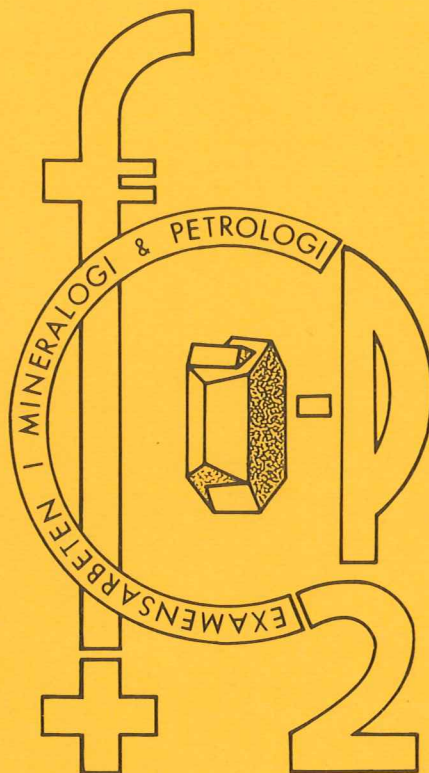


LUNDS UNIVERSITET, GEOLOGISKA INSTITUTIONEN

EXAMENSARBETEN I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

Mineralogi och petrologi



EKLOGITISKA BERGARTER I ROAN, VESTRANDEN, NORGE.
En mineralinventering och texturstudie.

Charlotte Möller

GEOLOGISKA
INSTITUTIONENS BIBLIOTEK
LUND *Per*

Lunds univ. Geobiblioteket



15000

600954153

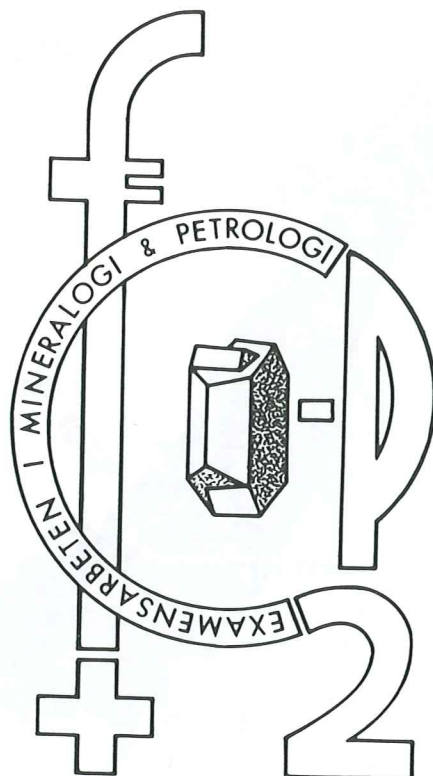
NR 2

INSTITUTIONEN LUNDS UNIVERSITET

CODEN: LUNBDS/(NBGO-5002)/1-56/(1984)

EXAMENSARBETEN I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

Mineralogi och petrologi



EKLOGITISKA BERGARTER I ROAN, VESTRANDEN, NORGE.
En mineralinventering och texturstudie.

Charlotte Möller

GEOLOGISKA
INSTITUTIONENS BIBLIOTEK
LUND

LUND 1984

NR 2

GEOLOGISKA INSTITUTIONEN LUNDS UNIVERSITET

EKLOGITISKA BERGARTER I ROAN, VESTRANDEN, NORGE.

En mineralinventering och texturstudie.

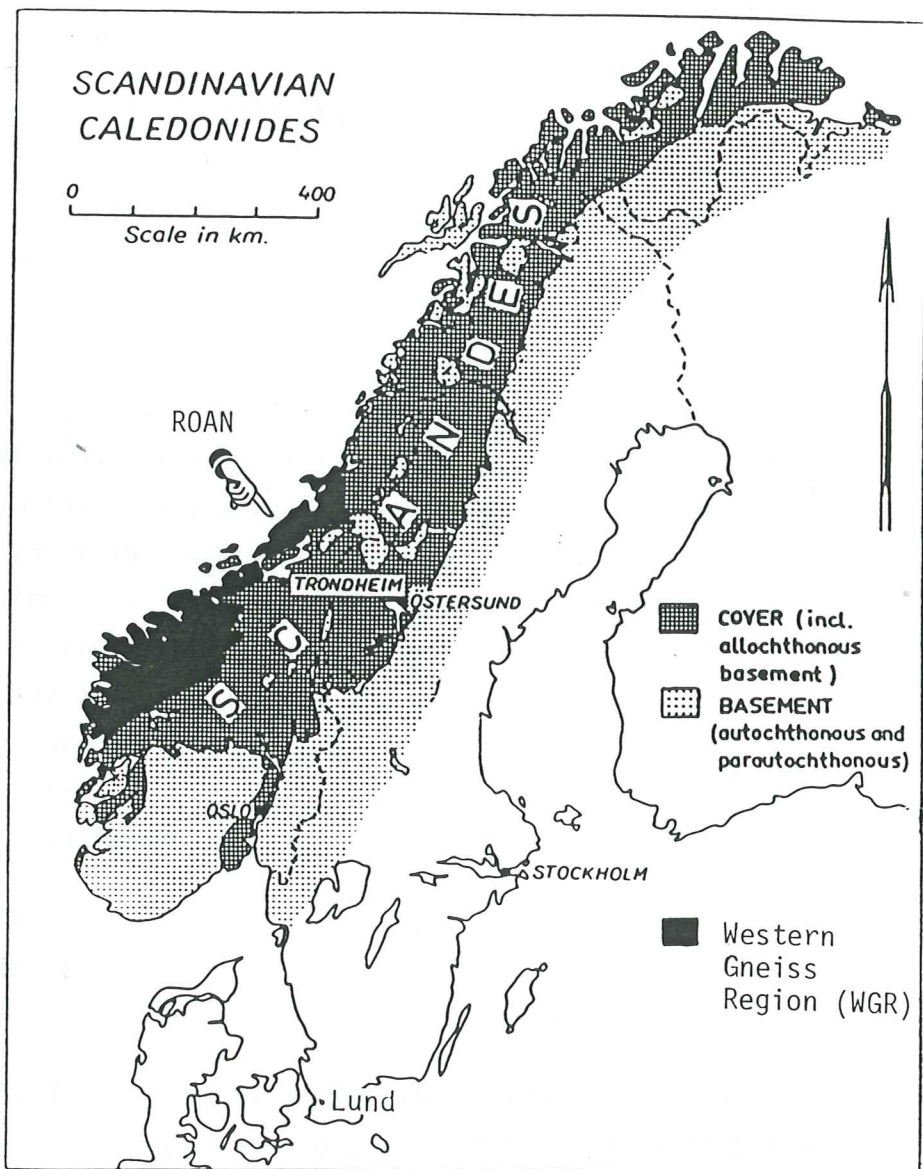


Fig. 1. Relationer mellan prekambriskt underlag (autoktont och parautoktont) och skollberggrund i skandinaviska Kaledoniderna. Modifierad efter Gee & Zachrisson (1979). Western Gneiss Region speciellt inlagd.

INNEHÅLL.

ABSTRACT.	3
INLEDNING.	4
Kortfattad fältbeskrivning.	5
Eklogiter, allmänt.	6
Norska eklogiter.	7
MINERALOGIN I ROAN-EKLOGITERNA.	10
Metodik.	10
Beskrivning av tunnslip.	11
Fotografier.	15
Mineralkemi:	19
Granat.	19
Klinopyroxen.	21
Amfibol.	23
Kyanit.	24
Plagioklas.	24
Glimmer.	26
Ortopyroxen.	26
Spinell.	27
Korund.	28
Safirin.	28
Övriga faser.	28
DISKUSSION.	29
Frågeställningar.	32
APPENDIX 1.	33
A. Metod vid uträkning av ändledskomponenter hos granat.	33
B. Metod vid uträkning av ändledskomponenter hos klinopyroxen. Svårigheter vid analys av natrium.	34
C. Beräkningar vid användning av granat-klinopyroxentermometern enligt Dahl (1980).	38
APPENDIX 2.	41
Obehandlade analysdata.	41
REFERENSER.	55

ABSTRACT.

ECLOGITIC ROCKS IN ROAN, VESTRANDEN, NORWAY.
AN INVENTORY OF MINERALS AND A TEXTURAL STUDIE.

CHARLOTTE MÖLLER

During reconnaissance field work in the westernmost part of Vestranden, Nord-Trøndelag, Norway, some eclogitic rocks were found (by Leif Johansson and Charlotte Möller). They are of interest, because until now, eclogites have not been found in this northern part of the Western Gneiss Region. It is important to consider these rocks in the evolutionary context of the entire Western Gneiss Region. This B.Sc. examination paper includes an inventory of minerals and textures, and brief comments on observed reactions.

The eclogitic bodies occur as lenses of varying size in a gneissic and migmatized countryrock, and consist of garnet, clinopyroxene and/or amphibole, and often kyanite. Clinopyroxenes are jadeite poor omphacites (< 7,5 mole-% Jd) with a high molar proportion of diopside. In most of the samples, the clinopyroxenes are not stable, but are rimmed by symplectitic orthopyroxene and plagioclase. The garnets fall into two groups: one with pyrope contents of 29-37 mole-%, the other with 40-58 mole-% pyrope. In some samples, garnets are zoned with an increasing pyrope content towards the rim. They are rimmed by very fine-grained symplectitic orthopyroxene, spinel and plagioclase. In the kyanite-bearing samples, the kyanite crystals always have a reaction rim of corundum and sapphirine, with an outer rim of granoblastic, strongly zoned plagioclase. Sapphirine forms beautiful rims around kyanite.

Observed reactions are typical of granulite facies. Are these reactions due to a temperature increase, or are they the products of an isothermal pressure drop during uplift of the Western Gneiss Region?

Charlotte Möller, Department of Mineralogy and Petrology, University of Lund, Sölvegatan 13, S-223 62 Lund, Sweden; March 1984.

INLEDNING.

Under fältarbete i de västligaste delarna av Vestranden, Nord-Tröndelag (Leif Johansson, assistans Charlotte Möller) upptäcktes några eklogitlika basiter, amfiboliter, garnetiter och välutvecklade granulitgnejser. Eklogiter och granuliter finns beskrivna från de norska basalgnejserna (WGR, Western Gneiss Region). Från området norr om Trondheimsfjorden, Vestranden, finns dock inga tidigare rapporter om eklogiter, och Roan-området är överhuvudtaget ej tidigare undersökt.

En studie av dessa hög P-, hög T-bergarter är av intresse ur metamorfos synpunkt och i sin förlängning för tolkningen av Vestrandens stortektonik. Detta arbete består av en mineralogisk och textuell undersökning av basiska högmetamorfa bergarter från 3 lokaler på Roan-halvön (fig. 1 och 2): lokal 1, 3 och 4. Uppgiften är definierad som:

- 1 Litteraturstudier av eklogitproblematiken, framför allt i de norska basalgnejserna.
- 2 Mikroskopering, mineralidentifiering och texturstudier av prover från de 3 aktuella lokalerna.
- 3 Kemisk analys av granat och pyroxen.
- 4 Undersökning av eventuell zonerings hos granat och pyroxen.
- 5 Undersökning av möjligheterna att bestämma P och T för bildning av bergarterna.

Uppgiften är ett 10-veckorsarbete som innefattas i grundutbildningen vid avd. för Mineralogi och Petrologi, Geologiska Institutionen, Lunds Universitet.

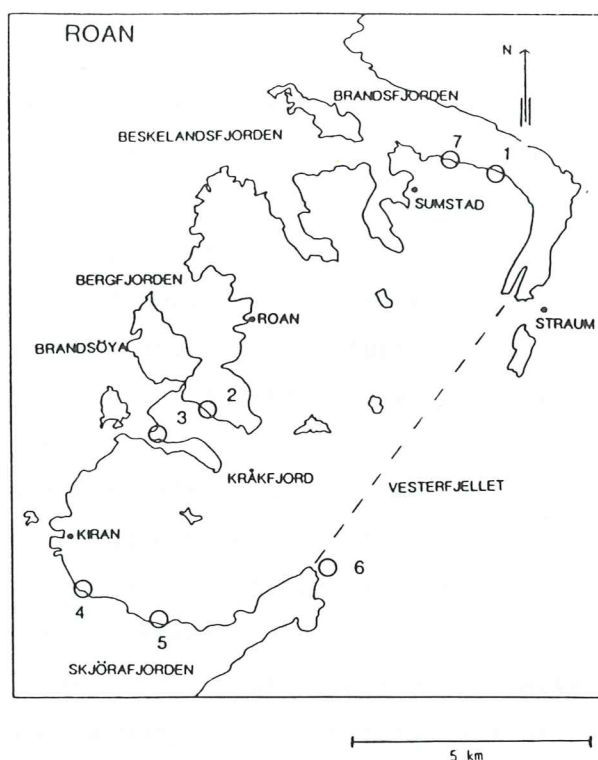


Fig. 2. Roan-halvön. Provtagna lokaler.

KORTFATTAD FÄLTBESKRIVNING.

De undersökta basiska bergarterna uppträder som isolerade linsformiga kroppar av varierande skala (allt från dm-storlek och uppåt) i en berggrund som annars huvudsakligen består av sura - intermediära gnejser (området väster om streckade linjen, fig. 2). Metabasiternas mineralogi består främst av en gräsgrön klinopyroxen och/eller en mörkare grön amfibol, brunröd granat av varierande storlek (upp till 3 cm), och ofta ljusblå kyanit. Ibland finns ljusrosa aggregat av korund. Bergarten är massformig och fin- medelkornig (fig. 3).

De omgivande surare gnejserna är granatrika och innehåller ortopyroxen. De har utsatts för migmatitisering och mobilisering, och på många ställen slår pegmatitiska gångar genom de basiska kropparna och omvandlar dessa (hydrerad, hornblenderik kontaktzon).

Öster om den streckade gränslinjen finns andra typer av bergarter: exempelvis lokal 6 består av högmetamorfa gnejser av suprakrustalt ursprung, bland annat glimmerskiffer och marmor. På flygbild kan en storskalig isoklinal veckstruktur strykande NE tydligt urskiljas öster om gränslinjen.

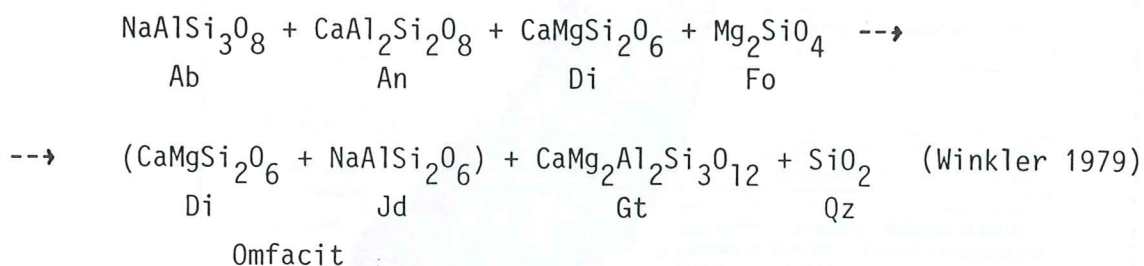


Fig. 3. Exempel på de undersökta bergarterna från Roan.
T.v. glacialslipad stuff från lokal 1. T.h. stuff från lokal 3. Skala: myntets diameter = 24 mm.

EKLOGITER, ALLMÄNT.

Definitionen av eklogit är omdebatterad. En typeklogit är en bergart med basaltisk sammansättning som består av en Na-Al-bärande klinopyroxen + en Mg-rik granat. Även en bergart med något annorlunda kemisk sammansättning än basalt och en bredare mineralogi accepteras idag inom definitionen för eklogit.

Eskola (1921) visade att eklogiter bildas vid högre tryck än kemiskt ekvivalenta basalter och amfiboliter. Det höga P/T-förhållandet gör att Na föredrar att gå in i klinopyroxen i stället för plagioklas. Transformationen basalt → eklogit kan beskrivas med hjälp av bland andra denna reaktion (ingen hänsyn tagen till FeO-komponenten):



Så bildas den karaktäristiska Na-bärande pyroxenen (omfacit), där Na-komponenten, $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$, kallas jadeit.

Det höga tryck som krävs kan bara uppnås under speciella förhållanden. Eskola föreslog att eklogiter representerar delar av övre manteln som tektoniskt inplacerats i sin nuvarande miljö. Denna tolkning har följts av O'Hara m.fl. (O'Hara 1967b, O'Hara et al. 1971, Carswell 1968a,b; Lappin 1966, 1974; Lappin & Smith 1978). En annan teori är att eklogiter bildas genom in situ-högtrycksmetamorfos av krustala protoliter, t.ex. gabbro, diabas. Denna teori har fått stöd av bl.a. Bryhni (Bryhni 1966; Bryhni et al. 1977) och Krogh (1982). Experimentella studier visar att eklogiter kan vara stabila vid krustala tryckförhållanden i en vattenfri miljö (Green & Ringwood 1967). De fluida fasernas inverkan vid eklogitbildning är numera omdebatterad.

Eklogiter finns i skiftande miljöer. Coleman et al. (1965) indelar eklogiter i 3 grupper med avseende på fältuppträdande: Grupp A eklogiter: inklusioner i kimberliter, basalter eller lager i ultramafiska bergarter; Grupp B eklogiter: band eller linser i migmatitiska gnejsterrängar; Grupp C eklogiter: band eller linser i alpin-typ (låg T-) metamorfosterrängar.

NORSKA EKLOGITER.

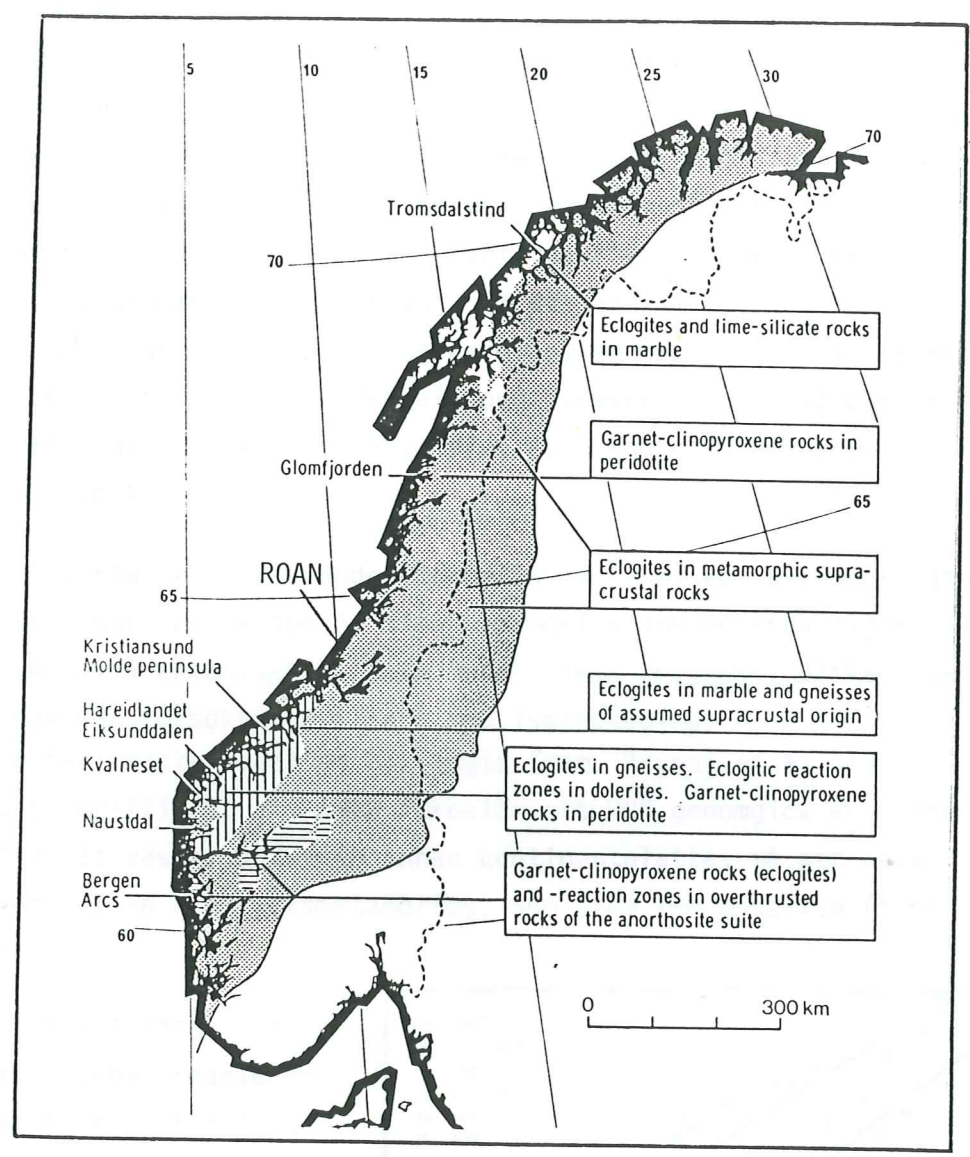


Fig. 4. Regional utbredning av eklogitiska bergarter i skandinaviska Kaledonid-bältet. Gnejsregionen och Bergen Arcs/Jotun nappes är indikerade med vertikal respektive horisontell rastrering. Efter Bryhni et al. (1977). Roan är inlagd.

Beträffande utbredningen se fig. 4.

Bevis har lagts fram för att åtminstone vissa eklogiter har krus-tala protoliter. Exempel är:

- 1 Omvandling av mafiska band i anortositer till eklogiter (Griffin 1972).
- 2 Primära intrusiva kontakter till sidoberget där geokemiska data visar att de centrala delarna av eklogiten har en ostörd

magmatisk sammansättning medan randzonen är kontaminerad av sidoberget (Krogh 1980).

- 3 Geokemiska data som visar att lager i eklogiter har varit olivinrika kumulat (Krogh 1980).
- 4 Zonering i granat där kärnans kemi visar på bildning i amfibolitfacies (även inneslutningar av mineral som bildats under dessa förhållanden), medan kanterna återspeglar en eklogitfaciessammansättning (Bryhni et al. 1977).
- 5 Begynnande eklogitbildning av diabaser där plagioklaslister får en yttre rand av granat, och pyroxen successivt ökar sin jadeithalt (Bryhni et al. 1977, P.G. Andreasson, personlig kommunikation).

Protoliterna har varierande åldrar: svekofenniska, svekonorvegiska och kaledonska. När skedde den in situ-metamorfo som uppenbarligen inträffade? Har alla eklogiter bildats under samma orogenes? Olika teorier finns som man försöker verifiera med isotopgeologi.

Olika tektoniska modeller har lagts fram. Bryhni et al. 1977, Krogh 1977a,b, Griffin et al. 1982 föreslår att WGR genomgick en begränsad subduktion åt väster under en annan kontinentplatta, så att hela området genomgick en högtrycksmetamorfo. Som stöd för modellen finns bland annat:

1. bevis för att många eklogiter bildats genom prograd metamorfo av låg-P protoliter,
2. bevis för hög P-metamorfo, samtida med eklogiternas, i gnejser, anortositer m.m.,
3. en regional zonering av metamorft P och T i eklogiterna tvärs över WGR (Krogh 1977a).

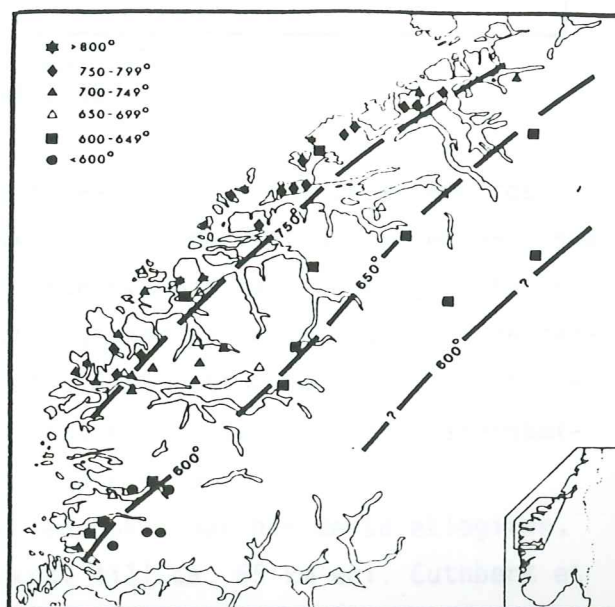


Fig. 5. Jämviktstemperaturer för norska eklogiter och granuliter, baserat på Fe/Mg-fördelningen mellan granat och klinopyroxen. Figur efter Griffin & Mørk (1981).

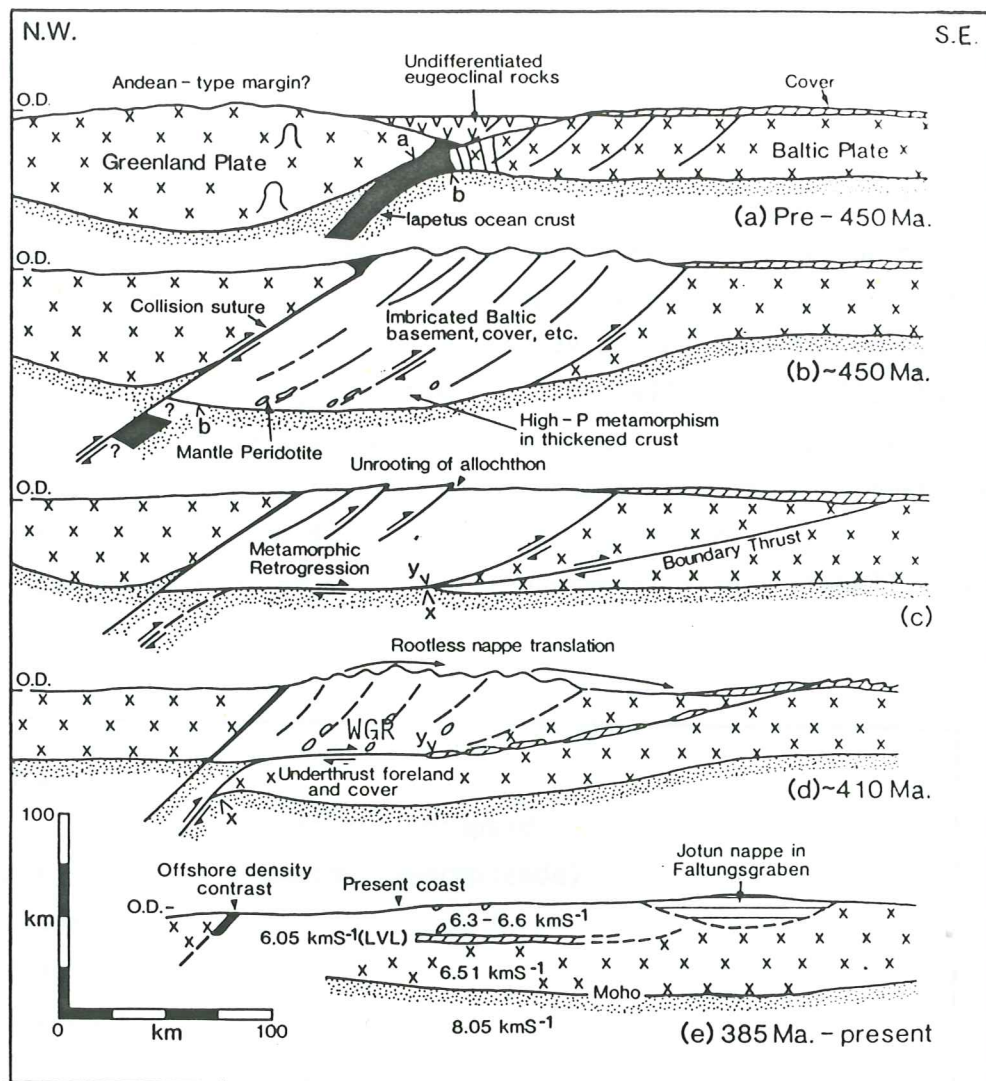


Fig. 6. Modell för utvecklingen i Western Gneiss Region.
Efter Cuthbert et al. (1983).

Cuthbert et al. (1983) föreslår en kaledonsk metamorfos (fig. 6): Jordskorpeförtjockning sker genom imbrikation av den baltiska plattkanten under kollision med grönländska plattan. Detta resulterar i högtrycksmetamorfos. En överskjutning sker av den eklogitbärande terrängen upp på det baltiska förlandet. På så sätt kommer de djupt bildade högtrycksbergarterna att lyftas upp, hjälpt av gravitativ återhämtning av den nerpressade berggrunden och erosion.

Men - om metamorfosen var kaledonsk - hur har dessa eklogiter, som bildats på så stort djup (beräknat till ca. 65 km enl. Cuthbert et al., 1983), hunnit upp så att devonska sediment hunnit lägga sig direkt ovanpå den eklogitbärande berggrunden? Tidsintervallet är snävt: högst 65 Ma enligt Cuthbert et al.

MINERALOGIN I ROAN-EKLOGITERNA.

METODIK.

Huvudsakligen har prover från lokal 1, 3 och 4 undersökts (fig. 3). Mikroskopering och sammansättningsbestämning med hjälp av energidispersiv röntgenanalysutrustning kopplad till svepelektronmikroskop har utförts.

Vid klassificering och beräkning av ändledskomponenter har val av elementstandard visat sig ha betydelse i de fall de innehåller Na (appendix 1). Rådata från analyserna finns tabellerade i appendix 2.

Data från lokal 2 finns presenterade i diagram tillsammans med data från lokal 1, 3 och 4, men behandlas ej närmare i text.

Sammanställning av identifierade mineral finns i tabell 1 nedan.

Granat	
Klinopyroxen	(omfacit, diopsid)
Amfibol	(magnesiohornblende)
Kyanit	
Plagioklas	
Flogopit	
Ortopyroxen	
Spinell	(Mg,Fe-spinell, Cr,Fe,Al,Mg,Zn-spinell)
Korund	
Safirin	
Rutil	
Apatit	
Zoisit	
Malm	(sulfider, oxider)
Kvarts	

Tabell 1. Identifierade mineral i Roan-eklogiterna.

BESKRIVNING AV TUNNSLIP.

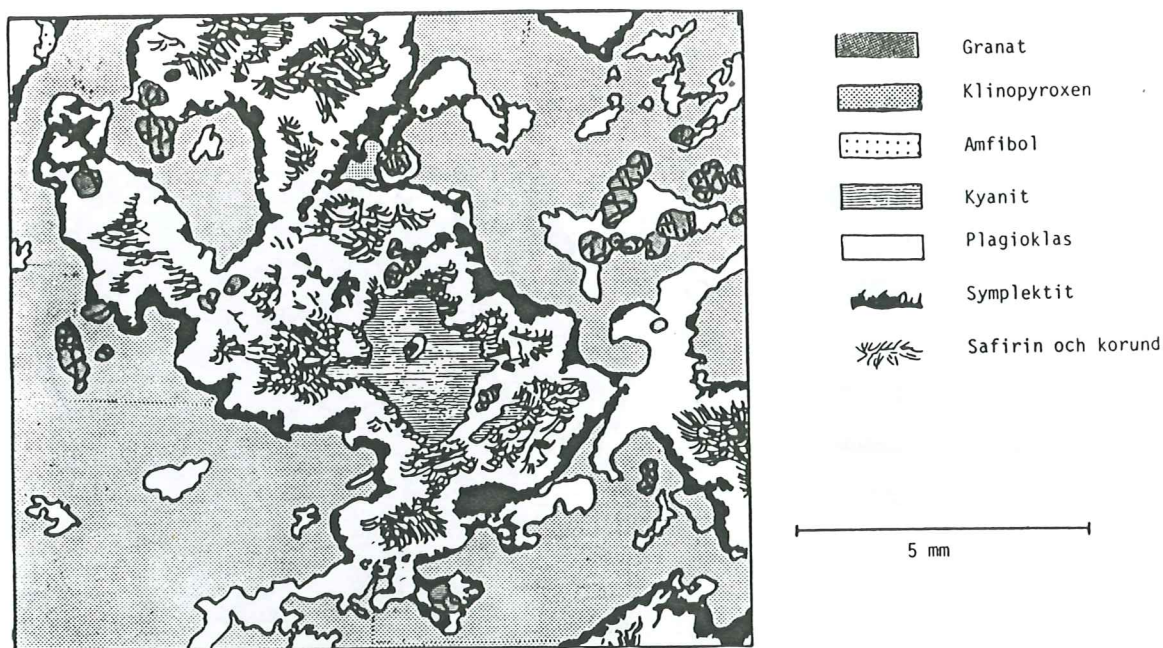


Fig. 7. Detalj ur tunnslip från lokal 3.

LOKAL 3 (fig. 7):

Huvudmassan består av en blekgrön klinopyroxen.

Små (ca 1/2 mm stora) idioblastiska - subidioblastiska granater finns dels enstaka och dels i aggregat. Granaterna är oftast helt fria från inneslutningar. I regel är de stabila (utan reaktionsrand), ibland uppträder en reaktionsrand av amfibol + plagioklas vid kontakten med klinopyroxenen.

Kyanit (ibland kinkveckad) uppträder alltid med en markerad reaktionszon av fintrådiga mineral, och begränsas av en yttre bård av granoblastisk plagioklas (fig 10). Kyanitens nedbrytningsprodukter består av färglös korund och blå safirin.(fig.11).

Klinopyroxenen är inte heller stabil utan har en symplektitisk reaktionsrand av ortopyroxen + plagioklas (fig 12), någon gång av amfibol + plagioklas.

Plagioklas finns ibland som inneslutningar i pyroxen eller amfibol och i symplektiten efter klinopyroxenen, men huvudsakligen som en granoblastisk bård runt reaktionsprodukterna från kyaniten. Plagioklasen visar trots sin granoblastiska textur (vilken brukar anses återspegla jämvikt) en zonerings och ojämnhets i utsläckning (fig 13).

I vissa plagioklasdomäner ligger små mask- och nålformiga krom-spineller, som även innehåller Fe, Mg, Al och Zn (fig 14).

Accessoriskt finns rutil, malm och apatit.

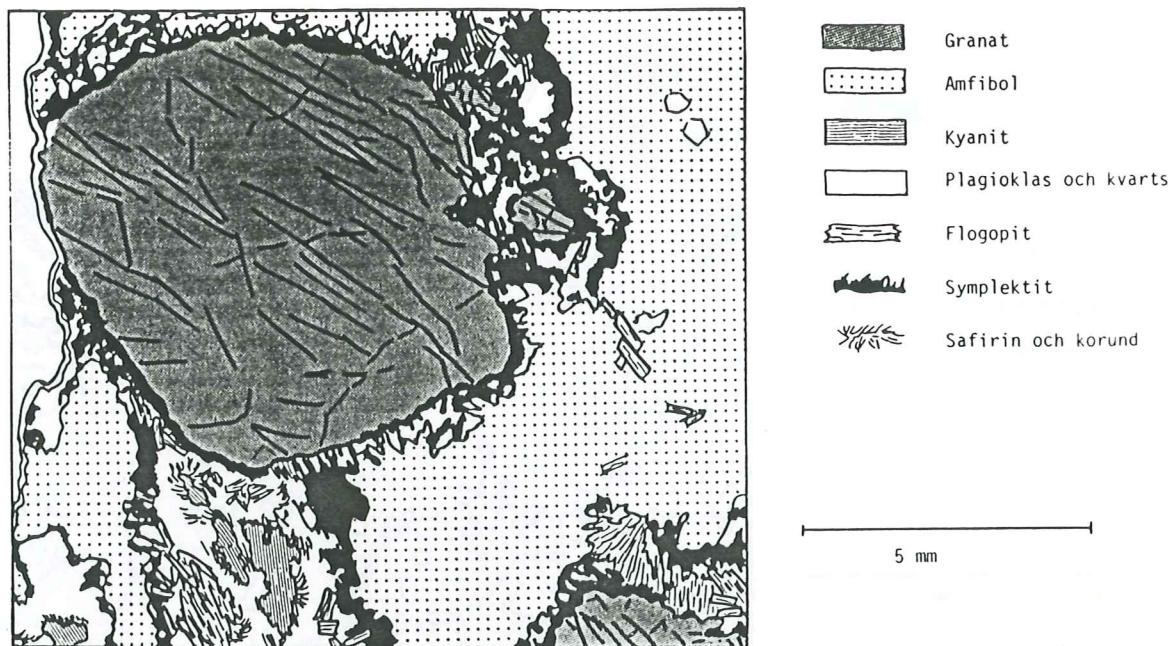


Fig. 8. Detalj ur tunnslip från lokal 1.

LOKAL 1 (fig. 8):

Huvudmassan består av en blekgrön klinoamfibol.

Omkring 7 mm stora, svagt rödaktiga subidioblastiska granater ligger isolerade. Granaterna har många små inneslutningar i de inre delarna, bl.a. av kyanit, zoisit, ortopyroxen, kvarts och plagioklas. De har sprickor fyllda av en malmfas.

Kyanit återfinns i samma textur som i proven från lokal 3, dvs omvandlas till safirin och korund.

Amfibolen omvandlas i kanterna till en symplektit av ortopyroxen + plagioklas (fig.15).

Granaterna har en reaktionsrand som består av en fin symplektit av ortopyroxen + spinell + plagioklas (fig. 16), där spinellen endast finns som en inre symplektit i ortopyroxenfasen. Symplektiten kan bli mycket finkornig: de enskilda faserna kan vara tunnare än 2μ .

Plagioklasen har samma textur som i proven från lokal 3. Även

här uppträder de små kromspinellerna i plagioklasen.

Tvårs över texturen växer enstaka eller kärvformade aggregat av blekbruna och gröna flogopiter.

Enstaka korn av undulös kvarts finns.

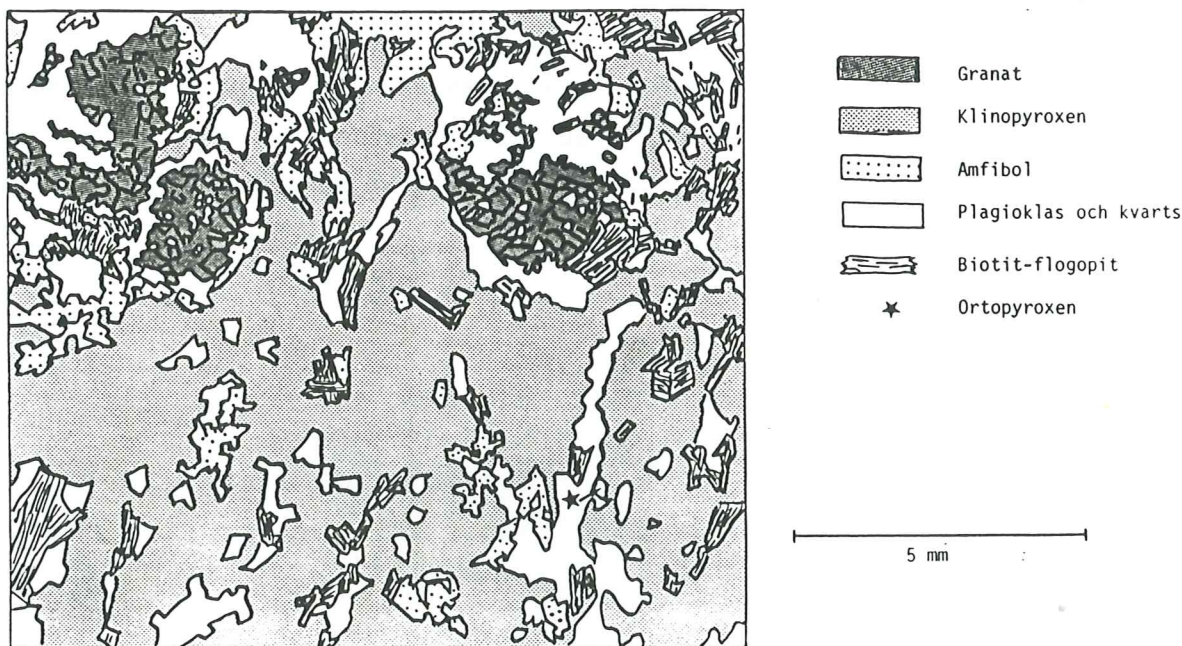


Fig. 9. Detalj ur tunnslip från lokal 4.

LOKAL 4 (fig. 9):

Huvudmassan består av en blekgrön klinopyroxen. På denna växer ett mörkt grön - brun -pleokroistiskt hornblendet.

Inklusionsrika, anhedrala, rödaktiga granater av varierande storlek (1-4 mm) finns, oftast omgivna av en bård av plagioklas och kvarts. Inneslutningarna består av kvarts, plagioklas och klinopyroxen.

Brun pleokroistisk glimmer växer orienterat över slipet. Glimmern är ofta sammanväxt med hornblendet.

På skilda ställen finns en ortopyroxen som är karaktäristiskt pleokroistisk i svagt rött - grönt - blågrönt.

I övrigt finns malmkorn. Malm finns också mobiliserat längs sprickor.

SAMMANFATTNING.

Huvudmineralogin som har existerat före de synligt nybildade mineralen verkar ha varit:

- lokal 3: klinopyroxen + granat + kyanit, där nu klinopyroxen och kyanit sönderfaller.
- lokal 1: klinoamfibol + granat + kyanit +- kvarts, där nu de 3 första faserna sönderfaller.
- lokal 4: klinopyroxen + granat + plagioklas + kvarts, där nu amfibol och glimmer växer över de tidigare faserna. Ortopyroxenens relationer är ej klarlagda.

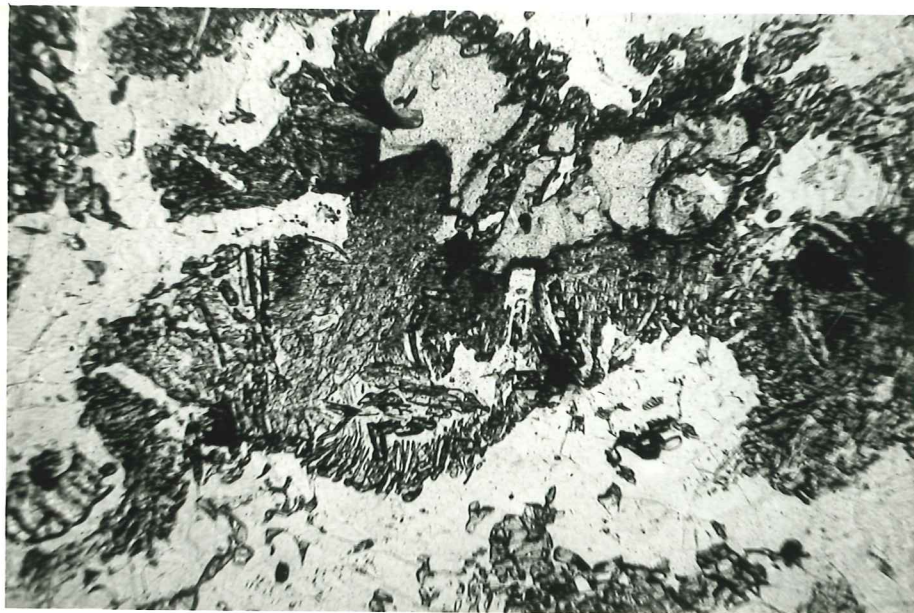


Fig. 10. Nedbrytning av kyanit. Uppe t.h. kyanit, runt denna en finkornig massa av korund och safirin omgärdad av plagioklas. Skala: 1 cm = 180 μ . Närbild ur tunnslip från lokal 3.



Fig. 11. Korund och safirin i plagioklas. De långsträckta kedjorna och de idiomorfa 6-kantiga tvärsnitten med hög relief är korund. Mindre korn med lägre relief är safirin. Skala: 1 cm = 85 μ . Närbild ur tunnslip från lokal 3.



Fig. 12. Nedbrytning av klinopyroxen. Upptill klinopyroxen som bär en kant av ortopyroxen och plagioklas. Nedtill plagioklas. Skala: 1 cm = 95 μ . Närbild ur tunnslip från lokal 3.



Fig. 13. Granoblastisk plagioklas med ojämn utsläckning (korsade nicoller). Skala: 1 cm = 90 μ . Närbild ur tunnslip från lokal 3.



Fig. 14. Kromspinell i plagioklas. Skalstreck = 10 μ .
Foto från elektronmikroskop ur tunnslip från lokal 3.

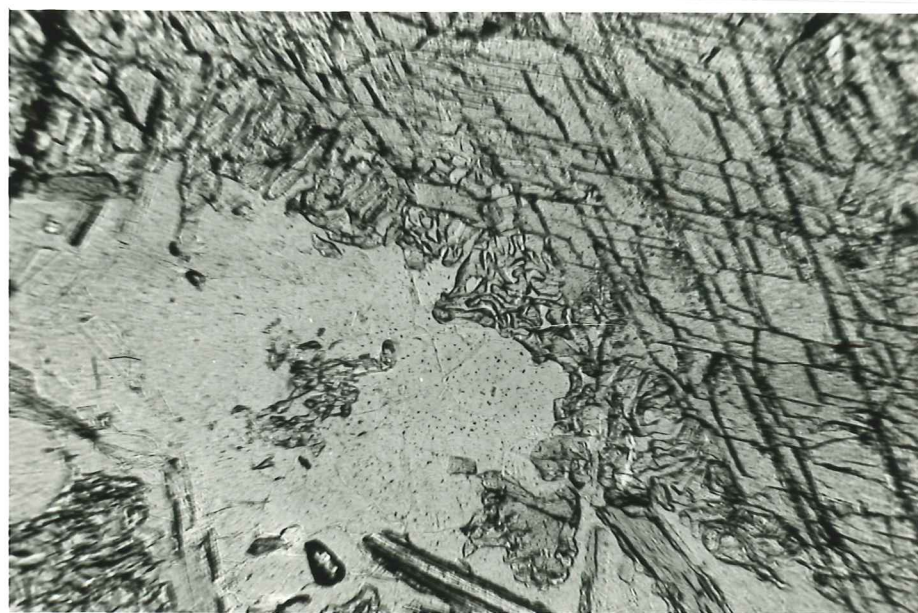


Fig. 15. Nedbrytning av amfibol. Uppe t.h. amfibol med
en kant av ortopyroxen och plagioklas. Nere t.v.
plagioklas. Skala: 1 cm = 90 μ . Närbild ur
tunnslip från lokal 1.

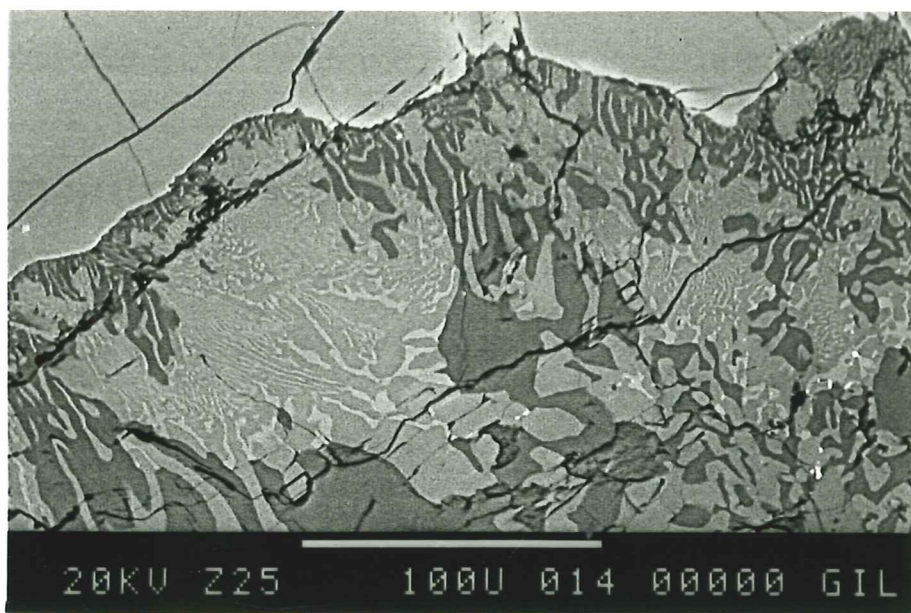


Fig. 16. Nedbrytning av granat. Upptill granat, nedan symplektit av: mörkgrått = plagioklas, mellan-grått = ortopyroxen och ljusgrått = spinell. Spinellfasen bildar en inre symplektit inuti ortopyroxen. Skalstreck = 100 μ . Foto från elektronmikroskop ur tunnslip från lokal 1.

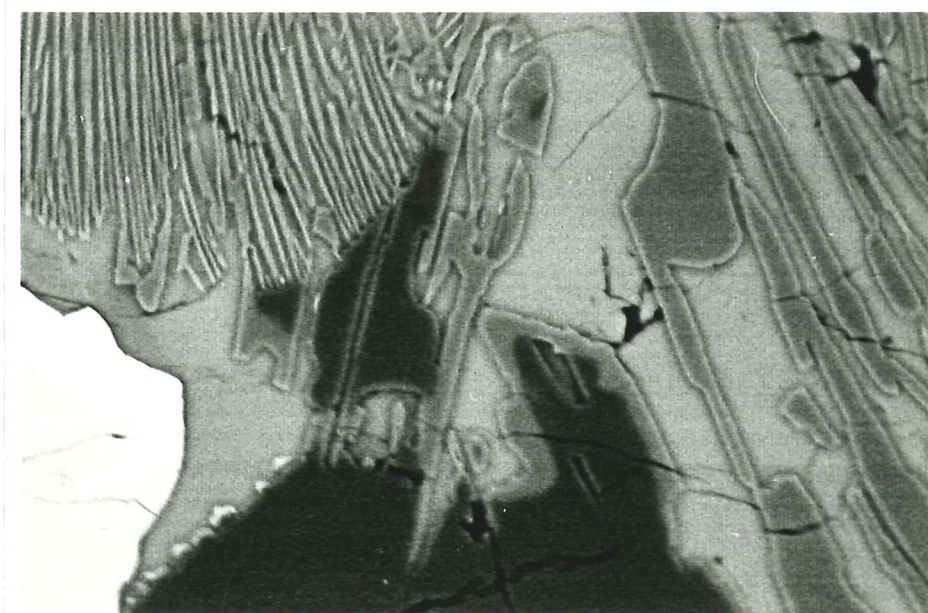


Fig. 17. Safirin som växer på kyanit. Svart = kyanit, mörkgrått = safirin, ljusgrått = plagioklas och vitt = granat. Skalstreck = 10 μ . Foto från elektronmikroskop ur tunnslip från lokal 3.

MINERALKEMI.

GRANAT.

Coleman et al. (1965) har delat in eklogiter i 3 olika typer (se sid.6). Granater från dessa olika eklogittyper har olika kemisk sammansättning (fig. 18). Grupp A eklogiter har de mest pyroprika granaterna med halter av över 55 mol% pyrop. Grupp B eklogiters granater hamnar oftast mellan 30 och 55 mol% pyrop, medan granater från grupp C eklogiter har låga pyrophalter, oftast under 30 mol%.

Allmänt kan sägas att mängden pyropkomponent ökar med ökad metamorfosgrad (Winkler 1979).

Granater från Roan-bergarterna har plottats i ett diagram motsvarande Coleman's (fig. 18). Beträffande metodik vid uträkning av ändledskomponenter se appendix 1.

Lokal 3:

Dessa granater är små, inklusionsfria och visar ingen zonerings. De samexisterar med en jadeitförande pyroxen och kyanit. De flesta granaterna är stabila. Pyrophalten är hög - runt 55 mol% - och granaterna plottar kring gränslinjen mellan grupp A- och B-eklogiter enl. Coleman.

Lokal 1:

Dessa granater är ca. 7 mm stora. De har rikligt med små inklusioner i kärnorna och visar en zonerings, mest markant i den inklusionsfria kanten, med ökande Mg-halt och minskande Fe-, Ca-, och Mn-halt utåt (fig. 19).

Granaterna är ejstabila utan har en reaktionsrand av ortopyroxen + spinell + plagioklas-symplektit (fig. 16).

Pyrophalten är hög även här (fig. 18). Pyrophalten i den yttersta 0,5 mm av kanten ökar från 40 till 55 mol% längst ut. Dessa granater sprider alltså inom grupp B eklogit-fältet och ner mot fältet för grupp A eklogiter enl. Coleman et al.

Här samexisterar granaterna dock ej med pyroxen utan med amfibol (magneshornblende) och kyanit (fig. 8), så detta är ingen egentlig eklogitmineralogi.

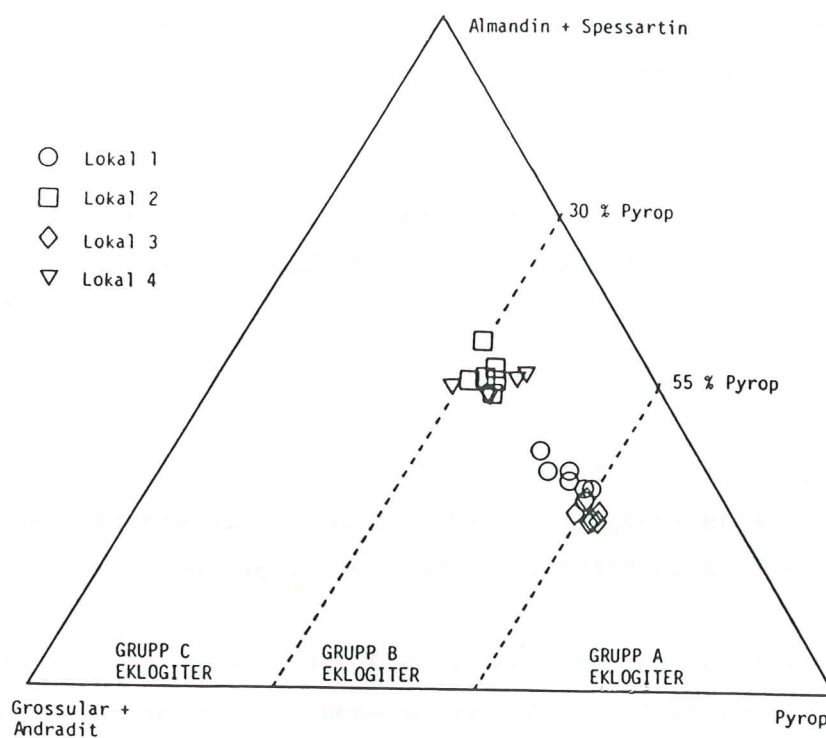


Fig. 18. Granater från Roan-eklogiterna. Indelning i olika eklogittyper efter Coleman et al. (1965).

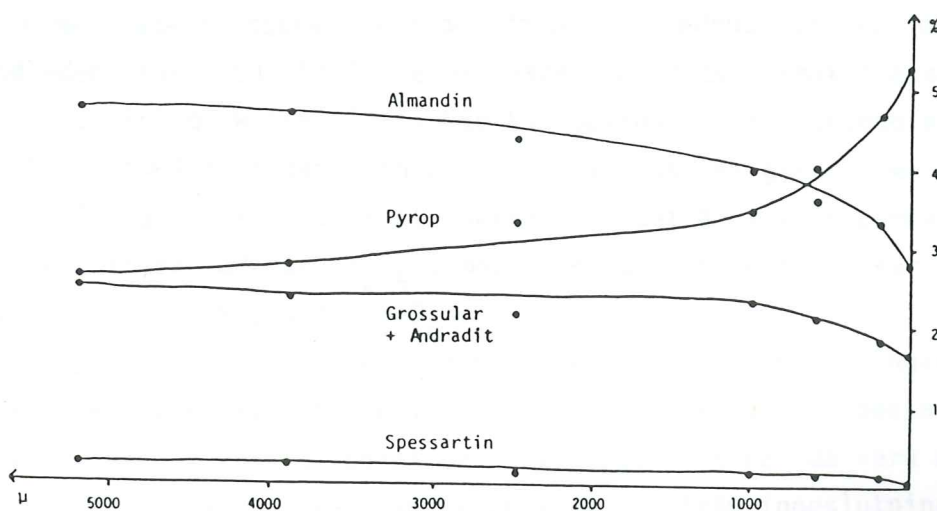


Fig. 19. Zonering i granat från lokal 1. Granatens kärna längst till vänster, kant längst till höger.

Lokal 4:

Granaterna är 1-4 mm stora, anhedrala, och har många inneslutningar av kvarts, plagioklas och klinopyroxen. Pyroxenen är ställvis jadeitförande.

Dessa granater har en pyrophalt på 29-37 mol% och plottar inom fältet för grupp B eklogiter nära gränslinjen för grupp C eklogiter. En profil gav en zonerings från 29 mol% pyrop i kärnan till 34 mol% i kanten.

Sammanfattning:

Granaterna samlas i 2 olika grupper i Coleman's diagram, där de 2 kyanitbärande bergarterna har de mest pyroprika granaterna. Sannolikt har bergarternas total kemi betydelse för hur granaterna plottar i diagrammet.

Granaterna från lokal 1 och 4 visar en zonerings med ökande pyrophalt utåt. Detta indikerar en ökande metamorfosgrad från kärna till kant.

KLINOPYROXEN.

Vid studier av metamorfa pyroxener är jadeithalten av speciellt intresse. Enligt Coleman et al. (1965) kan jadeithalten i pyroxen indikera ett minimitryck för bildningsförhållandena.

Miyashiro (1979) har valt att presentera klinopyroxener i ett 3-fasdiagram med jadeit, tschermakit och diopsid + hedenbergit som de olika ändleden (fig. 20). En linje där jadeitmängd/tschermakitmängd = 2/1 är inlagd. Enligt White (1964) har klinopyroxen från "undoubted eclogites" $Jd/Ts > 4/5$, medan klinopyroxen från basiska granuliter har $Jd/Ts < 1/2$. Detta är baserat på att oktaederbundet Al i klinopyroxen ökar med ökat tryck ($Jd=NaAlSi_2O_6$), medan tetraederbundet Al ökar med ökad temperatur ($Ts=(Mg,Ca)AlAlSiO_6$).

De flesta av Roan-pyroxenerna har rikligt med inneslutningar av plagioklas och ibland av rutil eller kvarts. I vissa fall är dessa inneslutningar ordnade i kristallografiska riktningar och kan då vara avblandningar. På några korn kan man se en kant fri från inneslutningar.

En eventuell zonerings av pyroxenen är svår att undersöka dels eftersom det är svårt att urskilja vad som är kärnor respektive kanter på kornen och dels för att tätheten av inklusioner ger en dålig yta för

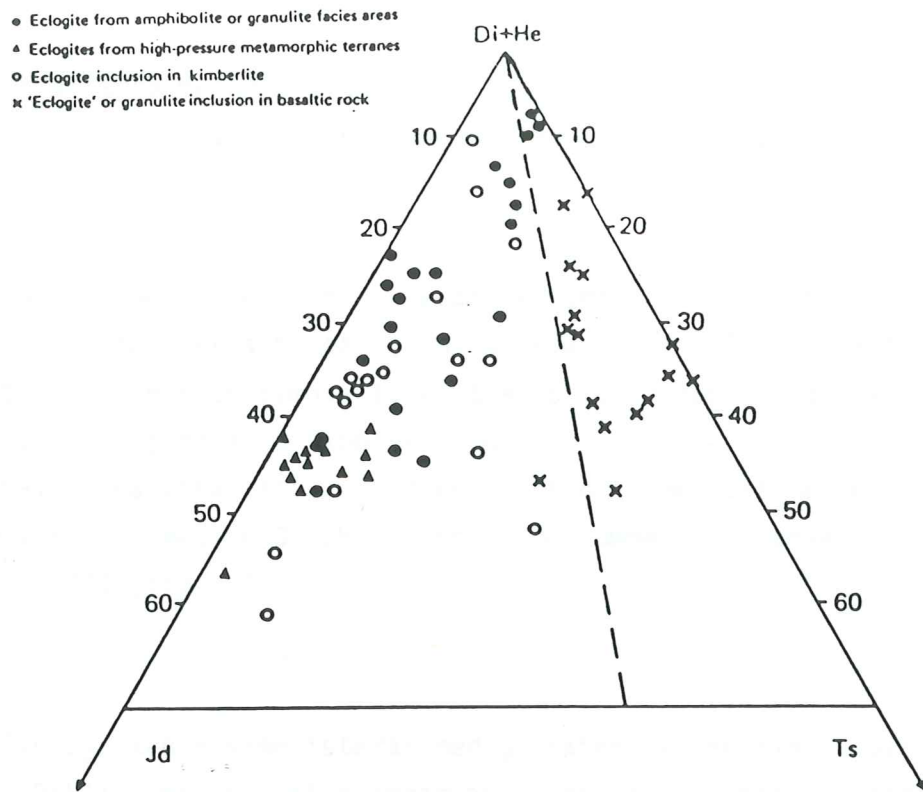


Fig. 20. Klinopyroxenen från eklogiter i olika miljöer. Den streckade linjen $Jd/Ts = 2/1$ kan användas för att skilja eklogit- från granulitfacies -klinopyroxener. Efter Miyashiro 1979.

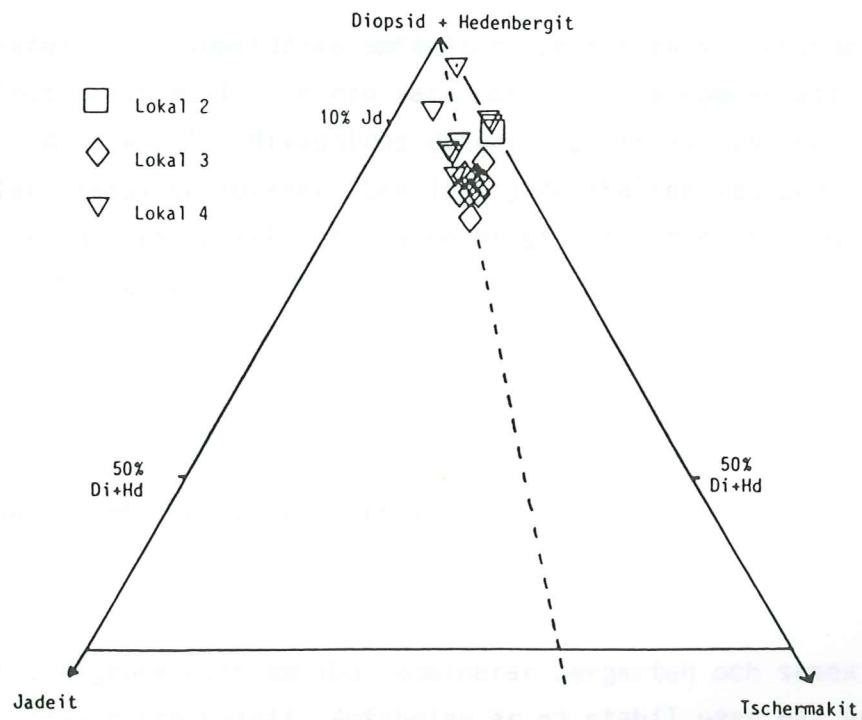


Fig. 21. Klinopyroxenen från Roan-eklogiterna. Streckade linjen $Jd/Ts = 2/1$ är inlagd.

analys.

Beträffande metodik vid uträkning av ändledskomponenter och svårigheter vid analys av natriumhalten hänvisas till appendix 1.

Lokal 3:

Denna klinopyroxen samexisterar med små pyroprika granater och kyanit. Inneslutningarna består av plagioklas och rutil. Pyroxenen är inte stabil utan har en symplektitkant av ortopyroxen + plagioklas (fig. 12), någon gång av amfibol + plagioklas.

Analyserna visar att det är en diopsidrik omfacit med en jadeithalt som varierar mellan 3 och 7,5 mol%. De kommer att samlas runt linjen $Jd/Ts = 2/1$ (fig. 21).

Lokal 4:

Klinopyroxenen samexisterar med granater av den mindre pyroprika typen. Rikligt med inneslutningar av kvarts och plagioklas finns. Tvärs över pyroxenerna växer ett hornblende och en glimmer. Även denna pyroxen är en diopsidrik omfacit, men även med jadeitfria delar. Jadeithalten når som högst upp till 6 mol%.

Sammanfattning.

Pyroxenerna är diopsidrika omfaciter. De har en varierande, låg jadeithalt (högst 7,5 mol%) och kan vara zonerade. De kommer att samlas kring linjen $Jd/Ts = 2/1$ i Miyashiros diagram. De är alltså inga typiska eklogit- eller granulitpyroxener. Den låga jadeithalten kan bero på ett måttligt tryck, den kan också bero på en brist i tillgång till natrium, åtminstone i mikroskala.

AMFIBOL.

Amfibol finns i minst 2 generationer:

Lokal 1:

Denna blekgröna klinoamfibol dominerar bergarten och samexisterar med pyroprik granat och kyanit. Amfibolen är ej stabil utan har en symplektitkant av ortopyroxen + plagioklas (fig. 15). $Mg / Mg+Fe = 0,87$.

Lokal 3:

På enstaka ställen finns en tunn omvandlingskant av ljusgrön amfibol + plagioklas på pyroxen eller granat. Amfibolen är alltså senare bildad än granat och pyroxen. $Mg / Mg+Fe = 0,87$.

Lokal 4:

Här växer ett mörkare brun - grön -pleokroistiskt hornblende sekundärt på klinopyroxenen. $Mg / Mg+Fe = 0,68$.

Sammanfattning.

Alla amfiboler samlas i eller strax intill fältet för magnesiohornblende enligt Leake's (1978) klassificeringsschema. Färgskillnaden mellan den mörkare amfibolen på lokal 4 och de ljusare på lokal 1 och 3 torde återspegla skillnaden i Mg-halt.

KYANIT.

Kyanit finns på lokal 1 och 3. Den uppträder alltid med en reaktionsrand av korund och safirin (fig 10). Kyaniten innehåller en liten mängd Cr (lokal 3).

PLAGIOKLAS.

Lokal 1 och 3 (fig. 13):

Plagioklas finns dels som inneslutningar, dels i symplektit, men huvudsakligen som en granoblastisk bård runt kyanitens reaktionsprodukter. De har både normal och invers zonerings.

Sammansättningen spänner från andesin till bytownit, på lokal 1 även upp till anortit. Här bär de mest anortitrika en liten mängd ($< 0,5$ oxid%) Fe (fig. 22).

Variationen i sammansättning och zonerings visar ingen uppenbar logik. Detta tyder på en ojämvikt ner på mm-skala.

Lokal 4:

Denna plagioklas finns dels som inneslutningar och dels i en zon runt granaterna.

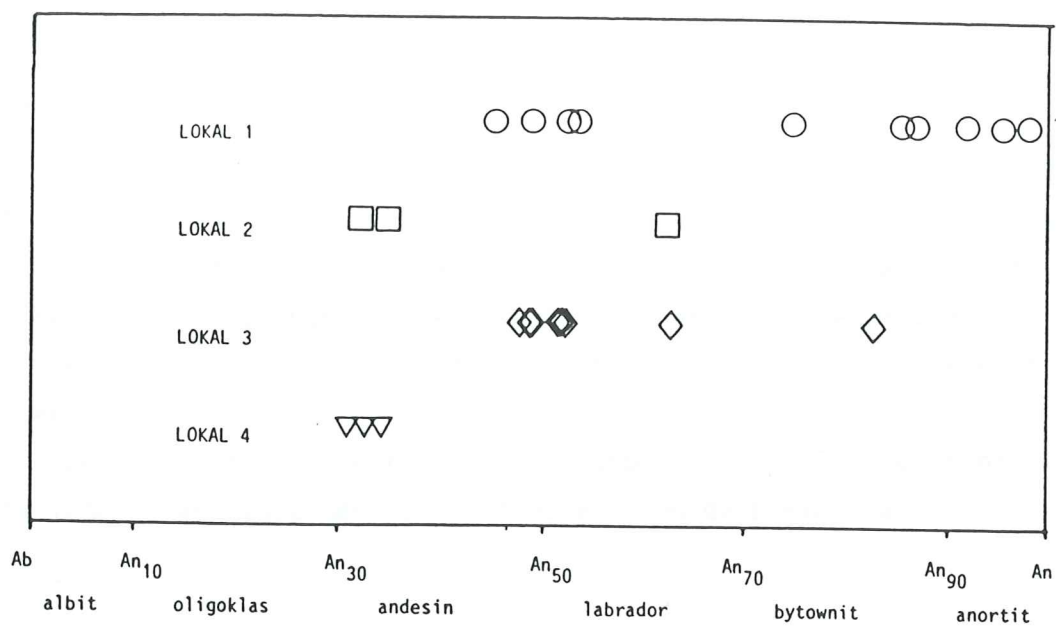


Fig. 22. Plagioklas från Roan-eklogiterna.

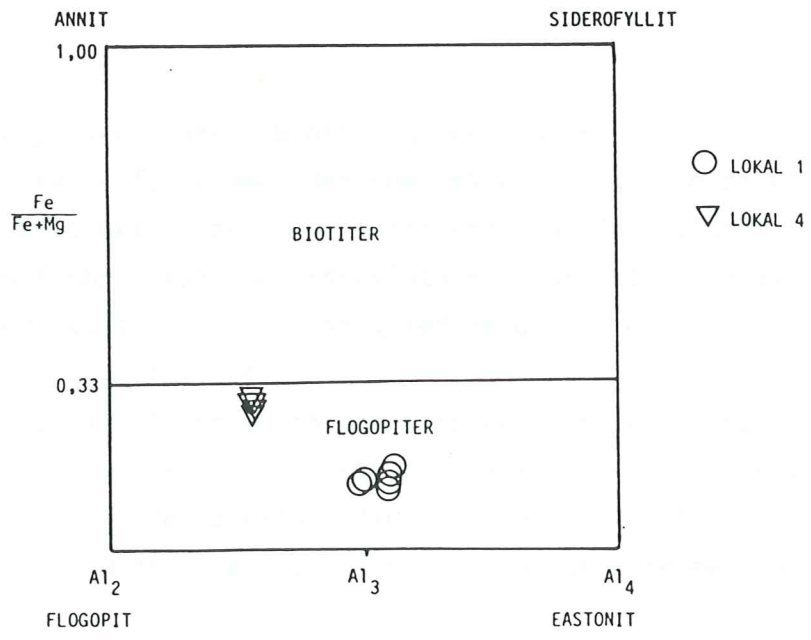


Fig. 23. Glimmer från Roan-eklogiterna.
Diagram efter Deer, Howie & Zussman 1962.

Sammanställningen faller inom andesin-fältet. Plagioklasen bär ca 0,5 oxid% K_2O (fig. 22).

GLIMMER.

Lokal 1:

Glimmern finns som enstaka eller kärvformade aggregat oftast i plagioklas eller växande över symplektiten. Färgen varierar gradvis från blekbrun över till ljusgrön. De gröna glimrarna befinner sig ofta nära en granat.

Dessa glimrar är eastonitiska flogopiter (fig 23). De gröna glimrarna innehåller något mer Fe och mindre Ti än de blekbruna.

Lokal 4:

Glimmern växer orienterat över klinopyroxen. Den är en mörkbrun - brun -pleokroistisk, mikroskopiskt typisk biotit, men faller kemiskt inom flogopitfältet enligt Deer, Howie och Zussman (1962) (fig. 23).

ORTOPYROXEN.

Ortopyroxen finns i minst 2 generationer.

På lokal 4 förekommer den som små enskilda korn på olika ställen. Den har en distinkt pleokroism: svagt röd - grön - blågrön. Samma slags ortopyroxen finns också som inneslutning i granat på lokal 1. Kemiskt är det en enstatit₇₀ - hypersten₃₀ med ca 0,45 % CaO. Den innehåller 1,2 - 1,8 % Al_2O_3 (fig. 24).

Ortopyroxen finns också som symplektit efter klinopyroxen (lokal 3: opx + plag), amfibol (lokal 1: opx + plag) och granat (lokal 1: opx + spi + plag). Denna ortopyroxen har enstatithalt 0,77 - 0,87. Vissa bär upp till 0,45 % CaO och Al_2O_3 -halten varierar mellan 2,35 och 4,75 %.

Ortopyroxen är ett typiskt mineral för basiska och ultrabasiska magmatiska bergarter och för granulitbergarter. Al-innehållet ökar med ökad T och minskar med ökad P. Den senare symplektit-ortopyroxenen kan därför vara bildad vid högre T eller lägre P än den förra (röd-grön-pleokroistiska). Hänsyn måste dock tas till Mg-halten och Ca-halten i ortopyroxen: Al-halten ökar med ökad Mg-halt och minskar med ökad Ca-

halt (Harley & Green, 1982). Därför kan inga säkra slutsatser dras innan närmare undersökningar har gjorts.

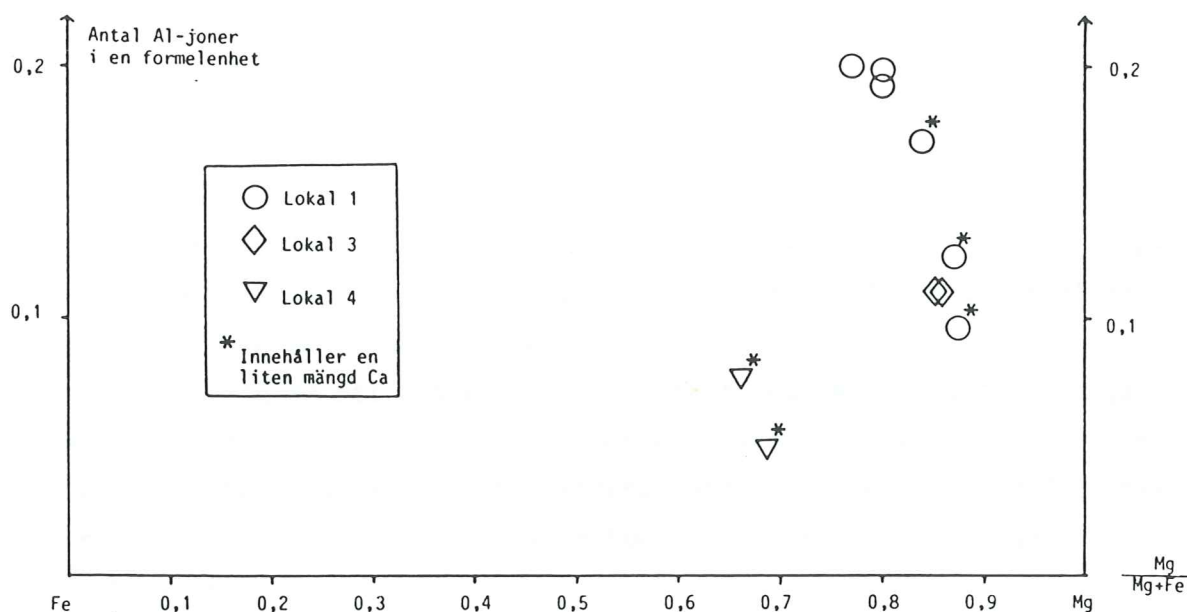


Fig. 24. Ortopyroxenen från Roan-eklogiterna.

SPINELL.

Spinell av 2 olika typer finns på lokal 1 och 3.

En spinell bildas på lokal 1 genom nedbrytning av granat. Granaten har en randzon av symplektitisk ortopyroxen + spinell + plagioklas, där spinellen bildar en inre symplektit inuti ortopyroxenfasen (fig. 16). Denna spinell innehåller ungefär lika mycket Mg som Fe ($\text{Mg}_{0,5}\text{Fe}_{0,5}\text{Al}_2\text{O}_4$).

Den andra typen är små maskformiga spineller som ligger i begränsade domäner av plagioklasen (lokal 1 och 3) (fig. 14). De är svår-analyserade på grund av sin ringa storlek. En analys gav 35 % Cr_2O_3 , 26 % FeO , 25 % Al_2O_3 , 8 % MgO och en mindre mängd ZnO .

Enligt Evans och Frost (1975) ökar blandbarheten mellan olika spinellgrupper med ökad metamorf grad. Vid 500°C finns en blandserie av Fe_3O_4 - FeCr_2O_4 och med ökande metamorfos fås en fullständig fast lösning även med MgAl_2O_4 .

KORUND.

Korund finns på lokal 1 och 3 tillsammans med safirin som reaktionsprodukter vid nedbrytning av kyanit (fig. 11). De innehåller (lokal 3) en mindre mängd Cr.

Korund hittas oftast i bergarter med låg Si- och hög Al-halt.

SAFIRIN.

Safirin finns på lokal 1 och 3 tillsammans med korund som reaktionsprodukter vid nedbrytning av kyanit. På fig. 17 kan man tydligt se hur safirin växer på kyaniten.

Safirin är ett blåaktigt ortosilikat som bara bildas vid höga temperaturer (dvs. vid kontaktmetamorfos, övre amfibolit - granulitfacies) men starkt varierande tryckförhållanden (Lal et al., 1978). Dess förekomst är främst beroende av en hög Al- och Mg-halt i bergarten (Winkler 1979).

Allmän formel för safirin är $(\text{Mg,Fe})_{8-x}(\text{Al,Fe,Cr})_x(\text{Si}_{6-x}\text{Al}_x)\text{O}_{20}$. Safirinen från Roan är av den peraluminösa typen, dvs innehåller en stor mängd Al (Higgins et al. 1979, Johansson och Möller, pågående arbete).

ÖVRIGA FASER.

RUTIL finns accessoriskt på lokal 3 och uppträder som små isolerade korn och som inneslutningar i pyroxen.

APATIT förekommer accessoriskt på alla 3 lokalerna som små korn i plagioklas.

ZOISIT finns som inneslutningar i granat från lokal 1.

MALMFAS förekommer accessoriskt som enskilda korn eller sprickfyllnader, men har ej studerats närmare. Både sulfider och oxider förekommer, främst Fe- och Cu-faser.

KVARTS finns i mindre mängd på lokal 1 och 4 dels som inneslutningar och dels i plagioklasdomäner.

DISKUSSION.

Den metamorfa utvecklingen av dessa basiska bergarter verkar utgöras främst av 3 faser:

- 1: före högtrycksbetingelserna
- 2: högtrycksmetamorfos
- 3: högtemperaturmetamorfos - trycksänkning

FAS 1:

För att utreda förhållandena före högtrycksmetamorfosen bör främst en kemisk analys av bergarten göras för att kunna avgöra vilka de (eventuella) protoliterna varit. De nu tillgängliga data tyder på en Al-rik, Mg-rik, Si-fattig kemi (lokal 1 och 3) med små mängder Cr och Ni (dvs en Al-rik ultrabasisk sammansättning). Vidare kan en undersökning av inneslutningar i granat avslöja tidigare tryck- och temperaturförhållanden. En barometer som bygger på Al-fördelningen mellan samexisterande granat och ortopyroxen (Harley & Green 1982) kan ge svar på tryckförhållandena, likaså samexistensen av kyanit och zoisit. För en uppskattning av temperaturförhållandena kan granat - klinopyroxen-termometern enl. Dahl (1980) användas.

FAS 2:

Den huvudmineralogi man nu kan se, dvs granat - omfacit - kyanit, granat - amfibol - kyanit, granat - omfacit, innebär högtrycksmetamorfos. (Amfibolens roll i högtrycksparagenesen är ej utredd.) Enligt Miyashiro (1977) är kyanit Al_2SiO_5 -mineralet i eklogitfacies, medan det vanligen är sillimanit i granulitfacies. Den relativt låga jadeithalten i omfaciten kan återspegla ett måttligt tryck, den kan också bero på en brist i tillgång till Na, åtminstone i mikroskala. Ojämvikter och ofullgångna reaktioner har ofta påvisats inom WGR. Å andra sidan menar O'Hara (1967a) att primära ultrabasiska bergarter kan ha en viss jadeithalt i pyroxenen.

Miyashiro menar att det erforderliga trycket för att bilda en eklogit varierar med Fe^{2+}/Mg -förhållandet i bergarten och med plagioklas-sammansättningen. Ju högre albithalt hos plagioklasen, desto högre tryck behövs för att plagioklasen skall försvinna (dvs eklogit bildas). Å andra sidan, ju högre $Mg / Mg+Fe^{2+}$ -förhållande i bergarten,

desto högre tryck behövs för att bilda granat.

En mycket preliminär tillämpning av granat - klinopyroxentermometern enl. Dahl (1980) (baserad på Mg/Fe²⁺-fördelningen hos respektive mineral) finns presenterad i fig. 25. 4 olika mineralpar från 2 av lokalerna ger värden mellan de markerade linjerna. Eftersom kyanit är stabil i denna paragenes fås ett minimitryck på ca 10 Kbar och en minimitemperatur omkring 850°C (jämför fig. 5.). Analysdata och uträkningar finns presenterade i appendix 2 resp. 1.

FAS 3:

De reaktioner som kan ses frusna i texturen återspeglar framför allt en ojämvtikt (ner på mm-skala). Plagioklasens kraftiga och oregelbundna zonerings är ett utmärkt exempel på detta. De omvandlingar som sker är:

amfibol --> ortopyroxen + plagioklas
 omfacit --> ortopyroxen + plagioklas
 granat --> ortopyroxen + spinell + plagioklas
 kyanit --> safirin + korund

Ortopyroxen och spinell är typiska högmetamorfa mineral. Till detta kommer bildningen av safirin. Safirin är stabil vid höga temperaturer (övre amfibolit - granulitfacies, kontaktmetamorfos) och i ett brett tryckområde. Enligt Higgins et al. (1979) kan Al-innehållet i safirin indikera tryckförhållandet vid bildningen: Al-innehållet ökar med minskat tryck. Safirinen från Roan är av den peraluminösa typen. De små kromrika spinellerna indikerar också en hög metamorf grad (Evans & Frost, 1975).

Är reaktionerna progradade eller återspeglar de bara en generell isotermisk trycksänkning? Griffin et al. (1982) har föreslagit retrograda P,T-vägar för norska eklogiter, fig. 26. En retrogradering av en hög P,T-eklogit kan innebära granulitfaciesmetamorfos.

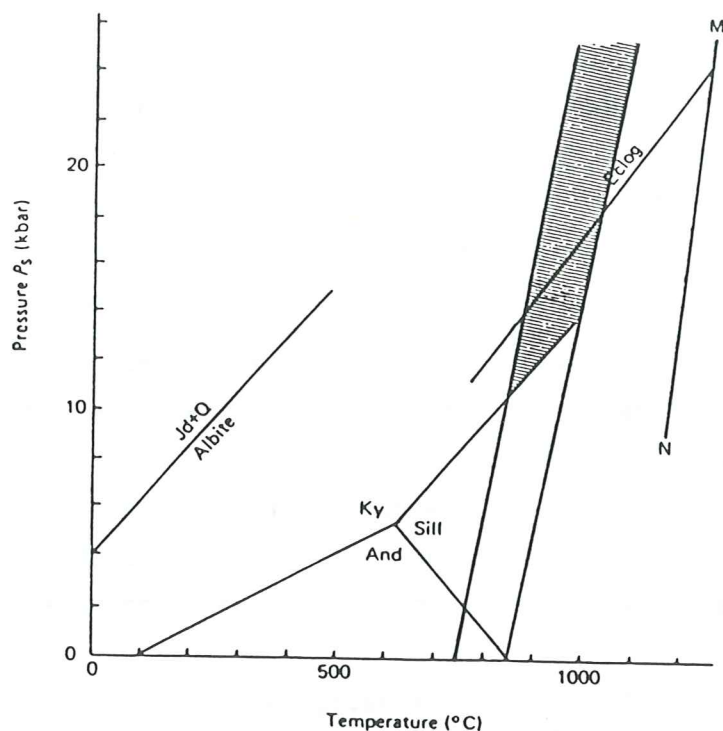


Fig. 25. En preliminär temperaturberäkning, baserad på granat-klinopyroxentermometern enl. Dahl (1980), för Roan-eklogiterna ger ett P-T-intervall inom markerat område. Diagram efter Miyashiro 1979. Eclog: Denna kurva representerar försvinnandet av plagioklas med ökat tryck. M-N: Ungefärlig solidus för kvartstholeitiska sammansättningar vid torra förhållanden.

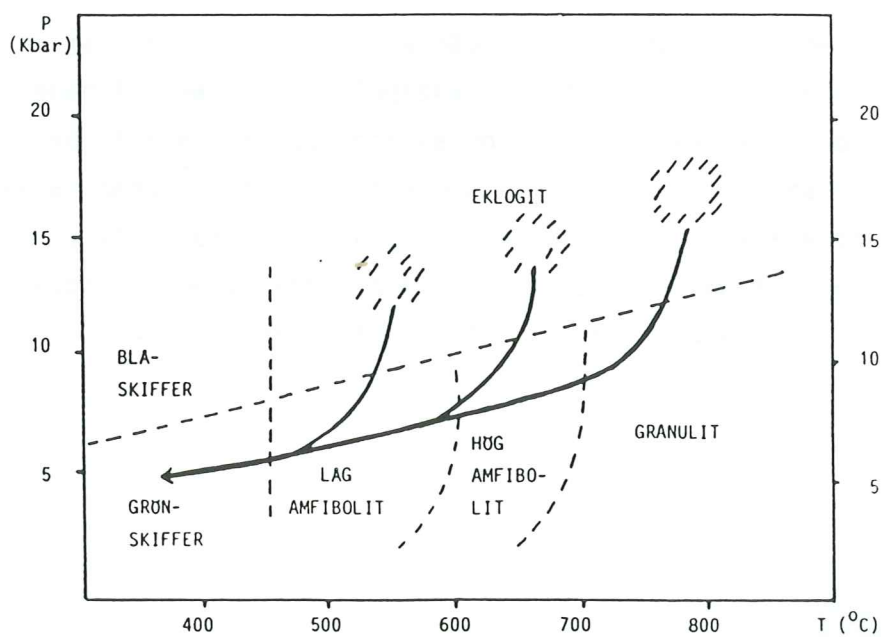


Fig. 26. Föreslagna retrograda P,T-vägar (härledda från petrografiska data) för eklogiter från Västnorge. Efter Griffin et al. 1982.

FRAGESTÄLLNINGAR.

I diskussionsdelen ovan har en del av uppkomna frågeställningar nämnts. Förutom att dessa frågor behandlas, är det önskvärt att fältundersökning och efterföljande arbete utförs för att klarlägga hela den geologiska miljön som dessa eklogitiska bergarter befinner sig i. De nu mest aktuella frågorna är:

Vilken är den metamorfa graden och utvecklingen i omgivande gnejser? Om eklogiterna har genomgått en in situ-metamorfos bör motsvarande P,T-parageneser finnas i gnejserna. Därför är en mineralogisk och textuell undersökning av gnejserna önskvärd.

Hur är de tektoniska relationerna mellan eklogiter och gnejser? Finns intrusiva kontakter? En möjlighet att klarlägga eklogiternas ursprung finns.

Hur förhåller sig eklogiter + gnejser tektoniskt till sin omgivning? Öster om den streckade linjen (fig. 2) finns cover-bergarter och en storskalig isoklinal veckstruktur syns på flygbild. Är Roan ett tektoniskt isolerat område eller finns en gradvis metamorf övergång mot öster?

ETT STORT TACK

vill jag framföra till mina båda handledare Leif Johansson och Per Gunnar Andreasson, Geologiska institutionen vid Lunds Universitet, avd. för Mineralogi och Petrologi, för granskning och förbättringar av manuskript, och inte minst för alla fruktbara diskussioner som väckt idéer och intresse. Ett speciellt tack riktas till Leif Johansson som medverkat vid allt analysarbete och fotografiskt arbete, och som möjliggjort utförandet av denna studie.

APPENDIX 1.

- A Metod vid uträkning av ändledskomponenter hos granat.
- B Metod vid uträkning av ändledskomponenter hos klinopyroxen, svårigheter vid analys av natrium.
- C Uträkningar vid användande av granat - klinopyroxentermometern enl. Dahl (1980).

A METOD VID UTRÄKNING AV ÄNDLEDSKOMponenter HOS GRANAT.

- 1 Allt Si placeras på Z-platsen.
- 2 Återstående platser i Z-positionen fylls ut med Al (summa=3).
- 3 Resterande Al placeras i Y-positionen.
- 4 Resterande platser i Y-positionen fylls ut med Fe som härmed betraktas som trevärt (summa=2).
- 5 Resterande Fe betraktas som tvåvärt.
- 6 Allt Mg används i pyropkomponenten. 2/3 av detta värde ger antal platser Al i Y-positionen i pyropkomponenten.
- 7 Allt Mn läggs i spessartinkomponenten. 2/3 av detta värde ger antal platser Al i Y-positionen.
- 8 Beräknad mängd Fe^{2+} används i almandinkomponenten. 2/3 av detta värde ger antal platser Al i Y-positionen.
- 9 Resterande mängd Al i Y-positionen används i grossularkomponenten. 3/2 av detta värde ger antal platser Ca i X-positionen i grossularen.
- 10 Beräknad mängd Fe^{3+} i Y-positionen används i andraditkomponenten. 3/2 av detta värde ger antal platser Ca i X-positionen i andraditen.

B METOD VID UTRÄKNING AV ÄNDLEDSKOMPONENTER HOS KLINOPYROXEN.
SVARIGHETER VID ANALYS AV NATRIUM.

KLINOPYROXEN.

Jadeitkomponentens storlek i klinopyroxen är viktig för beräkning av tryckförhållandena vid bildningstillfället. Na är svårt att analysera pga sin låga atomvikt, speciellt när det rör sig om små mängder. Då jadeithalten har visat sig variera beroende på val av elementstandard kommer här ett exempel att redovisas:

Tabell 2 visar samma punkt analyserad med 2 olika Na-standards. A är analyserad med albitstandard (Na= 8,800 element%), och B är analyserad med ortoklasstandard (Na= 0,700 element%).

	A		B	
	OXID-%	ANTAL KATJONER	OXID-%	ANTAL KATJONER
Na ₂ O	1,55	0,1068	0,71	0,0493
MgO	15,64	0,8268	15,54	0,8288
Al ₂ O ₃	7,63	0,3191	7,60	0,3202
SiO ₂	52,82	1,8737	52,62	1,8826
CaO	20,43	0,7764	20,42	0,7827
FeO	3,95	0,1172	3,95	0,1182
SUMMA	102,02	4,0200	100,84	3,9818

Tabell 2. Analyspunkt 3C7CPX analyserad med A: albit och B: ortoklas som Na-standard.

Vid beräkning av ändledskomponenter har schema enligt Yoder och Tilley (1962) använts:

- 1 Al (och Fe³⁺ om så behövs) läggs till Si för att fylla X-positionen (summa = 2).
- 2 Na, K, Ca läggs i X-positionen som därefter fylls ut med Mg (och Fe²⁺ om så behövs) för att få summa = 1.
- 3 Resterande Fe³⁺, Fe²⁺, Mg, Al och sedan Mn och Ti läggs i Y-positionen.
- 4 Na + K används i jadeit + akmit -komponenten. Lika många Al +

Fe^{3+} från Y-positionen och dubbla antalet Si från Z-positionen går hit.

- 5 Al (och Fe^{3+}) i Z-positionen används som tschermakit. Lika många Mg (och Fe^{2+} eller Ca om så behövs) från X-positionen, Al (och Fe^{3+} om så behövs) från Y-positionen läggs hit. Om Al (och Fe^{3+}) i Z-positionen överskrider resterande mängden Al + Fe^{3+} i Y-positionen kan luckan fyllas ut med Ti + lika många Mg (eller Fe^{2+}) -atomer som substituerar för 2 Al (eller Fe^{3+}).
- 6 Fe^{2+} + Mn i Y-positionen tas som hedenbergit. Lika många Ca från X-positionen och dubbla mängden Si från Z-positionen läggs hit.
- 7 Mg i Y-positionen tas som diopsid. Lika många Ca från X-positionen och dubbla mängden Si från Z-positionen läggs hit.

Om de båda analyserna av punkt 3C7CPX behandlas enligt detta schema fås följande resultat:

A				B			
Z	Si	1,8737	(0,0213)	Z	Si	1,8826	(0,1086)
	Al	0,1263	– (0,0403)		Al	0,1174	
Y	Al	0,1928		Y	Al	0,2028	(0,0361)
	Fe	0,1172			Fe	0,1182	
	Mg	0,7100	(0,0508)		Mg	0,6608	
X	Na	0,1068		X	Na	0,0493	
	Ca	0,7764			Ca	0,7827	(0,0037)
	Mg	0,1168	(0,0308)		Mg	0,1680	(0,0506)
Jd:	0,1068	$\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$	= 11,02 %	Jd:	0,0493	$\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$	= 5,21 %
Ts:	0,0860	$\text{MgAl}_2\text{SiO}_6$	= 8,87 %	Ts:	0,1174	$\text{MgAl}_2\text{SiO}_6$	= 12,41 %
Hd:	0,1172	$\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$	= 12,09 %	Hd:	0,1182	$\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$	= 12,50 %
Di:	0,6592	$\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$	= 68,01 %	Di:	0,6608	$\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$	= 69,87 %

Siffrorna inom parentes anger den mängd av respektive element som ej fått plats i någon komponent sedan dessa räknats ut.

Som framgår återstår en hel del av några element sedan ändkomponenterna räknats ut. I detta exempel har analys B ett överskott på Si som ej är godtagbart för en bra analys.

Detta exempel visar hur jadeit- respektive tschermakithalten ändras vid byte av Na-standard. Framför allt förhållandet Jd/Ts ändras. De båda analyserna A och B är plottade i diagram (fig. 27).

Vid jämförelse med Na-analyser i plagioklas har det visat sig att vid dessa låga Na-halter ger ortoklasstandard (exempel B) rimligast värden (se nedan). Därför har genomgående denna standard använts vid pyroxenanalyserna. Dock bör de framtagna Na-halterna i dessa pyroxener inte ses som sanna absolutvärden utan snarare som riktvärden.

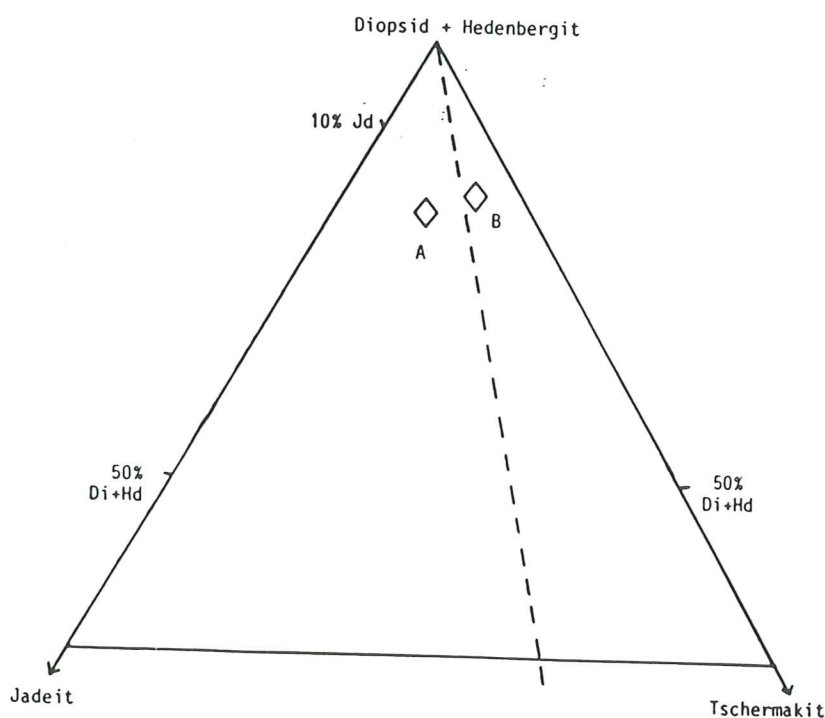


Fig. 27. Klinopyroxen analyserad med olika Na-standards. (Se text.) Linjen Jd/Ts = 2/1 är inlagd.

PLAGIOKLAS.

För enhetens skull har så gott som alla Na-halter analyserats med albitstandard oberoende av albithalt i plagioklasen. Som kan ses i analystabellerna i appendix 2 tenderar speciellt de anortitrika plagioklaserna att få en för hög summa Na+Ca. Detta torde bero på ett för högt Na-värde eftersom Ca-värdena överensstämmer väl med Al-värdena (antal Ca-atomer = antal Al-atomer - 1). Ca-halterna varierar inte heller nämvärt vid användande av olika standards. Därför har genomgående Ca-halten hos plagioklas använts vid presentation i diagram.

AMFIBOL.

Eftersom Na-halten hos amfibol genomgående är låg har ortoklasstandard använts vid analys av detta mineral. Dessa Na-halter bör också ses som riktvärden.

C BERÄKNINGAR VID ANVÄNDNING AV GRANAT-KLINOPYROXEN -TERMOMETERN ENLIGT DAHL (1980).

Denna termometer bygger på Mg/Fe^{2+} -fördelningen i samexisterande granat och klinopyroxen och innefattar en korrigerig för närvaron av Mn och Ca i granaten. Här redovisas endast siffervärden. För teorin bakom denna metod och för närmare beskrivning av det matematiska förfarings-sättet hänvisas till Dahl (1980).

4 olika gt-cpx -par från lokal 3 och 4 har använts. Rådata finns tabellerade i appendix 2.

Bland annat eftersom Fe^{3+}/Fe^{2+} -förhållandet inte är analyserat måste beräkningarna på detta stadium betraktas som mycket preliminära, men de kan ge en viss uppfattning om inom vilket temperaturintervall dessa bergarter kan ha bildats. I fig. 25 är det framräknade temperaturintervallet markerat. De framräknade temperaturerna kan jämföras med fig. 5.

BERÄKNINGSGRUNDER.

Allmän formel:

$$T(^{\circ}K) = \left[2324 + 0,022 P \text{ (bar)} + 1509 (X_{Fe}^{gt} - X_{Mg}^{gt}) + 2810 (X_{Ca}^{gt}) + 2855 (X_{Mn}^{gt}) \right] / 1,987 \ln K_D$$

$$K_D = (X_{Fe}/X_{Mg})^{gt} / (X_{Fe}/X_{Mg})^{cpx}$$

Vid uträkning av molbråken har i

X_{Fe}^{gt} använts den framräknade mängden Fe^{2+} i X-positionen,

X_{Ca}^{gt} använts den framräknade mängden Ca i X-positionen,

X_{Mg}^{cpx} använts den framräknade mängden Mg i Y-positionen.

GRANATER.

		R3C11GTCOR	ROAN3C5GT	3A5GT	R47GT3
Z	Si	2,9648	2,8768	2,9900	2,9445
	Al	0,0352	0,1232	0,0100	0,0555
Y	Al ³⁺	1,9325	1,9285	1,9586	1,9285
	Fe ³⁺	0,0675	0,0715	0,0414	0,0715
X	Mg ²⁺	1,6964	1,7168	1,6359	1,1171
	Fe ²⁺	0,7429	0,7612	0,8231	1,3291
	Mn	0,0232	0,0261	0,0292	0,0915
	Ca	0,5375	0,4959	0,5118	0,4623
	Summa X	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000
	Ca som ej får plats	0,0446	0,1418	0,0258	0,0635

KLINOPYROXENER.

		3C11PXYTA	3C5PXYTA	3A5PX	R47PXINK
Z	Si	1,8827	1,8900	1,8917	1,9721
	Al	0,1173	0,1100	0,1083	0,0279
Y	Al	0,1800	0,1965	0,1426	0,0594
	Cr	-	-	0,0105	-
	Fe	0,1041	0,1035	0,1109	0,2227
	Mg	0,7048	0,6862	0,7276	0,7022
X	Na	0,0405	0,0587	0,0281	-
	Ca	0,8904	0,8637	0,8924	0,8906
	Mg	0,0691	0,0776	0,0795	0,1094
	Summa Y	0,9889	0,9862	0,9916	0,9843

BERÄKNINGAR.

R3C11GTCOR - 3C11PXYTA

$$x_{\text{Fe}}^{\text{gt}} = 0,7429/3,0000$$

$$x_{\text{Mg}}^{\text{gt}} = 1,6964/3,0000$$

$$x_{\text{Ca}}^{\text{gt}} = 0,5375/3,0000$$

$$x_{\text{Mn}}^{\text{gt}} = 0,0232/3,0000$$

$$x_{\text{Fe}}^{\text{cpx}} = 0,1041/0,9889$$

$$x_{\text{Mg}}^{\text{cpx}} = 0,7048/0,9889$$

$$K_D = 2,96$$

5000 bar = 875^oC
 10000 bar = 926^oC

15000 bar = 977^oC
 20000 bar = 1028^oC

ROAN3C5GT - 3C5PXYTA

$X_{Fe}^{gt} = 0,7612/3,000$

$X_{Fe}^{cpx} = 0,1035/0,9862$

$X_{Mg}^{gt} = 1,7168/3,000$

$X_{Mg}^{cpx} = 0,6862/0,9862$

$X_{Ca}^{gt} = 0,4959/3,000$

$X_{Mn}^{gt} = 0,0261/3,000$

$K_D = 2,94$

5000 bar = 867^oC
 10000 bar = 918^oC

15000 bar = 970^oC
 20000 bar = 1021^oC

3A5GT - 3A5PX

$X_{Fe}^{gt} = 0,8231/3,000$

$X_{Fe}^{cpx} = 0,1109/0,9916$

$X_{Mg}^{gt} = 1,6359/3,000$

$X_{Mg}^{cpx} = 0,7276/0,9916$

$X_{Ca}^{gt} = 0,5118/3,000$

$X_{Mn}^{gt} = 0,0292/3,000$

$K_D = 3,30$

5000 bar = 794^oC
 10000 bar = 840^oC

15000 bar = 887^oC
 20000 bar = 933^oC

R47GT3 - R47PXINK

$X_{Fe}^{gt} = 1,3291/3,000$

$X_{Fe}^{cpx} = 0,2227/0,9843$

$X_{Mg}^{gt} = 1,1171/3,000$

$X_{Mg}^{cpx} = 0,7022/0,9843$

$X_{Ca}^{gt} = 0,4623/3,000$

$X_{Mn}^{gt} = 0,0915/3,000$

$K_D = 3,75$

5000 bar = 892^oC
 10000 bar = 934^oC

15000 bar = 975^oC
 20000 bar = 1018^oC

APPENDIX 2.

Här är obehandlade data tabellerade.

GRANATER. Antal katjoner baserat på 12 O.

LOKAL 1:

	<u>RIA11GT</u>		<u>RIA11GT2</u>		<u>RIA5GT</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	14,77	1,6096	13,83	1,5102	15,53	1,6919
Al ₂ O ₃	23,36	2,0134	22,80	1,9687	23,12	1,9920
SiO ₂	40,30	2,9468	40,34	2,9561	40,85	2,9861
CaO	6,95	0,5447	7,26	0,5703	6,01	0,4705
MnO	0,37	0,0227	0,35	0,0214	0,41	0,0253
FeO	14,87	0,9092	16,86	1,0329	13,94	0,8522
SUMMA	100,62	8,0464	101,44	8,0596	99,86	8,0180
ÖVRIGT	Kant		Mellanpunkt		Nära kant	
	<u>RIA5GTYTA</u>		<u>1A1GTPR1</u>		<u>1A1GTPR3</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	15,01	1,6328	12,46	1,3558	14,20	1,5341
Al ₂ O ₃	22,87	1,9677	23,22	1,9976	23,28	1,9883
SiO ₂	40,39	2,9482	41,07	2,9977	41,21	2,9866
CaO	6,89	0,5391	7,50	0,5866	7,06	0,5483
MnO	0,64	0,0397	-	-	-	-
FeO	15,41	0,9406	17,46	1,0658	15,87	0,9619
SUMMA	101,21	8,0681	101,71	8,0035	101,62	8,0192
ÖVRIGT	Mellanpunkt		Inre del av profil		Mellanpunkt i profil	

	<u>1A1GTPR2</u>		<u>ROANIAGT1</u>		<u>GRANAT 1</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	15,00	1,6356	14,51	1,5830	14,72	1,5909
Al ₂ O ₃	23,15	1,9954	23,56	2,0322	22,76	1,9459
SiO ₂	40,52	2,9636	40,15	2,9388	41,47	3,0074
CaO	7,15	0,5605	7,15	0,5607	7,06	0,5484
MnO	-	-	0,32	0,0201	0,34	0,0210
FeO	14,45	0,8837	14,87	0,9103	14,94	0,9060
SUMMA	100,27	8,0388	100,56	8,0451	101,29	8,0196
ÖVRIGT	Kant i profil		Fig 19 kant		Fig 19 30 μ	

	<u>GRANAT 2</u>		<u>ROANIAGT1,5</u>		<u>GRANAT 4</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	12,90	1,4080	9,83	1,0945	9,39	1,0477
Al ₂ O ₃	22,65	1,9548	23,30	2,0516	22,01	1,9426
SiO ₂	40,91	2,9953	39,23	2,9305	40,12	3,0050
CaO	7,48	0,5865	8,70	0,6959	9,02	0,7241
MnO	0,48	0,0296	0,53	0,0336	0,71	0,0448
FeO	17,20	1,0532	19,81	1,2375	20,11	1,2596
SUMMA	101,62	8,0274	101,40	8,0436	101,36	8,0238
ÖVRIGT	Fig 19 200 μ		Fig 19 600 μ		Fig 19 1000 μ	

	<u>ROANIAGT3</u>		<u>ROANIAGT4</u>		<u>ROANIAGT5</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	8,77	0,9879	7,29	0,8354	6,86	0,7796
Al ₂ O ₃	22,62	2,0145	22,30	2,0215	22,45	2,0179
SiO ₂	38,99	2,9456	38,26	2,9429	38,30	2,9210
CaO	8,60	0,6961	9,03	0,7446	9,94	0,8123
MnO	0,85	0,0543	1,08	0,0704	1,06	0,0685
FeO	21,34	1,3486	22,25	1,4316	23,06	1,4708
SUMMA	101,17	8,0470	100,21	8,0464	101,68	8,0701
ÖVRIGT	Fig 19 2500 μ		Fig 19 3900 μ		Fig 19 5200 μ	

LOKAL 2:

	<u>21GT</u>		<u>21GT2</u>		<u>22GTC</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	9,14	1,0369	8,00	0,9232	8,78	1,0147
Al ₂ O ₃	23,19	2,0789	21,52	1,9628	21,74	1,9857
SiO ₂	37,80	2,8756	38,57	2,9857	38,39	2,9727
CaO	7,04	0,5740	7,11	0,5899	7,66	0,6360
MnO	0,68	0,0436	0,79	0,0516	0,52	0,0344
FeO	23,20	1,4759	23,48	1,5199	21,46	1,3910
SUMMA	101,05	8,0849	99,47	8,0331	98,55	8,0345
ÖVRIGT	Kärna?		Kant?		Kärna	

	<u>22GTR</u>		<u>23GTC</u>		<u>23GTR</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	8,36	0,9667	8,63	0,9790	7,70	0,8834
Al ₂ O ₃	21,61	1,9763	22,44	2,0123	21,86	1,9817
SiO ₂	38,77	3,0087	38,81	2,9532	38,86	2,9896
CaO	7,84	0,6518	7,89	0,6432	7,24	0,5967
MnO	0,52	0,0344	0,65	0,0421	0,81	0,0528
FeO	21,04	1,3653	22,17	1,4108	23,55	1,5152
SUMMA	98,14	8,0032	100,59	8,0406	100,02	8,0194
ÖVRIGT	Kant		Kärna		Kant	

LOKAL 3:

	<u>31GT</u>		<u>3A5GT</u>		<u>ROAN3C5GT</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	14,93	1,6141	14,94	1,6359	15,86	1,7168
Al ₂ O ₃	23,01	1,9676	22,74	1,9686	23,97	2,0517
SiO ₂	41,52	3,0121	40,70	2,9900	39,61	2,8768
CaO	7,58	0,5895	6,83	0,5376	7,63	0,5934
MnO	0,35	0,0218	0,47	0,0292	0,42	0,0261
FeO	13,17	0,7989	14,07	0,8645	13,71	0,8327
SUMMA	100,56	8,0040	99,75	8,0258	101,20	8,0975
ÖVRIGT			GT-PX-par		Kant, GT-PX-par	

	<u>ROAN3C5GTC</u>		<u>R3C8GT</u>		<u>R3C11GTCOR</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	15,67	1,6941	15,84	1,7260	15,59	1,6964
Al ₂ O ₃	23,50	2,0087	22,99	1,9803	22,86	1,9677
SiO ₂	40,19	2,9152	40,42	2,9546	40,60	2,9648
CaO	8,12	0,6313	7,23	0,5664	7,44	0,5821
Cr ₂ O ₃	-	-	-	-	0,08	0,0045
MnO	0,39	0,0237	0,38	0,0232	0,38	0,0232
FeO	13,31	0,8074	13,16	0,8047	13,27	0,8104
SUMMA	101,18	8,0804	100,02	8,0552	100,22	8,0491
ÖVRIGT	Kärna				GT-PX-par kärna	

LOKAL 4:

	<u>R45GT</u>		<u>R45GTC</u>		<u>R47GTC</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	9,00	1,0283	7,54	0,8609	9,61	1,0915
Al ₂ O ₃	21,59	1,9508	21,67	1,9567	21,68	1,9470
SiO ₂	38,48	2,9499	38,48	2,9489	38,88	2,9623
CaO	8,99	0,7387	10,58	0,8683	7,13	0,5824
MnO	1,42	0,0922	1,91	0,1240	1,37	0,0882
FeO	20,51	1,3149	20,50	1,3140	21,86	1,3927
SUMMA	99,99	8,0748	100,68	8,0728	100,53	8,0641
ÖVRIGT	Kant		Kärna		Kärna	

	<u>47GTR</u>		<u>R47GT3</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	8,98	1,0163	9,81	1,1171
Al ₂ O ₃	21,81	1,9517	22,04	1,9840
SiO ₂	38,79	2,9457	38,55	2,9445
CaO	9,10	0,7403	6,43	0,5258
MnO	1,37	0,0879	1,41	0,0915
FeO	21,05	1,3367	21,93	1,4006
SUMMA	101,10	8,0786	100,17	8,0635
ÖVRIGT	Kant		GT-PX-par	

KLINOPYROXEN. Antal katjoner baserat på 6 0.

	LOKAL 2:		LOKAL 3:			
	<u>21PX3</u>		<u>3A5PX</u>		<u>3A2PX</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Na ₂ O	-	-	0,40	0,0281	1,03	0,0727
MgO	12,36	0,6969	14,78	0,8071	13,90	0,7574
Al ₂ O ₃	4,63	0,2063	5,81	0,2509	7,40	0,3189
SiO ₂	50,30	1,9022	51,63	1,8917	51,28	1,8749
CaO	21,40	0,8670	22,73	0,8924	21,37	0,8372
TiO ₂	0,53	0,0151	-	-	0,25	0,0069
Cr ₂ O ₃	-	-	0,36	0,0105	0,73	0,0212
FeO	9,24	0,2922	3,61	0,1109	3,11	0,0953
SUMMA	98,46	3,9796	99,32	3,9916	99,07	3,9845
ÖVRIGT			GT-PX-par			
	<u>ROAN3C2PX</u>		<u>R3C4CPX</u>		<u>3C5PXYTA</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Na ₂ O	0,60	0,0421	0,65	0,0454	0,84	0,0587
MgO	14,97	0,8098	14,71	0,7904	14,23	0,7638
Al ₂ O ₃	6,91	0,2956	6,60	0,2805	7,22	0,3065
SiO ₂	51,76	1,8786	52,40	0,8889	52,48	1,8900
CaO	22,33	0,8684	23,04	0,8900	22,38	0,8637
Cr ₂ O ₃	0,09	0,0026	-	-	-	-
FeO	3,16	0,0961	3,27	0,0985	3,43	0,1035
SUMMA	99,82	3,9932	100,67	3,9937	100,58	3,9862
ÖVRIGT					GT-PX-par	
	<u>3C7CPX</u>		<u>R3C10PX</u>		<u>3C11PXYTA</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Na ₂ O	0,71	0,0493	0,76	0,0525	0,58	0,0405
MgO	15,54	0,8288	15,39	0,8167	14,42	0,7739
Al ₂ O ₃	7,60	0,3202	6,74	0,2826	7,01	0,2973
SiO ₂	52,62	1,8826	53,47	1,9032	52,28	1,8827
CaO	20,42	0,7827	21,83	0,8325	23,08	0,8904
FeO	3,95	0,1182	3,17	0,0943	3,46	0,1041
SUMMA	100,84	3,9818	101,36	3,9818	100,83	3,9889
ÖVRIGT					GT-PX-par	

LOKAL 4:

	<u>R43CPX</u>		<u>R44PX</u>		<u>"R45AMF"</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Na ₂ O	0,59	0,0420	0,72	0,0520	0,68	0,0492
MgO	13,76	0,7525	13,53	0,7517	14,21	0,7907
Al ₂ O ₃	5,10	0,2206	4,95	0,2175	2,81	0,1237
SiO ₂	51,60	1,8936	51,03	1,9023	52,30	1,9526
CaO	22,22	0,8737	20,98	0,8380	21,80	0,8721
MnO	-	-	-	-	0,26	0,0084
FeO	7,63	0,2347	8,11	0,2534	6,82	0,2134
SUMMA	100,90	4,0171	99,32	4,0149	98,88	4,0101

	<u>R47PXINK</u>		<u>R47PX</u>		<u>R48PX</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Na ₂ O	-	-	0,72	0,0521	-	-
MgO	14,64	0,8116	13,24	0,7312	14,20	0,7750
Al ₂ O ₃	1,99	0,0873	4,61	0,2014	4,52	0,1950
SiO ₂	53,02	1,9721	51,95	1,9252	52,28	1,9149
CaO	22,35	0,8906	21,39	0,8493	21,76	0,8539
FeO	7,16	0,2227	7,76	0,2410	8,12	0,2487
SUMMA	99,16	3,9843	99,67	4,0002	100,88	3,9875

ÖVRIGT PX-PLAG-inkl. i GT
GT-PX-par

AMFIBOL. Antal katjoner baserat på 23 O.

LOKAL 1:

	<u>1A7AMF?</u>		<u>R1A5AMF</u>		<u>1A9AMF</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Na ₂ O	0,58	0,1579	0,62	0,1685	0,82	0,2239
MgO	20,17	4,1854	17,63	3,7038	18,51	3,8696
Al ₂ O ₃	7,68	1,2605	13,95	2,3181	12,06	1,9942
SiO ₂	51,55	7,1775	46,34	6,5324	48,41	6,7906
K ₂ O	0,40	0,0714	0,69	0,1247	0,70	0,1259
CaO	12,65	1,8873	11,98	1,8095	11,85	1,7811
TiO ₂	0,54	0,0565	0,26	0,0275	-	-
FeO	3,89	0,4539	6,29	0,7431	5,12	0,6019
SUMMA	97,46	15,2504	97,76	15,4276	97,47	15,3872
ÖVRIGT	Mg/Mg+Fe=0,90 Magnesio-hbl.		Mg/Mg+Fe=0,83 Magnesio-hbl.		Mg/Mg+Fe=0,87 Magnesio-hbl.	

LOKAL 3:

LOKAL 4:

	<u>1A6AMFIB</u>		<u>R3C10PX?2</u>		<u>R44AMF</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Na ₂ O	0,98	0,2652	1,13	0,3096	1,05	0,3016
MgO	18,69	3,8663	18,74	3,9586	14,63	3,2214
Al ₂ O ₃	12,28	2,0093	12,73	2,1271	11,03	1,9211
SiO ₂	48,79	6,7723	46,09	6,5333	43,95	6,4936
K ₂ O	0,59	0,1050	0,24	0,0432	1,25	0,2368
CaO	12,30	1,8294	12,17	1,8483	11,83	1,8729
TiO ₂	0,24	0,0250	0,45	0,0477	1,32	0,1465
Cr ₂ O ₃	-	-	0,18	0,0196	-	-
MnO	-	-	0,12	0,0141	-	-
FeO	4,39	0,5107	5,23	0,6204	11,91	1,4748
SUMMA	98,26	15,3832	97,08	15,5219	96,97	15,6687
ÖVRIGT	Mg/Mg+Fe=0,88 Magnesio-hbl		Mg/Mg+Fe=0,87 Magnesio-hbl. Kant på cpx		Mg/Mg+Fe=0,69 Ferroan pargasitiskt hbl.	

R45AMF

	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	14,57	3,1541
Al ₂ O ₃	11,46	1,9615
SiO ₂	45,43	6,5992
K ₂ O	1,30	0,2405
CaO	11,85	1,8438
TiO ₂	1,35	0,1480
FeO	11,90	1,4452
SUMMA	97,86	15,3923
ÖVRIGT	Mg/Mg+Fe=0,69 Magnesio-hbl.	

PLAGIOKLAS. Antal katjoner baserat på 8 0.

LOKAL 1:

	<u>1A6PL</u>		<u>1A7PL</u>		<u>1A5PLA</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Na ₂ O	5,71	0,4938	6,76	0,5821	2,52	0,2255
Al ₂ O ₃	29,37	1,5433	27,94	1,4622	33,76	1,8400
SiO ₂	54,98	2,4509	57,06	2,5335	46,26	2,1391
CaO	11,23	0,5365	9,43	0,4486	17,14	0,8491
SUMMA	101,29	5,0245	101,19	5,0264	99,68	5,0537
ÖVRIGT	Sympl. med opx inuti amfibol		Sympl efter amf		Nära kyanitens produkter	
	<u>1A5SYMPLA</u>		<u>1A5SYPL2</u>		<u>1A5PLA4</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Na ₂ O	2,09	0,1925	1,71	0,1549	6,89	0,5967
Al ₂ O ₃	35,83	2,0042	35,27	1,9385	28,77	1,5142
SiO ₂	41,14	1,9525	43,41	2,0243	55,35	2,4717
CaO	19,22	0,9770	18,99	0,9486	10,18	0,4870
FeO	0,39	0,0156	0,45	0,0176	-	-
SUMMA	98,67	5,1418	99,83	5,0839	101,19	5,0696
ÖVRIGT	Sympl. efter gt		Sympl vid amf		Mellan amf och opx- sympl.	

	<u>RIA9PL</u>		<u>1A6PLAGIO</u>		<u>RIA11ZPL2</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Na ₂ O	2,33	0,2070	3,49	0,3064	6,11	0,5312
Al ₂ O ₃	34,77	1,8745	33,06	1,7635	28,67	1,5156
SiO ₂	46,03	2,1053	49,25	2,2287	55,09	2,4706
CaO	17,84	0,8743	15,35	0,7442	10,82	0,5198
SUMMA	100,97	5,0611	101,15	5,0428	100,69	5,0372
ÖVRIGT			Sympl. med opx efter gt		Zonerad plag, kärna.	

LOKAL 2:

	<u>RIA11ZPL1</u>		<u>RIA11ZPL3</u>		<u>22PL</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Na ₂ O	6,13	0,5294	2,36	0,2109	7,71	0,6778
Al ₂ O ₃	28,92	1,5191	35,82	1,9466	25,71	1,3741
SiO ₂	55,24	2,4625	44,01	2,0291	57,95	2,6274
CaO	11,13	0,5318	18,55	0,9164	7,10	0,3451
SUMMA	101,42	5,0428	100,74	5,1030	98,47	5,0244
ÖVRIGT	Zonerad plag, nära kärnan		Zonerad plag, kant			

LOKAL 3:

	<u>23PL2</u>		<u>23PL</u>		<u>3A2PL</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Na ₂ O	8,47	0,7264	5,46	0,4845	5,92	0,5243
Al ₂ O ₃	26,11	1,3610	31,33	1,6904	28,62	1,5404
SiO ₂	59,47	2,6304	49,89	2,2834	53,76	2,4556
CaO	6,75	0,3198	12,84	0,6297	10,55	0,5161
FeO	0,40	0,0146	0,67	0,0257	-	-
SUMMA	101,20	5,0522	100,19	5,1137	98,85	5,0364

	<u>ROAN3C2PL</u>		<u>3C7PLA</u>		<u>R3C9PL</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Na ₂ O	2,67	0,2381	6,41	0,5562	5,23	0,4580
Al ₂ O ₃	34,03	1,8480	28,71	1,5153	30,68	1,6330
SiO ₂	46,48	2,1415	55,08	2,4666	52,00	2,3487
CaO	16,73	0,8259	10,75	0,5158	12,90	0,6242
SUMMA	99,91	5,0535	100,95	5,0539	100,81	5,0639

LOKAL 4:

	<u>R3C4PL?1</u>		<u>ROAN3C2PL1</u>		<u>R47PLINK</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Na ₂ O	6,18	0,5331	6,78	0,5851	8,21	0,7211
Al ₂ O ₃	29,01	1,5225	28,77	1,5082	24,70	1,3189
SiO ₂	55,74	2,4821	55,85	2,4841	58,56	2,6536
K ₂ O	-	-	-	-	0,50	0,0289
CaO	10,17	0,4854	10,01	0,4770	6,99	0,3393
SUMMA	101,10	5,0231	101,41	5,0544	98,96	5,0618

ÖVRIGT

Plag runt px-inkl
i gt

	<u>R49PLINK</u>		<u>R44PLA</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Na ₂ O	8,52	0,7447	8,75	0,7448
Al ₂ O ₃	24,25	1,2880	24,95	1,2906
SiO ₂	59,37	2,6759	61,19	2,6859
K ₂ O	0,68	0,0393	0,42	0,0233
CaO	6,71	0,3241	6,55	0,3083
SUMMA	99,53	5,0720	101,86	5,0529

ÖVRIGT Plag-inkl i px

GLIMMER (FLOGOPIT). Antal katjoner baserat på 22 0.

LOKAL 1:

	<u>R1A9GL</u>		<u>R1A14GL</u>		<u>1A4LJGL</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	22,87	4,7947	21,99	4,6657	21,99	4,6884
Al ₂ O ₃	18,62	3,0868	17,67	2,9652	18,29	3,0842
SiO ₂	38,90	5,4712	39,18	5,5775	38,18	5,4624
K ₂ O	9,12	1,6358	8,69	1,5773	8,91	1,6265
CaO	-	-	-	-	0,16	0,0242
TiO ₂	0,73	0,0777	1,18	0,1261	0,97	0,1047
FeO	5,61	0,6595	5,80	0,6908	5,96	0,7136
SUMMA	95,85	15,7257	94,51	15,6026	94,46	15,7040
ÖVRIGT	Mg/Mg+Fe=0,88 blekbrun		Mg/Mg+Fe=0,87 ljusbrun		Mg/Mg+Fe=0,87 ljusbrun	

LOKAL 4:

	<u>1A2GGL</u>		<u>R48BIO</u>		<u>R46BIO</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	21,76	4,6178	18,26	3,8986	17,31	3,7399
Al ₂ O ₃	18,49	3,1025	15,15	2,5583	15,35	2,6213
SiO ₂	38,29	5,4512	39,15	5,6086	38,29	5,5496
K ₂ O	9,18	1,6672	9,61	1,7564	9,82	1,8164
CaO	0,18	0,0269	-	-	-	-
TiO ₂	0,57	0,0616	3,26	0,3517	3,34	0,3643
FeO	7,08	0,8424	12,23	1,4652	13,14	1,5921
SUMMA	95,55	15,7696	97,66	15,6388	97,25	15,6836
ÖVRIGT	Mg/Mg+Fe=0,85 grön		Mg/Mg+Fe=0,73		Mg/Mg+Fe=0,70	

	<u>R42BIO</u>		<u>R42GL?</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	17,67	3,8210	17,51	3,8462
Al ₂ O ₃	14,96	2,5592	14,25	2,4743
SiO ₂	38,51	5,5886	38,07	5,6096
K ₂ O	9,69	1,7937	9,30	1,7477
CaO	0,29	0,0451	0,17	0,0270
TiO ₂	3,34	0,3644	3,50	0,3875
FeO	12,30	1,4923	12,56	1,5472
SUMMA	96,76	15,6643	95,36	15,6395
ÖVRIGT	Mg/Mg+Fe=0,72		Mg/Mg+Fe=0,71	

ORTOPYROXEN. Antal katjoner baserat på 6 0.

LOKAL 1:

	<u>RIA11SOPX</u>		<u>RIA11SOPXX</u>		<u>RIA11SWS</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	28,60	1,5190	27,11	1,4470	29,10	1,5429
Al ₂ O ₃	4,57	0,1920	4,73	0,1996	4,75	0,1990
SiO ₂	53,53	1,9075	53,37	1,9113	53,15	1,8907
FeO	12,68	0,3780	14,39	0,4309	12,68	0,3772
SUMMA	99,38	3,9965	99,60	3,9888	99,68	4,0098
ÖVRIGT	Symp1. mellan gt och amf		Symp1. mellan gt och amf		Symp1 efter gt med spinell i	

	<u>1A60PX</u>		<u>1A60PX(8dec)</u>		<u>1A90PX</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	32,01	1,6475	32,52	1,6706	30,82	1,5845
Al ₂ O ₃	3,04	0,1236	2,35	0,0956	4,18	0,1699
SiO ₂	56,50	1,9512	56,89	1,9605	55,54	1,9158
CaO	0,27	0,0098	0,28	0,0103	0,45	0,0168
FeO	8,82	0,2547	8,83	0,2546	10,83	0,3123
SUMMA	100,64	3,9868	100,87	3,9916	101,82	3,9993
ÖVRIGT	Symp1. efter amf		Symp1. efter amf		Symp1. efter amf	

LOKAL 3:

	<u>3C70PX</u>		<u>3C10PX</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	31,75	1,6413	31,34	1,6407
Al ₂ O ₃	2,72	0,1112	2,86	0,1186
SiO ₂	56,29	1,9524	55,52	1,9504
FeO	9,90	0,2871	9,55	0,2806
SUMMA	100,66	3,9920	99,27	3,9903
ÖVRIGT	SympI. från omfac.		SympI. från omfac.	

LOKAL 4:

	<u>44RED</u>		<u>R41RED2</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	24,72	1,3402	23,61	1,2935
Al ₂ O ₃	1,17	0,0503	1,79	0,0777
SiO ₂	54,28	1,9741	52,85	1,9427
CaO	0,47	0,0183	0,44	0,0173
MnO	-	-	0,62	0,0193
FeO	20,32	0,6180	21,72	0,6678
SUMMA	100,96	4,0009	101,03	4,0183
ÖVRIGT	Röd-grön pleokr.		Röd-grön pleokr.	

SPINELL. Antal katjoner baserat på 4 0.

LOKAL 1:

LOKAL 3:

	<u>1A1SPI</u>		<u>3A4MOJ</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	14,42	0,5608	8,11	0,4055
Al ₂ O ₃	63,28	1,9460	24,73	0,9775
Cr ₂ O ₃	-	-	35,38	0,9381
FeO	23,84	0,5202	25,70	0,7210
ZnO	-	-	Små mängder	
SUMMA	101,54	3,0270	93,92	3,0421
ÖVRIGT	SympI. i opx med plag efter gt		Maskformig spinell i plag	

SAFIRIN. Antal katjoner baserat på 10 0.

LOKAL 3:

	<u>3A3SAPPH</u>		<u>ROAN3C90K2</u>		<u>ROAN3C90K</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
MgO	17,76	1,5305	18,58	1,6208	17,76	1,5449
Al ₂ O ₃	65,65	4,4736	64,75	4,4659	66,05	4,5440
SiO ₂	13,01	0,7522	11,79	0,6899	11,52	0,6726
Cr ₂ O ₃	0,63	0,0287	1,23	0,0571	0,81	0,0372
FeO	4,37	0,2115	4,39	0,2148	4,88	0,2382
SUMMA	101,42	6,9965	100,74	7,0485	101,02	7,0369

KORUND. Antal katjoner baserat på 3 0.

LOKAL 3:

	<u>R3C9K0</u>		<u>ROAN3C4K0R</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.	OXID-%	ANTAL KATJ.
Al ₂ O ₃	98,81	1,9955	99,45	1,9910
Cr ₂ O ₃	0,08	0,0010	0,46	0,0061
FeO	0,37	0,0053	0,30	0,0043
SUMMA	99,26	2,0018	100,21	2,0014

KYANIT. Antal katjoner baserat på 5 0.

LOKAL 3:

	<u>R3C9KY</u>	
	OXID-%	ANTAL KATJ.
Al ₂ O ₃	62,07	1,9938
SiO ₂	36,81	1,0032
Cr ₂ O ₃	0,09	0,0019
SUMMA	98,97	2,9989

REFERENSER.

- Bryhni, I. 1966: Reconnaissance studies of gneisses, ultrabasites, eclogites and anorthosites in outer Nordfjord, western Norway. *Nor. Geol. Unders.* 241, 1-68.
- Bryhni, I., Krogh, E.J. & Griffin, W.L. 1977: Crustal derivation of Norwegian eclogites: a review. *N. Jb. Miner. Abh.* 130, 49-68.
- Carswell, D.A. 1968a: Picritic magma-residual dunite relationships in garnet peridotite at Kalskaret near Tafjord, southern Norway. *Contr. Miner. Petrol.* 19, 97-124.
- Carswell, D.A. 1968b: Possible primary upper mantle peridotite in Norwegian basal gneiss. *Lithos* 1, 322-355.
- Coleman, R.G., Lee, D.E., Beatty, L.B., Brannock, W.W. 1965: Eclogites and Eclogites: Their Differences and Similarities. *Geol. Soc. of Am. Bull.*, v.76, 483-508.
- Cuthbert, S.J., Harvey, M.A. & Carswell, D.A. 1983. A tectonic model for the metamorphic evolution of the Basal Gneiss Complex, Western South Norway. *J. Met. Geol.* 1, 63-90.
- Dahl, P.S. 1980: The thermal-compositional dependence of Fe^{2+} -Mg-distributions between coexisting garnet and pyroxene: applications to geothermometry. *Am. Mineral.*, vol 65, 854-866.
- Deer, W.A., Howie, R.A. and Zussman, J. 1962: Sheet Silicates, Vol 3 of *Rockforming Minerals*: Longmans, Green & Co, Ltd, London. 1-270.
- Eskola, P. 1921: On the eclogites of Norway. *Skr. Vidensk. Selsk. Christiania, Mat.-Nat. Kl. I*, No. 8, 1-118.
- Evans, B.W. and Frost, B.R. 1975: Chrome-spinel in progressive metamorphism - a preliminary analysis. *Geochim. Cosmochim. Acta* 39, 959-972.
- Gee, D. and Zachrisson, E. 1979: The Caledonides in Sweden. *Sveriges Geol. Unders. Serie C nr. 769, Avhandlingar och uppsatser. Arsbok 73 nr. 10*, 1-48.
- Green, D.H. & Ringwood, A.E. 1967: An experimental investigation of the gabbro to eclogite transformation and its petrological implications. *Geochim. Cosmochim. Acta* 31, 767-833.
- Griffin, W.L. 1972: Formation of eclogites and the coronas in anorthosite, Bergen Arcs, Norway. *Geol. Soc. Am. Mem.* 135, 37-63.
- Griffin, W.L., Austrheim, H., Brastad, K., Bryhni, I., Krill, A., Mørk, M.-B.E., Qvale, H. & Tørudbakken, B. 1982: High-pressure metamorphism in the Scandinavian Caledonides. *Uppsala Caledonide Symp.* (in press).
- Griffin, W.L. & Mørk, M.-B.E. 1981: Eclogites and basal gneisses in West Norway. *Excursions in the Scandinavian Caledonides. UCS Excursion No B1. Uppsala Caledonide Symposium*, 1-88.
- Harley, S.L. & Green, D.H. 1982: Garnet-orthopyroxene barometry for granulites and peridotites. *Nature* Vol. 300, 23/30 Dec. 1982, 697-701.

- Higgins, J.B., Ribbe, P.H. and Herd, R.K. 1979: Sapphirine I. Crystal Chemical Contributions. *Contrib. Mineral. Petrol.* 68, 349-356.
- Krogh, E.J. 1977a: Evidence for a Precambrian continent-continent collision in western Norway. *Nature* 267, 17-19.
- Krogh, E.J. 1977b: Crustal and in situ origin of Norwegian eclogites. Reply. *Nature* 269, 730.
- Krogh, E.J. 1980: Geochemistry and petrology of glaucophane-bearing eclogites and associated rocks from Sunnfjord, western Norway. *Lithos* 13, 355-380.
- Krogh, E.J. 1982: Metamorphic evolution of Norwegian country-rock eclogites, as deduced from mineral inclusions and compositional zoning in garnets. *Lithos* 15, 305-321.
- Lal, R.K., Ackermund, D. Seifert, F., Halder, S.K. 1978: Chemographic relationships in sapphirine-bearing rocks from Sonapahar, Assam, India. *Contrib. Mineral. Petrol.* 67, 169-187.
- Lappin, M.A. 1966: The field relationships of basic and ultrabasic masses in the basal gneiss complex of Stadlandet and Almklovdalen, Nordfjord, southwestern Norway. *Nor. Geol. Tidsskr.* 46, 439-495.
- Lappin, M.A. 1974: Eclogites from the Sunndal-Grubse ultramafic mass, Almklovdalen, Norway and the T-P history of the Almklovdalen mass. *J. Petrol.* 15, 567-601.
- Lappin, M.A. & Smith, D.C. 1978: Mantle-equilibrated orthopyroxene eclogite pods from the Basal Gneisses in the Selje district, western Norway. *J. Petrol.* 19, 530-584.
- Leake, B.E. 1978: Nomenclature of amphiboles. *Am. Mineralogist*, v. 63, 1023-1052.
- Miyashiro, A. 1979: *Metamorphism and Metamorphic Belts*. George Allen & Unwin Ltd, London. 1-492.
- O'Hara, M.J. 1967a: Mineral facies in ultrabasic rocks. pp. 7-18. In Wyllie, P.J. (ed.): *Ultramafic and Related Rocks*. J. Wiley & Sons, Inc., New York.
- O'Hara, M.J. 1967b: Mineral paragenesis in ultrabasic rocks. pp. 393-403. In Wyllie, P.J. (ed.): *Ultramafic and Related Rocks*. J. Wiley & Sons, Inc., New York.
- O'Hara, M.J., Richardson, D.W. & Wilson, G. 1971: Garnet peridotite stability and occurrence in crust and mantle. *Contr. Miner. Petrol.* 32, 48-68.
- White, A.J.R. 1964: Clinopyroxenes from eclogites and basic granulites. *Am. Mineralogist*, vol. 49, 883-888.
- Winkler, H.G.F., 1979: *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Fifth edition. Springer-Verlag, New York, 1-348.
- Yoder, H.S. and Tilley, C.E. 1962: Origin of basalt magmas: an experimental study of natural and synthetic rock systems. *J. Petrol.* 3, 342-532.