

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER C NR 697

AVHANDLINGAR OCH UPPSATSER

ÅRSBOK 68 NR 4

GÖRAN FOLCKER

URBERGSSTRATIGRAFISK
STUDIE ÖVER VITTANGIVAARA,
NORRBOTTENS LÄN



STOCKHOLM 1974

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER C NR 697

AVHANDLINGAR OCH UPPSATSER

ÅRSBOK 68 NR 4

GÖRAN FOLCKER

URBERGSSTRATIGRAFISK
STUDIE ÖVER VITTANGIVAARA,
NORRBOTTENS LÄN

STOCKHOLM 1974

ISBN 91-7158-046-8

Kartorna är godkända ur sekretessynpunkt för spridning. Rikets allmänna kartverk 74-01-23.

C DAVIDSONS BOKTRYCKERI AB, VÄXJÖ 1974

INNEHÅLL

Abstract	3
Inledning	4
Omgivande berggrund	5
Undersökta profiler	8
Tektonik	8
Stratigrafi och bergartsbeskrivning	9
Skapolitiseringen	17
Kvartsrandmalmens genesis	18
Litteratur	20

ABSTRACT

Mount Vittangivaara is situated about 30 kilometres NE of Kirunavaara iron ore deposit. Effusive greenstones such as pillow lavas, finegrained lavas, tuffaceous rocks etc. here occur in grand exposures. Many original structures of the basic volcanics can be studied. Sediments of different types alternate with lava beds and are well exposed. Sedimentary quartzbanded iron ore layers are for example found between pillow lava beds as well as between beds of metabasalts. The iron ore layers are of no economical importance, the Fe content being approx. 30—33 percent the beds also being thin. Magnetite and hematite exist to about the same quantity, and martitization structures commonly are found. The banded iron-rich sediments are strongly re-crystalized containing also alternating thin layers of andradite.

To the rock association also belong sediments as impure limeskarn rocks to pure dolomite limestones, graphite-bearing sediments and quartz-rich schists.

Where the rocks are of undisputable effusive or sedimentary origin, the author has found the thickness of the series to be considerably over 500 m. In the whole series of rocks, 12 different layers have been separated.

The rocks are intruded by a younger perthite granite. Age determinations of petrographically equal perthite granites from Masugnsbyn and Junosuando in Northern Lapland have given an age of 1535 m.y., determined at the Geochronological laboratory in Stockholm by Rb-Sr dating.

INLEDNING

Kalfjället Vittangivaara är beläget 3 mil nordost om Kiruna C (fig. 1). Den lapponiska bergartsassociationens sediment och basiska vulkaniter är här mycket väl blottad. Författaren fick sommaren 1955 i uppdrag av prof. Ödman att utreda stratigrafien och bestämma mäktigheten hos de ingående bergartsleden. Under sommaren 1972 reviderades tidigare gjorda arbeten tillsammans med Isak Björnström.

Den första berggrundsgeologiska undersökning som gjordes i dessa trakter är utförd av D. Hummel 1875. Han besökte själv dock ej Vittangivaara utan sände ett par lappar dit. I Hummels dagbok av år 1875, s. 33—34, finns följande uppgifter: "Återfärd på afton till Sáojärvi (Sevujärvi) för att inhemta notis om de båda Lapparnes utflygt för att samla stuffer i Vittangivaara, ett stort, väl 1 mil långt, fjäll N och NO från Sáojärvi, sträckande sig ända ned till Vittangijärvi och Nybygget. Detta fjäll med sina toppar utgjordes endast av kristallin diorit samt tät grönsten (diabas eller diorit). Den förstnämnda bergarten fanns blott i Vestra fjällets östra topp. Det övriga var alltsammans lika bergart (profver). Sannolikt hänger den tillsammans med Sautusvaara, som är fullkomligt likartadt. Det var således onödigt att besöka Vittangivaara".

På Geijers berggrundskarta över malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala (1931) är Ö Vittangivaara lagd som en gabbro tillhörande äldre djupbergartsgruppen, medan V Vittangivaara förutom av nämnda gabbro är utmärkt som vulkanisk grönsten tillhörande porfyr-leptitformationen. Geijers karta i dessa trakter grundar sig på det av Hummel insamlade stufmaterialet.

Under karteringen för länskartan över Norrbotten besöktes Vittangivaara sommaren 1950 av Ödman och Eriksson. Dessa observerade här den för Lapponium karakteristiska bergartsassociationen, och Ödman skriver i sin fältdagbok: "Den nu från östra Vittangivaara beskrivna serien är enastående i Lappländskt urberg i fråga om klarhet och bergarternas tydliga och friska utbildning. Det flacka läget och de goda blottningarna bidraga till att förhöja värdet av denna profil. Den har verksamt bidragit till att reda upp en del besvärliga punkter i Pajala beträffande stratigrafi och bergartsbildning. Många av grönstenarna i Övre Norrbotten, som liksom på känn tolkats som effusiva ha sina direkta motsvarigheter inom denna serie". Mina arbeten ingick som ett led i karteringen för länskartan. Framställningen grundar sig på fältarbeten utförda under somrarna 1955, 1956 och 1972. Laboratoriearbetena är gjorda vid Mineralogiska Institutet, Stockholms Universitet, samt vid SGU.

Författaren ber att få rikta ett varmt tack för diskussioner och uppslag givna av prof. O. H. Ödman och prof. S. Gavelin. Vidare har byråchef G. Kautsky givit sitt fulla stöd vid revidering och genomgång av insamlat material.

Ett tack riktas även till den obändige norrbottningen Isak Björnström från Övre Soppero, vilken hjälpt mig i fält sommaren 1972.

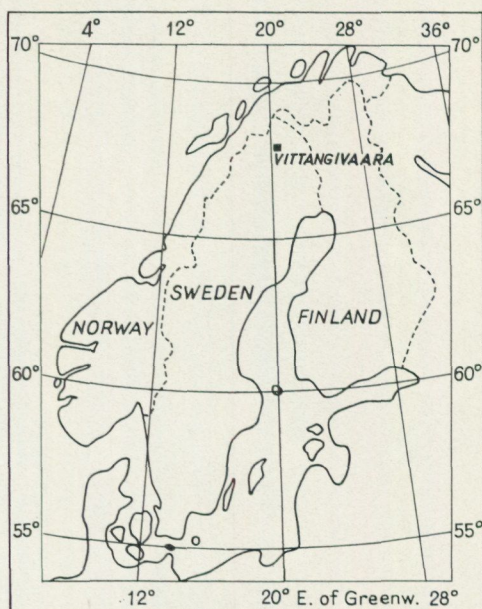
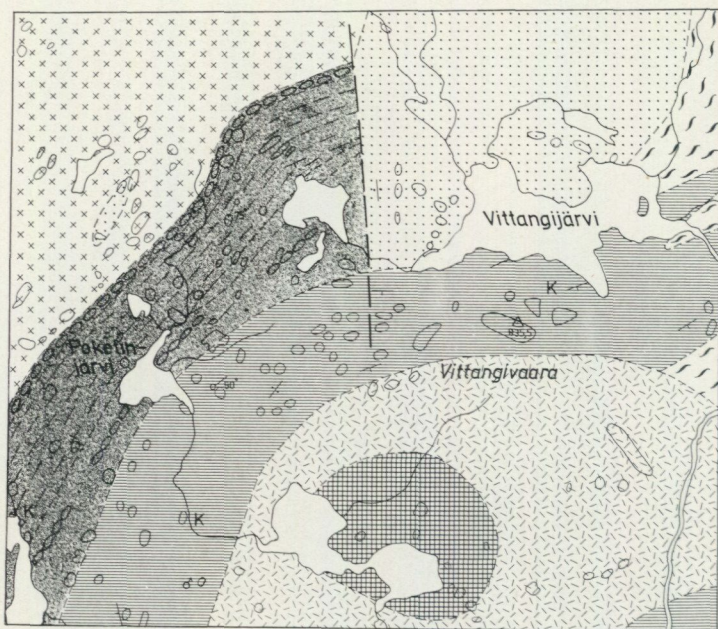


Fig. 1. Undersökningsområdets geografiska läge.
Location of the investigated area.

Slutligen vill jag framföra tack för förståelse till dir. Georg Andersson, Scandinavian Glasfiber AB, vilken även tillsett att jag fått ledighet från min tjänst för denna sammanställning.















OMGIVANDE BERGGRUND

Den omgivande berggrundens byggnad framgår av karta 1, s. 6. Längst mot väster inom kartområdet anstår en gråröd, mikroklinporfyrisk granit, delvis gnejsig äldre granit. Vakköjärvi-Kovozonernas bottenbildningar som utgöres dels av ett arkosliknande granitgrus, dels konglomerat med granitbollar följer omedelbart ovanpå denna granit. Dessa bottenbildningar efterföljes av sandsten och en mäktig fyllitisk skiffer, i vilka förekommer lagergångsartade intrusioner av grönstenar av olika typer, bl. a. uralitdiabaser och leukodiabaser. Vakkosedimenten är nära associerade med effusiva grönstenar och Ödman har på ett par lokaler i Kovozonen iakttagit hur sedimenten övergår i "laponiska" vulkaniter. Högre upp i Kovozonens lagerserie följer en vit kvartsit med vacker klastisk struktur och horisonter med granitkonglomerat. Stupningarna inom Kovozonen varierar mellan 55—75° mot Ö, respektive SO. De geologiska förhållandena inom Vakköjärvi—Kovozonerna är utredda av Geijer (1927). Kovozonens bergarter begränsas sannolikt i NO av en ungefärligen i N—S strykande förkastning mot basiska Kirunavulkaniter. Dessa basiska Kirunavulkaniter stryker in mot den flackt



Karta 1. Geologisk översiktskarta över trakterna kring Vittangivaara. Skala 1:200 000. (Efter O. Ödman 1957). Beskrivning till berggrundskarta över urberget i Norrbottens län. — SGU Ca 41.

Map 1. General geological map of the area around Vittangivaara. (Scale 1:200 000)

- | | |
|---|---|
|  | Yngre granit, ofta utbildad som perititgranit — <i>Younger granite, often perthitic</i> |
|  | Gabbro till diorit — <i>Gabbro to diorite</i> |
|  | Migmatit av tveksam ålder — <i>Migmatite of uncertain age</i> |
|  | Vakkokvartsit med konglomerat — <i>Vakko quartzite with conglomerate</i> |
|  | Vakkofyllit — <i>Vakko phyllite</i> |
|  | Basiska vulkaniter av Kirunatyp — <i>Basic volcanites of Kiruna type</i> |
|  | Effusiva grönstenar med sedimentinlagringar — <i>Extrusive greenstones with interbedded sediments</i> |
|  | Äldre granit — <i>Older granite</i> |
|  | Förkastning — <i>Fault</i> |
|  | Strykning/stupning — <i>Strike/dip</i> |
|  | Veckaxel — <i>Fold axis</i> |
|  | Kalksten — <i>Limestone</i> |
|  | Järnmalmsanledning — <i>Minor occurrence of iron ore</i> |
|  | Häll — <i>Outcrop</i> |

mot S stupande lagererien på Vittangivaara, men ingen kontakt mellan dessa vulkaniter och grönstensassociationen på Vittangivaara har framkommit under karteringen.

Öster om Vakkosedimenten följer de grönstenar av Kiruna-typ med associerade sediment, som i det följande närmare skall beskrivas. Dessa basiska vulkaniter och sediment spetsar mot Ö och ONO ut i migmatiterrängen i kartområdets östligaste del. Bl. a. förekommer här av senkarelsk granit migmatitiserade grönstenar.

Södra delen av kartområdet utgöres av ett väl differentierat yngre gabbro- till granitkomplex. Det domineras av en yngre granit, som ofta är utbildad som pertitgranit. Dessa bergarter genomsätter grönstenseffusiven på sydslutningen av V Vittangivaara samt S om punkt 835,5. Alldeles S om punkt 835,5 Vittangivaara, finns ett flertal hällområden av pertitisk yngre granit. Den genomsätter grönstensserien på S-slutningen av toppröset. Graniten har intruderat längs "sprickor" och småförkastningar. Även lagerintrusioner har uppmärksammats på en lokal.

Under nykarteringar av malmbyrån på 1960-talet har en hel del nya rön framkommit vad avser det som Ödman urskilt som Lapponium. I Offerbergs (1967) beskrivning till berggrundskartan Kiruna NV, NO, SV, SO finns direkta motsvarigheter till de effusiva grönstenar och sediment som anstår på Vittangivaara-bergen beskrivna. Offerberg har benämnt bergartsserien "grönstenar av Kirunatyp" och konstaterar att de överlagras av Kurravaarakonglomeratet och Vakkosedimenten. Så gott som samtliga led av bergartssviterna på Vittangivaara finns i terrängerna O och NO om Kurravaara och kan härifrån följas till det av författaren undersökta området. Offerberg har här på kartbladet Kiruna NO urskilt pillow-förande grönstenar, finskiktade tuffer och tuffiter, kemiska sedimentinlagringar som karbonat, jaspiskvarst och järnmalm. Vidare konstaterar han att "tillsammans med de pillow-förande lavorna uppträder täta eller fin-korniga, svartaktiga grönstenar av basaltisk sammansättning".

Författaren har vid avvägningar på Vittangivaara konstaterat en mäktighet avsevärt överstigande 500 m hos dessa grönstenar av Kirunatyp, som från Kurravaara kan följas upp till Vittangivaara-bergen.

Beträffande åldersförhållanden hos bergartssviten är det i fält konstaterat, att yngre pertitisk granit genomsätter grönstensaassociationen. Åldersbestämningar utförda vid geokronologiska laboratoriet i Stockholm har för pertitgraniter i nordöstra Lappland med Rb-Sr-metoden givit en ålder av 1535 ± 30 milj. år (Weilin 1970). Pertitgraniten söder om Vittangivaara är till sitt utseende och uppträdande mycket lik dessa i norra Lappland åldersbestämda graniter. Bergartssviten på Vittangivaara torde alltså ha en ålder som ansluter till grönstenarna av Kirunatyp och som faller mellan 1900 till 2100 miljoner år. Det ligger utom ramen för denna undersökning att gå in på diskussioner om seriens förhållanden till Övre Hauki-komplexet.

UNDERSÖKTA PROFILER

Det befanns lämpligt att lägga de tvenne profilerna på Ö Vittangivaara (fig. 2). Profil 1 lades från toppröset punkt 835,5 och mot VNV. Profil 2 uppmättes från den s. k. Pyramidtoppen mot NV. Tolv olika horisonter har urskilts, och profilerna är lagda på ett avstånd av 1—2 km från varandra. Som framgår av det stratigrafiska schemat (diagram 1) är överensstämmelsen mellan profilerna mycket god. Den uppmätta lagermäktigheten belöper sig till betydligt över 500 m, dock att en viss osäkerhet kan råda om mäktigheten av lager 1, där metabasaltens ursprungsstrukturer så gott som fullständigt gått förlorade, men där enstaka skikt av en grå amfibolitisk grönsten med sandigt gry finns inlagrade, varigenom en approximativ strykning/stupning kunnat uppmätas.

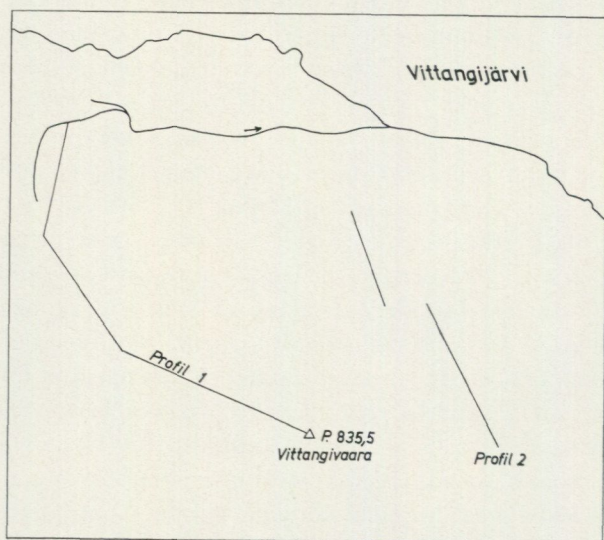


Fig. 2. Positionen av de undersökta profilerna på Ö Vittangivaara. Skala 1 :40 000.
Location of investigated sections at Ö Vittangivaara. (Scale 1 :40 000)

TEKTONIK

Lagerseriens tektonik är i stort sett enkel. Serien stryker i N 50—75° Ö och stupar 15—30° mot S. I V Vittangivaara kompliceras förhållandena något av den på sydsluttningen genomsättande röda pertitgraniten, pertitsyeniten och pegmatiten. Ställvis kan här mer uppresta lagerställningar iakttagas. De genomsättande bergarterna samt förskiffringen åstadkommer även, att många av de intressanta primära vulkaniska och sedimentära strukturerna, som återfinnes på Ö Vittangivaara, gått förlorade. Strykningen svänger från mera nordlig i väster (N 30—50°Ö) till mera ostlig i östra delen av V Vittangivaara (t. ex. N 80°Ö). Stup-

ningen är medelbrant till brant (ca 50—60°) mot SO, resp S. Intrusivbergarterna och förskiffringszonerna i V Vittangivaara har således utplånat en del ursprungsstrukturer och några säkra, följbara lager har ej framkommit vid karteringen. Emellertid omnämner J. Lundqvist i sin fältdagbok rostiga sediment, tuffer och järnmalmsbankar i de effusiva grönstenslavorna, där även på sina ställen vackra pillow-lavor konstaterats. Författaren har besökt dessa lokaler på V Vittangivaara, och konstaterat att svårigheter skulle föreligga att avväga den lagerserie som finns i V Vittangivaara. Dessutom bidrager, som nämnts, förskiffringszoner i en NV—SO, vertikalt stupande samt mindre förkastningar till att försvåra en eventuell avvägning.

STRATIGRAFI OCH BERGARTSBESKRIVNING

Horisont 1: Lagerserien börjar med en amfibolitisk grönsten av en något varierande natur. Allmännast förekommer en mörkgrå, medelkornig och ofta helt massformig typ, med tätt liggande och mycket framträdande, ca 5 mm stora, hornbländeindivid. Den företer vissa likheter med de metabasalter, som förekommer högre upp i serien. Vidare uppträder normalt i bäckravinen en finkornig, skiffrig amfibolit, och i en blottning i undre delen av profil 1 finns i den amfibolitiska grönstenen en inlagring av en mörkgrå basisk tuff med sandigt gry. Man får i fält ett bestämt intryck av att bergarterna i denna horisont primärt utgjordes av vulkaniter.

Horisont 2: Direkt pålagrande den amfibolitiska grönstenen följer en finkornig, otydligt skiktad grafitskiffer. Kontakten är ej blottad, och grafitskiffern är endast utbildad i profil 2. Associerade med skiffern finns orener, klastiska kvartsiter. Under mikroskopet visar sig grafitskiffern bestå av ytterst finfördelad grafit som huvudbeståndsdel. Dessutom uppträder kvarts, tremolitiskt hornblände, sur plagioklas och malmkorn. Grafitskifferns och kvartsitens lokala utbredning tyder på en sedimentation, begränsad till helt lokala bassänger.

Horisont 3: Bergarterna i horisont 3 tyder på en livlig vulkanism med avsättning av pyroklastiskt material. Vulkaniterna är utbildade som basiska tuffer och tuffiter. Inlagringar av mindre mäktighet av rent mekaniska sediment markerar avbrott i vulkanismen. Vad först beträffar de basiska tufferna, så är dessa makroskopiskt grågröna, finkorniga och ibland med "sandigt" gry. Även synnerligen finkorniga varianter, möjligen representerande asktuffhorisonter, föreligger. Den mikroskopiska undersökningen av de basiska tufferna visar, att de består av en praktiskt taget granular massa av plagioklas och hornblände. Hornbländet är ljusgrönt — smutsgrönt och förekommer som väl begränsade, avlånga prismor och även "nålar". De stora kornen är ofta färglösa i mitten, men går i prismaändarna över i ljusgrön — smutsgrön färg. Färgningen är ibland ojämn.

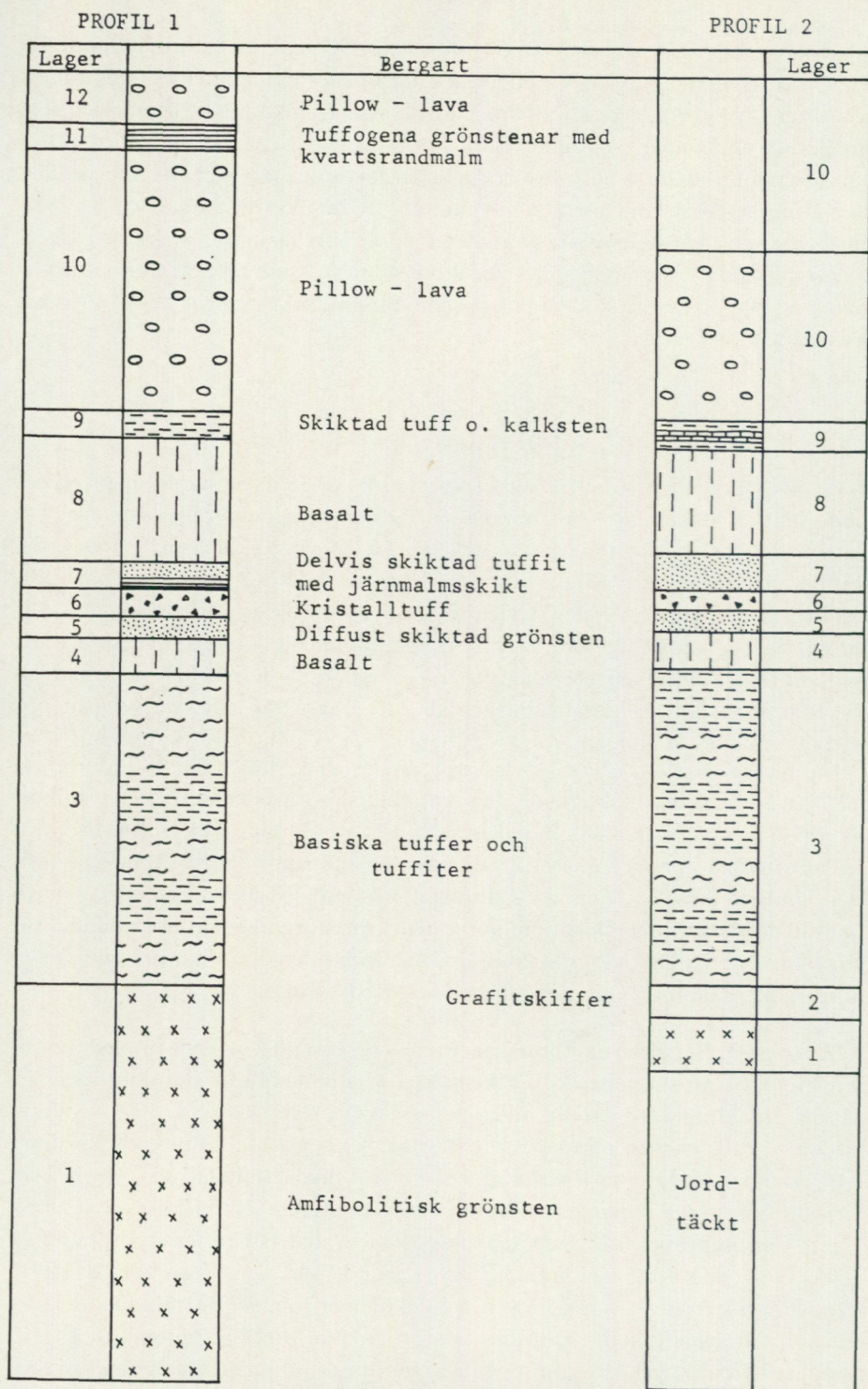


Diagram 1. Profiler genom lagerföljden i Ö Vittangivaara.

Diagram 1. Sections through the beds at Ö Vittangivaara.

Även ordinär tvillingbildning föreligger. De optiska egenskaperna hos den ofärgade amfibolen visar på ett tremolitiskt hornblände, och här skulle således föreligga en övergång från vanligt grönt hornblände till tremolitiskt sådant, vilket ju innebär en sänkning av Fe-halten, med ty åtföljande avfärgning. Plagioklasen har en sammansättning av approx. $Ab_{60}An_{40}$. Den saknar oftast tvillingbildning. Kvarts, klorit, titanit och opaka mineral uppträder accessoriskt. En undersökning av opakmineralen visar, att de utgöres av ilmenit, jämnt fördelad i bergarterna. Ilmeniten förefinns som små "droppar" och stavar samt väl utbildade individer. Den är måttligt reflekterande, gråvit med stick i brunt och starkt anisotrop. Ilmeniten är mer eller mindre omvandlad till titanit, och ibland iakttar man endast rester av ilmenitkornen med en tjock bård av titanit. Vid jämförelser av poler- och slipprov framgår att de ilmenitkorn, som är inneslutna i hornbländet, har undgått omvandling, medan de som ligger i plagioklassmassan vanligtvis omges av en titanitbård. Helt generellt gäller dock ej ovanstående iakttagelse.

De tuffitiska sedimenten dominerar helt inom denna horisont. Det makroskopiska utseendet varierar i högsta grad hos dessa sediment. Allmäntast förekommer grå, finkorniga och finskiktade tuffiter, men även bandade typer ses. Diskordantskiktning iakttagas på ett par ställen i profil 2. Det pyroklastiska materialet är mer eller mindre uppblandat med detritusmaterial, alla övergångar finnes mellan å ena sidan i vatten avsatta basiska tuffer, som saknar detritusmaterial, dels sådana där detritusmaterialet överväger. I slipprov visar det sig att skiktningen i bergarterna ofta betingas av den skiktvisa anrikningen av hornblände eller plagioklas. Hornbländet är ofta av samma typ som i de nyss beskrivna basiska tufferna, dock överväger ljusgrönt hornblände i slipproven. Plagioklasen är basisk. Den mineralogiska sammansättningen av detritusmaterialet pekar på dåligt sorterade sediment, dock att i undre delen av denna horisont kvartsitiska sediment, avsatta i vulkanisk miljö, förekommer. Titanithalten visar sig i en del fall mycket hög.

Några inlagringar av mekaniska sediment utan pyroklastiskt material ser man särskilt väl utbildade i närheten av trädgränsen i profil 1. Dels ses en almandinförande skiffer, dels grå och gråvita, ofta biotitrika "orena" kvartssiter, som under mikroskop visar sig ha en mycket väl bevarad klastisk struktur.

Horisont 4: Grov, hornbländerik och frisk basalt, som har ett meta-gabbroliknande utseende. Hornbländeindividerna är upp till 5 mm stora. Bergarten förtter en viss likhet med de metabasalter, som förekommer i horisont 8 (se nedan). Kontakterna mot under- och överlagrande bergarter ger inga belägg för att här skulle föreligga en lagergångsartad intrusion. I betraktande av nämnda iakttagelser tolkas bergarten som en lava.

Horisont 5 uppvisar vissa likheter med horisont 7 (se nedan). Här överväger "kvartsitiskt" täta och ofta diffust skiktade grönstenar av avgjort tuffogen natur.

Inom denna horisont har en intensiv skapolitisering träffat vissa basiska tuffer. Mikroskopering visar, att man närmast kan betrakta bergarten som en skapolitfels, ty den utgöres av stora, oregelbundna, men optiskt enhetliga skapolitindivider. Strukturen är poikilitisk, med i skapoliten inneslutna, rikligt förekommande, små och oregelbundna korn av diopsid. Accessoriskt uppträder epidot, klorit, pyrit och magnetit. Finskiktade tuffsediment ses i nedre delen av denna horisont.

Horisont 6 representerar en basisk kristalltuff. Makroskopiskt är bergartens matrix finkornigt och grågrönt, och i detta matrix ligger rikligt med 2—10 mm stora fragment av hornblände. Bergartens textur visar sig under mikroskop vara ojämn och "fläckig". Partier med jämnkornig basisk plagioklas omväxlar med ofta väl begränsade partier av finkornigt grönt — olivgrönt hornblände, som även förekommer i mycket finkristallina aggregat. Vidare uppträder rikligt med väl begränsade korn av titanit, ofta i vackra rombiska tvärsnitt.

Finskiktade basiska tuffer och tuffiter finns även företrädda inom denna horisont, och i undre delen observerades tunna järnmalmsskikt (pyritimpregnerad magnetit). Den starka skapoliteringen av nu nämnda bergarter gör att ursprungsstrukturerna delvis helt utplånats, och det föreligger vissa svårigheter att tolka bergarternas genesis. Mikroskoperingen visar att dessa bergarter närmast är att betrakta som skapolit-hornbländefelser, och det är endast vid noggrannare studier i fält, som man kan urskilja de olika leden.

Horisont 7: Denna horisont är mycket omväxlande. Mekaniska och tuffitiska sediment ger belägg för en sedimentär fas. De mekaniska sedimenten tyder på att materialet är tämligen raskt hopsvämmat. Den klastiska strukturen hos dessa sediment är delvis mycket väl bevarad, liksom även en viss skiktning. De mekaniska sedimenten består, förutom av kvarts, av följande mineral: oligoklas, mikroklin, biotit. Som accessoriska mineral uppträder amfibol, skapolit, titanit, apatit, klorit och opakmineral. Anmärkningsvärd är den höga halten av oftast skiktvis anrikad mikroklin. I samband med mikroklinen observerades i ett slipprov en blå amfibol. Den har följande optiska data: $2V\gamma = 24^\circ$, $c : \gamma = 22^\circ$, pleokroismen $\parallel \alpha$ grågrön, $\parallel \beta$ röckblå, $\parallel \gamma$ olivgrön. Den bör kunna betecknas som en ferrohastingsit. Biotiten är brun och betingar delvis skiktningen i bergarten.

En undersökning av opakmineralen i dessa sediment gav följande resultat: Ilmenit, insvämmad från de basiska eruptivbergarterna, förträngs av titanit, och oftast ses endast "droppar" av ilmenit i titaniten. I enstaka större ilmenitkorn iakttagas vid oljeimmersion orienterade avblandningsinneslutningar av hämatit. Vidare finns pyrit, som mer eller mindre fullständigt förträngs av götit, och vackra förträngningsstrukturer iakttagas. Götiten får anses som en senare vittningsprodukt av pyriten.



Fig. 3. "Pelarförklyftad" metabasalt, horisont 8, profil 1. — Foto O. Ödman.
Columnar jointing in meta-basalt, horizon 8, section 1.

Horisont 8: Pelarförklyftad metabasalt, som förekommer i terrasser (fig. 3). Makroskopiskt är metabasalten en medelkornig, massformig bergart, svartgrön till färgen. Även en mörkgrå variant med i stoff rikligt framträdande ca 2 mm stora runda hornbländeanhopningar ses i denna horisont. Pelarna är mellan 2 och 5 m höga och ibland böjda. I genomskärning är de vanligtvis rombformade eller visar en ojämn kvadratisk form. Pelarförklyftningen utgör sannolikt en ursprunglig stelningsstruktur. En mikroskopisk undersökning av metabasalten visar, att den ofta är starkt omkristalliserad, men en vacker intersertalstruktur hos plagioklasen kan fortfarande iakttagas. Hornblände är emellertid den dominerande mineralbeståndsdelen.

Hornbländet, som ibland är zonerat förekommer hopfiltat i sammanhängande massor, uppbyggda av oregelbundna mindre korn. Det är ett svagt blåaktigt — gulgrönt hornblände.

Mellan dessa "hornbländemassor" ses tvillinglamellerad plagioklas med sammansättningen $Ab_{55}An_{45}$, således en basisk andesin. Tvillingbildningen följer huvudsakligen albitlagen. Dessutom förekommer även otydligt begränsade plagioklaser utan tvillingbildning.

I ett slipprov av metabasalten finns skapolit relativt rikligt. Vidare uppträder

accessoriskt korroderade korn av titanit. Till slut har iakttagits små korn och pseudomorfoser efter olivin (?), ehuru kristallerna dock är för små för att en säker optisk bestämning skall kunna utföras.

Horisont 9 består av en mörkgrå, finkornig basisk tuff, som ibland är väl skiktad. Finskiktningen tyder på en avsättning i vatten. Av mycket stort stratigrafiskt intresse är den skarniga kalksten, som i profil 2 uppträder i denna horisont. S om punkt 835,5 finns lokala block av en skär dolomitisk kalksten, som håller 19.6 % MgO. Denna dolomitiska kalksten har analyserats av LKAB (tabell 1).

TABELL 1

Partiell kemisk analys av dolomitisk kalksten. Analytiker: S Israelsson, LKAB, Kiruna.

CaO	28.0 %
MgO	19.6 %
SiO ₂	1.39 %

Den skiktade tuffen består av en finkornig, granular massa av vanligt grönt hornblände och plagioklas utan tvillingar, $n > 1.54$. Hornbländet förekommer dels i väl utbildade, korta prismor, dels i tydligt framträdande skiktplan finkristallint och delvis omvandlat till klorit. Skiktningen i tuffen framträder tydligt just genom detta finkristallina, delvis kloritomvandlade hornblände. Accessoriskt uppträder titanit.

I den starkt skarniga kalkstenen i profil 2 utgöres mineralen, ordnade efter mängdförhållande, av kalcit, ljust rödbrun granat och diopsid.

Horisont 10 utgöres av en mäktig pillow-lava. Pillow-strukturen är ibland mycket vackert utbildad, och man finner pillows på 0.3 till 1 m i diameter (fig. 4). Pillows är oftast uttänjda. Ibland kan man iakttaga hur pillows sjunkit ned i mellanrummet mellan ett par underliggande pillows, visande att lagerföljden är normal. Beträffande mekanismen vid pillow-bildningen har Vaugnat (1946), i en mycket utförlig beskrivning av schweiziska pillow-lavor, gjort en sammanfattning av de väsentligaste tolkningsmöjligheterna. Pillow-lavorna på Vittangi-vaara får enligt min uppfattning tolkas som bildade ur basiska lavor under subakvatiska betingelser. Betraktade under mikroskopet synes dessa pillow-lavor utgöras av en granular massa av basisk plagioklas, oftast utan tvillingbildning, och vanligt grönt hornblände. Accessoriskt uppträder titanit, antingen i väl begränsade prismor eller som små rundade korn. Den mörkare bården, som begränsar pillows (fig. 5) är ca 1 cm bred och betingas av en anrikning av hornblände. Pillow-strukturen är ej alltid iakttagbar, och bergarten får då närmast betecknas som en finkornig effusiv grönsten. Vidare iakttages ett par 1 m mäktiga bäddar, som företer en intensiv skapolitisering. Skapolitiseringen behandlas närmare i ett särskilt kapitel i slutet av denna uppsats.



Fig. 4. Pillow-lava strax väster om punkt 835,5, Vittangivaara. — Foto G. Folcker.
Pillow lava, just west of point 835,5, Vittangivaara.

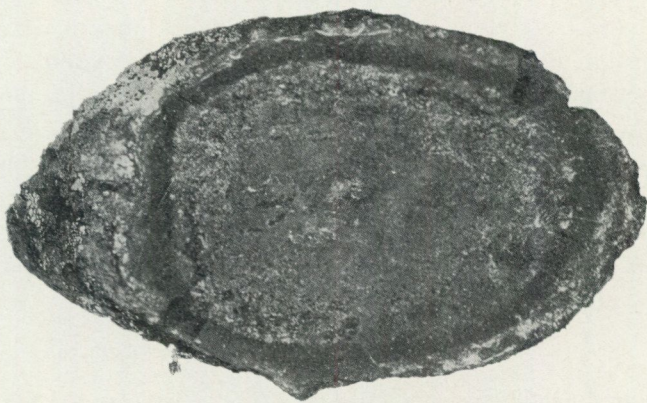


Fig. 5. Pillow ur pillow-lavan, profil 1. Halv naturlig storlek. — Foto G. Folcker.
Pillow from pillow lava, section 1. Half natural size.

Horisont 11 utgöres av grågröna och mörkgrå, finskiktade och ibland bandade tuffer, som ger ett bestämt intryck av att vara avsatta i vatten. Ett par högst halvmetern mäktiga bäddar av mörk, skapolitiserad metabasit, jämte en kristalltuff av samma typ som i horisont 6 finns som inlagringar i de skiktade tufferna.

Av största stratigrafiska intresse är den kvarts- och granatbandade kemiskt sedimentära järnmalm, som direkt pålagrande en metabasitbädd, förekommer överst i denna horisont. Förekomsten saknar ekonomisk betydelse, då mäktigheten blott är 4 dm.

De skiktade och bandade tufferna i detta lager företer makroskopiskt stora likheter med tufferna i horisont 5 och 9. Av mikroskoperingen framgår emellertid att de mineralogiskt skiljer sig grundväsentligt från dessa. Plagioklaserna är betydligt albitrikare och en ljusgrå diopsid dominerar över hornbländet. Associationen diopsid — vanligt grönt hornblände finner man vanligtvis endast i dessa bergarter, om de är relativt kalkfattiga och tillhörande amfibolit-facies. I ett par av slipproven bestämdes An-halten hos plagioklasen i zonen \perp (010) på universalsbordet till $Ab_{75}An_{25}$.

Metabasitbäddarna utgöres av skapolitiserade diopsid- och hornbländerika bergarter, och trots frånvaron av pillow-strukturer tyder den nära associationen med de i vatten avsatta finskiktade tufferna, den kemiskt sedimentära järnmalmen och pillow-lavorna, på att de primärt utgjordes av lavor och representerar under subakvatiska betingelser avsatta grundvattenbildningar.

Kvartsrandmalmens liggande är en grågrön, finkornig diopsidfels, som för rikligt med starkt korroderade pyritkorn och jämnt fördelad magnetit.

Kvartsrandmalmen: Kvartsrandmalmens malmskikt är ungefär 1 cm breda, men tunnar ut uppåt. Malmmineralet utgöres av magnetit. Kvantsskikten består av en mikrokristallin, blåaktig rekristalliserad massa, som helt saknar klastiska strukturer. Den apatit, som förefinns i malmen, förekommer i dessa kvartsskikt. Uppåt i lagerföljden blir denna "chert" gulgrå och saknar helt järnmalmsskikt. Den är skiktad och mikroskopering visar, att skiktningen beror på tunna lager av mikrokristallin, gulbrun granat, vilken även förekommer som en finpigmentering i kvartsiten. Bandningen i järnmalmen utgör ett primärt sedimentärt drag och anses uppkommen genom en rytmisk utfällning av hydrosoler av kisel syra och järnoxider.

Genom LKAB:s försorg har en partiell analys av denna järnmalmshorisont utförts. Den redovisas i tabell 2.

TABELL 2

Partiell kemisk analys av järnmalm. Analytiker: S. Israelsson, LKAB, Kiruna.

	Prov 1 %	Prov 2 %
Fe	30.5	33.6
TiO ₂	0.01	0.02
V ₂ O ₅	0	0
Ni	0.013	0.008
Co	0.008	0.005

Alternerande med malm- och kvartsskikten förekommer tunna lager av rödbrun granat. En röntgenundersökning av denna gav till resultat en kantlängd av enhetscellen av 12.04 Å, ljusbrytningsbestämning gav $n=1.884$. Ur triangeldiagram, uppgjorda på granater av Sriramadas (1957), framgår ur ovanstående mätresultat att en rätt ren andradit föreligger.

Ett polerprov av järnmalmen visar att magnetit och martit förekommer i approx. lika mängd. Magnetiten är fullständigt isotrop och vackra martitiseringsfenomen i olika stadier iakttagas. Oxidationen av magnetiten följer oktaederplanen, men ställvis är magnetiten så fullständigt förträngd att martiten föreligger i enhetliga aggregat med endast smärre rester av magnetit. Vidare framgår av polerproven att martitseringen träffat magnetiten ojämnt. I kvartsrandmalmen finns som accessoriska malmineral pyrit och kopparkis, möjligen sekundärt tillförda genom hydrotermala (?) lösningar.

Horisont 12: Bergartsserien avslutas uppåt med en pillow-lava av samma typ som i horisont 10. I gränsen mot underliggande horisont kan iakttagas hur pillows delvis sjunkit ned i ett tunt lager av pyroklastiskt material. Detta utgör det säkraste beviset för att lagerföljden är "normal" och således ej någon invertering av lagerserien inträffat.

SKAPOLITISERINGEN

Skapolitisering innebär i allmänhet en klor-koldioxidmetasomatos. Även andra komponenter brukar i mindre omfattning tillföras under skapolitseringen, t. ex. bor, fluor, svavel, fosfor ävensom ibland vissa metallioner, huvudsakligen koppar, järn och titan. Skapolitseringen i Kiruna-området har beskrivits av Sundius (1915). Geijer har i sin monografi över berggrunden inom malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala kommit med väsentliga synpunkter på skapolitseringen i Norrbottens urberg. Han anser att densamma förorsakats av gasformiga emanationer härrörande från de senkarelska intrusiven (Linagranitens grupp), ehuru han även nämner "autopneumatolys", dvs. skapolitsering som förorsakats av emanationer, som avgivits av bergarten själv, som en i vissa fall tänkbar möjlighet.

Frietsch (1966) uppfattar skapolitseringen i Svappavaara-fältet som en regional metasomatisk process, där i första hand metabasiter, albit-porfyriter, andesinporfyriter och gabbror träffats av skapolitseringen. I Svappavaara-fältet uppträder skapolit i betydande mängder i skapolitfelter och även i grafitförande skiffrar. Frietsch konstaterar här att skapoliten "knappast har uppkommit ur plagioklas utan att den bildats genom att primära mineral i de två förstnämnda bergarterna (skapolitrika felter och grafitförande skiffrar) fixerat de metasomatiska lösningar, som i samband med regionalmetamorfosen påverkat Svappavaara-gruppen".

Direkta motsvarigheter till Svappavaara-fältets bergarter finns i "välbevarat" skick på Vittangivaara.

Beträffande skapolitiseringsen av bergartsserien på Vittangivaara framgår av fältstudierna och mikroskoperingen att denna i allmänhet intensivast träffat de mer porösa, basiska vulkaniterna. Bäst studeras skapolitiseringsen i horisont 5, profil 1. Den mikroskopiska undersökningen visar att plagioklasen fullständigt förträngts, och i ett par slipprov ses även en delvis förträngning av amfibolen. Bergarterna gör som förut nämnts närmast skäl för beteckningen skapolitfelfser, eller skapolit-hornblände-felfser. Vidare ses i en del av de tuffiter som förekommer i bergartssviten en lagerbeständig selektiv skapolitisering. För övrigt kan på två ställen i pillow-lavan horisont 10, profil 1, iakttagas en stark skapolitbildning med skapolitindivid på upp till 5 mm. Den följer en del vertikala sprickor i pillow-lavan, för att sedan utbreda sig i vissa horisontella lager.

Den selektiva skapolitiseringsen av bergartssviten på Vittangivaarabergen har med största sannolikhet förorsakats av emanationer, som härstammar från det S om Vittangivaara-bergen intruderande pertitgranitmassivet.

KVARTSRANDMALMENS GENESIS

Den kvartsbandade järnmalmen är som framgår av den stratigrafiska beskrivningen belägen mellan pillow-lavor. Analog förhållanden har vi bl. a. i Ontario, Canada, och i Västastralien. Vid försök till tolkningen av dessa prekambrika kvartsrandmalmers genesis stöter man på en hel del svårbemästrade problem, och litteraturen på området är synnerligen rikhaltig.

Det ligger utanför ramen för denna framställning att genomföra en fullständig diskussion, detta skulle fordra en undersökning upplagd på bredare basis. Jag kommer därför endast att diskutera ett par iakttagelser gjorda i fält och vad som framkommit vid bearbetningen av materialet.

Geijer (1923) har beskrivit kvartsrandade järnmalmer från motsvarande lapponiska bergarter i Pajala-fältet och betraktar dem som kemiskt sedimentära. Detta står i överensstämmelse med den allmänt rådande uppfattningen om dessa bildningar. Frietsch (1970) har ingående studerat spårelementfördelningen i magnetit och hämatit i järnmalmer från norra Sverige. I samband härmed har malmernas bildningsbetingelser diskuterats. Järnmalmshorisonerna på Vittangivaara är närmast att jämföra med vad Frietsch kallar "stratified iron ores". Allmänt om dessa malmbildningar nämnes, att järnmalmshorisonerna bildar linser konkordant med omgivande basiska vulkaniter och sedimentära bergarter.

Mineralsammansättningen i malmhorisonten (horisont 11) på Vittangivaara, i viss mån frånvaron av klastiska strukturer i den associerade flintlika kvartsiten ävensom analogin med övriga kemiskt sedimentärt bildade järnmalmer, gör att järnmalmen på Vittangivaara måste tolkas som en metamorf kemiskt sedimentär bildning likartad malmbildningarna vid Jupukka och Käymäjärvi nära Pajala samt Kittilä i norra Finland.



Fig. 6. Kvartsrandmalm, horisont II, Vittangivaara. — Foto G. Folcker.
Quartz-banded iron ore, horizon II, Vittangivaara.

Kvartsrandmalmens intima association med subakvatiska lavar, gör att man kan tänka sig järnoxid- och kiselsyrehydrosoler uppkomna genom en reaktion mellan de heta lavorna och vattnet i den bassäng i vilken de utrunnit. Därefter har dessa hydrosoler av kiselsyra och järnoxider rytmiskt utfällts. Vid beskrivningen av malmhorisonten framhölls att järnmalmens banden tunnade ut uppåt och övergick i en flintliknande "chert" med ytterst tunna granatlager (fig. 6). Denna granat har bestämts till andradit. Edwards (1936) har beskrivit liknande förhållanden i en monografi över järnmalmerna i Middleback Ranges, Sydaustralien.

Ovanstående fältiakttagelser står i överensstämmelse med Moore och Maynards (1929) forskningsresultat, som visar att kiselsyrehydrosol utfälls långsammare än järnoxidhydrosol.

LITTERATUR

SGU = Sveriges geologiska undersökning

GFF = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar

- EDWARDS, A. B., 1936 : Iron Ores of the Middleback Ranges, South Australia. — Proceedings Australasian Institute of Mining and Metallurgy. New series No. 102, pp 155—207. Melbourne.
- ERIKSSON, T., 1951 : Pre-Cambrian Geology of the Pajala District, Northern Sweden. — SGU C 522.
- FRIETSCH, R., 1966 : Berggrund och malmer i Svappavaara-fältet, Norra Sverige. — SGU C 604.
- 1970 : Trace elements in magnetite and hematite mainly from Northern Sweden. — SGU C 646.
- GEIJER, P., 1927 : Vakköjärvidiskordansens stratigrafiska ställning. — GFF 49, s. 483.
- 1931 : Berggrunden inom malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala. — SGU C 366.
- 1923 : Eulytic Iron Ore in Northern Sweden. — SGU C 324.
- HUMMEL, D., 1875 : Dagbok, 1875. — (SGU :s arkiv).
- JAMES, H. L., 1954 : Sedimentary Facies of Iron Formation. — Econ. Geology 49, p. 255.
- MOORE, E. S. och MAYNARD, J. E., 1929 : Solution, Transportation and Precipitation of Iron and Silica. — Econ. Geology 24, pp. 272—303; 365—402.
- OFFERBERG, J., 1967 : Beskrivning till berggrundskartbladen Kiruna NV, NO, SO, SV. — SGU Af 1—4.
- PETTIJOHN, F. J., 1948 : Sedimentary Rocks.
- SRIRAMADAS, A., 1957 : Diagrams for the Correlation of Unit Cell Edges and Refractive Indices with the Chemical Composition of Garnets. — Am. Mineral., vol. 42, p. 294.
- SUNDIUS, N., 1915 : Beiträge zur Geologie des südlichen Teils des Kirunagebiets. (Vetenskapliga och praktiska undersökningar i Lappland, anordnade av Luossavaara—Kirunavaara Aktiebolag). — Uppsala 1915.
- VAUGNAT, M., 1946 : Sur quelques Diabases Suisses. Contribution à l'Étude du Problème des Spilites et des Pillow Lavas. — Bull. Suisse Min. Petr., vol. XXVI/2, p. 116.
- WELIN, E., 1970 : Den svekofenniska orogena zonen i norra Sverige — en preliminär diskussion. — GFF 92.
- WENTWORTH, C. K. och WILLIAMS, H., 1932 : The Classification and Terminology of the Pyroclastic Rocks, Rept. Comm. Sedimentation 1930—1932. — Nat. Research Council, Bull., No. 89, pp. 19—53.
- ÖDMAN, O. H., 1953 : Norrbottens läns urberg i kort sammandrag. — GFF 75.
- 1957 : Beskrivning till berggrundskarta över urberget i Norrbottens län. — SGU Ca 41.

PRISKLASS B

Distribution

SVENSKA REPRODUKTIONS AB

FAK, 162 10 VÄLLINGBY 1

Växjö 1974 C Davidsons Boktryckeri AB

Printed in Sweden

ISBN 91-7158-046-8