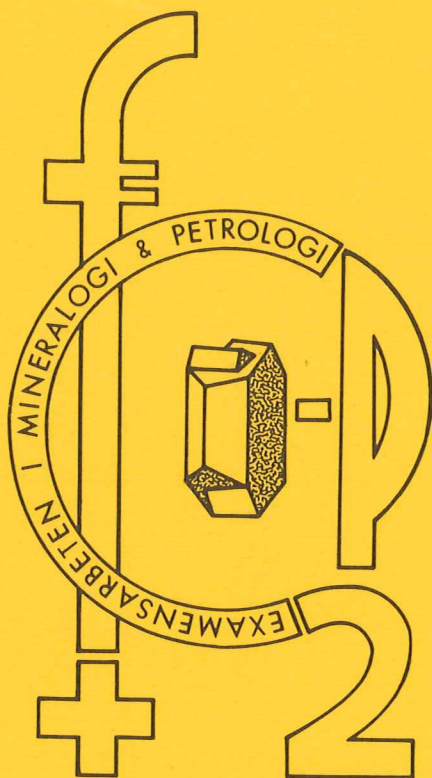


EXAMENSARBETEN I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

Mineralogi och petrologi



GRANATFÖRÄNDE PEGMATITER I SV VÄRMLAND.

EN MINERALOGISK OCH KEMISK STUDIE

Bengt Wedding

Lunds univ. Geobiblioteket



15000

600954136

GEOLOGISKA
INSTITUTIONENS BIBLIOTEK
LUND *per*

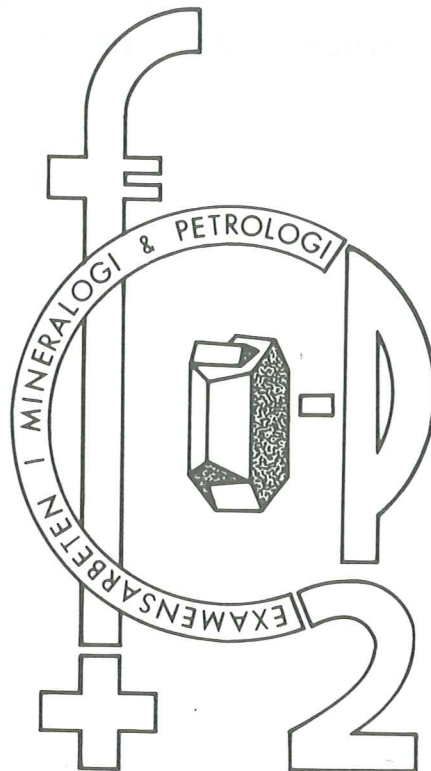
NR 21

INSTITUTIONEN LUNDS UNIVERSITET

CODEN: LUNBDS/(NBGO-5021)/1-28/(1987)

EXAMENSARBETEN I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

Mineralogi och petrologi



GRANATFÖRÄNDE PEGMATITER I SV VÄRMLAND.
EN MINERALOGISK OCH KEMISK STUDIE

Bengt Wedding

LUND 1987

GEOLOGISKA
INSTITUTIONENS BIBLIOTEK
LUND

NR 21

GEOLOGISKA INSTITUTIONEN LUNDS UNIVERSITET

FÖRORD

Denna uppsats ingår som ett examensarbete på geovetarlinjens fjärde år i Lund. För all hjälp jag fått under arbetets gång vill jag främst tacka min handledare doc. Anders Lindh vid Geologiska institutionen i Lund. Jag vill också tacka Takeshi Miyazu och Josef Gersner som bidragit med teknisk hjälp, samt alla andra som på något sätt dragit sitt strå till stacken.

April 1987

Bengt Wedding

ABSTRACT

In the southwest of the county of Värmland, southwestern Sweden, a group of granite intrusions called the Blomskog granite occurs (Lindh, 1977). When the Blomskog granite intruded into the country rock about 900 Ma ago, it was accompanied by several dikes and massifs of pegmatite and pegmatitic granites, which often are garnet-bearing.

Electron-microprobe studies of these garnets show that they are spessartine-almandine garnets with about 50% or more of the spessartine component. A mean value from 74 analyses gives a garnet composition with 56 mole% spessartine, 38% almandine, 5% grossularite and 1% pyrope component. The pyrope content is always very small, and in many analyses no magnesium is detected at all. The garnets are almost always euhedral, and they show no signs of resorption. This - and the fact that other garnets from the area normally are very Ca-rich - makes it likely that the origin of the garnets are magmatic.

The garnets show small but clear zoning, with Ca increasing from the margin of the grains towards the core. The zoning of Mn and Fe is weak or nonexistent.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD

ABSTRACT

1	INLEDNING.....	1
2	BAKGRUND	
	Områdesbeskrivning.....	2
	Granater.....	4
	Provtagning.....	5
3	MINERALOGI.....	6
	Resultat av punkträkning.....	11
4	ANALYSRESULTAT.....	12
	Resultat av energidispersiva analyser.....	17
5	SAMMANFATTNING OCH DISKUSSION.....	25
	REFERENSLITTERATUR.....	28

1 INLEDNING

Avdelningen för mineralogi och petrologi vid Geologiska institutionen i Lund, har under några års tid ägnat ett stort intresse åt de sydvästra delarna av den Baltiska urbergsskölden.

I samband med de undersökningar som bedrivs här har jag fått i uppgift att som examensarbete närmare undersöka de granatförande pegmatiter som är associerade till Blomskogsgraniten - beskriven av bl.a Lindh (1977) - i sydvästra Värmland. Arbetet innefattar en mineralogisk studie av pegmatiterna, samt en undersökning av några av de ingående mineralens kemiska sammansättning, där tyngdpunkten framför allt ligger på att studera granaternas kemiska sammansättning och variation, men även andra mineral som t.ex plagioklas och muskovit har blivit föremål för en noggrannare studie. Jag har här huvudsakligen ägnat mig åt mikroskopering och kemiska analyser, som utförts energidispersivt på geologiska institutionens svepelektronmikroskop.

Förutom den rent deskriptiva delen ingår även att med ledning av analysresultat och litteraturstudier försöka tolka granaternas genes, d.v.s i första hand om de är magmatiska eller upplockade från sidoberget, s.k xenokrister.

2 BAKGRUND

Områdesbeskrivning

Blomskogsgraniten utgöres av ett tiotal smärre intrusioner lokaliserade till de sydvästligaste delarna av Värmland (Fig.1). De äldsta bergarterna i området finns i väst och består av metasediment och metabasiter i Stora Le-Marstrand gruppen. Bergarterna i gruppen är inom stora områden migmatitiserade. Dessa avlöses österut av Åmål granitoiderna, som är en grupp skiffrika plutoniska bergarter, vilka domineras av granodioriter, tonaliter och kvartsdioriter, där graniter ingår som en underordnad del. Öster- och norrut övergår granitoiderna i migmatitiserade bergarter av både plutoniskt (Åmål granitoider samt eventuellt även andra plutoniska bergarter) och suprakrustalt ursprung.

I dessa bergarter har Blomskogsgraniten intruderat. Den åtföljs av ett flertal pegmatitgångar och flera massiv av mycket grovkorniga pegmatitiska graniter, som ofta är lokaliserade till intrusionens perifera delar (Lindh, 1977).

Blomskogsgraniten och dess pegmatiter är alltså de yngsta bergarterna i området. På grund av litologiska likheter har de blivit åldersmässigt korrelerade med Bohusgraniten vars ålder bestämts till 890 \pm 35 Ma (Skiöld, 1976)*. Blomskogsgranitens mineralogiska sammansättning är granitisk i termens inskränkta betydelse. Graniten blir i sina kanter full med delvis roterade fragment av sidoberget, upp till ett tiotal meter i längd varför själva kontakten - som i liten skala är knivskarp och skärande - i regional skala är oklar. Kontaktorna till sidoberget kan närmast liknas vid en storskalig breccia, där en succesiv övergång sker från granit, via sidobergsspackad granit och sidoberg med granitgångar, till sidoberg.

I området finns även pegmatiter av en äldre generation. I dessa har granat aldrig iakttagits. De granater som finns i andra bergarter i västsverige är vanligen mycket Ca-rika (Lindh, muntligt meddelande).

* Aldern som i Skiölds uppsats är beräknad med en sönderfallskonstant $\lambda = 1,39 \times 10^{-11} \text{ år}^{-1}$ är här omräknad med den nu använda konstanten $\lambda = 1,42 \times 10^{-11} \text{ år}^{-1}$

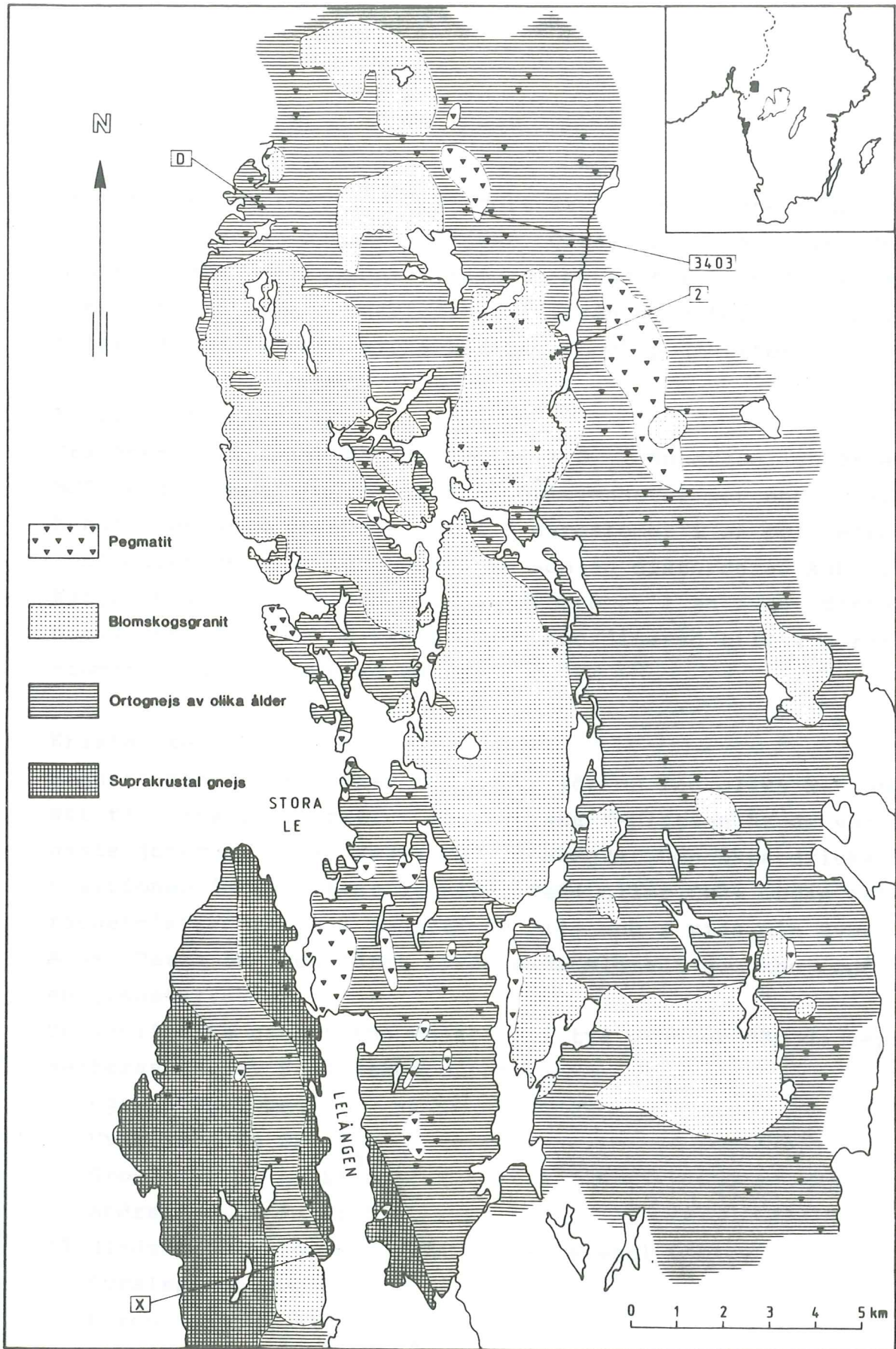


Fig.1. Översiktlig berggrundskarta (efter Lindh, 1977). Inramade beteckningar anger provtagningspunkter.

Granater

Granater existerar inom ett stort tryck- och temperaturområde och i varierande kemiska miljöer. Oftast är de associerade med kontakt- och regionalmetamorfa bergarter, men förekommer även i magmatiska bergarter, allt ifrån graniter till peridotiter samt sura vulkaniska bergarter och pegmatiter.

Kristallstruktur:

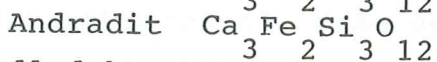
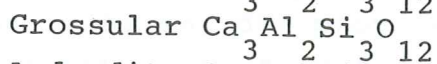
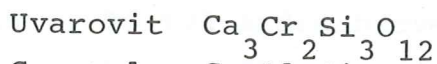
Granaternas allmänna formel är $X_3 Y_2 Z_3 O_{12}$. Enhetscellen är en BCC (Bodycentred cubic), med 8 formelenheter per enhetscell. X-katjonen är koordinerad till 8 syreatomer i en polyhedral konfiguration, som kan beskrivas som en distorderad kub. Y-katjonen är koordinerad till 6 syreatomer i en svagt distorderad oktaeder, och Z-katjonen är koordinerad till 4 syreatomer i en distorderad tetraeder.

Kristallkemi:

Granaternas struktur ger möjlighet för en rad olika katjoner att ta plats i gittret. I den kubiska X-platsen är de vanligaste jonerna: Ca^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} och Mg^{2+} . Den oktaedriska Y-positionen intas oftast av Al^{3+} , Fe^{3+} eller Cr^{3+} medan tetraederplatsen Z tas i anspråk av Si^{4+} och i viss mån även Al^{3+} . Detta är dock långt ifrån alla element som kan ingå i en granatstruktur.

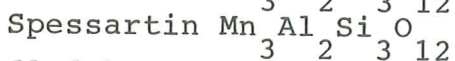
De vanligaste granaterna delas in i två grupper där de representeras av sex ändledskomponenter:

Ugranditgruppen



(Ändledskomponenter med Ca^{2+} på X-platsen).

Pyralspitgruppen



(Ändledskomponenter med Al^{3+} på Y-platsen)

Naturliga granater är en blandning av två eller flera av dessa ändledskomponenter. De granater som finns i pegmatiter är oftast spessartindominerade, där almandin är den väsentligaste tillkommande komponenten. Grossular förekommer i mindre mängd samt pyrop och andradit i mycket små koncentrationer (Deer m.fl., 1982). Enligt Nemeč (1976) är spessartin/almandin förhållandet temperaturberoende. Han menar att en lägre kristallisationstemperatur innebär ett högre spessartin/almandin förhållande.

Precis som i metamorfa granater, kan zonering förekomma även i magmatiska granater (Leake, 1967). Den visar sig oftast som Mn- och Ca-rika kärnor medan Fe- och Mg-halterna är störst i granatens kanter.

Granater i granitiska bergarter är inte någon direkt ovanlig förekomst. Det finns flera olika sätt på vilket deras förekomst kan förklaras. De kan t.ex vara xenokrister som blivit assimilerade från sidobergarter eller de kan vara högtrycksfaser som "överlevt" transporten upp till ytan (Green, 1976, 1977). I de allra flesta fall rör det sig dock om granater som kristalliserat i ett sent skede ur en väldifferentierad magma vid relativt låga P-T förhållanden (Miller & Stoddard, 1981, Hall, 1965, Cawthorn & Brown, 1976, Yermolov m.fl., 1979).

Provtagning

Proverna är tagna på fyra olika platser (se Fig.1). Proverna X och 2 är tagna i pegmatiter i utkanten av Blomskogsgranitmassiv. De två andra proverna är tagna på varierande avstånd från graniten, där prov 3403 tagits i den tidigare omnämnda "kontaktbreccian". Från dessa fyra prover har jag haft sammanlagt 11 slip att bearbeta: från prov 3403 tre, prov 2 tre, prov X ett och prov D fyra slip.

3 MINERALOGI

Pegmatit är som bekant en mycket grovkornig och inhomogen bergart. Man bör därför ha klart för sig att ett slip på 4 cm² ej är representativt för bergarten ifråga. För att kunna studera så mycket som möjligt av pegmatiternas mineralogi i tunnslip, måste man lägga slipen i bergartens finkornigare - och därmed ej representativa - delar.

Huvudmineralen i samtliga fyra prover är kvarts, plagioklas och mikroklin. Dessa tre mineral utgör tillsammans mer än 95 vol% av mineralinnehållet i samtliga prov. Övriga mineral är granat och muskovit som förekommer i varierande mängd. Klorit (som omvandlingsprodukt av biotit) finns som dominerande skikt-silikat i ett av proverna (D). Bland accessoriska mineral (som i vissa fall representeras av endast ett enda korn) kan nämnas euxenit, fergusonit, apatit, allanit, zirkon och magnetit/hematit.

För mineralfördelningen vill jag även hänvisa till resultatet av punkträkning (sid.11) som utförts på ett slip från varje provgrupp. Jag vill dock än en gång påpeka att slipen inte är representativa för bergarten som helhet, och att resultaten därför bör betraktas med stor försiktighet.

Kvarts

Kvartshalten uppvisar inte någon större variation mellan proven. Den varierar mellan 24vol% i prov X och 37vol% i prov 2. Kvartskornen är anhedrala och har med få undantag undulös utsläckning. Kornstorleken varierar märkbart. Kvarts uppträder som allt ifrån mycket finkornig sprickfylldnad till cm-stora korn. Kvarts förekommer i viss utsträckning även som maskformig myrmekit i plagioklaskornen, framför allt i prov D.

Plagioklas

Plagioklaskornens storlek varierar liksom kvartsens mycket. Kornen är vanligen subhedrala och är oftast tvillingbildade enligt albitlagen. Ett fåtal Carlsbadertvillingar har också observerats. Sericitisering är ganska vanligt och då framför allt i de större kornen, där den ofta är koncentrerad mot kornens centrum. De stora kornen kan ibland vara deformerade, vilket visar sig genom en "förskjutning" av tvillinglamellerna (Fig.2). Antipertit är inte ovanligt, och som tidigare nämnts förekommer även myrmeakit. Plagioklashalten varierar kraftigt mellan proven. I slipen D och 2 är den mycket hög med ca 49 respektive 43 vol%, i slip 3403 är den mer måttlig med ca 26 vol%, medan den i prov X utgör endast ca 11 vol%.

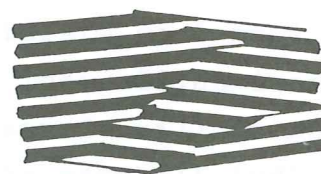


Fig.2. Deformation i plagioklaskorn.

De energidispersiva analyserna har gett en plagioklas-sammansättning som ligger på gränsen mellan albit och oligoklas, d.v.s ca 10 mol% anortit (se även Kap.4).

Kalifältspat

Precis som hos kvarts och plagioklas varierar även här kornstorleken ganska mycket. Kalifältspatkornen består av subhedrala till anhedrala mikroklinkorn. Dessa är ofta tvillingbildade enligt albit- och periklinlagen, vilket ger det för mikroklin karakteristiska "gallermönstret". Pertit är tämligen vanligt förekommande. Mikroklinhalterna uppvisar stora variationer mellan de olika provgrupperna. Slip 2 och D har låga mikroklinhalter med ca 18 respektive 16 vol%, i slip 3403 når den upp till ca 33 vol%, medan den i slip X dominerar kraftigt med ca 63 vol%. Det förtjänar dock att än en gång påpeka att dessa värden sannolikt ej är representativa för bergarten, då framför allt kalifältspat även förekommer som mycket stora korn.

Granat

Granater finns i samtliga prov och utgör ca 2-3 vol% av mineralinnehållet. De energidispersiva analyserna visar att sammansättningen huvudsakligen är en spessartin-almandinlösning med spessartin som den dominerande komponenten (se även Kap.4). Granaterna är oftast 6-8 kantigt euhedraala i slip. Färgen i parallellt ljus varierar från färglös till svagt rödbrun.

I prov 3403 är granaterna ganska små, de största ca 1 mm i diameter. Granaterna är talrika och ligger inte sällan i ansamlingar om flera korn. De är ofta lokaliserade till de mer finkorniga delarna av proven, vilket framgår särskilt tydligt i hållskala. Ytan är vanligen ren och opåverkad, i vissa fall är dock kornen uppspruckna och även inklusioner av kvarts och muskovit förekommer.

Granaterna i prov 2 är små, med en genomsnittsdiameter på ca 0,2 mm. Även här är de oftast lokaliserade till de finkornigare delarna av proven. Granaterna är spridda och uppträder oftast ensamma, men de förekommer även i mindre ansamlingar om 2-4 korn. De är rena och opåverkade, saknar inklusioner men har ibland små sprickor.

I slip X är granaterna mycket talrika och av varierande storlek. De är oftast mycket små (<0,1 mm) och uppträder då gärna i ansamlingar om flera korn. De större granaterna (upp till 1 mm) är, till skillnad från de små, genomsatta av sprickor och har ibland inklusioner.

Granaterna i prov D är med en diameter på 2-5 mm betydligt större än i övriga prover, men de är å andra sidan betydligt färre (endast en granat i varje slip). Samtliga dessa granater är uppspruckna och har rikligt med kvartsinklusioner. De är dock med undantag av ett korn euhedraala om än något "kantstötta".

Granaterna gränsar i samtliga prov till både kvarts, mikroklin och plagioklas samt i vissa fall även muskovit. Korngränserna är vanligen skarpa utan tecken på omvandling eller resorption. Visserligen kan man ibland se en svart kant kring granaterna i parallellt ljus, men då detta ej går att upptäcka i svepelektronmikroskopet rör det sig förmodligen om

ett optiskt fenomen. Ett fåtal granater uppvisar en viss anisotropi vilket ibland kan förekomma bland spessartingranater (Heinrich, 1965).

Muskovit (Phengit)

Muskoviten uppgår i prov 3403 och 2 till ca 2 vol%. I de två andra proverna (X och D) finns muskovit endast i accessoriska mängder (<1 vol%). Muskovitkornen är subhedrala till anhedrala. Kornstorleken varierar, de är dock oftast små och når sällan upp över 3 mm i längd. Färgen varierar från färglös till svagt rödbrun och uppvisar då även en svag pleokroism. Färgen fås av Fe²⁺ och Mg som substituerar för oktaedriskt Al (Deer m.fl, 1962). Substitutionen bekräftas även av de energidispersiva analyserna (se även Kap.4). Denna variant av muskovit kallas phengit. Muskovit förekommer även i form av sericit.

Klorit

Klorit finns endast i ett av proven (D) där den med ca 1 vol% är det dominerande skiktsilikatet. Kornen är subhedrala till anhedrala och tämligen små. Färgen är brun till brungrön och plekroitisk i parallellt ljus. Kloriten är med största sannolikhet sekundär, bildad från biotit. I de energidispersiva analyserna finns ingen detekterbar mängd K, och omvandlingen från biotit till klorit skulle m.a.o vara fullständig (se även Kap.4)

Accessoriska mineral

Följande uppgifter grundar sig både på optiska iakttagelser och energidispersiva analyser. Med vissa mineral som är svåra att identifiera optiskt får man gå "bakvägen" och via analyserna bestämma vilka mineral som är möjliga och sedan från deras optiska egenskaper avgöra vilket eller vilka som kan komma ifråga. Samtliga accessoriska mineral förekommer här i mycket små mängder (<< 1 vol%), i vissa fall har bara ett enda korn iakttagits. Naturligtvis kan det finnas ytterligare accessoriska mineral, som på grund av det förhållandevis lilla material som studerats ej har kunnat påvisas.

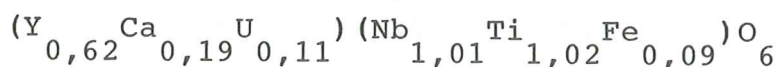
Euxenit

Euxenit är ett typiskt pegmatitmineral (Dana, 1946), med formeln AB_2O_6 där $A=Y, Ce, Ca, U, Th$ och $B=Ti, Nb, Ta, Fe^{3+}$.

Euxenit har tidigare observerats vid ett fåtal tillfällen i södra Sverige.

Den består här av ett par långsmala isotropa anhedrala korn. De har en metamict kärna som har djupt gulbrun egenfärg.

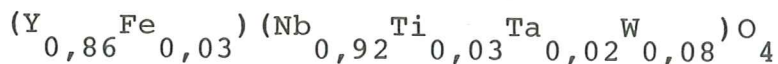
Kanterna har en ljusare gul färg och är ej isotropa. Den kemiska sammansättningen som grundar sig på en approximativ (standardlös) analys är följande:



Fergusonite

Fergusonit är ett mineral som finns i vissa granitiska pegmatiter (Dana, 1946). Fergusonit har formeln ABO_4 där $A=Y, Er, Fe$ m.fl och $B=Ca, Ta, Ti, Sn$ och W . Fergusonit har tidigare observerats i bl.a Ytterby i Sverige samt från flera lokaler i Iveland i södra Norge.

Fergusoniten utgöres i detta fall av ett subhedralt pyramidalt korn. Det är ljusbrunt i centrum, där man kan se en zonal uppbyggnad. Kanterna är metamicta, mörkt bruna till rödbruna och isotropa. En högst approximativ analys ger:



Bland övriga accessoriska mineral kan nämnas apatit, allanit, zirkon, ilmenit-pyrophanit (pyrophanit är Mn-ändledet av ilmenit) och magnetit/hematit (dessa två mineral kan ej skiljas i de energidispersiva analyserna).

Resultat av punkträkning

Punkträkning har utförts på ett slip från varje prov. Jag har räknat 900 punkter på alla slip utom slip 3403, där jag räknat 800 punkter.

Prov nr., fördelning - volym %

Mineral	3403	2	X	D
Kvarts	36	37	24	30
Mikroklin	33	16	63	18
Plagioklas	26	43	11	49
Granat	3	2	2	2
Muskovit	2	2	<1	<1
Klorit	-	-	-	1
Övriga mineral	<1	<1	<1	<1
Totalt	100	100	100	100

4 ANNALYSRESULTAT

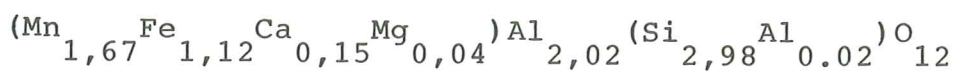
Analyserna har gjorts med en energidispersiv röntgenanalysutrustning monterad på geologiska institutionens svepelektronmikroskop. Kolskiktstjockleken är 4 nm, och i samtliga analyser har jag använt mig av en provström på ca 300 nA. Samma provström har använts även vid standardinläsningen.

Följande standards ligger till grund för analyserna:

<u>Mineral</u>	<u>Standard</u>
Granat	- MICRO-PYROP, för Mg, Al, Si och Ca PLANO-Mn, för Mn TAYLOR-HEMATIT, för Fe
Plagioklas	- TAYLOR-ALBIT, för Na och Si TAYLOR-SPINELL, för Al TAYLOR-WOLLASTONIT, för Ca
Muskovit och Klorit	- TAYLOR-ORTOKLAS, för K TAYLOR-SPINELL, för Mg och Al TAYLOR-WOLLASTONIT, för Si och Ca TAYLOR-RUTIL, för Ti TAYLOR-HEMATIT, för Fe PLANO-Mn, för Mn

Granat

Sammanlagt har 24 granater blivit analyserade. I varje granat har jag gjort tre analyser - en i kanten, en i centrum och en mittemellan - för att kunna upptäcka eventuella zoner. Granaterna är huvudsakligen en fast lösning av spessartin och almandin, med spessartin som den dominerande komponenten. Dessutom finns grossular samt mycket små mängder pyrop (Mg-halten ligger dock ofta på detektionsgränsen (0,1 vikt% MgO) och i många av granaterna har Mg ej detekterats). En beräkning av medelvärdet på 74 analyser ger följande granatsammansättning:



eller	Spessartin	56%
	Almandin	38%
	Grossular	5%
	Pyrop	1%

Avvikelserna från denna "medelgranat" är dock betydande.

För att undersöka förhållandet mellan Mn, Fe och Ca har jag plottat dessa elementhalter från samtliga analyser i ett trekomponent-diagram (Fig.3a). Med undantag av prov 3403 kan man se att spridningen med avseende på Mn och Fe är ganska liten

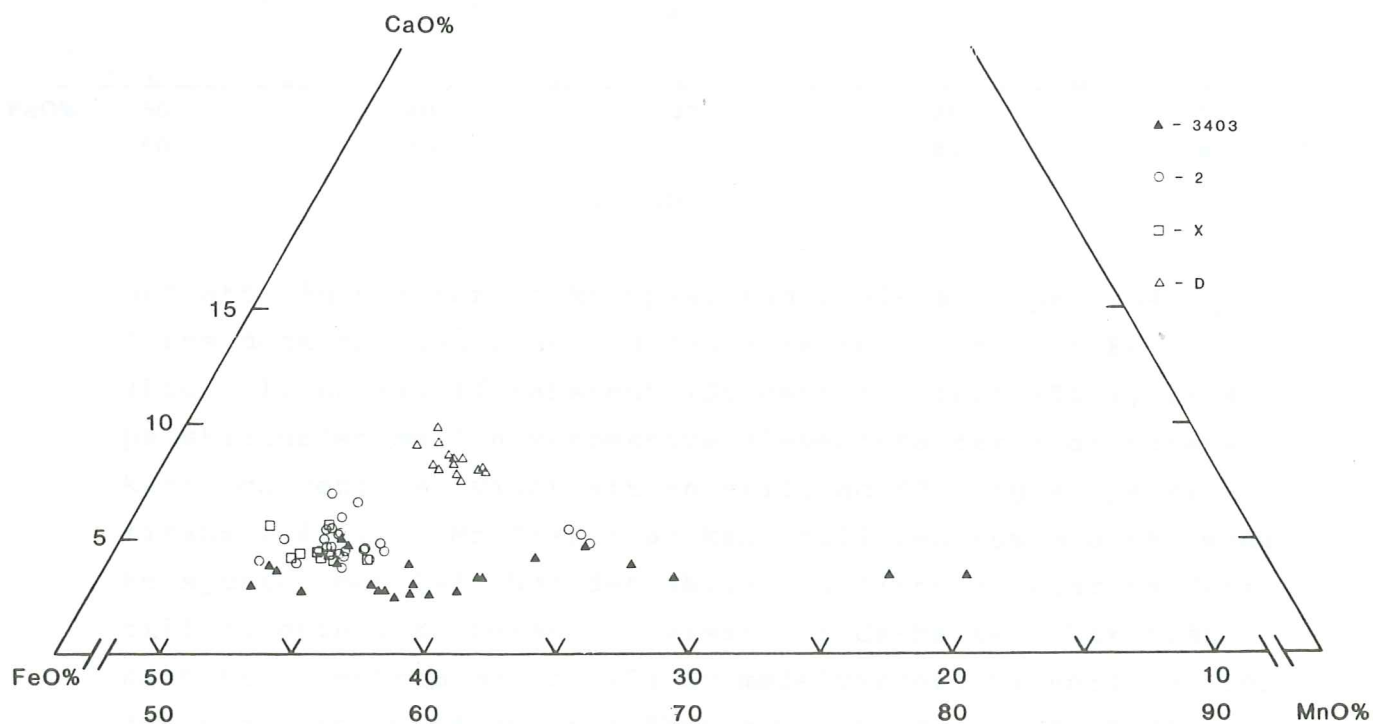


Fig.3a.

Fig.3. Diagrammen visar molförhållandet mellan MnO, FeO och CaO (MnO+FeO+CaO är omräknat till 100%), och kan med en inte alltför grov approximation gälla även för spessartin-, almandin- och grossularhalterna. I Fig.a är samtliga granatanalyser plottade medan Fig.b visar analysvärdena från prov 3403.

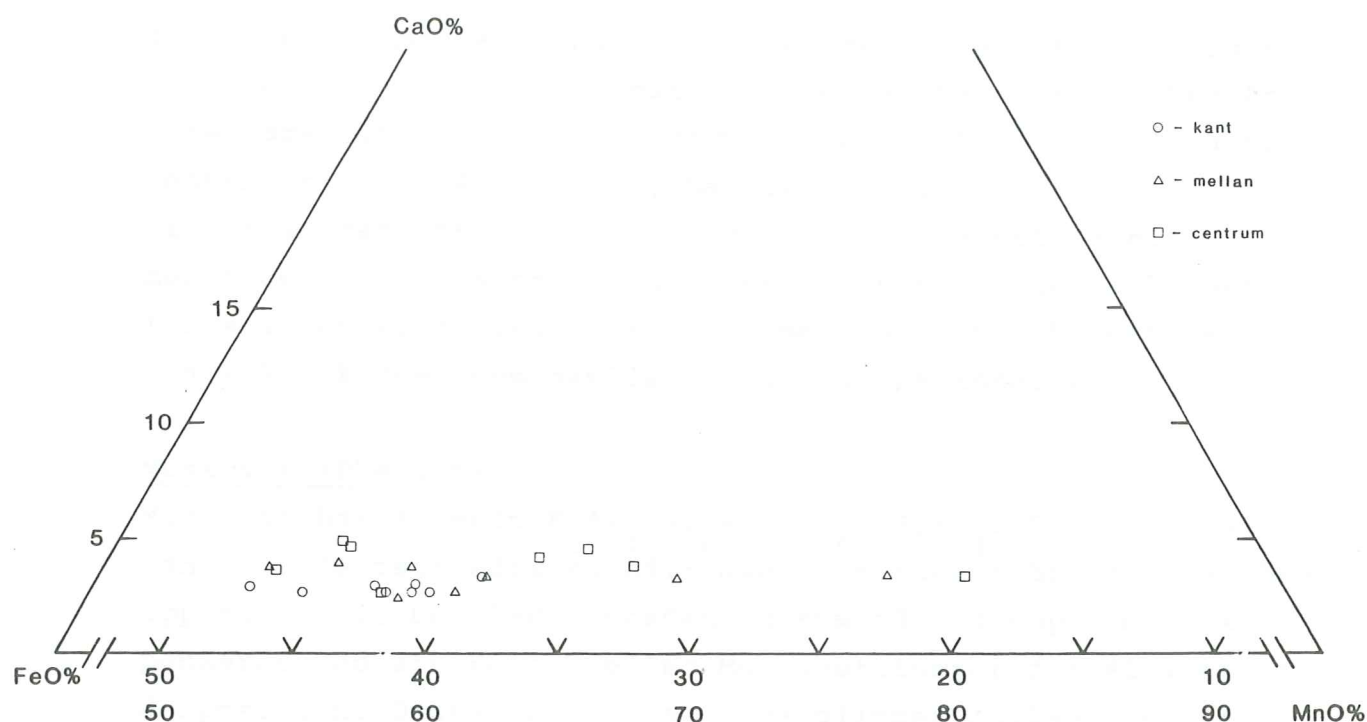


Fig.3b.

och att någon zonerings knappast kan påvisas. I prov 3403 finns dock en viss zonerings med avseende på Mn och Fe (Fig.3b). En signifikanstest (Student's t-test (Till, 1974)) på skillnaden mellan respektive element-halter i granatens kant och centrum, visar att en skillnad föreligger på signifikansnivå 0,10. Mn ökar från kant till centrum med 9%, medan Fe sjunker med 14%. När det gäller Ca finns en klar tendens till zonerings. En beräkning visar att Ca-halten ökar från kant till centrum med ca 20% av medelvärdet. Visserligen rör det sig inte om någon stor ökning men tendensen är ändå klar. En signifikanstest på differensen mellan Ca halter i kant och centrum visar att ökningen är signifikant på nivå 0,001 (med 99,9% sannolikhet).

Plagioklas

Plagioklasanalyserna uppvisar ganska låga variationer i anortithalten. Ett medelvärde av 29 plagioklasanalyser ger följande sammansättning:

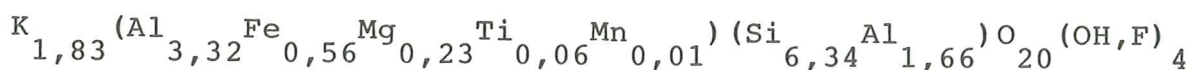


alltså en sammansättning på gränsen mellan albit och oligoklas. Variationen i sammansättning mellan de olika proven är inte särskilt stor. Standardavvikelsen (2σ) för de olika elementen är Si 0,04, Al 0,05, Na 0,07 och Ca 0,05. I prov 3403 ligger sammansättningen strax under medelvärdet (albit), medan den i övriga prov ligger strax över (oligoklas). Det finns ingen signifikant skillnad mellan kant och centrum i plagioklaskornen som skulle kunna tyda på zonerings.

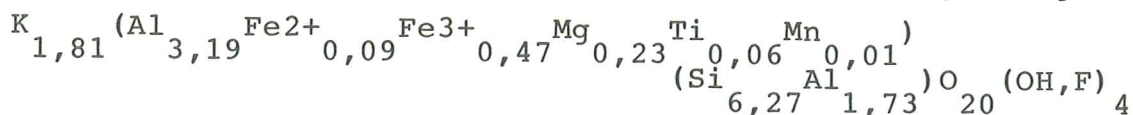
Muskovit (Phengit)

Muskovit har formeln $K_2 Al_4 (Si_6 Al_2) O_{20} (OH, F)_4$. Si/Al förhållandet i de tetraedriska hålrummen som idealt är 3:1, kan öka upp till 7:1. Den laddningsökning som härvid uppkommer, kompenseras med att Fe och/eller Mg substituerar för Al i oktaederposition. Denna variant av ljus glimmer kallas phengit. Även Mn och Ti (m.fl element) kan substituera för Al (Deer m.fl, 1962).

Muskoviterna i mina prover har visat sig vara phengitiska (även den svaga färegen i parallellt ljus, tydde på att det inte är en stökiometriskt ren muskovit). Ett medelvärde av sju analyserade glimmerkorn ger följande sammansättning:



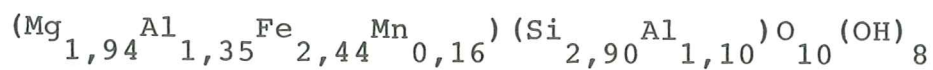
Fe kan finnas både som 2- och 3-värd jon, men är här räknat som Fe²⁺. För att få laddningsbalans på phengitsubstitutionen ($Si^{4+} + Fe^{2+} = 2Al^{3+}$) har jag fört över en del av Fe²⁺ till Fe³⁺, vilket resulterat i en sammansättning enligt följande:



Klorit

Klorit har formeln $(Mg, Al, Fe)_6 (Si, Al)_4 O_{10} (OH)_8$. Även Mn (m.fl element) kan gå in i oktaederpositionerna. Klorit är en vanlig omvandlingsprodukt från biotit vid hydrotermala omvandlingar i magmatiska bergarter, enligt formeln:

biotit + kvarts + H₂O = klorit + kalifältspat (Deer m.fl, 1962). Detta är förmodligen fallet för den klorit som finns i prov D. Ett medelvärde av 4 analyser ger följande sammansättning:



(Fe är här räknat som Fe²⁺ men kan även förekomma som Fe³⁺).

Resultat av energidispersiva analyser

Granater

För varje granat-analys anges i övre raden elementhalten i vikt%, och i undre raden antal katjoner i formeln per 12 syre ($X_3Y_2Z_3O_{12}$). Siffran i vänstra kolumnen står för analysnummer och bokstaven indikerar var på granaten analysen är gjord (k=kant, m=mitt, c=centrum).

Prov 3403

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	FeO	CaO	MgO	Tot.
1.k -	35.30 2.97	20.99 2.08	23.09 1.65	16.49 1.16	0.91 0.08	0.35 0.04	97.13 7.99
m -	34.36 2.91	20.64 2.06	24.52 1.76	16.66 1.18	1.27 0.12	0.36 0.05	97.82 8.06
c -	34.54 2.96	20.57 2.07	22.31 1.62	16.89 1.21	1.66 0.15	- -	95.97 8.01
2.k -	35.87 3.00	20.68 2.04	21.50 1.52	18.84 1.32	0.97 0.09	- -	97.85 7.98
m -	35.77 2.98	20.96 2.06	21.71 1.53	18.53 1.29	1.25 0.11	0.26 0.03	98.48 8.00
c -	35.35 2.99	20.40 2.03	21.76 1.56	18.32 1.30	1.19 0.11	- -	97.03 7.99
3.k -	36.65 2.97	21.54 2.06	24.25 1.66	17.55 1.19	1.01 0.09	0.24 0.03	101.24 8.00
m -	36.41 2.99	21.21 2.05	28.83 2.00	12.38 0.85	1.19 0.10	- -	100.02 7.99
c -	35.82 2.95	21.21 2.06	28.23 1.97	13.01 0.90	1.38 0.12	0.09 0.01	99.74 8.02
4.k -	36.61 3.00	21.06 2.03	24.48 1.70	16.56 1.14	1.00 0.09	0.19 0.02	99.90 7.98
m -	36.63 3.01	20.99 2.03	25.56 1.78	15.36 1.06	1.14 0.10	- -	99.68 7.97
c -	35.33 2.91	21.58 2.10	27.24 1.90	13.61 0.94	1.55 0.14	0.37 0.04	99.67 8.04

forts. prov 3403

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	FeO	CaO	MgO	Tot.
5.k -	36.42 2.97	21.52 2.07	25.13 1.74	16.63 1.14	0.86 0.08	- -	100.55 7.99
m -	36.69 2.97	21.57 2.06	25.80 1.77	16.36 1.11	0.99 0.09	- -	101.42 8.00
c -	35.23 2.95	21.15 2.09	26.08 1.85	14.25 1.00	1.45 0.13	- -	98.16 8.01
6.k -	36.60 3.01	21.06 2.04	24.18 1.69	16.63 1.14	0.95 0.08	- -	99.42 7.97
m -	36.73 2.97	21.48 2.05	24.17 1.66	16.97 1.15	0.85 0.07	0.90 0.11	101.10 8.01
c -	36.32 2.98	20.99 2.03	24.18 1.68	17.33 1.19	0.95 0.08	0.20 0.02	99.96 8.00
7.k -	36.34 3.00	21.04 2.05	22.37 1.56	18.04 1.25	0.94 0.08	0.29 0.04	99.02 7.98
m -	35.50 2.95	21.12 2.07	23.20 1.63	17.67 1.23	1.39 0.12	- -	98.88 8.01
c -	34.81 2.91	21.25 2.09	23.35 1.65	17.43 1.22	1.59 0.14	0.21 0.03	98.66 8.04
8.k -	36.14 2.99	21.05 2.06	25.22 1.77	15.29 1.06	1.10 0.10	- -	98.80 7.98
m -	35.59 3.00	20.58 2.04	31.27 2.23	8.65 0.61	1.09 0.10	- -	97.19 7.98
c -	34.86 2.95	20.81 2.08	32.61 2.34	7.51 0.53	1.14 0.10	0.11 0.01	97.04 8.01

Prov 2

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	FeO	CaO	MgO	Tot.
9.k -	36.20 3.02	20.92 2.06	22.60 1.60	16.06 1.12	1.55 0.14	0.20 0.02	97.53 7.95
m -	35.45 2.99	20.67 2.05	22.48 1.61	16.38 1.16	1.48 0.13	0.33 0.04	96.78 7.98
c -	35.68 3.00	20.68 2.05	22.72 1.62	16.46 1.16	1.35 0.12	0.26 0.03	97.14 7.98

forts. prov 2

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	FeO	CaO	MgO	Tot.
10.k-	35.75 3.01	20.85 2.07	21.96 1.57	16.66 1.17	1.38 0.12	- -	96.60 7.95
m-	35.75 2.99	20.70 2.04	22.08 1.56	17.30 1.21	1.44 0.13	0.47 0.06	97.75 7.99
c-	35.00 3.00	20.24 2.05	21.66 1.57	16.68 1.20	1.71 0.16	- -	95.29 7.98
11.k-	35.72 3.01	20.43 2.03	22.48 1.60	17.06 1.20	1.21 0.11	0.31 0.04	97.20 7.98
m-	35.09 2.98	20.06 2.01	22.42 1.61	17.02 1.21	1.67 0.15	0.42 0.05	96.68 8.02
c-	35.36 2.96	20.33 2.01	22.64 1.61	17.70 1.24	1.71 0.15	0.49 0.06	98.22 8.03
12.k-	34.90 2.97	20.76 2.08	25.21 1.81	12.96 0.92	1.63 0.15	0.51 0.06	95.96 7.99
m-	35.43 2.99	20.47 2.04	25.94 1.86	12.91 0.91	1.56 0.14	0.36 0.05	96.68 7.99
c-	34.64 2.98	20.55 2.08	25.42 1.85	12.78 0.92	1.61 0.15	- -	95.00 7.98
13.k-	36.67 3.00	21.15 2.04	23.19 1.61	16.96 1.16	1.51 0.13	0.23 0.03	99.70 7.98
m-	35.00 2.96	20.76 2.07	22.49 1.61	16.14 1.14	1.99 0.18	0.29 0.04	96.66 8.00
c-	34.90 2.97	20.55 2.06	22.42 1.62	16.16 1.15	1.63 0.15	0.29 0.04	95.95 7.99
14.k-	36.76 2.96	21.35 2.03	22.55 1.54	19.62 1.32	1.40 0.12	0.43 0.05	102.11 8.02
m-	36.28 2.99	20.84 2.02	22.63 1.58	17.48 1.20	1.86 0.16	0.43 0.05	99.52 8.00
c-	35.33 2.93	21.05 2.06	22.66 1.59	17.32 1.20	2.37 0.21	0.39 0.05	99.12 8.04

forts. prov 2

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	FeO	CaO	MgO	Tot.
15.k-	35.74 3.00	20.45 2.02	22.25 1.58	18.12 1.27	1.31 0.12	- -	97.87 7.99
m-	35.79 3.00	20.36 2.01	22.39 1.59	17.29 1.21	1.54 0.14	0.26 0.03	97.62 7.99
c-	35.58 2.99	20.61 2.04	22.58 1.61	16.98 1.19	1.51 0.14	0.27 0.03	97.53 7.99
16.k-	35.41 3.02	20.16 2.02	22.11 1.59	17.00 1.21	1.43 0.13	- -	96.11 7.97
m-	35.39 2.96	20.49 2.02	22.14 1.57	18.40 1.29	1.66 0.15	0.40 0.05	98.47 8.03
c-	35.44 2.99	20.34 2.02	22.18 1.59	17.23 1.22	1.52 0.14	0.28 0.03	97.00 7.99
17.k-	36.22 3.03	20.64 2.03	23.03 1.63	16.39 1.14	1.43 0.13	- -	97.71 7.96
m-	35.38 2.98	20.50 2.03	22.62 1.61	17.21 1.21	1.41 0.13	0.32 0.04	97.45 8.00
c-	34.05 2.95	20.21 2.06	22.24 1.63	16.27 1.18	2.19 0.20	- -	94.94 8.02

Prov X

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	FeO	CaO	MgO	Tot.
18.k-	36.53 2.99	21.16 2.04	23.43 1.63	17.02 1.17	1.42 0.12	0.28 0.03	99.85 7.99
m-	36.46 3.00	20.57 2.00	22.90 1.60	17.77 1.22	1.45 0.13	0.47 0.06	99.62 8.00
c-	36.51 3.03	20.56 2.01	22.65 1.59	17.70 1.23	1.36 0.12	- -	98.87 7.97
19.k-	35.79 2.99	20.84 2.05	21.89 1.55	18.07 1.26	1.32 0.12	0.24 0.03	98.16 7.99
m-	35.35 2.99	20.25 2.02	22.10 1.58	16.94 1.20	1.80 0.16	0.41 0.05	96.85 8.00
c-	35.43 2.96	20.59 2.03	21.73 1.54	18.49 1.29	1.94 0.17	0.20 0.02	98.38 8.02

forts. prov X

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	FeO	CaO	MgO	Tot.
20.k-	38.03 3.01	21.69 2.02	23.72 1.59	18.35 1.21	1.37 0.12	0.27 0.03	103.42 7.98
m-	37.41 3.02	20.86 1.99	23.00 1.57	18.03 1.22	1.56 0.13	0.35 0.04	101.21 7.98
c-	37.31 2.96	21.98 2.06	23.20 1.56	18.77 1.25	1.57 0.13	0.52 0.06	103.34 8.01

Prov D

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	FeO	CaO	MgO	Tot.
21.k-	36.14 3.00	20.52 2.01	24.18 1.70	14.10 0.98	2.57 0.23	0.71 0.09	98.22 8.00
m-	36.23 3.00	20.37 1.99	23.98 1.68	14.78 1.02	2.79 0.25	0.56 0.07	98.71 8.01
c-	35.81 2.98	20.65 2.02	23.28 1.64	14.61 1.02	3.21 0.29	0.50 0.06	98.06 8.01
22.k-	36.50 3.00	20.92 2.03	23.70 1.65	14.76 1.01	2.53 0.22	0.63 0.08	99.04 7.99
m-	36.78 3.00	21.13 2.03	24.28 1.68	14.13 0.97	2.58 0.23	0.57 0.07	99.47 7.98
c-	36.49 2.98	21.01 2.02	23.99 1.66	14.72 1.01	2.78 0.24	0.66 0.08	99.65 8.00
23.k-	37.14 2.98	21.14 2.00	24.64 1.68	15.56 1.05	2.78 0.24	0.59 0.07	101.85 8.02
m-	37.26 3.01	20.88 1.99	24.08 1.65	15.00 1.01	2.85 0.25	0.67 0.08	100.74 7.99
c-	37.17 3.00	21.15 2.01	23.95 1.64	15.10 1.02	3.15 0.27	0.59 0.07	101.11 8.00
24.k-	36.55 3.02	20.43 1.99	24.04 1.68	14.19 0.98	2.56 0.23	0.75 0.09	98.52 7.99
m-	36.59 3.02	20.47 1.99	24.21 1.69	14.86 1.02	2.53 0.22	0.33 0.04	98.97 7.99
c-	36.28 3.01	20.28 1.98	23.46 1.65	14.93 1.04	2.74 0.24	0.60 0.07	98.28 8.00

Plagioklas

För varje analys anges i övre raden elementhalterna i vikt%, och i undre raden antal katjoner i formeln per 8 syre ($(\text{Na}_{1-x}\text{Ca}_x)\text{Al}_{1+x}\text{Si}_{3-x}\text{O}_8$). Siffran i vänstra kolumnen anger analysnummer medan bokstaven indikerar var analysen är gjord (k=kant och c=centrum).

Prov 3403

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	Tot.
1.k -	65.57 2.92	20.41 1.07	10.98 0.95	1.78 0.08	98.73 5.02
c -	65.72 2.93	20.27 1.07	10.84 0.94	1.32 0.06	98.15 5.00
2.k -	66.98 2.93	21.02 1.08	10.52 0.89	1.67 0.08	100.20 4.98
c -	66.98 2.93	21.02 1.08	10.52 0.89	1.67 0.08	100.20 4.98
3.k -	66.79 2.92	20.94 1.08	10.96 0.93	1.57 0.07	100.25 5.00
c -	67.39 2.93	20.60 1.06	11.10 0.94	1.63 0.08	100.72 5.01
4.k -	67.96 2.95	20.44 1.05	11.23 0.95	1.00 0.05	100.63 5.00
c -	67.59 2.94	20.67 1.06	10.99 0.93	1.38 0.06	100.64 4.99

Prov 2

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	Tot.
5.k -	65.89 2.89	21.50 1.11	10.37 0.88	2.45 0.11	100.20 5.00
c -	65.16 2.88	21.34 1.11	10.36 0.89	2.45 0.12	99.31 5.00
6.k -	64.84 2.90	21.18 1.12	9.82 0.85	2.29 0.11	98.13 4.97
c -	64.61 2.89	21.25 1.12	9.95 0.86	2.44 0.12	98.24 4.98
7.k -	65.98 2.88	21.85 1.12	10.43 0.88	2.30 0.11	100.56 5.00
c -	67.26 2.91	21.36 1.09	10.40 0.87	2.14 0.10	101.16 4.98

forts. prov 2

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	Tot.
8.k -	65.13 2.90	20.86 1.10	10.11 0.87	2.26 0.11	98.36 4.98
c -	64.87 2.90	21.04 1.11	10.09 0.87	2.28 0.11	98.27 4.99
9.k -	65.62 2.91	20.78 1.09	10.46 0.90	1.98 0.09	98.85 4.99
c -	64.98 2.91	20.83 1.10	9.98 0.87	2.13 0.10	97.93 4.98

Prov X

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	Tot.
10.k-	66.24 2.89	21.66 1.11	10.22 0.86	2.68 0.13	100.79 4.99
c-	66.35 2.92	21.05 1.09	10.01 0.85	2.15 0.10	99.56 4.96
11.k-	66.10 2.92	20.82 1.09	9.92 0.85	2.07 0.10	98.92 4.96
c-	63.97 2.89	20.66 1.10	10.22 0.89	2.77 1.13	97.62 5.01

Prov D

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	Tot.
12.k-	65.21 2.92	20.67 1.09	9.90 0.86	2.06 0.10	97.84 4.97
c-	64.55 2.89	21.18 1.12	9.73 0.84	2.67 0.13	98.14 4.98
13.k-	64.19 2.87	21.41 1.13	9.76 0.85	2.90 0.14	98.25 4.99
c-	65.05 2.86	21.97 1.14	9.98 0.85	2.89 0.14	99.90 4.99
14.c-	66.15 2.88	21.89 1.12	9.93 0.84	2.89 0.13	100.86 4.98
15.k	64.71 2.88	21.26 1.12	10.01 0.86	2.57 0.12	98.54 4.99
c-	64.64 2.88	21.49 1.13	9.87 0.85	2.78 0.13	98.76 4.99

Muskovit

För analyserna anges i övre raden elementhalten i vikt%, och i undre raden antal katjoner i formel per 22 syre där OH räknats som $1 \text{ OH} = 1/2 \text{ O}$ ($\text{K}_2(\text{Al,Fe,Mg,Mn,Ti})_4(\text{Si,Al})_8\text{O}_{20}(\text{OH,F})_4$). Vänstra kolumnen anger prov- och analysnummer. Analyserna är ej omräknade med tanke på förekomst av Fe^{3+} .

	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	FeO	MgO	TiO_2	MnO	Tot.
3403-1-	44.92 6.33	30.65 5.09	10.30 1.85	4.78 0.56	0.70 0.15	0.36 0.04	- -	91.71 14.02
3403-2-	45.76 6.30	31.22 5.06	10.39 1.82	4.93 0.57	0.90 0.18	0.61 0.06	0.16 0.02	93.96 14.02
2-3	- 45.25 6.33	30.45 5.02	9.99 1.78	4.38 0.51	1.16 0.24	0.60 0.06	0.32 0.04	92.15 13.99
2-4	- 44.68 6.33	29.71 4.96	10.17 1.84	4.78 0.57	1.19 0.25	0.66 0.07	0.30 0.04	91.48 14.04
2-5	- 46.10 6.34	30.29 4.91	10.50 1.84	5.06 0.58	1.35 0.28	0.85 0.09	- -	94.15 14.04
2-6	- 44.66 6.32	30.07 5.01	10.30 1.86	4.67 0.55	1.08 0.23	0.60 0.06	- -	91.38 14.04
X-7	- 46.34 6.43	29.54 4.83	10.38 1.84	4.88 0.57	1.29 0.27	0.67 0.07	- -	93.10 14.00

Klorit

För varje analys anges i övre raden elementhalten i vikt% och i undre raden antal katjoner i formel per 14 syre där OH räknats som $1 \text{ OH} = 1/2 \text{ O}$ ($(\text{Mg,Al,Fe,Mn})_6(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$). I vänstra kolumnen anges analysnummer (samtliga analyser från prov D).

	SiO_2	Al_2O_3	FeO	MgO	MnO	Tot.
1.	- 26.28 2.96	17.14 2.27	27.04 2.54	11.62 1.95	1.94 0.19	84.02 9.91
2.	- 26.09 2.88	19.57 2.54	27.55 2.54	10.73 1.76	1.43 0.13	85.37 9.85
3.	- 27.33 2.94	19.33 2.46	26.36 2.37	11.78 1.89	1.78 0.16	86.57 9.83
4.	- 25.77 2.80	19.83 2.54	25.21 2.29	13.02 2.11	1.97 0.18	85.80 9.93

5 SAMMANFATTNING OCH DISKUSSION

Granaternas sammansättning med spessartin och almandin som huvudkomponenter, talar entydigt för en magmatisk genes. Granater i övriga västsverige är, som tidigare nämnts, mycket Ca-rika, medan de undersökta granaterna har ett medelvärde av endast ca 5% grossularkomponent. När granater uppträder som xenokrister kan man oftast även se att de har blivit starkt påverkade och omvandlade i sin nya miljö (Cox m.fl, 1979). De granater jag tittat på, visar i de flesta fall inga som helst tecken på omvandling eller resorption, de har oftast en närmast perfekt euhedral form och med undantag av små tunna sprickor och ett fåtal inklusioner är ytorna mycket rena.

Granat är normalt ett högtrycksmineral (Green, 1976, 1977). Green (1977) har visat att kristallisation av en almandin-granat i en sur magma kräver ett tryck motsvarande ca 25km djup. MnO har dock en avgörande betydelse för stabiliseringen av granater vid lägre tryck. Green fann att en spessartinhalt på 20-25% kan få en granat att kristallisera vid ett tryck motsvarande 12km djup. Det erforderliga djupet blir dock än lägre med en högre spessartinhalt. Även i högtrycksfallet borde granaterna visa tydliga tecken på resorption och dessutom sker uppåtstigningen av en granitisk magma så långsamt att svårigheter skulle uppstå med att behålla de tunga faserna som t.ex granater, utan att de fraktioneras bort (Cawthorn & Brown, 1976).

Med tanke på den höga spessartinhalten i granaterna samt att de inte visar några tecken på omvandling och resorption är det troligt att de är kristalliserade in situ från en väl-differentierad magma vid ganska lågt tryck. Ett indicium på att Blomskogsgraniten sannolikt inte kristalliserat vid något stort djup, är att den innehåller sparsamt med drusrum av upp till nästan en decimeters diameter, i vilka kristallisation av bergkristaller har skett.

Det finns flera hypoteser för att förklara varför granater i felsiska bergarter, och då framför allt pegmatiter, är så starkt Mn-anrikade. Hall (1965) menar att granaterna återspeglar en del av bergartens sammansättning. Eftersom granater innehåller det mesta av det mangan som finns i bergarten, skulle en Mn-rik bergart återspeglas i att den blir granatförande. Att Mn ej tas upp i muskovit är enligt Hall en följd av Goldschmidts regler, som för muskovit innebär att oktaedrisk joner tas upp i följande rangordning: Al^{3+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} och Mn^{2+} . Detta medför att Mn anrikas i smältan när muskovit kristalliserar. En ren almandin-granat kan ej kristallisera vid det aktuella trycket och temperaturen, men Mn-anrikningen i magman gör det möjligt för en spessartin/almandin-granat att kristallisera.

I det av Hall undersökta fallet var förhållandet granat/muskovit mycket litet. Det Mn som finns i bergarten skulle alltså mycket väl kunna ha fått plats i muskoviten.

En annan hypotes är att granat och muskovit kristalliserar samtidigt genom en reaktion mellan biotit och smälta (Miller & Stoddard, 1981) enligt formeln: biotit + Mn-rik smälta = granat + muskovit. En sådan reaktion skulle enligt Miller & Stoddard åstadkomma ungefär lika mängder muskovit som granat.

Zonering med avseende på Mn och Fe i granaterna är mycket svag eller saknas helt, medan det däremot finns en klar Ca-zonering. Denna är dock inte betydande till sitt belopp (en ökning av Ca-halten från kant till centrum med ca 20%). Green (1977) har på experimentell väg funnit att grossularhalten - oavsett granatens sammansättning - ökar då trycket ökar. Detta skulle alltså kunna innebära att granaterna i mina prov har kristalliserat under en trycksänkning, vilket inte heller förefaller vara otroligt. Jag har inte kunnat påvisa någon zonering i plagioklasen, men det faktum att sericitiseringen vanligen är intensivast i plagioklaskornens kärna tyder dock på en viss zonering. Oavsett om en zonering hos plagioklaserna föreligger eller ej, kommer kristallisation av plagioklas

att medföra att magman utarmas på kalcium. Detta kan också vara en förklaring (eller del av förklaringen) till den påvisade Ca- zoneringsen i granaterna.

REFERENSLITTERATUR

- Cawthorn, R.G and Brown, P.A., 1976 - A model for the formation and crystallization of corundum-normative calc-alkaline magmas through amphibole fractionation., *J. Geol.*, 84, 467-476.
- Cox, K.G., Bell, J.D and Pankhurst, R.J, 1979 - The interpretation of igneous rocks., George Allen & Unwin, London.
- Dana, J.D., 1946 - The system of mineralogy, vol.1: Elements, sulfides, sulfosalts, oxides., John Wiley & Sons, New York.
- Deer, W.A., Howie, R.A. and Zussman, J., 1982 - Rock-forming minerals, vol.1A: Orthosilicates., Longman, Bath.
- Deer, W.A., Howie, R.A. and Zussman, J., 1962 - Rock Forming Minerals, vol.3:Sheet silicates., Longman, London.
- Green, T.H., 1976 - Experimental generation of cordierite or garnet bearing granitic liquids from a pelitic composition. *Geology.*, 4, 85-88.
- Green, T.H., 1977 - Garnet in silicic liquids and its possible use as a P-T indicator., *Contrib. Mineral. Petrol.*, 65, 59-67.
- Hall, A., 1965 - The origin of accessory garnet in the Donegal granite. *Mineral. Mag.*, 35, 628-633.
- Heinrich, E.Wm., 1965 - Microscopic identification of minerals., McGraw-Hill, New York.
- Leake, B.E., 1967 - Zoned garnets from the Galway granite and its aplites., *Earth Planet. Sci. Lett.*, 3, 311-316.
- Lindh, A., 1977 - The Blomskog granite - a possible diapiric structure. *Precambrian Research*, 5, 261-282.
- Miller, C.F and Stoddard, E.F., 1981 - The role of manganese in the paragenesis of magmatic garnet: An example from the Old Woman Piute Range, California. *J. Geol.*, 89, 233-245.
- Nemec, J., 1976 - Versuch einer paragenetischen Analyse der Pegmatite Böhmens und Mährens. *Chemie der Erde*, 35, 126-157.
- Skiöld, T., 1976 - The interpretation of the Rb-Sr and K-Ar ages of late Precambrian rocks in south-western Sweden. *Geol. Fören. Stckh. Förh.*, 98, 3-29.
- Till, R., 1974 - Statistical methods for earth scientist., Macmillian Press, Hong Kong.
- Yermolov, P.V., Izokh, A.E. and Vladimirov, A.G., 1979 - Garnet as an indicator of conditions of granite formation in the crust. *Doklady*, 245, 169-171.

Tidigare publicerade arbeten i serien "Examensarbeten i Geologi vid Lunds Universitet":

1. Claeson, D., Nilsson, M.: Beskrivning av och relationer mellan karlshamnsgraniten och leukograniten i Blekinge. 1984.
2. Möller, C.: Eklogitiska bergarter i Roan, Vestranden, Norge. En mineralinventering och texturstudie. 1984.
3. Simeonov, A.: En jämförelse mellan Jorandomens tennanomala graniter och revsundgranitens (Västerbotten) mineralogiska och petrografiska karaktär. 1984.
4. Annertz, K.: En petrografisk karakteristik av en sent postorogen mafisk intrusion i östra Värmland. 1984.
5. Sandström, K.: Kartläggning av grundvattenförhållandena i ett delområde av provinsen Nord Kordofan, Sudan. 1984.
6. Gustafsson, B.-O., Ralfsson, S.: Undersökning av högsta kustlinjen på Rydsbjär vid Margreteberg i södra Halland. 1985.
7. Helldén, J., Nilsson, A.-G.: Undersökning av den baltiska moränleran vid Svalöv, NV-Skåne. 1985.
8. Persson, K.: Kobolt i pyrit från Kiruna Järnmalmgruva. 1985.
9. Ekström, J.: Stratigrafisk och faunistisk undersökning av Vitabäckslerorna i Skåne. 1985.
10. Säll, E.: *Neobeyrichia* from the Silurian of Bjärsjölagård, Scania, Sweden. 1986.
11. Markholm, C.-O.: Svagt naturgrus och bergkrossmaterial till bärlager. En laboratoriestudie. 1986.
12. Hellström, C.: Klassifikation av leptiter i malmstråket mellan Ö. Silvberg och Vallberget, Dalarna. 1986.
13. Öhman, E.: En petrografisk och mineralogisk studie av en komplex gång bestående av metadiabas och kvartskeratofyr i Kiirunavaara-gruvan. 1986.
14. Holmberg, G., Johansson, L.: Sedimentologisk undersökning av de övre glaciälviala avlagringarna i Vombsänkan, södra Skåne. 1986.
15. Thuning, B., Linderson, H.: Stratigrafi och överplöjning i Bussjösjöområdet, Ystad. 1986.
16. Bergstedt, E., Löf, A.I.: Naturvärme - teknik och geologi med en översiktlig kartläggning av tillgångarna i Kalmar län och Västerviks kommun. 1986.
18. Andrésdóttir, Audur: Glacial geomorphology and raised shorelines in the Skardsströnd-Saubauer Area, West Iceland. 1987.
19. Eken, Karin: Geohydrologisk undersökning vid Filborna avfallsupplag i Helsingborg. 1987.
20. Kockum, K.: Alkalisering vid konstgjord infiltration : En vattenkemisk studie i tre vattentäkter i sydöstra Småland. 1987.

12/10-89