna från Revsundsgraniten och Jorandomens olika granitdifferentiat. Samtliga glimmermineral är järnrika och magnesiumfattiga, men Jorandomens glimrar har lägre Mg- och Fe^{2+} -halter och högre Al- och Fe^{3+} -halter. Den högre Fe^{3+} -halten tyder på att mineralen blivit oxiderade. Fluor- och $\text{H}_2\text{O}(+)$ -halterna är mycket varierande. Det högsta F- och det lägsta $\text{H}_2\text{O}(+)$ -värdet uppvisar glimmer från den mest klorit-muskovitomvandlade bergarten av den medelkorniga graniten (prov 272). Denna glimmer har samtidigt den högsta SiO_2 -halten och uppvisar mycket låga halter av Ti och Mg. Dessa förhållanden stämmer väl överens med sammansättningen på Li-siderofyllit (Haapala 1977).

Figur 19 a visar biotiten från Revsundsgraniten väl samlad nära järnbiotitfältet. Glimrar från Jorandomens graniter har däremot en stor spridning. Figur 16 b visar förhållandet mellan geologisk förekomst och kemisk sammansättning (Foster 1960). Glimrar från den medelkorniga graniten hamnar i greisenfältet.

När det gäller spårelementen är glimmer från Jorandomens graniter starkt anrikade på Li, Be, Rb, Ta och Sn och utarmade på Ba (tabell 3). Litium och beryllium visar en positiv korrelation till tenn, barium däremot minskar med ökande tennhalter (figur 20). Detta stämmer väl med resultat uppnådda av Tischendorf (1977), Neiva (1976) m.fl. De kemiska formlerna för de mörka glimmermineralen har beräknats enligt en metod framtagen av Marschall (1949) och modifierad av Foster (1960). Värdena presenteras i tabell 4, där man kan observera att glimrar från de tennförande graniterna har högre halter av aluminium i oktaederpositionen än biotiter från Revsundsgraniten. Detta kan åskådliggöras i triangeldiagram med Ti, Mg och Al^{IV} som hörn (figur 21). Med ökande tennhalt och minskande titanhalt får man en dragning åt aluminiumhörnet. Enligt Neiva (1976), minskar titaninnehållet i biotit med sjunkande kristallisationstemperatur under en differentiationsprocess. En annan möjlighet är sekundär biotitbildning under relativt låg temperatur.

Tabell 3 Kemiska sammansättningen hos trioktahedraa glimmermineral. Våtkemiska analyser.

NR		195	196	198	200	268	271	272	275	277
SiO ₂	%	35.2	34.1	34.7	34.4	31.3	35.9	40.4	34.4	33.1
TiO ₂	"	2.8	3.3	3.3	2.8	2.1	2.7	0.76	3.5	3.1
Al ₂ O ₃	"	15.1	14.1	14.5	15.1	18.4	16.8	20.4	15.1	16.7
Fe ₂ O ₃	"	2.6	1.4	2.8	2.8	8.0	5.0	4.0	3.3	2.7
FeO	"	26.1	27.6	27.7	26.6	23.2	23.1	16.9	27.3	27.2
MnO	"	0.33	0.30	0.27	0.30	0.44	0.26	0.41	0.44	0.28
CaO	"	0.7	0.4	1.0	1.0	0.7	0.6	0.5	1.8	0.8
MgO	"	3.4	3.8	2.5	3.6	1.91	1.26	0.08	2.7	2.9
K ₂ O	"	8.3	8.6	7.6	7.7	5.3	7.7	7.8	4.2	6.3
H ₂ O ⁺	"	3.4	3.1	3.5	3.9	5.7	3.5	2.9	5.8	(-)
F	"	0.46	0.50	0.41	0.28	0.37	0.93	3.3	0.40	0.39
H ₂ O ⁻	"	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	(-)
BaO	"	0.10	0.12	0.12	0.08	0.04	0.05	0.03	0.05	0.06
Summa		98.49	97.32	98.40	98.56	97.46	97.80	97.48	98.99	93.53
Li	ppm	921	644	686	656	1648	1603	4818	917	1571
Be	"	1.8	1.1	1.7	1.7	8.9	6.2	31	9.7	7.4
Zn	"	691	550	861	676	1070	714	225	963	757
Rb	"	1316	1170	1210	1283	2140	2424	4415	1015	1591
Sr	"	17	12	22	24	22	21	16	19	20
Mo	"	6.3	5.1	5.0	3.0	8.8	15	6.0	5.5	6.6
Ba	"	636	876	823	566	126	233	23	244	236
Zr	"	252	69	144	206	676	1148	418	763	378
Nb	"	793	890	903	806	656	888	677	1022	925
Sn	"	-	7	27	6	87	21	186	91	63
Ta	"	-	-	-	-	45	30	78	28	21
klorit	%	-	-	-	1	26	7	6	43	19

Tabell 4 Stökiometrin hos trioktahedraa glimmermineral.

NR		195	196	198	200	268	271	272	275	277
X	K	1.65	1.78	1.56	1.59	1.19	1.57	1.59	0.69	1.31
	Ca	0.12	0.07	0.18	0.18	0.13	0.10	0.09	0.33	0.14
Y	Fe ²⁺	3.41	3.74	3.74	3.61	3.39	3.09	2.25	3.93	3.69
	Mg	0.80	0.92	0.60	0.87	0.50	0.30	0.02	0.69	0.70
	Fe ³⁺	0.31	0.17	0.34	0.34	1.05	0.60	0.48	0.43	0.33
	Mn	0.44	0.04	0.04	0.04	0.06	0.03	0.06	0.06	0.04
	Ti	0.33	0.40	0.40	0.34	0.28	0.32	0.09	0.45	0.38
Z	Al	0.28	0.22	0.36	0.47	1.26	0.91	2.09	0.97	0.56
	Si	5.50	5.52	5.60	5.58	5.47	5.74	6.27	5.91	5.37
F	Al	2.50	2.48	2.40	2.42	2.53	2.26	1.73	2.09	2.63
	F	0.23	0.25	0.21	0.15	0.20	0.47	1.41	0.22	(-)
OH	OH	3.54	3.35	3.76	4.22	6.64	3.73	3.08	6.65	(-)

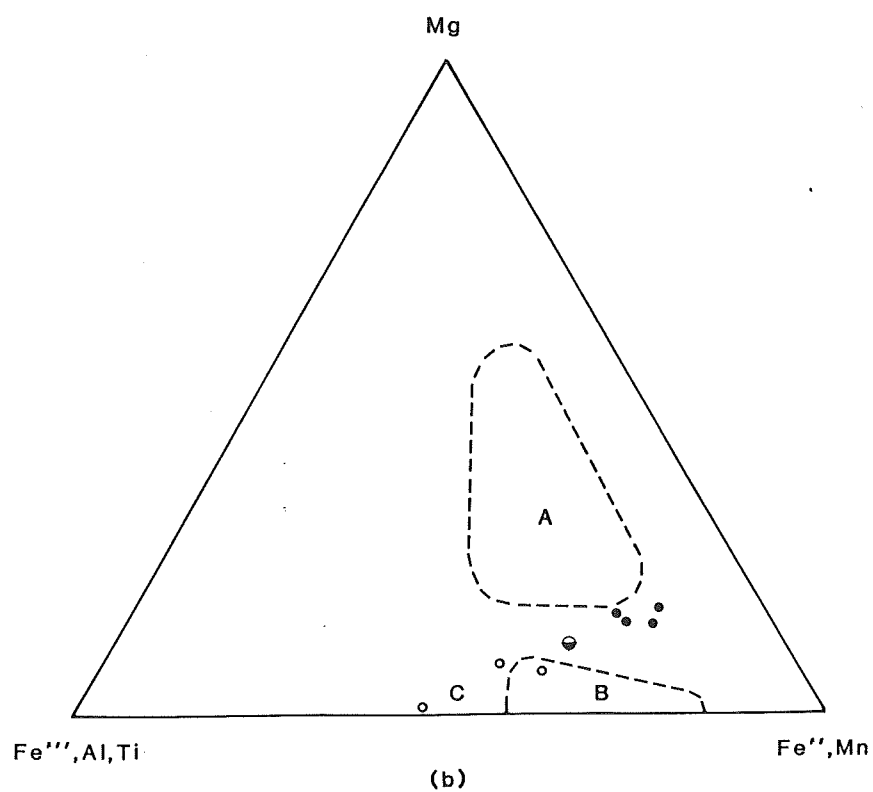
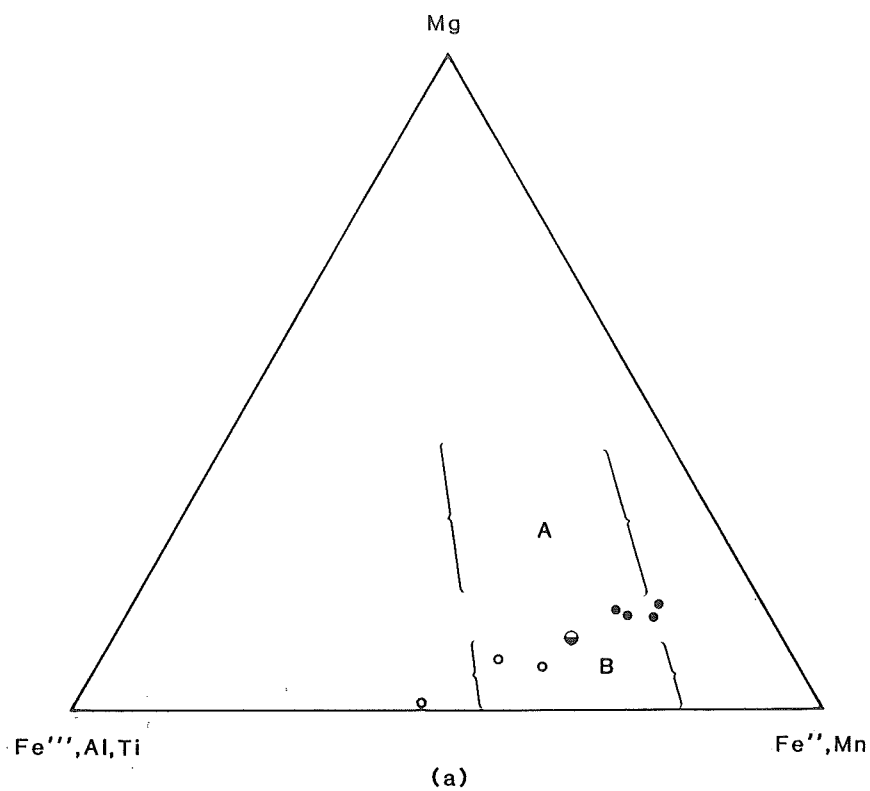


Fig. 19 Förhållandet mellan Mg, $\text{Fe}^{3+} + \text{Al} + \text{Ti}$ och $\text{Fe}^{2+} + \text{Mn}$ i trioktahedra glimmermineral. (a); A: Fe^{2+} -biotit, B: siderofylit och lepidomelan, (b) visar förhållandet mellan kemisk sammansättning och geologisk förekomst. A: graniter, B: pegmatiter, C: greisen. Foster (1960).
Teckenförklaring, se Fig. 16.

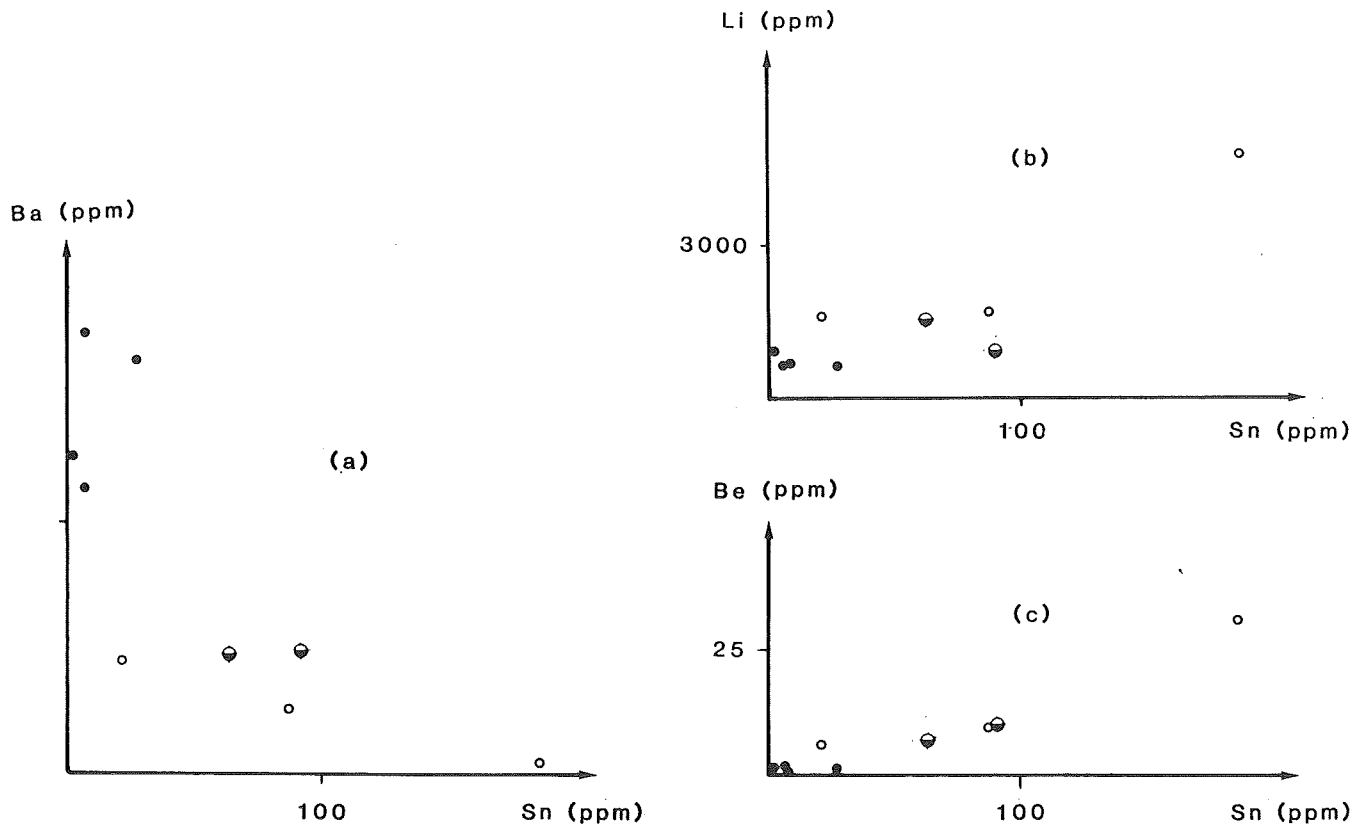


Fig. 20 I de mörka glimmermineralen visar tenn negativ korrelation till barium, (a) och positiv korrelation till litium, (b) och beryllium, (c).

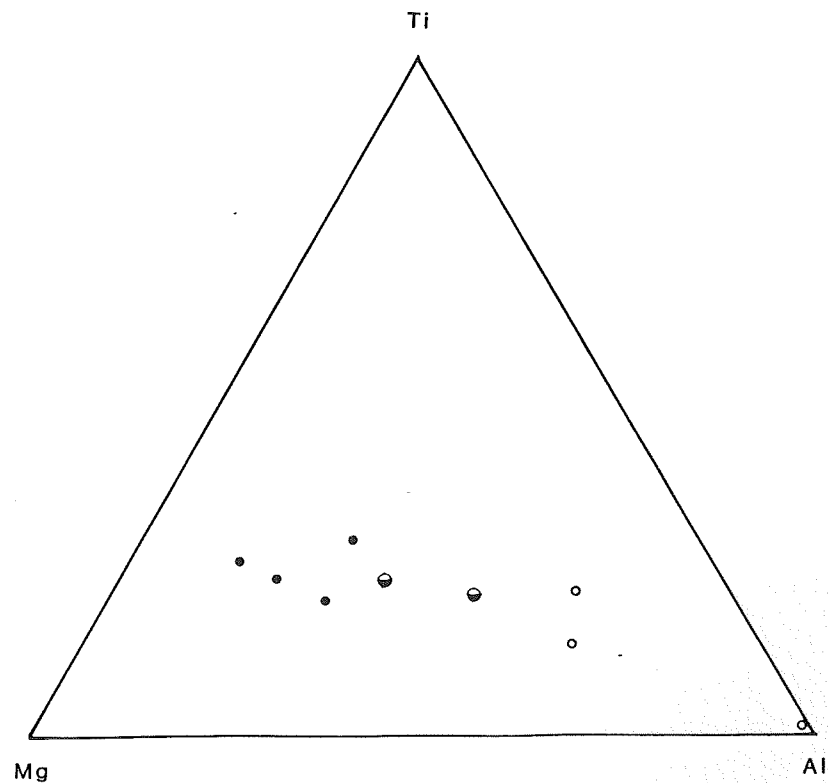


Fig. 21 Förhållandet mellan titan, magnesium och aluminium i oktaederposition i trioktahedrala glimmer mineral. Teckenförklaring se Fig. 16.

EDX-analyser visar att den medelkorniga, porfyrisk graniten innehåller två typer av mörka glimrar. Den ena typen är mörkare brun och förekommer i oomvandlade partier. Den har högre titan- och totaljärnhalter samt lägre aluminiumhalt än glimmar från metasomatiskt omvandlad granit. De senare har jämförts med glimmar från "greiseniserad" granit (lokal 301, jämför figur 1).

I figur 22 hamnar glimrarna från den "greiseniserade" graniten tillsammans med de från den metasomatiskt omvandlade graniten i fältet för biotiter associerade med topas och muskovit, medan glimmar från oomvandlade granitpartier plottas i närheten av biotiter som inte är associerade med andra mafiska mineral.

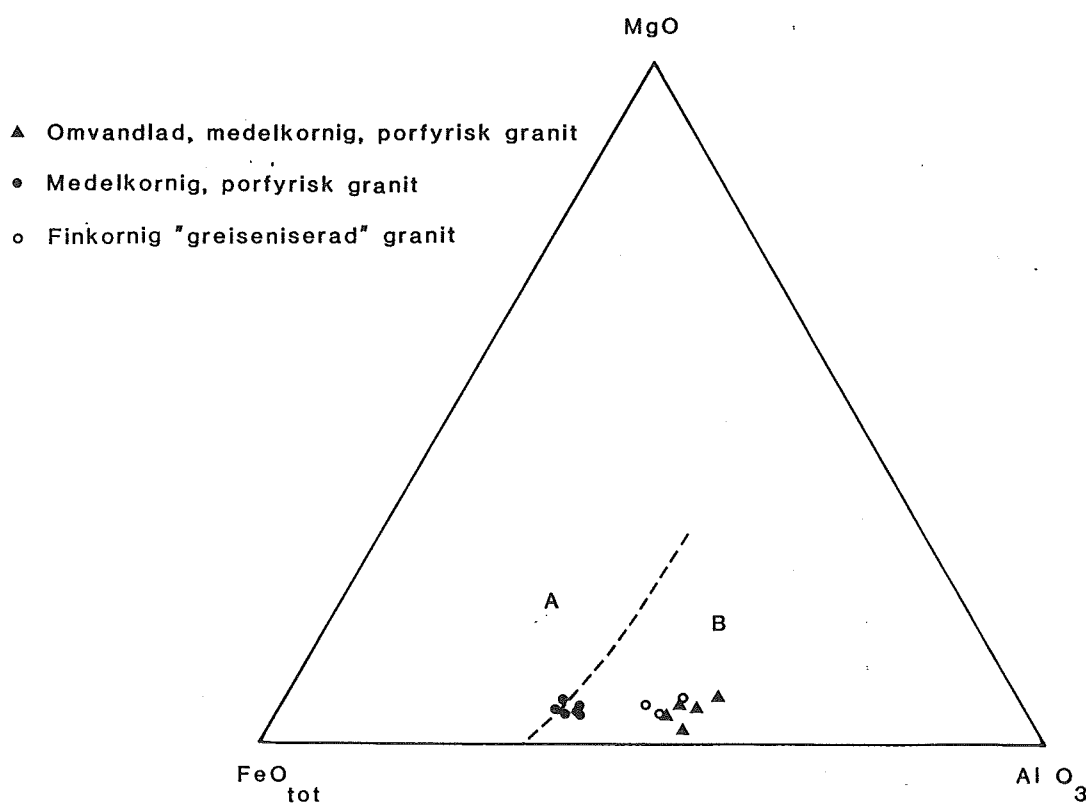


Fig. 22 Förhållandet mellan MgO, FeO_{tot} och Al₂O₃ i trioktahedrala glimmar. EDX-analyser. Haapala (1977).

SILVER

Argentit och gediget silver har påträffats i två prov tillhörande den medelkorniga, porfyrisk graniten (276 och 277) och i den fin-korniga, "greiseniserade" graniten (301).

Argentiten sitter i nära anslutning till en muskovit-kloritspricka tillsammans med järn-arsenik-bariummineral (figur 23). Två sprickor, överst och till höger i bilden, visar vid EDX-analys argentitisk sammansättning. Sprickorna kan följas till kanten av polerslipet. De kan vara tillförselkanaler där svavel- och silverhaltiga lösningar transporterats. En annan, mera trolig förklaring är att sprickorna har bildats och den plastiska och därmed lättmobila argentiten har pressats ut i dem.

Mineralet(-en) som argentiten samexisterar med har de ungefärliga elementproportionerna Fe:As:Ba = 6.5:1.6:1. Det har inte gått att besatämma ett mineral med denna sammansättning.

Polerslipet innehåller också arsenikkis som bildar euhedrala till subhedrala korn. Omkring kristallerna uppträder en mer eller mindre utvecklad "replacement" korona. Detta syns tydligt i figur 24, där "ådror" av det nya materialet söker sig in i arsenikkisen, samtidigt som det förekommer inneslutningar av arsenikkis i koronan. Elementsammansättningen i koronan är Fe, As, Ag och S med de ungefärliga proportionerna 5.5:3:1.5:1. Då man med EDX-analyser inte kan påvisa syre, kan även detta grundämne vara närvarande. Mineralet skulle i så fall kunna vara ett arsenat. Vid jämförelse med arsenikkisen har As-halten minskat drastiskt, svavlet har nästan försvunnit, och det har tillkommit silver samt något lite koppar. Traversen längs den ljusa linjen överst i figur 24 visar silvrets variation i koronan och arsenikkisen.

I tungmineralfraktionen, $> 3.31 \text{ g/cm}^3$, från prov 277 påträffades ett korn (0,3 x 0,4 mm) gediget silver.

Vid EDX-undersökningar av prov 301 påträffades även där gediget silver i samband med topas- och muskovitomvandling av bergarten.

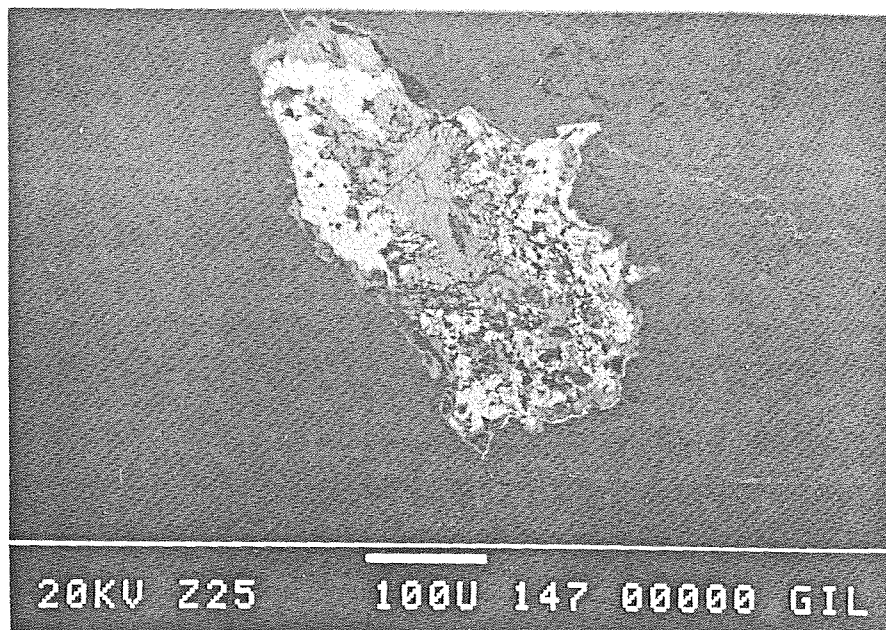


Fig. 23 SEM - fotografi som visar argentitens fördelning (ljus fält). Lägg märke till de ljusa sprickorna till höger och överst i bilden, vilka innehåller argentit (se texten). Medelkornig, porfyrisk granit, prov 276.

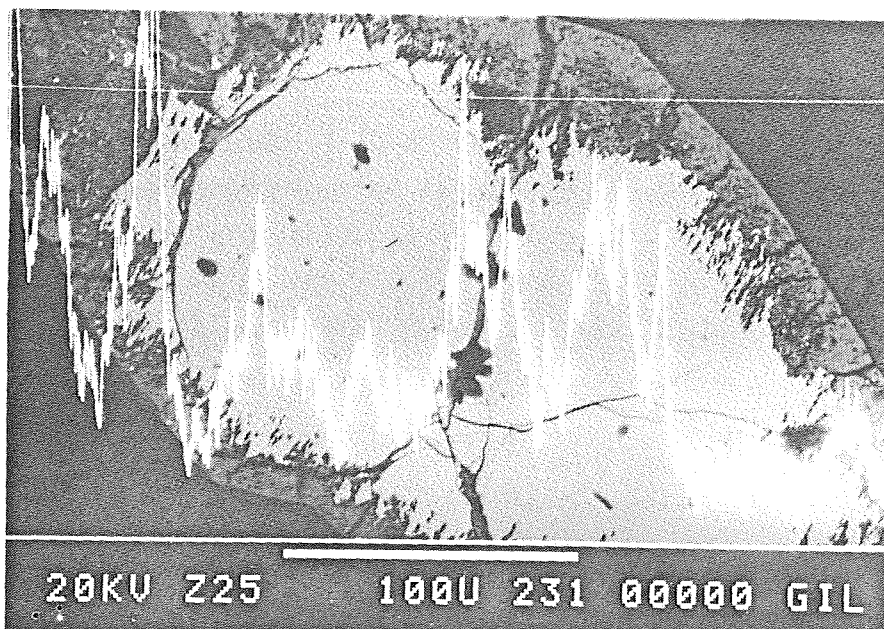


Fig. 24 SEM - fotografi föreställande idiomorf arsenikkis-kristall med ersättningskorona. Observera att ersättningen sker längs bestämda kristallografiska plan. Profilens längs den horisontella linjen visar Ag-variationen. Medelkornig, porfyrisk granit, prov 276.

DISKUSSION OCH SLUTSATSER

I litteraturen finns huvudsakligen två hypoteser för bildandet av specialiserade graniter, den magmatiska och den metasomatiska. De som förespråkar den magmatiska hypotesen, menar att graniterna har kristalliserat ur en starkt differentierad smälta, som har varit anrikad på granitofila element: Li, Rb, Be, F, Sn, W etc. (Rub 1972, Rub och Pavlova 1974, Groves 1972, Kovalenko 1974 m.fl.)

Anhängarna till den metasomatiska hypotesen menar att graniterna har blivit sekundärt omvandlade och genom denna process fått sin speciella sammansättning (Vlasov 1968, Fiala 1968, Štemprok 1971 m. fl.).

Petrografiska studier pekar på att graniterna inom Jorandomen har blivit utsatta för flera metamorfa/metasomatiska omvandlingar. Bildningen av ersättningsperitit och den sekundära albittillväxten tyder på Na-metasomatos, medan mikrokliniseringen av plagioklasen tyder på K-metasomatos. Vidare uppträder muskovitkloritbildning främst i samband med sprickor och längs korngränser, men dessa bildningar ersätter även fältspater tillsammans med sekundär topas. I den medelkorniga, porfyrisk graniten uppträder sekundära inklusioner av fluspat i plagioklas tillsammans med muskovitisering av plagioklasen. Sannolikt har det förekommit en sekundär bildning av mörk glimmer, som uppträder i den medelkorniga, porfyrisk graniten där den är mest metasomatiskt omvandlad. Allt detta stödjer den metasomatiska hypotesen. Ser man på geokemin, kan man konstatera att den finkorniga graniten, som är "greiseniserad", och den medelkorniga graniten har kristalliserat ur en starkt fraktionerad smälta (figur 17). Den medelkorniga, porfyrisk varianten har K/Rb-förhållande som ligger mellan Revsundsgranitens värden och de övriga granityperna inom Jorandomen.

Ovanstående observationer leder till slutsatsen att specialiseringen hos graniterna inom Jorandomen är beroende på kristallisation ur en starkt differentierad smälta, samtidigt som den sen- och postmagmatiska omvandlingen har haft stor betydelse.

Sannolikt har den medelkorniga, porfyrisk graniten intruderat först. Den är mer basisk, har högre K/Rb-förhållande och är mindre anomal då det gäller granitofila element än de övriga granittyperna inom Jorandomen. Den medelkorniga graniten, den finkorniga graniten och granitporfyren är senare derivat. Den medelkorniga graniten har troligen bidragit till den metasomatiska omvandlingen i den medelkorniga, porfyrisk typen, samtidigt som dess restlösningar har autometamorfoserat den egna intrusionskroppen.

Protoliterna till Jorandomens graniter spelar också en stor roll. Enligt Plimer (1980) är tennförande graniter ofta uppsmälta vulkaniter, vilka har extruderat på havsbotten och är associerade med exhalativ verksamhet. Tjocka djuphavssekvenser har stor möjlighet att sjunka ner till områden där de utsätts för partiell uppsmältning och intruderar ovanliggande suprakrustalbergarter. Volatiler som F, B och H₂O sänker smält- och kristallisationspunkten och koncentreras därmed i restlösningar tillsammans med bl.a. Sn, Li, Rb, Be och W, vilka bildar Sn- och W-mineraliseringar i starkt fraktionerade graniter. Om protoliterna till Jorandomens graniter är vulkaniter associerade med exhaliter får man också en förklaring till silver- och kopparförekomsten i dessa bergarter. Dessa element är eljest inte vanliga i starkt differentierade graniter. Det bör påpekas att det finns gott om tholeiitiska metabasalter liksom tuffer och tuffiter i området omkring Jorandomen.

Ovanstående hypoteser måste testas med mera ingående fältstudier och ett omfattande petrografiskt och geologiskt arbete.

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare doc. Anders Lindh, Lunds Universitet, Geologiska Institutionen, avd. för Min. och Petr., för givande diskussioner under arbetets gång och för kritisk granskning av manuskriptet.

Jag vill även tacka Karl-Magnus Drake, LKAB, Stockholm och Per Ihre, SGAB, Uppsala som gav mig ideén till det här arbetet och Nämnden för Statens Gruvegendom för att jag fått ta del av deras kemiska analysresultat samt Roland Lindberg, SGAB, Malå, som har gjort genomförandet av detta arbete möjligt. Ett speciellt tack vill jag rikta till Birgit Enberg, SGAB, Malå för utskrift av manuskriptet.

Assen Simeonov, Lunds Univ., Geol. Inst., avd. för Min. o Petr.
Sölvegatan 13, 223 62 Lund.

REFERENSER.

- Carl Michael, I.E.S., F.J. Turner and J. Verhogen 1974: *Igneous Petrology*. Mc Graw-Hill, Inc., New York.
- Cox, K.G., J.D. Bell and R.J. Pankhurst 1979: *The Interpretation of Igneous Rocks*. George Allen and UNWIN, London.
- Dana, J.D. and E.S. Dana 1951: *The System of Mineralogy*, 7th ed. Chapman and Hall LTD, London.
- Fiala, F. 1968: Granitoids of the Slavkovskij (Cisarskij) les Montains. *Sbor. Geol. Ved.*, 93-160.
- Flinter, B.H., W.R. Hesp and D. Rigby 1972: Selected geochemical, mineralogical and petrographical features of granitoids of the New England Complex, Australia and their relation to Sn, W, Mo and Cu mineralization. *Econ. Geol.* 67, 1241-1262.
- Fors, K och P. Ihre 1982: Beskrivning till berggrundskarta 22H Järvsjö NV och NO. Prospekteringsrapport, SGU berggrundsbyrån BRAP 82530.
- Foster, M.D. 1960: Interpretation of the Composition of Trioctahedral Micas Shorter Contr. to General Geol., Washington.
- Groves, D.I. 1972: The geochemical evolution of tin-bearing granites in the Blue Tier Batholit, Tasmania. *Econ. Geol.* 67, 445-457.
- Groves, D.I. and T.S. McCarthy 1978: Fractional crystallization and the origin of tin deposits in granitoids. *Mineral Deposita* 13, 11-26.
- Haapala, I. 1977: Petrography and Geochemistry of the Eurajoki Stock, Rapakivi-granite Complex with Greisen-type Mineralisation in South-western Finland. *Geol. Surv. Finland*, Helsinki.
- Heinrich, E. Wm. 1965: *Microscopic identification of minerals*. Mc Graw-Hill book company, New York - Svdnev.
- Hesp, W.R. 1971: Correlations between the tin contents of granitic rocks and their chemical and mineralogical composition. *Proc. Symp. Inter. Geochem. Explor. Canad. Inst. Min. Metall. Spec. Vol 11*, 341-353.
- Ihre, P. 1982: Beskrivning till berggrundskarta 23I Malå SV. Prospekteringsrapport, SGAB, BRAP 82120.
- Ihre, P. 1983: Sammanställning och utvärdering av litogeokemiska undersökningar i Storumanområdet. FoU-rapport, SGAB, BRAP 83515.
- Kovalenko, V.I. 1974: On the genesis of rare-metal granites and their mineralization. *MAWAM*, ed. M. Stenprok, Ústrední ustav geologický. Praha, 197-200.
- Löfgren, C. 1979: Berggrundskartering 23H Stensele. Prospekteringsrapport, berggrundsbyrån, SGU.
- Mason, B. and L.G. Berry 1968: *Elements of Mineralogy*. W.H. Freeman and Co., San Francisco.
- Marschall, C.E. 1949: *The colloid chemistry of the silicate minerals*. Academic Press, New York.
- Neiva, A.M.Z. 1976: The Geochemistry of Biotites from Granites of Northern Portugal with Special Reference to their Tin Content. *Min. Magazine*, vol 40, 453-466.
- Olade, M.A. 1980: Geochemical Characteristics of Tin-bearing and Tin-barren Granites, Northern Nigeria. *Economic Geol.* vol.55, 71-82.

- Oweiss, G.A. and S.O. Khalil 1972: Distribution and Significance of Ba, Rb and Sr in Valle granite, Norway. Bull. Fac. Sei., Alexandria.
- Smith, J.V. 1974: Feldspar Minerals 2, Chemical and Textural Properties. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg.
- Rub, M.G. 1972: The role of gaseous phase during the formation of ore-bearing magmatic complexes. Chem. Geol. 10. 89-98.
- Rub, M.G. and V.A. Pavlova 1974: Geochemical and petrographical features of granitoids accompanied by stanniferous, rare-earth and tungsten mineralization. MAWAM ed. M. Štemprok, Ustřední ústav geologický 210-214, Praha.
- Streckeisen, A. 1976: To each plutonic rock its proper name. Earth Sci. rev. 12, 1-33.
- Štemprok, M. 1971: Petrochemical features of tin-bearing granites in the Kusne Hory Mts., Czechoslovakia. Soc. Mining. Geol. Japan, Spec. issue 2, 112-118.
- 1982: Tin-fluorine relationships in ore-bearing assemblages. MAWAM, ed. A.M. Evans. Geol. Surv. Prague, 321-337.
- Tauson, L.V., V.D. Kozlov and M.I. Kuzmin 1968: Geochemical criteria of potential ore-bearing in granite intrusions. Rep. 23rd Intern. Geol. Congress Sect 6, 123-129, Prague.
- Tischendorf, G. 1977: Geochemical and petrographic characteristics of silicic magmatic rocks associated with rare-element mineralization. MAWAM, The geol. Surv. Prague, 41-80.
- Tischendorf, G., G. Freise and R. Schindler 1969: Die Dunkelglimmer der westerzgebirgischen Granite und ihre Bedeutung als petrografische und metalogenetische Kriterien. Geologie 18, 384-399, 1024-1044.
- Vlasov, K.A. editor 1964: Geochemistry and mineralogy of rare elements and genetic types of their deposits. Acad. Sci. USSR. Ministr. Geol. USSR. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem 1968.
- Wilson, M.R. 1982: The relationship between uranium-enriched granites and hydrothermal mineralizations in northern Sweden. SGAB, Luleå.
- Wilson, M.R. and N.O. Sundin 1979: Isotopic age determinations on rocks and minerals 1960-1978. Rapport och meddelanden 16, SGU, Uppsala.

Accessoriska mineral (densitet 3.1 g/cm³)

	195	196	198	200	271	272	275	277	267	276
Allanit (Ca,REE) ₂ (Al,Fe,Mg) ₃ Si ₃ O ₁₂ (OH)						+	+	+		+
Almandin Fe ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂					+	+				
Apatit Ca ₅ (F,Cl)(PO ₄) ₃	++	++	++	++	+	+				
Argentit Ag ₂ S										+
Arsenikkis FeAsS								++		++
Bastnaesit (Ce,La)(CO ₃)F						+	+			+
Cassiterit SnO ₂										
Flusspat CaF ₂	+				++	+++	++		+	+++
Ilmenit FeTiO ₃	++	++	+	+	+		+		+	+
Kopparkis CuFeS ₂										
Magnetit Fe ₂ O ₃		+			+	+		+		
Monazit (Ce,La,Th,U,Nd,Sm)PO ₄					+		+		+	+
Scheelit CaWO ₄								+		
Silver metall								+		
Titanit CaTiSiO ₅								+	+	
Topas Al ₂ SiO ₄ (F,OH) ₂	++	++	++	+++	+			+		+
Volframit (Fe,Mn)WO ₄					+		+	+	+++	
Zirkon ZrSiO ₄	++	+	+	++	+	+	+		+	+

+++ förekommer rikligt, ++ förekommer i mindre omfattning, + förekommer, - tunnslip fanns ej.

Postadress

Besöksadress
Telefon
Telex
Telefax

Box 801, 95128 Luleå
Sverige
Regnbågsallén 4
0920-97600
Geonord S 80214
0920-98145

Box 118, 93070 Malå
Sverige
Skolgatan 11
0953-10710
0953-10225

Box 1424,
75144 Uppsala
Sverige
Vaksalagatan 10—12
018-156420
018-140210

Kungsg 4,
41119 Göteborg
Sverige
Kungsgatan 4
031-176880

84-09-10