

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser

N:o 541.

ÅRSBOK 49 (1955) N:o 1.

NYA GEOLOGISKA
UNDERSÖKNINGAR VID UTÖ
JÄRNMALMSFÄLT

AV

NIKOLAJ PILAVA-PODGURSKI

WITH ENGLISH ABSTRACT

Pris 3:— kronor

STOCKHOLM 1956
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
551856

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 541.

ÅRSBOK 49 (1955) N:o 1.

NYA GEOLOGISKA
UNDERSÖKNINGAR VID UTÖ
JÄRNMALMSFÄLT

AV

NIKOLAJ PILAVA-PODGURSKI

WITH ENGLISH ABSTRACT

STOCKHOLM 1956
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
551856

INNEHÅLL

Förord	3
Abstract	4
Inledning	5
Geologisk översikt	6
Bergarter vilka omge de malmförande lagren	8
Fyllit	8
Hällefintliknande fyllitisk bergart	9
Karbonatbergarter	13
Malmförande lager	14
Järnmalmsskikten	14
1. Järnmalmstyperna	14
2. Malmmaterialets egenskaper	17
3. Kvartsränderna	18
4. Det genetiska förhållandet mellan järnglans och magnetit	19
5. Skarnbildning i malmskikten	31
De malmförande lagrens ofyndiga skikt	32
Sulfidbildningen	36
Aplitgångarna	37
Apatit och turmalin	38
Sammanfattning och slutsatser	39
Förteckning över citerad litteratur	45
Appendix (borrhålsbeskrivningar)	46

Förord

Föreliggande arbete har utförts på Ställbergs Grufve AB:s försorg och på initiativ av dåvarande professorn vid Kungl. Tekniska Högskolan, numera Överdirektör Nils H. Magnusson, vilken välvilligt givit mig tillstånd att publicera arbetet i S. G. U.:s ser. C.

Det är mig ett stort nöje att framföra mitt tack till Överdirektör Magnusson och till Professor Sven Gavelin. De ha genom diskussioner och kritisk granskning av detaljer avsevärt bidragit till resultaten.

Professor Olof Ödman tackar jag för att han gett sig möda att granska mitt arbete samt Docent P. H. Lundegårdh för förtjänstfull redaktionell genomgång och för språklig korrigerings av den engelska texten. Preparator Nils Sundberg tackar jag för provberedningen och för fotografierna.

Jag önskar även uttala mitt tack till Ställbergs Grufve AB för en intressant arbetsuppgift och för benäget tillstånd att publicera detta arbete.

Abstract

Geological survey of the Utö iron ore deposit to the south of Stockholm

The present paper includes the results obtained by investigating six diamond drill cores which have been bored under abandoned and submerged mines. Furthermore, an account is given of examinations of dumps near the mines.

Most frequently the ore is quartz-banded. It consists of crystalline hematite or magnetite. The percentage of iron is said to have varied between 38 and 43 %, with a content of phosphorus amounting to 0.08—0.17 % P. According to earlier petrological investigations, the Utö iron ore deposit should form a steeply inclined series of strata mainly consisting of limestone and hällflinta. (Hällflinta is a very fine-grained volcanic rock.)

To the east of the iron ore field there occurs a granite belonging to the earliest Svionian granites (oldest Archean granites, in Sweden known as '*urgraniter*'). The nearest contact of this granite will be found at the bottom of the sea, about 1,600—1,800 m away from the ore field.

During Late Svionian, the supra-crustal complex of Södermanland altered to veined gneisses. As a result of this process, numerous pegmatite dikes intruded into the surrounding rocks. The Utö deposit is traversed by two large lithium-bearing pegmatite dikes, and a number of related aplite dikes have been observed in the drill cores.

The area containing the lithium-bearing pegmatites and the aplites is situated immediately outside a zone characterized by numerous normal pegmatite dikes. This zone, called the 'intrusion zone', borders directly upon the veined gneiss complex and appears about 600 m north-west of the ore deposit.

The author has found that the iron-ore-bearing strata are in part embedded in rocks originating from sedimentation of eroded matter and in part in carbonate rocks. Further should be reported a high frequency of intermediate stages between the two groups of rocks, viz. quartz and feldspar with carbonate. Products of volcanic activity, too, are possibly included in the rock series considered. The occurrence of feldspar in quartz-banded ores indicates that mechanical sedimentation has taken place simultaneously with the precipitation of iron, silicic acid and carbonates as chemical sediments.

In general, the crystalline structures and mineralogical compositions of the rocks of the Utö ore deposit do not seem to have been affected by dynamic processes.

The solutions emerging from the intrusion zone have effected strong mineralogical alterations on the iron-ore-bearing strata. As regards the degree of metasomatism, the iron-ore-bearing strata can be divided into a more altered portion which faces the intrusion zone, and into a less altered, more distant portion. Characteristic of the former portion is the development of magnetite at the expense of hematite in combination with the formation of large quantities of skarn minerals and the precipitation of sulphide ore, mainly galena. In the wall rocks of the ore zone traversed by the diamond drilling, the variable metasomatic activity makes itself noticeable by the fact that sulphide ore (galena and sphalerite) has only been found in the wall rock area situated near the intrusion zone.

The alterations effected by the lithium-bearing pegmatites and the aplites are chiefly confined to the close vicinity of the dikes. These alterations involve strong though irregular migrations and concentrations of the disperse iron contained in red jasper, and the formation of a lithium-bearing amphibol known as *holmquistite*. Furthermore, the development of the apatite and tourmaline occurring in the iron-ore-bearing strata seem to be connected with the intrusion of the pegmatite and aplitite. The important formation of martite is connected only with pegmatite dikes.

On the other hand, it is impossible to state with any degree of certainty that the oldest Archean granite has contributed at all to the metasomatism.

Inledning

Utö är beläget i den sörmländska skärgården, 40 km SSO från Stockholm. Malmfyndigheterna på ön ägas av Ställbergs Grufve A. B.

Järnmalmabrytningen på Utö begynte i början av 1600-talet (3)¹, och pågick nästan utan avbrott till år 1877, då den helt upphörde. Under denna tid beräknas 1 800 000 ton malm ha producerats (6). Malmlagret har uttagits i en serie öppna, numera vattenfyllda gruvor, liggande tätt efter varandra i riktningen NO—SV. Utömalmens järnhalt uppges ha legat vid 38—43 %, med en fosforhalt av 0.08—0.17 % P. Sulfidmineral uppträda här och var.

Den hittillsvarande kännedomen om järnmalmfältets geologi grundar sig i huvudsak på A. Erdmanns (3) och P. J. Holmquists (8) publikationer. Den förra är publicerad år 1854, alltså vid en tidpunkt då brytningen ännu pågick, och innehåller en detaljrik redogörelse för geologiska iakttagelser och historiska data. Holmquists publikation utgör en regional beskrivning benämnd »The Archaean geology of the coast-regions of Stockholm» av år 1910, i vilken Utö järnmalmfält med omgivning intar en framträdande plats.

En sammanställning av dittills kända såväl geologiska som tekniska uppgifter rörande Utö järnmalmfält gjordes år 1895 av N. Hedberg (7). En del järnmalmanalyser finnas upptagna i Jernkontorets analyssamling, vol. I, 1906. År 1916 publicerade Hj. Sjögren en beskrivning (12) av de två litiumpegmatiterna som tvära malmstråket i Nyköpingsgruvan. I huvudsak behandlas här de i dessa pegmatiter ingående turmalinerna. I en publikation om svenska förekomster av bornit och kopparglans av P. Geijer (5), utkommen år 1924, ingår även en beskrivning av dessa minerals förekomst på Utö. I »De mellansvenska järnmalmernas geologi» (6), 1944, grundar sig redogörelsen för Utö järnmalmfält på Erdmanns och Holmquists ovannämnda publikationer, kompletterade med en del iakttagelser av P. Geijer.

År 1915 utfördes magnetiska mätningar inom järnmalmfältet. År 1942 borrades två diamantborrhål genom malmstråket. Dessa hade en längd av 439 respektive 261 m. Ytterligare fyra borrhål, kortare än de båda föregående borrades år 1951 (fig. 1).

Ehuru järnmalmfältet i rätt stor utsträckning varit känt och beskrivningar häröver ha publicerats, har man saknat en noggrannare, på mikroskopisk undersökning stödd beskrivning av detsamma. Ändamålet med föreliggande arbete har varit att i någon mån söka fylla ut denna lucka.

Fältarbetet bestod i kartering av de två år 1942 drivna borrhålen och i undersökning av varphögarna. Vad borrhålen beträffar gällde undersökningen i lika hög grad samtliga påträffade bergarter, medan genomgången av varphögarna främst avsåg en undersökning av malm- och skarntyperna. Vidare har författaren ytligt genomgått även de år 1951 borrade borrhålen.

¹ (3) avser motsvarande verk i litteraturförteckningen.

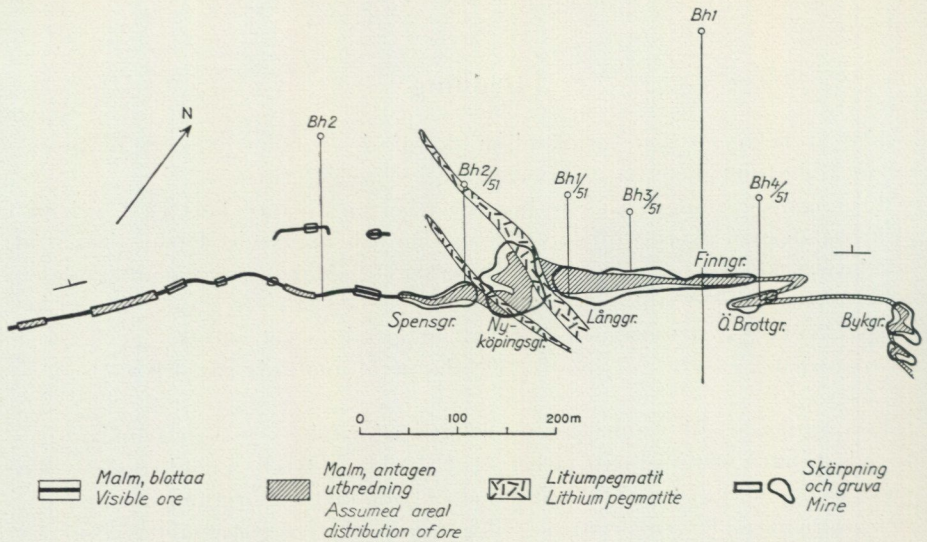


Fig. 1. Utö järnmalmfält efter P. Geijer. Med kompletteringar av N. Pilava-Podgurski. Bh 1 och Bh 2 äro 60° diamantborrhål, Bh 1—4/51. 45° diamantborrhål.

Utö iron ore field. After P. Geijer. Revised by N. Pilava-Podgurski.

Materialets bearbetning ägde rum vid Kungl. tekniska högskolans institution för mineralogi och geologi. Den mikroskopiska undersökningen omfattar 174 slip- och 38 polerprov.

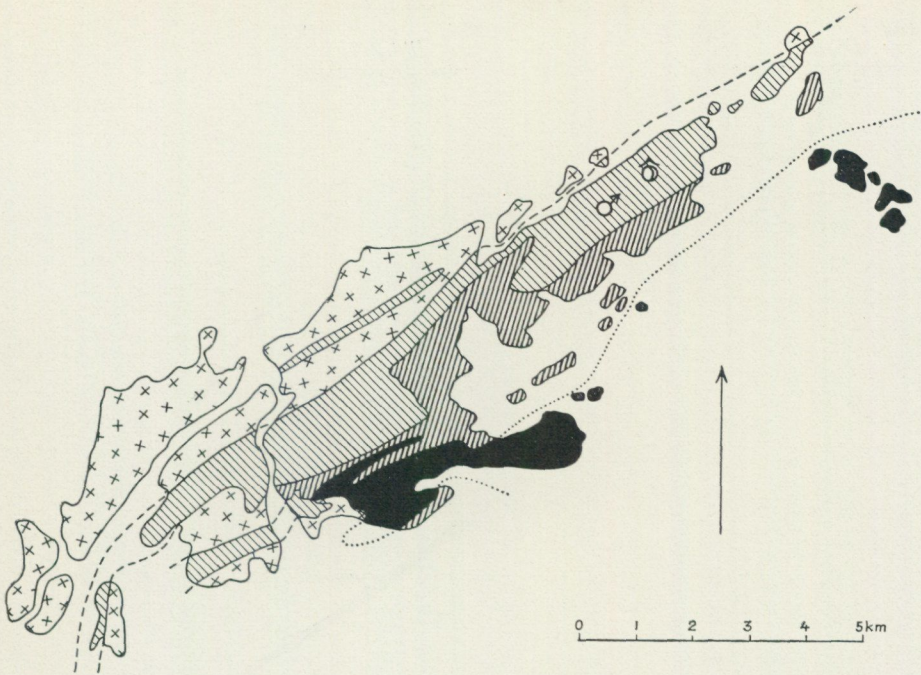
Geologisk översikt

Enligt tidigare beskrivningar från Utö bildar järnmalmfyndigheten en inlagring i en bergartsserie, som huvudsakligen består av kalkstens- och hälleflintlager, med en stupning av 80°—90° mot NV.

De processer, som de ovannämnda lagren enligt P. J. Holmquist (8) och senare forskare ha utsatts för, äro följande: Efter det lagren avsatts inträffade veckning och påverkan av urgranit. Genom veckning ha lagren blivit uppresta. Vidare ha ställvis omböjningar av lagren ägt rum, såsom fallet är i Nyköpingsgruvan (fig. 1). Den närmaste urgranitkontakten, utefter jordytan räknat, ligger nu på havsbotten, uppskattningsvis 1600—1800 m Ö om järngruvorna (fig. 2).

Senare, i sensvionisk tid, ägde den sörmländska ådergnejsbildningen rum. I samband härmed framträngde rikligt med pegmatiter, däribland de bekanta litiumpegmatiterna¹ och de tillhörande apliterna. Malmstråket tväras i Nyköpingsgruvan av två stora litiumpegmatitgångar medan ett antal aplitgångar har påträffats i borrhålen.

¹ Litiumpegmatiterna bilda raka gångar. Förutom kalifältspat och kvarts ingå i dessa pegmatiter avsevärda mängder av de utpräglade litiummineralen petalit, spodumen, lepidolit och ambygonit. Vidare förekomma litiumhaltiga turmaliner samt kassiterit.











- | | |
|--|--|
| <p> Bergartsserie som huvudsakligen består av kalksten och hälleflintliknande sedimentbergart. Layers of limestone and dense sedimentary rock</p> <p> Sedimentgnejs, delvis leptitlik
Sedimentary gneiss, in part very fine-grained</p> <p> Gnejs som genomtväras av ett flertal oregelbundna pegmatitgångar
Gneiss with numerous irregular pegmatite dikes</p> <p> Urgranit
Oldest Archean granite</p> | <p> Migmatitfronten på havsbotten
Border of gneiss with numerous pegmatite dikes below sea level</p> <p> Urgranitkontaktens ungefärliga läge på havsbotten
Border of Oldest Archean granite below sea level</p> <p> Järnmalmfältet
Iron ore field</p> <p> Sulfidmalmfältet
Sulphide ore field</p> |
|--|--|

Fig. 2. Geologisk karta över Utö. Efter P. J. Holmquist.
Petrological map of Utö. After P. J. Holmquist.

Det område, inom vilket litiumpegmatiterna och apliterna uppträda, avslutar sig såsom en yttre zon till intrusionszonen med dess talrika normala pegmatitgångar. Intrusionszonen åter är en djupzon belägen närmast ovan sörmlandsgnejserna (6).

Medan inom sörmlandsgnejserna pegmatit- och granitmaterialen i allmänhet är infogat i gnejsernas massa, bilda pegmatiterna och graniterna i intrusionszonen självständiga kroppar, som uppträda intrusivt gentemot omgivningen.

Närmast järnmalmfältet har intrusionszonens yttre gräns, den s. k. migmatitfronten, påträffats i nordvästlig riktning på ett avstånd av ca 600 m (fig. 2).

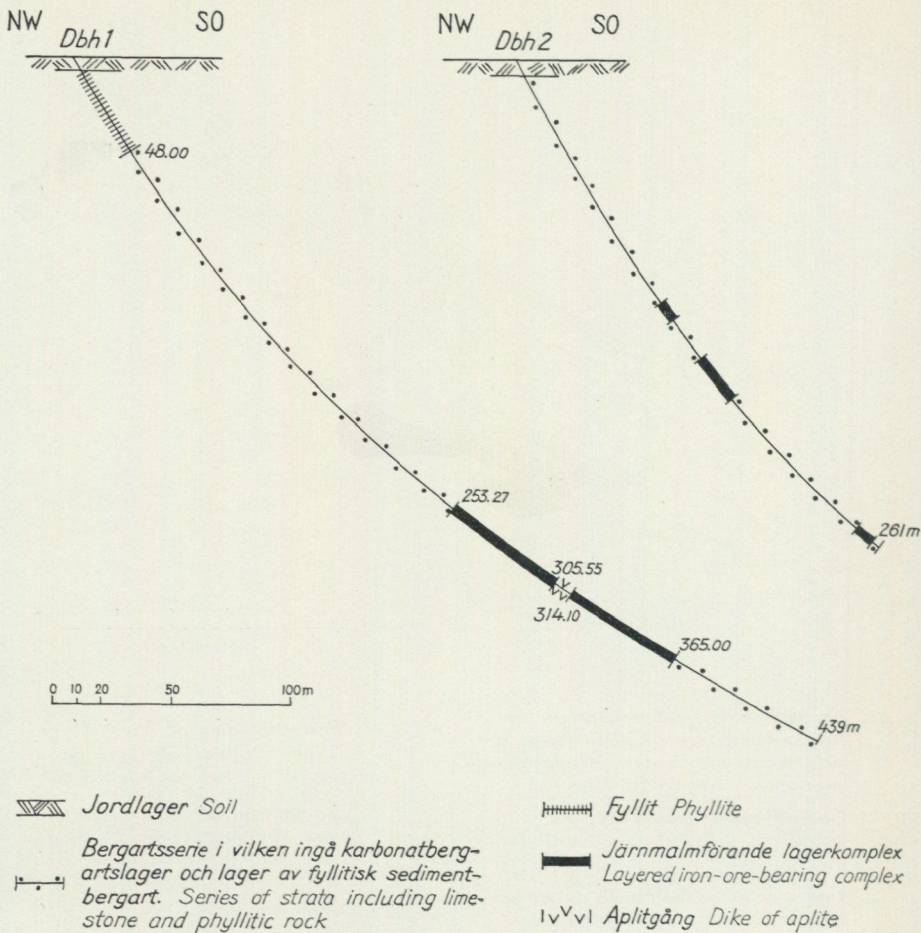


Fig. 3. Profiler av dimantborrhål.
Diamond drill holes.

Huvudsakligen med ledning av borrhålsundersökningarna, har författaren indelat malmfältets bergarter i tre huvudgrupper, nämligen: bergarter vilka omge de malmförande lagren, de malmförande lagrens bergarter, samt litiumpegmatiternas och apliternas grupp.

Bergarter vilka omge de malmförande lagren

Fyllit

Som fyllit betecknas en finkornig, utpräglad skiffrig bergart med gott klåv. Färgen är mörkt grå med skiftning i gulgrönt.

Fylliten har påträffats i dbh 1 (fig. 3), allt ifrån borrhålets början och till ett djup av 48.00 m. Bergarten innehåller en inlagring av hälleflintlik fylli-

tisk sedimentbergart mellan 27.15—30.91 m. Förutom denna inlagring finnes ytterligare enstaka, blott 3—4 mm breda ränder av den hälleflintliknande bergarten.

Av två slipprov från fyllitlagret framgår, att huvudmineralen utgöras av kvarts och sericit. Dessutom finnes i proven en rätt betydande halt finfjällig, brun biotit, helt små mängder grafit, samt accessoriskt plagioklas, turmalin, apatit och zirkon.

Sericit är i huvudsak ansamlad i form av slirränder med helt obetydlig kvartshalt, medan biotit förekommer någorlunda homogent fördelad i bergartsmassan. Ett av proven innehåller smala inlagringar av hälleflintliknande fyllitisk bergart, mot vilka sericitränderna förhålla sig diskordant, bildande en vinkel av ca 40°.

Kornstorleken för kvarts är 0.04—0.08 mm. Glimmerbladens längd är i allmänhet 0.08—0.10 mm. Kornstorleken hos de hälleflintliknande inlagringarna är 0.01—0.02 mm.

Vad den som fyllit betecknade bergartens ursprung beträffar, komma följande två alternativ ifråga. Antingen utgöres den av en metamorf lerskiffer eller av en metasomatisk omvandlingsprodukt, uppkommen i samband med sensvioniska processer (6, s. 94). Paragenesen kvarts—muskovit—biotit kan förekomma i båda fallen. Bergartens jämnhet, d. v. s. avsaknaden av fläckvisa glimmeranhopningar eller flammighet av något slag, talar för det förra alternativet. Fattigdom på skarnmineral hos den i borrhålet mot djupet följande karbonatrika bergarten, är också en faktor ägnad att styrka detta antagande.

Fyllitlagret och det däri liggande hälleflintliknande lagret innehålla spridda kvartsådror med något magnetkis och pyrit. Två slipprov med dyl. ådror visa, att vid sidan av kvarts underordnat ingår plagioklas, samt i ett av proven även apatit. Kvartsådrorna äro sannolikt bildade ur restlösningar, vilka uppstått i samband med pegmatitbildningen.

Hälleflintliknande fyllitisk bergart

Denna bergart förekommer rikligt i borrhålen utanför malmkomplexen samt i en icke obetydlig utsträckning även i varphögarna. Makroskopiskt är den massformig och tät med hård konsistens. Färgen är mörkgrå till svart, i mindre utsträckning ljusare grå. Under mikroskopet visade sig den mörka färgen vara förorsakad av biotit och grafit i förening, i flera fall dock av enbart biotit.

Makroskopiskt tydligt framträdande skiktning av den hälleflintliknande fyllitiska bergarten har i borrhålen blott påträffats i mindre utsträckning. I varphögarna äro däremot blocken av fyllitisk bergart till stor del tydligt skiktade.

Skiktningen framträder i form av smala, i allmänhet högst ett fåtal cm breda ränder, vilka skilja sig från varandra genom olika mörkhetsgrad. Under mikroskopet visade sig skiktväxlingen vara förorsakad av varierande biotit- och grafithalter samt av varierande kornstorlekar (fig. 4).



Fig. 4. Tät fyllitisk bergart. Dbh 1. Slipprov $\times 20$. Bilden visar kontakten mellan två skikt med olika kornstorlek. Vardera skiktet består av kvarts, fältspat och biotit. De svarta kornen, som äro grövre än grundmassan i det undre skiktet, utgöras av malmkorn.

Phyllitic rock. Contact between two layers of different grain sizes. Each layer consists of quartz, feldspar, and mica. Thin section magnified 20 \times .

Sexton slipprov av bergart med de ovan relaterade makroskopiska egenskaperna ha granskats. Härvid framgick, att mineralen i den fyllitiska bergarten i huvudsak bestå av kvarts, fältspat och biotit. Ytterligare ha påträffats grafit, turmalin, kalcit, klorit, skapolit, epidot och granat. Accessoriska mineral äro apatit, zirkon, titanit och malmkorn.

Proportionerna mellan kvarts och fältspat variera från riklig förekomst av båda mineralen till så gott som fullständig dominans av kvarts över fältspat.

Fältspaterna utgöras av mikroklin och albit. Eftersom den förra i regel saknar moaréstruktur och den senare tvillingslameller, samt då båda ha en ljusbrytning, som är lägre än kanadabalsams, har en bedömning av deras inbördes proportioner icke varit möjlig i slipprov. För ändamålet utförda etsningsförsök med fluorvätesyra, enl. K. Chudobas metod (2, s. 202), ledde ej heller till önskat resultat, sannolikt beroende på att albiten innehåller för liten anortithalt för denna metod.

Biotit förekommer i tretton av de undersökta sexton slipproven. I dessa prov variera biotithalterna uppskattningsvis mellan 20—50%. I två av de tre biotitfria proven ingår en avsevärd mängd klorit. I ett biotithaltigt prov, som även innehåller något klorit, har i kloriten iakttagits rester av biotit. Det är därför sannolikt, att kloriten i de båda ovannämnda biotitfria proven är en omvandlingsprodukt av biotit. I så fall skulle ett enda prov av sexton ha saknat biotit före kloritseringen. Detta prov består till dominerande



Fig. 5. Grafitimpregnerad fyllitisk bergart. Dbh. 1. Slipprov $\times 270$. Bilden visar grafit i form av små, svarta, jämt fördelade korn.

Phyllitic rock impregnated with minute grains of graphite. Thin section magnified 270 \times .

del av finkornig kvarts med en gles grafitimpregnation och saknar helt både biotit och klorit. Bergarten i fråga utgör följaktligen en kvartsitisk variant av den hälleflintliknande fyllitiska bergarten.

Biotit och klorit bilda i alla slipprov en jämn blandning med grundmassans övriga mineral, med den enda inskränkningen i jämnheten, som förorsakas av skiktväxling (fig. 4). Ej heller har makroskopiskt någonting framkommit, som skulle motsäga detta. Av biotitens resp. kloritens uppträdande att döma ha de båda mineralen uppstått ur genom sedimentation avsatt material.

Till färgen är biotiten gulbrun eller brun efter $\gamma = \beta$. Dess kornstorlekar äro av samma storleksordning som hos grundmassans övriga mineral. Till sin form är biotiten kortbladig eller i det närmaste isometrisk.

Hälften av slipproven med fyllitisk bergart innehåller grafit. Mineralen uppträder i form av en ytterst finkornig, jämn impregnation, innesluten i korn av andra mineral (fig. 5).

Ett exceptionellt grafitrikt lager av fyllitisk bergart har tvärats med dbh 2. Lagrets bredd utefter borrhålet är 15,5 m. I ett slipprov från detta lager är grafithalten uppskattningsvis 25—30 %. Detta lager är det enda, där närvaro av grafit kunnat fastställas utan mikroskopets hjälp. Lagret i fråga innehåller dessutom en gles och jämn impregnation av små pyritkristaller jämte helt små kvantiteter blyglans och zinkblände. I övriga lager av fyllitisk bergart har grafithalten uppskattats till högst 15 %. Pyritkristaller saknas i dem.

Vid prov med saltsyra har den fyllitiska bergarten inom stora avsnitt visat sig sakna kalcit. Även i flertalet från fyllitisk bergart uttagna slipprov saknas karbonatmineralen helt och hållet.

Turmalin förekommer i alla slipprov, i varierande mängd. Mineralen uppträder i finstänglig form med samma kornstorlekar som grundmassans övriga mineral. Färgen för ω är ljus gulgrön.

I omedelbar närhet av järnmalmerna påträffas i fyllitisk bergart små, spridda granatkorn. Turmalin och biotit ha här en mörkare färg (grön, respektive mörkare brun) än på längre avstånd från järnmalmerna, tydande på högre järnhalt in mot malmen.

I två slipprov förekommer en järnfattig epidot tämligen rikligt, och i en del kalkhaltiga skikt finnas makroskopiskt vitgrå korn av skapolit.

Kornstorleken hos kvartsfältspatmaterialet varierar mellan 0.005—0.030 mm, oftast 0.010—0.020 mm. I detta avseende överensstämmer den hälleflintliknande fyllitiska bergarten med ordinära hälleflintor. Strukturen kan karakteriseras som pflasterkornig med enkla, oftast rundade kornformer, i motsats till typiska hälleflintors allotriomorfkorniga, med dess vagare och mera komplicerat förlöpande korngränser. I fem av proven förekomma glest inströdda, små strökorn av storleksordningen 0.05—0.06 mm. De bestå av kvarts, albit och mikroklin.

Några tecken på starkare tektonisk genomarbetning ha icke observerats i lager av hälleflintliknande fyllitisk bergart. Vid studiet av slipprov visade sig kvarts sakna undulerande utsläckning och biotit företer ingen utpräglad parallellorientering. Ej heller har homogeniteten hos grafitimpregnationerna rubbats. Enlig erfarenheter från Grythyttfältet (13, sid. 55) får nämligen dylik finfördelad grafit på grund av deformation en ganska stor rörlighet, varvid grafitkornen samlas till små strimor eller sliror.

Endast två, ett fåtal dm breda skikt innehållande bergartsfragment ha påträffats i borrhålen. Till formen äro fragmenten runda eller ovala. De största fragmenten ha en storlek av 2—3 mm. I ett av dessa skikt framträder växlingen i sedimentationsförhållandena tydligt. Fragmenten ses här från lagrets botten avtaga i storlek och antal uppåt, tills de, inom en mäktighet av 35 cm, småningom helt ersättas av enhetlig fyllitisk bergart. Fragmenten bestå av hälleflinta med allotriomorfkornig struktur, under det att mellanmassan utgöres av en biotitrik, mörkare matrix.

Biotit-kloritsubstansens tidigare (sid. 11) konstaterade sedimentära ursprung i den hälleflintliknande fyllitiska bergarten ger anledning till antagandet, att i bergarten ingår material, ursprungligen tillfört i form av lersubstans. Detta står i god överensstämmelse med P. J. Holmquists uppfattning om Utö suprakrustalserie som submarin bildning (8). Närvaro av vittringsprodukter i hälleflintliknande fyllitisk bergart antydes av den i en del slipprov iakttagna dominansen av kvarts i förhållande till fältspat. Det konsekventa uppträdandet av pflasterstruktur i stället för de ordinära hälleflintornas allotriomorfa struktur, samtidigt som kornstorleken överensstämmer med de ordinära hälleflintornas, tyder på andra bildningsförhållanden än de normala hälleflintornas.

Karbonatbergarter

Till karbonatbergarterna ha hänförts bergartslager med karbonathalt av minst omkring 50 %. Då i flertalet hithörande lager den uppskattade karbonathalten icke kontrollerats medelst slipprov, måste bedömningen bliva i hög grad approximativ. Förekomst av rena, enbart av karbonatmineral bestående lager har icke kunnat påvisas medelst de uttagna slipproven.

I karbonatrika lager uppträda sporadiskt smala inlagringar av ren eller kalkhaltig fyllitisk sedimentbergart. Genom prov med saltsyra har en grov uppskattning av proportionerna kalksten: dolomit genomförts.

Kalksten. Bergartens färg växlar från ljusgrå till mörkgrå. Ofta gör den vid närmare granskning ett inhomogent intryck. Detta beror på att kalcitkornen vid omkristallisation förgrövats ojämnt, varvid de grövsta kornen aggregerat till små anhopningar.

Fjorton kalkstensprov ha granskats under mikroskopet. Bergartens grundmassa visade sig härvid innehålla en hel del kvarts och fältspat i inbördes proportioner, växlande från avsevärd halt av de båda mineralen till dominans av kvarts i förhållande till fältspat, d. v. s. samma förhållanden, som befunnits råda i den hälleflintliknande fyllitiska bergarten. Ytterligare finnes i en del av slipproven inblandning av biotit och grafit. Den intima uppblandningen av alla dessa mineral med karbonatsubstans tyder på en samtidig sedimentation.

Fältspat representeras av albit och mikroklin. Proportionerna äro svåra att bestämma. I ett exceptionellt grövkornigt prov ha de flesta fältspatkornen identifierats som albit och blott enstaka korn som mikroklin. I detta prov förekomma allmänt tvillingslameller i de grövre plagioklaskornen.

Kornstorleken är något större för kalkstenarnas kvarts-fältspatmaterial, från ca 0.02 till 0.04—0.08 mm, än för de fyllitiska sedimentbergarternas.

Skarnbildningen i kalkstenslagren är svag. Endast skapolit har påträffats i nämnvärda mängder. Mineralen har rundad form och innehåller som inneslutning små korn av kvarts, fältspat och karbonatmineral.

Här och var förekomma helt obetydliga mängder diopsid och tremolit. Under mikroskopet visade de sig ha formen av poikiloblaster. I samband med grövre kalcitkornsaggregat har stundom något magnetkis påträffats. Accessoriska mineral äro titanit, apatit, turmalin och zirkon.

Dolomit. Dolomitlagren uppträda i de nedre delarna av dbh 1, dbh 2 och dbt 1/51. Bergartens grundmassa är jämnkornig och till färgen vit eller ljusgrå. Ett slipprov från ett typiskt dolomitlager visade sig uppskattningsvis till ca 90 % bestå av karbonatmineral. Spridda i provet uppträda tavelformiga plagioklaskorn med tvillingslameller och något enda kvartskorn.

Vid borrhålsgranskningen har framgått, att i dolomit allmänt förekomma varierande mängder av ett mörkbrunt till gulbrunt glimmermineral, sannolikt flogopit, och smäckra, välutbildade tremolitstänglar. Flogopitbladen äro så stora, att de väl kunna urskiljas med blotta ögat. De största tremolitstänglarna nå en längd av 2—3 cm. Under mikroskopet visade sig flogopiten ha en ljusbrun färg efter $\gamma = \beta$.

Medan tremolit och flogopit äro allmänna i dolomit, saknas de för det mesta i kalksten. Vid stegrad halt av de båda skarnmineralen har en ökad inblandning av kalcit kunnat påvisas ingå i dolomiten. I de fall då bergartsmassan domineras av tremolit och flogopit, erhålles i regel en rätt stark reaktion med saltsyra, tydande på närvaro av en hel del kalcit i grundmassan.

En sannolik förklaring till dessa förhållanden är, att det för tremolitens och flogopitens tillkomst erforderliga Mg i huvudsak härstammar från dolomiten själv, och alltså icke är tillfört utifrån. I och med att tremolit och flogopit bildas, förbrukas dolomitens Mg i högre grad än dess Ca, varvid kalcit ersätter dolomitspat.

Malmförande lager

Dessa lager bestå av ett flertal med varandra växellagrade skikt av järnmalm och skarn eller skarnhaltiga ofyndiga bergarter.

Järnmalmsskikten

1. Järnmalmstyperna

Järnmalmerna kunna indelas i två huvudtyper, nämligen i kvartsrandiga och skarnrandiga järnmalmer.

De kvartsrandiga malmerna kunna åter, på grund av kvartsrändernas karaktär, indelas i malmer med röda kvartsränder och malmer med kvartsränder som sakna röd färg; de senare äro för det mesta svartgrå.

Malmer med röda kvartsränder äro vanligen blodstensmalmer, men kunna även vara svartmalmer. Malmer med kvartsränder som sakna röd färg, äro i allmänhet svartmalmer. Någon gång har blodstenmalm med grå kvartsränder påträffats. De skarnrandiga malmerna äro alltid svartmalmer.

Malmtypernas fördelning inom järnmalmfältet. I borrhålen 1, 2, 1/51 och 4/51, vilka tvära hela malmstråket, har blodsten påträffats endast i de sydöstra malmlagren, d. v. s. i malmstråkets liggväggsdelar.

Av malmfältets sex borrhål förekommer utpräglad skarnrandig malm i större utsträckning endast i dbh 1. I detta borrhål är malmen skarnrandig i hela hängväggsdelen (253.27—305.55 m) av det som enhet betraktade, malmförande lagret (fig. 3). I dbh 1/51 höra malmlagrets två längst ut i hängväggsriktningen belägna, endast några få dm breda malmskikt till denna malmtyp. Ytterligare förekommer skarnrandig malm i hängväggsdelen av dbh 4/51 i form av några spridda, blott ett fåtal cm breda skikt omgivna av ofyndiga bergarter.

För övrigt bestå malmlagren av kvartsrandig svartmalm, vilken förutom i malmfältets hängväggsdelar i mindre utsträckning även förekommer tillsammans med den ovannämnda blodstensmalmen i malmfältets liggväggsdelar.

Av dessa iakttagelser rörande malmtypernas fördelning framgår, att malmfältets hängväggsdelar träffats av en starkare metamorfos än dess liggväggsdelar.

Den svartmalm, som förekommer tillsammans med blodsten, uppträder enligt A. Erdmann (3) i form av smärre skikt, belägna utmed ofyndiga inlagringar eller utmed de bergarter, som omge malmlagret. Dessa förhållanden ha även tydligt iakttagits i samtliga borrhål utom i dbh 1/51, där denna skiktindelning är otydlig. Det avvikande förhållandet i dbh 1/51 beror på att järnglansen här till avsevärd del utgöres av martit, vilket icke är fallet i de övriga borrhålen.

I den närmast blodstenen uppträdande svartmalmen ha kvartsränderna ofta befunnits ha röd färg, d. v. s. samma färg som hos blodstenens kvartsränder.

Enligt A. Erdmann (3) utgöres »huvudmassan af den jernmalm som konstituerar Utö malmlager av blodstensmalm, under det att svartmalm endast förekommer i underordnad grad». Detta stämmer väl överens med iakttagelserna i borrhålen, om man beaktar, att malmen brutits endast i järnmalmstråkets liggväggsdelar.

Blodstens kvartsränder skulle enligt Erdmann för det mesta utgöras av röd järnkisel. Han skriver, att »jernglansens konstanta inblandning af röd järnkisel är Utömalms mest utmärkande yttre egenskap». Av publikationen framgår, att sådan malm åtminstone har brutits i Nyköpingsgruvan, möjligen även i Spensgruvan (3, s. 256 och 339). Genom dessa gruvors malmlager ha inga borrhål drivits.

I de blodstenslager, som genomtvärats av borrhålen, är kvartsrändernas färg på borrhålen släta sidoytor mattrod eller grårod. På malmens ojämna brottytor är dessa kvartsränder färg ännu mörkare än på de släta ytorna, varigenom dessa brottytors röda färgton är föga iögonfallande. Det är därför sannolikt, att Erdmann med den ovannämnda beteckningen »röd järnkisel» avser en i stoff tydligt framträdande, i det närmaste tegelrod färg. Malm av detta slag har nämligen påträffats i varphögarna i trakten kring Nyköpingsgruvan samt i varphögarna mellan Nyköpingsgruvan och ångbåtsbryggan. Till stöd för denna uppfattning finner man ett uttalande (3, s. 339), enligt vilket malmen i Finn- och Långgruvan icke har »till den grad som uti Nyköpingsgruvan varit blandad med den röda järnkiselarten, men i stället åtföljts utaf smärre ränder och körtlar af grå kvartz».

Enligt N. Hedberg (7) förekommer en kalkrandig malm i nordöstra delen av Finngruvan. Den betecknas av honom som en »lokal, avvikande modifikation av malmen».

I intill gruvorna belägna varphögar påträffas huvudsakligast kvartsrandig svartmalm. Härtill kommer något skarnrandig malm samt övergångsformer mellan den kvartsrandiga och den skarnrandiga typen. Blodstensblocken förekomma sparsamt och hava överhuvud icke påträffats i varphögarna NO om Östra Brottgruvan.

Malmernas randningstyper. Den av författaren oftast påträffade randningstypen består i en växelagring mellan enhetliga malmränder och kvartsrespektive skarnränder. Rändernas bredd varierar i allmänhet mellan 5—10 mm. Undantagsvis kan randbredden nå upp till 20 mm.



Fig. 6. Kvartsrandig svartmalm. Dbh 1—322.55 m. Slipprov $\times 20$. Bilden återger ett tvärsnitt genom en ung. 1 cm bred malmrand. Den övre hälften av malmranden är karbonatfri och malmen har utrensningsstruktur. Inom den nedre hälften är karbonathalten rätt hög. Här har en förgrovning och aggregation av magnetitkornen ägt rum.

Thin section of magnetite ore with narrow layers rich in quartz. Upper part: Layer of quartz and magnetite. Lower part: Layer of octahedral magnetite with carbonate. Magnification 20 \times .

Denna den vanligaste randningstypen håller sig knappast någonstans konstant genom större lagermäktigheter än några dm. Till en del bestå växlingarna av järnmalm med växellagrade malm- och kvartsränder, där randbredden för båda är mindre än 1 mm. Denna randningstyp innehåller därtill kvartsränder av deciderat större mäktighet. På sådant sätt framträder en dubbel rytm. — I andra fall förekommer en dubbelrandning med mäktigare skikt av malm respektive av kvarts, vardera med underordnade, fina inlagringar av den andra komponenten. Dessa sammansatta ränder nå upp till bredder mellan 30—40 mm.

I skarnlager ha stundom påträffats några mm breda, grågröna kvartsränder utan åtföljande malmränder. Under mikroskopet visade sig kvartsränderna sakna den finkorniga malmimpregnation, vilken är karakteristisk för malmer-nas kvartsränder.

Järnmalmernas karbonatsubstans. De kvartsrandiga malmerna innehålla allmänt inblandning av kalcit. Företrädesvis uppträder mineralet i malmränderna. I en del fall innehålla även kvartsränderna kalcit, medan detta mineral

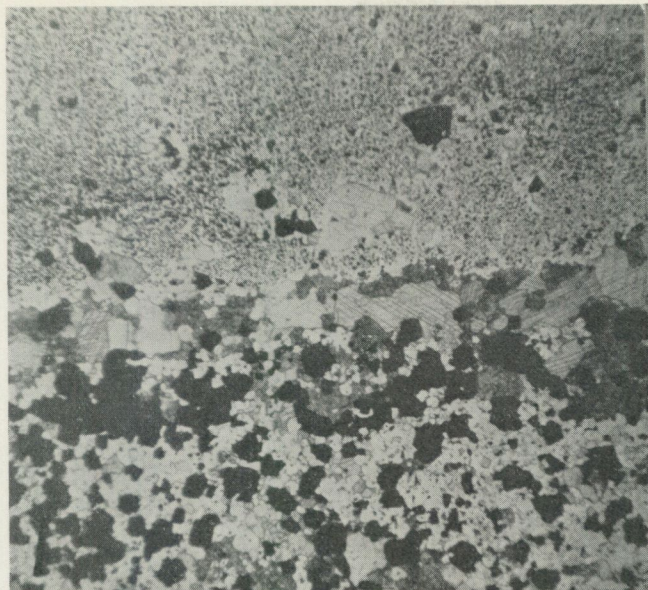


Fig. 7. Kvartsrandig svartmalm. Dbh 2—165.25 m. Slipprov $\times 12$. Den övre delen av bilden visar kvartsrand med finkornig malmimpregnation. — Den nedre delen upptas av malmrand med en avsevärd karbonathalt. På grund av mekanisk deformation har spridning och omkristallisation av malmsubstansen ägt rum, varvid malmkornen i stor utsträckning fått formen av väl utbildade kristaller.

Thin section of magnetite ore with narrow layers rich in quartz. Upper part: Layer of very fine-grained quartz impregnated with magnetite. Lower part: Layer of magnetite and carbonate. Magnification 12 \times .

i andra fall saknas helt och hållet hos kvartsränderna. Malmernas reaktion vid behandling med saltsyra tyder på att deras karbonatsubstans huvudsakligen måste bestå av kalcit.

2. Malmmaterialets egenskaper

De många blodstensprover, som av författaren prövats magnetiskt, ha samtliga visat sig innehålla en tillblandning av magnetit, ehuru halten i en del fall varit obetydlig. Magnetiska analyser av blodstensmalm ha visat en avsevärd magnetithalt.

Kornstorleken hos malmerna varierar i huvudsak mellan 0.05—0.35 mm.

Järnglanskornen visa tendens till tavelform. Hos en mindre del av dem ha tvillinglameller iakttagits.

Magnetitkornen förete två strukturtyper. Den ena karakteriseras av isometriska och idiomorfa korn med enkla kornfogar. Den andra typens magnetitkorn bilda mellanmassa mellan idiomorfa gångartskorn, varvid magnetitkornens konturer äro oregelbundna (fig. 6 och 20). Övergångsformer mellan de båda strukturtyperna äro allmänna.

I närvaro av karbonatmineral äro malmkornen grövre och i högre grad idiomorfa, än då karbonatsubstans saknas (fig. 6). Ofta ha de magnetitkorn, vilka förekomma med karbonatmineral, en oktaedrisk kristallform.

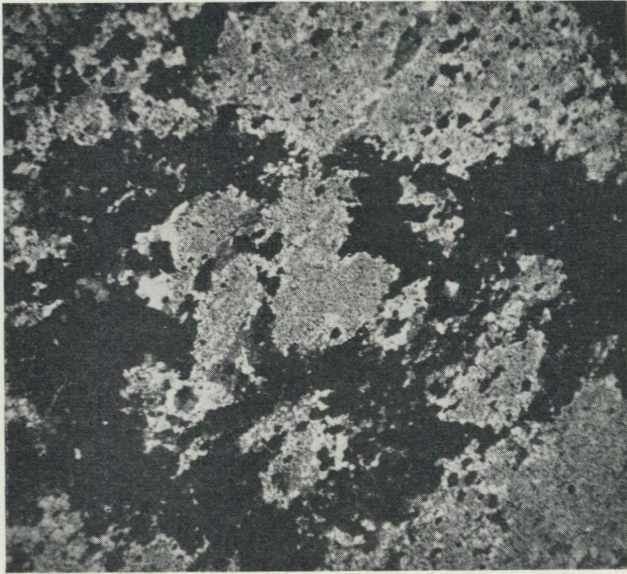


Fig. 8. Kvartsrandig svartmalm. Dbh 1—363.00 m. Slipprov $\times 12$. Bilden visar en söndertrasad malmrand, omgiven av kvarts med finkornig malmimpregnation. Provet utgör ett exempel på tektoniskt deformerad malm utan karbonatmineral. På grund av frånvaron av karbonatsubstans ha malmkornen icke skilts åt utan uppträda samlade i klungor.

Patches of iron ore (black) without carbonate in fine-grained quartz impregnated with ore grains. Thin section of tectonized magnetite ore with narrow layers rich in quartz. Magnification 12 \times .

I karbonathaltig malm åstadkommer mekanisk deformation lätt spridning och omkristallisation av malmkornen (jämför fig. 7—8).

3. Kvartsränderna

Utrensning och sammelmkristallisation. Malmernas kvartsränder innehålla undantagslöst impregnationer av fina malmkorn.

Kvartsrändernas röda färg förorsakas som känt av inblandad, ytterst finfördelad järnglans. Makroskopiskt kan den röda färgens intensitet och nyans variera, samtidigt som kvartsmassan gör intryck av att variera i täthet. Dessa variationer kunna bero på olika mängder inblandat järnglansstoff.

De största stoftmängderna finner man hos de tegelröda och samtidigt de »tätaste» kvartsränderna. Under mikroskopet ha sådana kvartsränder befunnits innehålla en ogenomskinlig järnglansmassa med vag tendens till flockbildning (fig. 9 och 12). Några små, självständiga malmkorn finnas spridda i järnglansmassan.

Under den efterföljande utrensningsprocessen uppdelas först den ogenomskinliga järnglansmassan i flockar, belägna inom var sitt kvartskorn.¹ Samtidigt glesnar järnglansflockarnas massa och antalet små, självständiga malm-

¹ Detta innebär en likhet med vad N. Sundius funnit i Sångsfältets järnkisel (13), men är en olikhet mot förhållandet i Stripa, där stoffflockarna äro fördelade oberoende av kvartskornens gränser och form (6, s. 588).

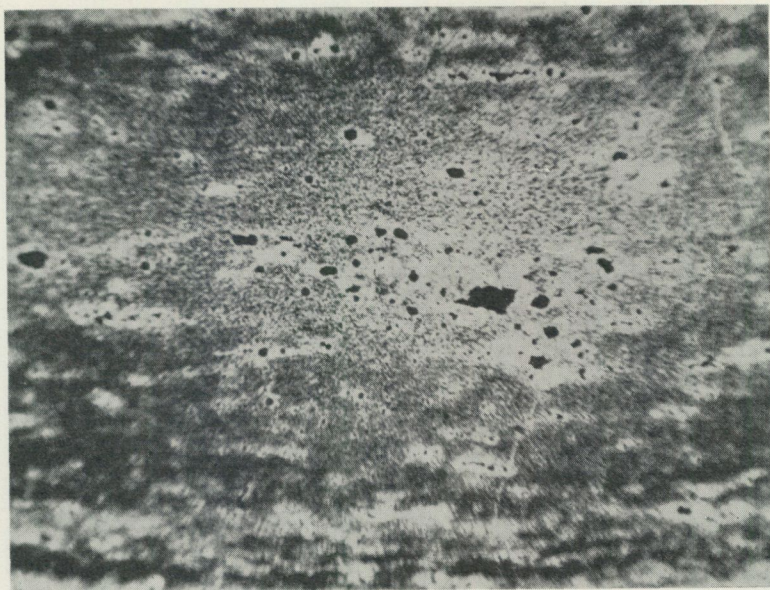


Fig. 9. Järnkiselrandig blodstensmalm. Kvartsränderna kraftigt rödfärgade. Provet är från varp vid Långgruvan. Slipprov $\times 12$. Bilden visar en kvartsrand, som innehåller rikligt med järnglansstoff.

I bildens centrala delar har en utrensning till större malmkorn ägt rum.

Part of a layer of jasper with visible grains of hematite. Thin section of hematite ore with narrow layers of red jasper. Magnification 12 \times .

korn ökar (fig. 10). I polerprov i vilka ingå kvartsränder med det ifrågasvarande utrensningsstadiet, ha de utrensade, självständiga malmkornen befunnits utgöras av både järnglans och magnetit. Parallellt med utrensningens framskridande förändras kvartsrändernas makroskopiskt kraftigt röda färg först till purpurröd, och därefter till rödgrå, varjämte en tydligare kornighet inställer sig.

Vid fortsatt utrensning och sammelmkristallisation försvinner järnglansstoffet och ersättes av självständiga malmkorn. Karakteristiskt för det uppnådda stadiet är, att dessa malmkorn uppträda oberoende av kvartskornens gränser. I svartmalmer bestå de självständiga små kornen av magnetit, medan i ett blodstensprov med svartgrå kvartsränder kornen utgöras av både järnglans och magnetit samtidigt. I och med att det ifrågasvarande utrensningstadiet nåtts, har också kvartsrändernas röda färg totalt försvunnit och ersatts med i allmänhet svartgrå eller någon gång grå färg. Ju starkare malmkornsimpregnationen i kvartsränderna är, dess mörkare är färgen.

Processen fortsätter med utrensning av de små malmkornen ur kvartskornen och sammelmkristallisation till större malmkorn belägna på kvartskornens kornfogar. Här fortsätter malmkornens tillväxt, varvid de i allt högre grad få formen av mellanmassa mellan idiomorfa gångartskorn. Sådan struktur har av P. Geijer och N. H. Magnusson (6, fig. 8) kallats utrensningsstruktur (fig. 11 och 20).

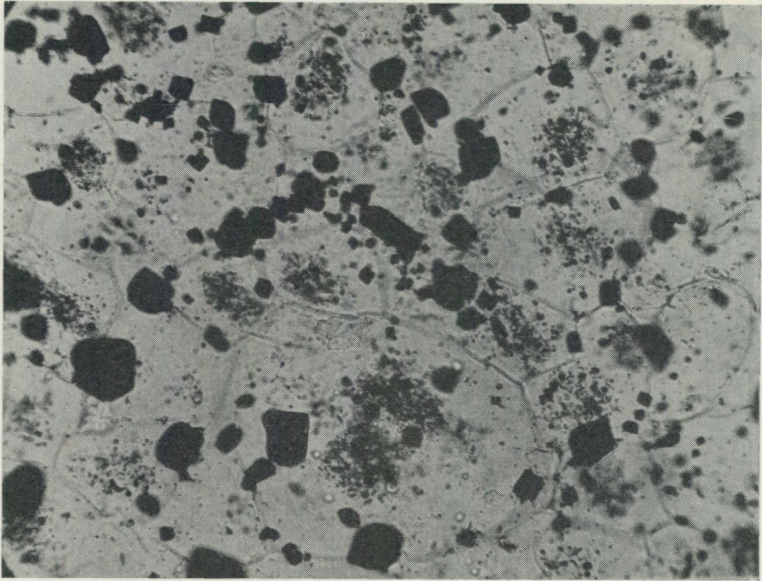


Fig. 10. Blodstensmalm med rödgrå kvartsränder. Slipprov $\times 270$. Järnglansoftsflackor i kvartskornens centrala delar. Bilden innehåller flera självständiga, genom sammalkristallisation uppkomna malmkorn.

Part of a quartz layer with grains of hematite and magnetite. Thin section of hematite ore with narrow layers of red-grey quartz. Magnification 270 \times .

I en del fall avteckna sig kvartsränderna endast svagt mot malmränderna, stundom försvinner skillnaden helt. Dessa förhållanden ha sin grund i samverkan mellan kraftig sammalkristallisation och substansutbyte. Vid substansutbyte har malmsubstans från malmränderna vandrat in i kvartsränderna (fig. 11). Graden av respektive faktorer utjämnande verkan varierar från fall till fall. Substansutbytet förorsakas, eller åtminstone stimuleras, av tektonisk påverkan.

Ur karbonatkornen har malmsubstansen i allmänhet befunnits vara utrensad. Samtidigt är sammalkristallisationen kraftigare i närvaro av karbonat-substans.

Variationer hos kvartsränderna. De rödfärgade former av randkvarts, som förekomma i borrhålen, ha som nämnts en purpurröd till rödgrå färg. Till sammans med dessa ränder förekomma då och då ränder, som helt sakna röd färg, eller ock ränder med en starkare röd färg än den genomsnittliga.

Både röda och grå kvartsränder äro ofta strimmiga. Strimmigheten framträder makroskopiskt genom större eller mindre färgskillnader de olika strimmorna emellan. Särskilt vanlig är strimmigheten hos de röda kvartsränderna.

Till övervägande del betingas strimmigheten av variationer i styrka hos den utrensningsprocess, som drabbat malmpartiklarna (fig. 12). Men strimmigheten kan även betingas av primärt varierande mängder malmsubstans. I de fall, då olikheten hos angränsande strimor inom en kvartsrand är



Fig. 11. Kvartsrandig svartmalm från dbh 1—363.30 m. Slipprov $\times 12$. Bilden visar över hela provet någorlunda jämnt fördelade magnetitkorn, av vilka flertalet har mer eller mindre utpräglad utrensningsstruktur. De ljusa kornen mellan magnetitkornen utgöras av kvarts, fältspat, calcit och enstaka diopsidkorn. Skillnaden mellan malm- och kvartsränder har hävts genom substansutbyte och stark sammalkristallisation.

Homogeneization owing to replacement and recrystallization of magnetite ore with narrow layers rich in quartz. Thin section magnified 12 \times .

betingad av en tydlig skillnad i malmhalt, samtidigt som kontakten mellan strimmorna är skarp och parallell med malmrandningen, är det troligt, att denna uppdelning i zoner är primär.

Fortskridande utrensning och sammalkristallisation av kvartsrändernas malmsubstans åtföljes ej av någon kraftigare ökning av kvartskornens storlek. Däremot står alltid en större kornstorlek hos kvartskornen i samband med en ringa malmhalt, vilket kan betyda en kraftigare utrensning ur dessa kvartskorn. För kvartskorn med en högre malmhalt är kornstorleken vanligen 0.02—0.05 mm. Vid en svag malmhalt är ca 0.08 mm en rätt vanlig kornstorlek. Kvartskornen ha enkla kornfogar.

Järnkiselrändernas linsform. Såsom tidigare omtalats förekommer i varphögarna malm med vida kraftigare rödfärgade kvartsränder än i borrhålen. För det mesta är malmen i fråga blodstensmalm. De kraftigt röda kvartsränderna äro mindre sammanhängande än kvartsränder med annan färg. Ett undantag utgör dock blodstenen i dbh 1/51, där kvartsränderna äro på samma sätt osammanhängande, ehuru färgen är rödgrå.

Liknande förhållanden omtalas i »De mellansvenska järnmalmernas geologi» (6, s. 125), där man finner följande uttalande: »— både i Sångsfältet och i Stripa har den erfarenheten gjorts, att de mest utpräglade järnkiselartade kvartsskikten också till formen skilja sig från de övriga, i det att de synas redan från början ha varit mindre sammanhängande». Följaktligen



Fig. 12. Järnkiselandig blodstensmalm. Slipprov $\times 12$. Bildens övre del består av malmrand med diopsid och karbonatmineral. Omedelbart nedanför malmranden en mörk strimma av järnglansstoff. Därunder är utrensningen längre framskriden, medan bildens nedersta del åter innehåller rikligt med järnglansstoff.

Thin section of hematite ore with narrow layers of red jasper. Upper part: Ore with diopside and carbonate. Lower part: Recrystallized jasper with visible hematite grains. Magnification 12 \times .

skulle i Sångsfältet och i Stripa de mera sammanhängande kvartsränderna ha blivit utsatta för en starkare utrensning än de linsformiga. Enligt Nils H. Magnusson (9) talar nämligen den samlade erfarenheten från de melansvenska kvartsrandmalmerna för att kvartsränderna i dem alla en gång haft karaktären av järnkisel.

På Utö har en uppdelning av ursprungligen sammanhängande järnkiseleränder i röda linser och randstumpar ägt rum. Uppdelningen skedde genom utrensning och sammelkristallisation av malmpartiklar inom järnkiselerändernas mellanliggande delar. Härigenom ha järnkiselerändernas av utrensnings- och sammelkristallisationsprocesserna berörda delar förlorat sin karaktär av järnkisel, medan av processerna oberörda delar av ränderna kvarstå som röda reststycken (fig. 13). Vid närmare makroskopisk granskning av malmen har det nämligen framgått, att järnkiseleränderna ofta övergå i mörkgrå kvartsränder, vilka här och var innehålla små järnkiselerester.

Emellanåt har kvartsrändernas förlopp blott med svårighet kunnat följas i malmen. I en del fall kan rändernas förlopp i malmmassan överhuvudtaget icke följas. Det är på grund av malmmassans inhomogena karaktär och kvartsrandbitarnas ofta starkt sammanveckade form sannolikt, att s a m m e l-

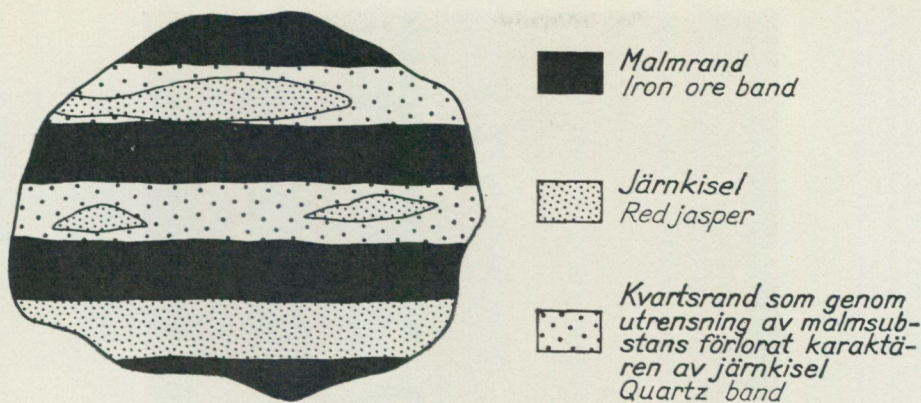


Fig. 13. Kvartrandsig blodstensmalm. Naturlig storlek.
Banded hematite ore. Scale 1:1.

kristallisationen i dessa fall samverkat med av tektonisk påverkan förorsakat substansutbyte mellan kvarts- och malmränderna. Dessa processer ha »sopat igen» spåren av kvartsränderna i malmmassan.

I extrema fall kan ifrågavarande malmtyp makroskopiskt se ut att helt och hållet bestå av malmmassa (av järnglans + magnetit) med blott enstaka, små, oftast linsformiga kvartrandsbitar, som påfallande ofta ha karaktär av järnkisel (fig. 14). I dbh 1/51 finnes flera exempel på att upptill 15 cm

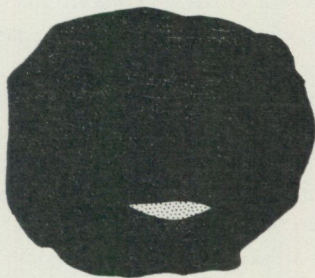


Fig. 14. Blodstensmalm som makroskopiskt synes bestå av malmmassa med en järnkisellins, Skala 1:2.

Hematite ore with lens-shaped inclusion of red jasper. Scale 1:2.

malm kan innehålla blott en enda liten kvartrandslins med en längd av 1—2 cm och en bredd av några få mm.

På grund av att malmen med bevarade järnkiselländrar i stor utsträckning utsatts för starka omvandlingar är det omöjligt att fastställa, huruvida det även finnes primärt uppdelade järnkiselländrar i malmen.

4. Det genetiska förhållandet mellan järnglans och magnetit

Omvandling av järnglans till magnetit. Enligt P. Geijer och N. H. Magnusson (6) representerar magnetitbildningen i de mellansvenska kvartrandsmal-



Fig. 15. Järnglanskorn uppkomna i ytterst finkornig svartmalm. Provet från varphög vid Långgruvans norra ända. Polerprov $\times 40$. På bilden äro de större, vita kornen järnglanskorn, medan magnetiten har grå färg.

Polished section showing fine-grained magnetite ore with hematite grains (white). Magnification 40 \times .

merna en metamorfos från blodstensstadiet. Svartmalmen på Utö utgör med all säkerhet icke något undantag från denna regel. Det tidigare relaterade ersättandet av blodstensmalm med svartmalm intill malmgränser och längs ofyndiga inlagringar överensstämmer med det gängse förhållandet i Mel-lansverige.

I en del polerprov framträder omvandlingen från järnglans till magnetit tydligt. Så t. ex. finnes i ett prov en mängd små magnetitkristaller, vilka innesluta rester av järnglans. I ett annat prov ha på bekostnad av mycket fina järnglanskorn uppkommit några gånger större magnetitporfyroblaster, här och var innehållande rester av järnglans.

Martitbildning. I dbh 1 ha martitporfyroblaster uppstått i en del av de svartmalmsskikt, vilka ersätta blodstensmalmen intill kontakterna mot ofyndiga inlagringar. Porfyroblasternas storlek växer i riktning mot dessa kontakter, där de nå en kornstorlek av 3 mm. Någon gång ha i stället för porfyroblaster uppkommit finkristallina järnglansanhopningar, som brecciera svartmalmen.

Det förhållandet, att martitporfyroblasternas kornstorlek tilltar mot kontakter med ofyndiga skikt, tyder på att deras uppkomst sammanhänger med lösningar, som huvudsakligen cirkulerat i dessa skikt. I föreliggande fall innehålla de ofyndiga skikten, i motsats till malmskikten, betydande mängder kalcit och ha på grund härav varit i högre grad genomsläppliga än malmskikten.

Omvandling av svartmalm till blodsten har vidare ägt rum i malm, vilken påträffats i en liten varphög vid Långgruvans norra ända. Flertalet av svart-

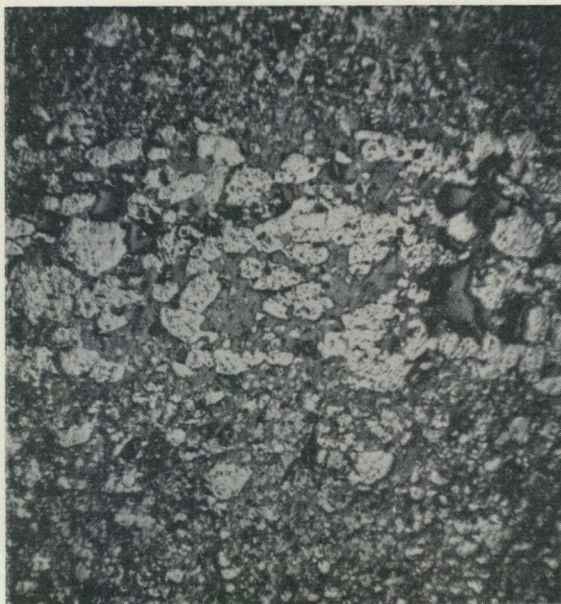


Fig. 16. Randig malmmassa. Polerprov $\times 16$. Bilden visar en järnglansrand omgiven av finkornigare magnetitränder. Järnglanskornen visa tendens till tavelformig utbildning, medan magnetitkornen ha utrensningsstruktur. Den grå grundmassan utgöres av gångartsmineral.

Polished section of banded ore: Interstratification of hematite ore (coarser; in the centre) and magnetite ore (very fine-grained). Magnification 16 \times .

malmsblocken består här av magnetitränder i växellagring med mattsvarta, täta kvartsränder med en exceptionellt hög halt av mycket finfördelad magnetit. Resten av svartmalmsblocken utgöres av en homogen, tät grundmassa, vilken påminner om de ovannämnda, magnetitrika kvartsränderna.

Den randiga svartmalmsvariantens övergång till blodstensmalm kännetecknas här därav, att i ränder med de makroskopiskt urskiljbara magnetitkornen, d. v. s. i malmränderna, magnetit successivt ersättes med järnglans. Genom att martitbildningen så gott som enbart ägt rum i malmränderna, medan kvartsrändernas magnetitsubstans icke berörts av processen, uppstår efter en fullbordad omvandling en växellagring mellan järnglansränder och magnetitrika kvartsränder.

I malm som består av magnetit i enbart den finfördelade formen, kännetecknas övergången till blodsten av att i den magnetitrika grundmassan uppstått järnglansporfyroblaster (fig. 15) med kornstorlekar upp till 0.4 mm. Genom att allt flera järnglansporfyroblaster bildas, övergår svartmalmen i blodsten.

Vidare ha i den lilla varphögen vid Långgruvans norra ända påträffats 3 st. malmblock, i vilka ett några cm brett blodstensskikt uppträder mellan svartmalmen och en i någon mån skarnhaltig fyllitisk sedimentbergart. Denna fördelning överensstämmer ej med den i mellansvenska järnmalmer vanliga, där tvärtom svartmalm ersätter blodsten intill ofyndiga lager.

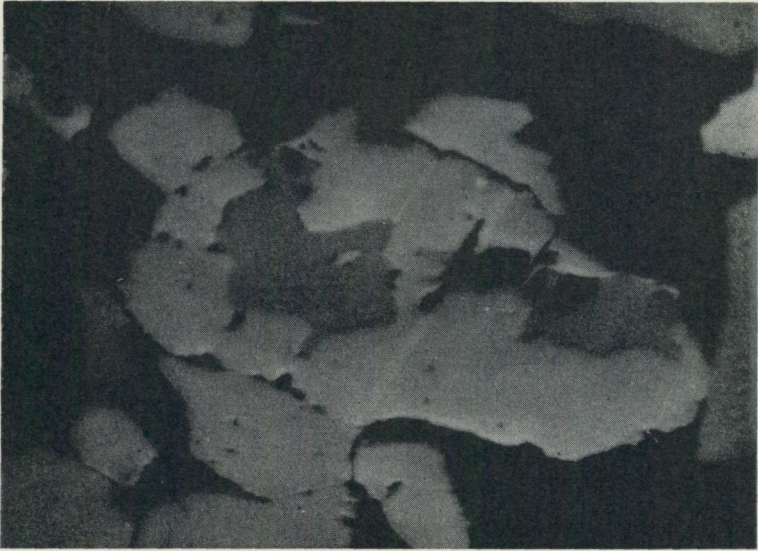


Fig. 17. Martitbildning. Polerprov $\times 250$. De ljusa kornen utgöres av järnglans, av vilka det stora kornet i mitten omsluter grå magnetit. I detta järnglanskorn ses två tvillinglameller. Man kan skönja, huru järnglansen vid tillväxt inåt följer magnetitens kristallform.

Hematite (white) growing at the expense of magnetite. Polished section magnified 250 \times .

De större järnglanskornen i »blodstensmalmen med de kraftigt röda kvartsränderna» samt i »blodstensmalmen i dbh 1/51» bestå i stor utsträckning av martit. Okulärt består dessa malmers grundmassa till stor del av växellagrande järnglansränder (= malmränder) och finkorniga magnetitränder (= f. d. kvartsränder), jämte spridda järnkisellinser eller -randstumpar.

Järnglans- och magnetitränderna ha ursprungligen utgjorts av tydligt urskiljbara malm- och kvartsränder. Genom stark men ojämn sammelkristallisation av malmsubstansen ha kvartsränderna till en del erhållit ett makroskopiskt om malmränder påminnande utseende (jämför med redogörelsen rörande uppkomsten av linsformiga järnkiseleränder på sid. 22—23). Innan martitbildningen satte in, hade malmrändernas ursprungliga järnglansmaterial omvandlats till magnetit. Det är dock omöjligt att avgöra, huruvida omvandlingen till magnetit varit fullständig eller endast partiell.

Den beskrivna växellagringen av järnglans- och magnetitränder påminner om den tidigare relaterade malmtypen i varphögen vid Långgruvan med växellagring mellan martitränder och mattsvarta, magnetitrika kvartsränder.

Martitbildningens mikroskopiska karaktär. Polerprov med tydligt växellagrande magnetitränder och järnglansränder visa, att järnglansränderna innehålla helt obetydliga mängder magnetit och magnetitränderna i sin tur obetydliga mängder järnglans. Järnglanskornens kornstorlek är i denna malmtyp i allmänhet betydligt större än magnetitkornens (fig. 16).

Hos malm med tydligt växellagrande järnglansränder och magnetitränder ha karbonat- och skarnmineralen i huvudsak befunnits uppträda tillsammans

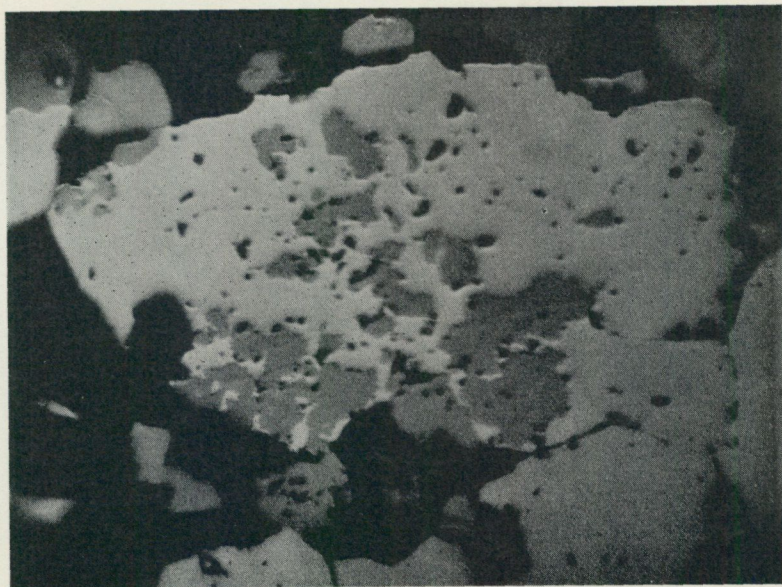


Fig. 18. Martitbildning. Polerprov $\times 180$. De ljusa kornen utgöras av järnglans, vilken breccieformigt genomådrar grå magnetit.

Hematite (white) growing at the expense of magnetite. Polished section magnified 180 \times .

med järnglansränderna. Detta förhållande tyder på ett samband mellan malmernas karbonat- och skarnhalt å ena sidan och martitbildningen å andra sidan. Förklaringen härtill torde vara, att martitbildningen åstadkommits av en lösningsfas, och att där karbonat och skarn förefunnits, malmen i högre grad varit genomsläpplig för denna fas än de karbonat- och skarnfria eller karbonat- och skarnfattiga delarna av malmen. Såsom framhålles på sid. 16 och 31, uppträder de kvartsrandiga malmernas karbonat- och skarnhalt huvudsakligen i samband med malmränderna. Författaren antar, att detta förhållande varit orsaken till att martitbildningen främst träffat malmrändernas magnetitmaterial, medan kvartsrändernas magnetit i huvudsak förblivit oberörd av omvandlingen.

Den ofta förekommande, oregelbundna anhopningen av järnglans i blodstensmalm kan tänkas sammanhänga med en oregelbunden fördelning av malmens karbonatsubstans (samt möjligen med det karbonatsubstansen åtföljande skarnet). Karbonatsubstansens oregelbundna fördelning är i sin tur en följd av tektonisk deformation.

Två polerprov från blodstensmalmen i dbh 1/51 representera olika martitbildningstadier. I ett av proven är martitbildningen mindre långt framskriden. Detta prov består till stor del av magnetit, vilken främst tillhör malmrandmaterialet. Magnetitkornen äro idiomorfa, en del av dem har oktaederform. Begynnande martitbildning framträder genom uppkomst av små järnglanskorn utmed magnetitkornens gränser. De små järnglanskornen växa samman till större korn kring en kärna av magnetit. Gentemot magnetitkor-



Fig. 19. Skarnrandig malm. Dbh 1—290.10 m. Slipprov $\times 12$. Bilden visar stycken av malmränder, vilka återstå efter det malmen partiellt förtärts genom skarnbildning. Den ljusa grundmassan består av tremolit. Vid nedre kanten ett diopsidkorn.

Remnants of layers of iron ore (black) in skarn. Thin section magnified 12 \times .

nen har järnglansen karaktären av mellanmassa. Fortsatt martitbildning kännetecknas av järnglansens utbredning inåt på magnetitens bekostnad.

I det andra polerprovet från dbh 1/51 har martitbildningen resulterat i uppkomsten av järnglansränder, som innehålla helt små rester av magnetitkorn. I båda polerproven förekomma järnglanskorn med välutbildad kristallform. En del av dem äro pseudomorfoser med oktaederform, medan andra ha utrensingsstruktur.

Fyra polerprov representera »blodstensmalm med kraftigt röda kvartsränder». Proven ha tagits ur olika varphögar. Järnglanssubstanten i dessa prov visade sig vara jämnkornig. Järnglanskornen äro idiomorfa med tendens till tavelform. Magnetitkornen äro för det mesta betydligt mindre och ha utrensingsstruktur.

I alla fyra polerproven finnes flera malmkorn, vilka förete partiell omvandling av magnetit till järnglans. Att döma härav har en avsevärd nybildning av järnglans ägt rum i malmtypen. Några spår av en motsatt omvandling, alltså från järnglans till magnetit, ha icke påträffats.

Vid omvandlingen av magnetit till järnglans hade magnetitkornen omvandlats utifrån och inåt, varvid järnglansen kommit att omsluta en kärna av magnetit (fig. 17). I en del fall följer omvandlingsprocessen magnetitens oktaederspaltning. I andra fall breccieras den omslutna magnetitkärnan av återlik järnglans, som bildats utmed oktaederplan och sprickor i magnetitkornen (fig. 18).



Fig. 20. Kvartsrandig svartmalm Dbh 1—333.80 m. Slipprov $\times 28$. Bildens övre hälft upptas av en genom skarnbildning resorberad malmrand. Den grå grundmassan utgöres i huvudsak av diopsid. Genom omkristallisation av den efter skarnbildningen kvarblivna malmsubstansen ha magnetitkristaller bildats. Bildens nedre hälft upptas av kvartsrand med en exceptionellt hög malmhalt. Malmsubstansen har undergått en kraftig sammelkristallisation, vilken givit upphov till malmkorn med utpräglad utrensingsstruktur.

Thin section of magnetite ore with narrow layers rich in quartz. Upper part: Magnetite and skarn. Lower part: Quartz and magnetite.

Blodsten med kraftigt röda kvartsränder har brutits i Nyköpingsgruvan (sid. 15), medan blodstenslagret i dbh 1/51 är beläget under Långgruvans södra del, blott några meter nordost om Nyköpingsgruvan. De ifrågavarande blodstentyperna förekomma följaktligen i den del av malmstråket, som är belägen omedelbart intill de båda stora, malmstråket tvärande pegmatitgångarna (fig. 1).

På grund av dessa malmtypers läge i omedelbar närhet av pegmatitgångarna är det sannolikt, att såväl den ojämna sammelkristallisationen av kvartsrändernas malmsubstans (sid. 22—23) som martitbildningen förorsakats av pegmatitgångarna. Ett känt förhållande är ju, att i malmer genom inverkan av pegmatiter ofta uppkommit ojämna kornstorlekar och inhomogena mineralparageneser (6). Ett fall av martitbildning intill pegmatiter beskrives av N. H. Magnusson från Håksbergfältet (6, sid. 348). Där har i magnetitmassan påträffats strökornsartat inströdda järnglanskristaller, vilket »särskilt synes vara fallet intill de glimmerrika pegmatiterna».

Förhållandet mellan martit och paragenesen bornit-kopparglans-gediget silver. I sin publikation över svenska förekomster av bornit och kopparglans skriver P. Geijer (5), att de båda sulfiderna som regel, när de förekomma



Fig. 21. Skarn som uppträder i samband med skarnrandig malm. Dbh 1—255.20 m. Slipprov $\times 12$. Bilden visar en grundmassa av diopsid. Det mörka mineralet är epidot. I bildens högra del omsluta två epidotkorn var sitt diopsidkorn. I bildens vänstra del har epidot utefter korngränserna breccieformigt vuxit in mellan diopsidkornen.

Skarn of epidote (dark) and diopside (pale). Thin section magnified 12 \times .

med järnmalmer, uppträda i samband med magnetit-martitmalmer. Bornit och kopparglans förekomma aldrig i ren blodsten.

Bornitens och kopparglansens association med magnetit och martitbildning förklarar P. Geijer bero på ferrojärnets starka reduktionsförmåga i magnetiten. Geijer säger: »If, as seems evident, the deposition of the copper sulphides was caused by the reducing action of ferrous iron in the magnetite, which was oxidized to martite, it is only natural that this action has also brought much of the copper to the cuprous stage, there by making possible the formation of bornite and even chalcocite.» »It is evident that the silver was deposited through reactions with bornite and chalcocite. The power of these minerals to precipitate silver from its solutions is amply demonstrated.»

Genom studium av äldre mineralsamlingar från Utö har P. Geijer funnit, att tillsammans med bornit och kopparglans uppträda både magnetit och järnglans samt gediget silver. Gångarten utgöres av kvarts. Något tecken på martitbildning säger sig Geijer dock icke ha funnit här. Såsom emellertid tidigare omnämnts, har en, sannolikt mycket kraftig martitbildning ägt rum i Nyköpingsgruvan, d. v. s. just i bornit-kopparglansförekomstens närmaste omgivning. Av denna anledning äger P. Geijers ovan relaterade förklaring (rörande uppkomsten av bornit, kopparglans och gediget silver) sin giltighet även i fråga om dessa minerals uppkomstsätt på Utö.

På Utö har enligt A. Erdmann (3) bornit och kopparglans påträffats i Bondgruvepallarnas svartmalm. Dessa pallar äro belägna i Nyköpingsgruvans

östra del, d. v. s. i närheten av den södra pegmatitgången. Att bornit och kopparglans endast förekommit i Nyköpingsgruvan, d. v. s. i pegmatitgångarnas närhet, bekräftas även därav, att författaren påträffat dessa mineral endast i varphögar utmed Nyköpingsgruvans kanter, medan de saknas i varphögarna utmed malmstråket för övrigt och i borrhålen. Bornitens och kopparglansens uppträdande i närheten av pegmatitgångarna talar för, att deras uppkomst, i likhet med den tidigare beskrivna martitens, sammanhänger med inverkan från pegmatiterna.

P. Geijer (5) uppger, att bornit och kopparglans i svenska fyndigheter icke åtföljas av metasomatiska omvandlingar av den omgivande berggrunden. Denna Geijers uppgift stöder antagandet rörande de båda sulfidernas samband med pegmatiterna till skillnad från de övriga, på Utö uppträdande sulfiderna.

5. Skarnbildning i malmskikten

All *kvartsrandig malm* innehåller något skarn. Skarnet uppträder i huvudsak i malmränderna, i vilka som regel samtidigt även ingår fri kalcit. Skarnet består främst av diopsid och aktinolitiskt hornblände.

Diopsiden är under mikroskopet dels färglös, dels blekt grön. Allmänt förekomma däri inneslutningar av magnetit, medan inneslutningar av kvarts och kalcit äro sällsynta. Hornbländet förekommer för det mesta som fläckar i diopsidkornen. I några få slipprov, som helt sakna karbonatsubstans, har endast hornblände bildats men icke diopsid. Absorptionens styrka växlar något i de olika proven. I huvudsak visar hornbländet en pleokroism i färger från ljusare blågrön eller blekt grön till färglös. Holmquistit (se sid. 38) förekommer då och då, likaså små korn av en starkt dubbelbrytande epidot. Ortit och apatit finnas i flertalet slipprov.

I flera slipprov påträffas fältspat i malmränderna i icke obetydliga mängder. Både mikroklin och plagioklas förekomma. Fältspatkornen sakna inneslutningar och kornstorleken är densamma som kvartskornens.

Bland malmtyperna representeras det högsta metamorfosstadiet av den *skartrandiga malmen*. Denna malmtyp kännetecknas av en kraftig skarnbildning, varvid både kvarts och karbonatsubstans förbrukats på obetydliga rester när. Däremot kvarstår efter skarnbildningen en avsevärd del av järnmalmssubstansen. På grund av järnets partiella övergång i silikatbunden form äro malmränderna mer eller mindre resorberade (fig. 19). Inga tecken ha observerats, som skulle tyda på att malmrändernas partiella förstöring skulle ha skett genom substansförflyttningar av mera betydande omfattning. Den efter resorptionen kvarblivna delen av malmsubstansen har omkristalliserat, varvid en sammalkristallisation till spridda kristaller eller idiomorfa malmkorn ägt rum (fig. 20).

Malmtypens kvantitativt dominerande skarnmineral äro diopsid och tremolit. Som väsentliga mineral förekomma vidare rombisk pyroxen och epidot.

Bland skarnmineralen nå de båda pyroxenerna de största kornstorlekarna — upp till 10 mm. Samtidigt äro de de äldsta av skarnmineralen. Någon inbördes åldersskillnad dem emellan har icke kunnat fastställas.

Diopsiden har makroskopiskt en grågrön färg. I slipprov är den färglös eller svagt grön. Utsläkningsvinkeln $c: \gamma = 42^\circ - 44^\circ$. Diopsidens uppträdande med resorberade malmränder, samt det förhållandet, att i diopsiden förekomma rester av karbonat- och kvartssubstans, tyda på, att mineralet i huvudsak är ett reaktionsskarnmineral.

I en del prov är den rombiska pyroxenen färglös, medan den i andra visar en svag pleokroism i blekt rött och grönt. Huruvida mineralet bör anses i huvudsak vara ett reaktionsskarnmineral, är svårt att med säkerhet avgöra.

Epidot förekommer med kornstorlekar upp till 1 mm. Den är färglös och starkt dubbelbrytande. En del korn ha befunnits breccieformigt genomväxa eller omsluta pyroxenkornen, varav framgår att epidoten är det yngre av dessa mineral (fig. 21). I likhet med pyroxenerna innehåller epidoten inneslutningar av magnetit. Möjligen har epidot i huvudsak uppstått genom reaktion mellan malmens primära mineral. Den för epidotbildningen erforderliga mängden Al_2O_3 skulle i så fall härstamma ur fältspat, vilken ursprungligen antages ha ingått i malmen, liksom den för närvarande ingår i de svagare omvandlade kvartsrandiga malmerna.

Tremolit uppträder i form av små stänglar, sammangyttrade i klungor. Tremolitklungorna ha vuxit på bekostnad av pyroxenerna och epidoten, av vilka mineral blott obetydliga rester kvarblivit i tremolitmassan. Någon nybildning av magnetit i större skala, i samband med tremolitbildningen, har icke iakttagits.

I helt liten utsträckning påträffas hornblände i form av små fläckar. Hornbländet har företrädesvis bildats som omvandlingsprodukt av tremolit längs sprickor och genomgångar, där tydligen de omvandlande lösningarna cirkulerat. Hornbländet visar en pleokroism enligt schemat: $\gamma =$ blågrön, $\beta =$ grön, $\alpha =$ blekt grön gul. Något serpentin förekommer i flera slipprov. Den består av finfibrig antigorit med under mikroskopet grön färg av ovanligt mörk valör. Även har något krysotil påträffats. Serpentin omger en del av tremolitkornen, vilket tyder på att den bildats senare än tremoliten. Granat förekommer i obetydlig mängd i form av små, runda korn. Av accessoriska mineral är det blott apatit, som förekommer i flertalet slipprov. I enstaka prov har ortit påträffats.

De malmförande lagrens ofyndiga skikt

Enl. A. Erdmann (3, sid. 344) bestå de ofyndiga skikten, vilka inom malmfältet växellagra med malmskikten, av »mer eller mindre glimmerdränkt hornbländeskiffer». Skarn, som denna beteckning kan tänkas avse, har av författaren i avsevärd mängd påträffats i varphögarna. En del därav innehåller något kalk inblandad i grundmassan. Skarnets färg är mörkgrön. Hornbländet är kortstängligt, med kornstorlekar upp till 3 mm. Glimmern utgöres av biotit.

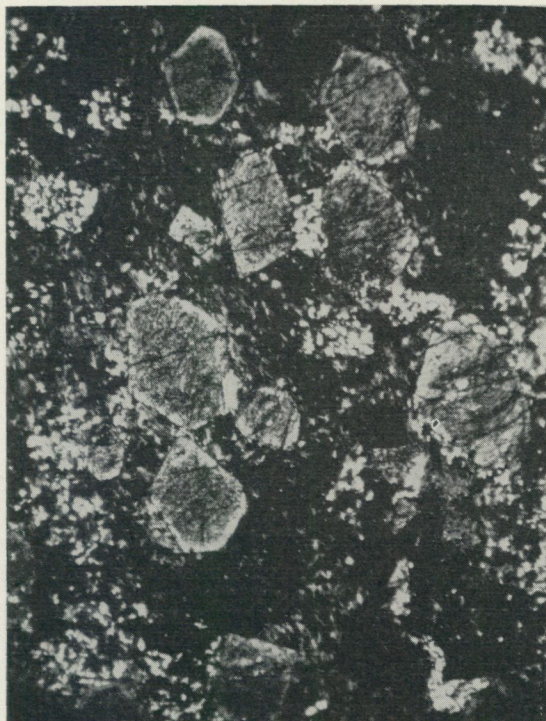


Fig. 22. Biotit-granatanhopning utmed förskiffringsplan i granatglimmerskiffer. Dbh 1—259.70 m. Slipprov $\times 12$. Bilden visar granatkristaller i en mörk grundmassa av biotit. De vita fläckarna med mörka inneslutningar äro mikroklinoikloblaster.

Mica schist with crystals of garnet (grey) and small grains of microcline (white). Thin section magnified 12 \times .

Dylikt skarn förekommer även i form av smala skikt och strimmor i en betydande del av de i varphögarna kvarlämnade, fattiga svartmalmsblocken. Under mikroskopet visade sig detta skarn bestå av hornblände, jämte varierande mängder biotit och granat.

Vidare påträffas i varphögarna block av finkornigt, hårt skarn med grågrön färg. Ett slipprov från detta skarn visade en riklig mängd småkornigt hornblände i en grundmassa av fyllitisk bergart.

I de båda ovan relaterade skarnkategorierna förekomma här och var upp till 1 cm stora korn av röd och grön fältspat.

A. Erdmanns ovannämnda beteckning »mer eller mindre glimmerdränkt hornbländesskiffer» synes i dbh 1 och dbh 2 äga berättigande huvudsakligen i fråga om de ofyndiga skikt, vilka uppträda inom hängväggshälften av det som enhet betraktade malmkomplexet i dbh 1, samt inom det längst i hängväggen belägna av dbh 2:s tre malmförande lagerkomplex. I dessa delar av borrhålen är skarnbildningen kraftigare än i övriga delar.

De malmskikt, vilka i dbh 1 växelagra med de ifrågavarande skarnskikten, bestå av skarnrandig svartmalm. I dbh 2 utgöras de däremot av kvartsrandig svartmalm.

Vid den makroskopiska granskningen av borrhålen 1 och 2 har framgått, att skarnskikten förutom biotit och hornblände även innehålla betydande mängder granat, en påtaglig mängd blyglans samt då och då spridda små magnetitkorn.

Den övervägande delen av detta skarn har en stark biotithalt, ofta med en tydligt skiffrig utbildning. Skiffrigheten betingas av att biotit och granat anhopats utmed tätt intill varandra liggande förskiffringsplan (fig. 22). Under mikroskopet visade sig dessa anhopningar ytterligare innehålla mikroklinpoikiloblaster.

Mellan dessa utmed förskiffringsplanen belägna mineralnybildningar utgöres grundmassan av finkornig kvarts med inströdda små korn av biotit och granat. Följaktligen kan denna omvandlingsbergart kallas granatglimmerskiffer.

I granatglimmerskiffern ha påträffats fläckar av oomvandlad hälleflintliknande fyllitisk bergart. Även förekomma skikt av fyllitisk bergart med spridda nybildningar av biotit och granat utefter med skiktfogarna parallella förskiffringsplan. Dessa iakttagelser visa, att granatglimmerskiffern utgör en omvandlingsprodukt av den hälleflintliknande fyllitiska bergarten.

Granatens max. kornstorlek är 2—3 mm. Granatkornen uppträda dels i form av välutbildade kristaller (fig. 22), dels som poikiloblaster med inneslutningar huvudsakligen av kvarts och med oregelbundna korngränser. Under mikroskopet är färgen blekt röd. Med stöd av erfarenheter rörande granatens sammansättning i dylika glimmerskifferar kan man antaga, att det här är fråga om almandin.

Mikroklin uppträder i form av poikiloblaster med inneslutningar främst av biotit och därjämte av små kvartskorn. Hos en mindre del av kornen är moaréstrukturen tydligt igenkännbar. Sporadiskt förekommer turmalin, med en mörkare blågrön färg efter ω , samt blyglans. Accessoriskt påträffas apatit, och någon enstaka gång ortit.

Sida vid sida med granatglimmerskiffern uppträder ett mörkgrönt massformigt, hornbländerikt och till synes biotitfattigt skarn. Under mikroskopet visade sig bergarten, förutom en betydande hornbländehalt, innehålla samma mineral som granatglimmerskiffern. Kvartshalten är här betydligt lägre än i granatglimmerskiffern. Närvaron av hornblände tyder på att karbonatsubstans ingått bland de primära mineral, på vilkas bekostnad skarnbildningen ägt rum.

Tillsammans med de båda ovan relaterade typerna av omvandlingsbergarter förekommer ännu en tredje typ. Den är massformig, och huvudmineralen utgöras av småstänglig tremolit eller aktinolit samt av biotit. Ytterligare förekomma granat och kalcit samt i små mängder diopsid, turmalin, apatit och blyglans. Förekomsten av fri kalcit och avsaknaden av kvarts i flertalet



Fig. 23. Skapolithaltigt skikt. Dbh 1—352.00 m. Slipprov $\times 12$. Bilden visar rundade, vita skapolitkorn i en finkornig grundmassa av biotit och turmalin, jämte enstaka hornbländekorn. Inneslutningarna i skapolit utgöres av resorberade rester av biotitkorn och av fina turmalinnålar.

Scapolite in a very fine-grained matrix of biotite, tourmaline, and a little hornblende. Thin section magnified 12 \times .

slipprov tyda på, att karbonathalten i denna omvandlingsbergart primärt varit högre än i de båda föregående omvandlingsbergarterna.

Olikheterna de tre relaterade omvandlingsbergarterna emellan ha sannolikt sin grund i varierande kalkhalt hos de primära bergarterna.

I det malmförande stråkets liggväggsdelar ha de ofyndiga skikten träffats av en svagare skarnbildning än de skikt, som beskrivits ovan. I stor utsträckning har skarnbildningen här endast partiellt eller i en helt ringa grad berört de primära bergarterna.

Det allmännast förekommande skarnmineralet är hornblände. I dbh 1 uppträder dessutom skapolit rätt allmänt. Av övriga skarnmineral förekomma främst diopsid, biotit, turmalin och epidot samt små mängder sekundär fältspat, epidot-ortit, apatit och titanit.

Hornbländet har en medelstark absorption med pleokroismen: $\gamma =$ blågrön, $\geq \beta =$ grön, $> \alpha =$ gulgrön. I hornbländekornen förekommer stundom fläckformig nybildning av ett mörkare hornblände.

I dbh 1 har skapolit i huvudsak påträffats inom det stora malmförande lagerkomplexet eller i dess närhet. I dbh 2 förekommer mineralet däremot nästan uteslutande i lager som sakna malmskikt. I vardera fallet har skapolit uppstått i kalkstenslager med stark inblandning av hälleflintliknande substans. I dbh 1 har skapolit ytterligare bildats i hälleflintliknande fyllitisk bergart

närmast intill dennas kontakter mot skarnhaltiga kalklager, vidare i skarn samt i några malmskikt.

Skapolit uppträder i form av rundade poikiloblaster med max. kornstorlek av 5 mm. De vanligaste inneslutningarna utgöras av oregelbundna rester av kalcit-, hornblände- och biotitkorn samt av små kvartskorn. I skapolitkornen äro inneslutningarna jämnt fördelade över hela kornet, varav framgår, att skapolitbildningen begynt samtidigt inom kornets alla delar, under sin tillväxt allt mera ersättande de äldre mineralen inom detsamma (fig. 23). Med ledning av dubbelbrytningen har mejonithalten befunnits variera mellan 55—70 % [enligt A. Winchell (15)].

Sulfidbildningen

Enligt B. Astlind (1) ha de sulfidbärande lösningarna nått sulfidmalmsfältet från N eller NV. Sulfidmalmsfältet är beläget 200—300 m åt NO från Bykgruvan (fig. 1). Utfällningen av sulfiderna (FeS, ZnS, PbS) har försiggått framför hälleflintliknande lager där en uppbromsning av lösningarna ägt rum. Härigenom har utfällningen kommit att ske inom flera inbördes parallella stråk, vart och ett representerande en uppbromsningsfront. Sulfidmalmslagren stryka följaktligen parallellt med bergartslagren inom fältet.

Iakttagelser i dagen inom järnmalmsfältet. Enligt P. J. Holmquist (8) förekomma sulfider huvudsakligen i järnmalmsfältets nordöstra del. Uppgiften bekräftas av att de största sulfidkvantiteterna uppträda i dbh 1 och i dbh 4/51.

Vid undersökningar för det föreliggande arbetet har arsenikkis påträffats i form av väl utbildade kristaller i skarn, i fast klyft vid Bykgruvan, samt i biotitrik bergart i varp vid Finngruvans norra ände. A. Erdmann (3, sid. 343) omnämner förekomst av blyglans, koppar- och arsenikkis tillsammans med kvarts och hornblände i Ö. Brottgruvan. De nämnda mineralen bilda här körtlar i järnmalmen.

Ett 30-tal m norr om Finngruvan finns en liten utskrädd hög av skarnblock, vilka innehålla rikligt med blyglans och järnsulfider, bland vilka främst kopparkis. Med sulfiderna förekomma väl utbildade magnetitkristaller. I skarnets grundmassa kunna urskiljas biotit och hornblände. Sulfiderna genomväxa detta skarn breccieformigt utefter sprickor.

För övrigt påträffas i varphögarna utmed järnmalmsstråkets hela sträckning här och var små sulfidmängder, främst bestående av blyglans, därnäst av järnsulfider. Invid Nyköpingsgruvan har i kvarts påträffats bornit och blyglans.

Iakttagelser i borrhålen 1 och 2. Bland sulfidmineralen är blyglans det rikligast förekommande. Dess utbredning är begränsad till hängväggsdelen av det malmförande lagerkomplexet i dbh 1 (253.50—304.70 m) samt till det längst i hängväggen belägna av dbh 2:s tre malmförande lager. Såsom tidigare omtalats, har den kraftigaste skarnbildningen ägt rum inom just dessa delar av borrhålen.

Huvuddelen av blyglansen har uppstått i de ofyndiga skikten, medan en mindre del förekommer i järnmalmsskikten. Enastående i avseende å mängden av blyglans är ett 1.3 m brett skarnskikt i dbh 1. Av detta skikt har nämligen 0.5 m en halt av 8.75 % Pb, medan resten innehåller 3.85 % Pb.

Blyglansen uppträder dels i form av impregnationer, dels som små kompakta sprickfyllnader. I förhållande till samtliga andra mineral, samman med vilka blyglans påträffats, uppträder den som mellanmassa eller ock har den trängt in i de angränsande mineralen utmed genomgångar eller sprickor. Av dessa förhållanden framgår, att blyglansen fixerats sist av mineralen.

Blyglansen åtföljs av helt obetydliga mängder zinkblände. Inom samma lager, men helt skilt från blyglansen, uppträda accessoriskt små magnetkistänk.

I övriga, icke blyglansförande delar av borrhålen förekomma små mängder järnsulfider, bland dem främst magnetkis. Inom de järnmalmsförande lagren förekomma de främst i de ofyndiga skikten. Utanför de järnmalmsförande lagren uppträda järnsulfiderna endast accessoriskt.

I dbh 4/51 förekommer blyglans i ett ofyndigt lager, beläget i hängväggen från huvudmalmagret. Blyglansen uppträder här i intimt samband med zinkblände och magnetkis, som bilda små sprickfyllnader i fyllitisk bergart. Ytterligare har litet blyglans påträffats i borrhålets övre del som svag impregnation i ett skarnlager med smala inlagringar av skarnrandig svartmalm.

I dbh 3/51 uppträder en starkare blyglansimpregnation i ett skarnskikt, som består av hornblände, biotit och skapolit och omges av kalksten. Även detta skikt är beläget i hängväggen från järnmalmsstråket.

Det tidigare omtalade, exceptionellt grafitrika lagret av fyllitisk bergart i dbh 2 innehåller en gles och jämn impregnation av pyrit i form av små kristaller. Uppkomsten av pyrit står sannolikt i samband med den grafitrika fyllitiska bergartens primära sammansättning, som torde ha varit lik alunskiff-rarnas.

Aplitgångarna

I varphögarna påträffas aplitblock här och var. Sex aplitgångar ha tvärats av dbh 1, men ingen av dbh 2.

Apliterna äro vita, med kornstorlekar växlande i allmänhet mellan 0.5—1.5 mm. Huvudmineralen utgöras av plagioklas och kvarts. Ytterligare förekomma mikroklin, biotit, muskovit, apatit, litiumturmalin och lepidolit. Litiumturmalin förekommer i form av tre varianter, nämligen en mörkblå, en ljusgrön och en ljusröd. De äro närmare beskrivna av Hj. Sjögren (12).

Sju slippov från de av dbh 1 tvärade aplitgångarna ha granskats. Fem av slippoven innehålla avsevärda mängder apatit, betydligt högre än de mängder som i allmänhet förekomma i slippov från järnmalmsfältet för övrigt. I dessa fem apatithaltiga prov förekommer även turmalin i betydande mängder, medan båda mineralen saknas i de två återstående aplitproven. Sporadiskt förekomma i aplitgångarna apatitkorn med kornstorlekar av 1—3 cm. De åtföljas av turmalinkorn med samma kornstorlekar.

Aplitgångarnas kontakter mot omgivande bergart äro skarpa. Studiet av slipprov från kvartsrandig svartmalm i närheten av en aplitgång visa, att malmen rönt tydligt skönjbar påverkan inom ett avstånd av över 1 m från aplitkontakten. Malmen innehåller här en avsevärd halt av mineralet holmquistit.¹ Pyroxenen är hedenbergitrikare än i prov från övriga delar av malmen. Detta framgår därav, att medan pyroxen av diopsid-hedenbergitserien för övrigt på sin höjd har en blekt grön färg, visar den i närheten av aplitgången en tydlig pleokroism med γ = grön, β = gulaktigt grön, α = ljusare grön. Utrensningen och sammelmkristallisationen av kvartsrändernas malmsubstans äro ovanligt kraftiga i aplitgångens närhet.

Oaktat apliterna innehålla en högre apatithalt än de omgivande bergarterna, visa malmanalyserna ingen ökning av fosforhalterna i riktning mot aplitkontakterna, vilket även studiet av slippet bekräftar.

Några av P. J. Holmquists slipprov från Utö järnmalmsfält innehålla holmquistit. Mineralet visade sig genomväxa hornblände, biotit och sekundär fältspat. Av iakttagelserna följer, att holmquistit är yngre än de nämnda mineralen.

Intill litiumpegmatiterna förekommer i dagen rikligt med holmquistit i skarnlager. Dessa pegmatiter ha i korthet beskrivits på sid. 6.

I varphögarna påträffas ofta sprickfyllnader av kvarts eller kalcit. Stundom uppträda de båda mineralen tillsammans. Ett eller flera av följande mineral förekomma vanligtvis i sprickfyllnaderna: hornblände, röd eller grön fältspat, epidot, granat, järnglanstavor och magnetit.

Apatit och turmalin

Apatiten uppträder i huvudsak inom komplexen med järnmalmsinlagringar. Mineralet påträffas i form av små, rundade korn. De vanligaste kornstorlekarna äro 0.01—0.04 mm. Apatitkornen förekomma dels glest utströdda, dels i form av små ansamlingar utefter sprickor och glidplan.

Turmalinens uppträdande har noggrannast studerats i dbh 1. Här förekommer mineralet främst i hälleflintliknande fyllitisk bergart samt i det järnmalmsförande komplexets liggväggsdel. I järnmalmskomplexet uppträder mineralet här och var med kornen samlade till små svarta fläckar, oftast tillsammans med små kvartskörtlar. Under mikroskopet visade sig turmalinen ofta vara ansamlad i små grupper utefter sprickor och skiktfogar i komplexets bergarter.

Apatit och turmalin äro i järnmalmsfältet allmänt, ehuru i små mängder förekommande mineral. Däremot saknas båda mineralen fullständigt i sulfidmalmsfältet (1). Sulfidmalmsfältet har varit utsatt för inverkan från mig-

¹ Enl. N. Sundius (14, sid. 51—54) är holmquistit ett Li-haltigt hornblände tillhörande arvedsonitgruppen, där Fe nästan helt ersättes av Li och Mg. Enl. en i Sundius' redogörelse införd analys är halten av Li_2O = 3.53 %. Holmquistit uppträder i form av långa, tunna nålar. γ = himmelsblå, β = violett, α = ljus gröngul, i slipprov nästan färglös. γ = 1.663, α = 1.640, $\gamma - \alpha$ = 0.021. c : γ = 0—2°. $2V_\alpha$ = 44°. b = β .

matitfronten, men veterligen ej för inverkan från pegmatit- och aplitgångar. Denna omständighet tyder på, att apatitens och den inom de järnmalmsförande lagren förekommande turmalinens uppkomst förorsakats av pegmatit- och aplitgångar. Ett sådant antagande stödes även av det förhållandet, att i aplitgångarna befunnits förekomma betydande mängder apatit och turmalin (sid. 37).

Ytterligare ett stöd för detta antagande utgör överensstämmelsen med de förändringar, som enligt N. H. Magnusson (10) pegmatiterna utanför ådergnejsmassan — »i ådergnejsernas tak» — åstadkommit i järnmalmer på andra platser i Bergslagen. Pegmatiterna i fråga ha nämligen kemiskt förändrat de järnmalmer, som träffats av dem. Man finner i dessa järnmalmer en anriktning av fosfor i apatit, av bor i turmalin, av cerium i ortit och av beryllium i beryll. »Av särskild betydelse är höjningen av fosforhalten, i Dal Karlsberg till 0.080 % P och i Håksberg upp till 0.085 % P». Såsom tidigare nämnts, har fosforhalten för Utö järnmalmsfält uppgetts vara 0.080—0.170 % P. Av de av N. H. Magnusson uppräknade fyra mineralen saknas endast beryll på Utö, medan de övriga förekomma allmänt, speciellt apatit och turmalin.

Turmalin har, förutom i de malmförande lagren, även påträffats i samtliga 16 slipprov av hälleflintliknande fyllitisk bergart. Mineralets förekomstsätt här skiljer sig från dess förekomstsätt i de malmförande lagren. I den fyllitiska bergarten uppträder turmalinen jämnt fördelad. Den enda inskränkningen i homogeniteten är förorsakad av bergartens skiktväxling. Kornstorleken är densamma som hos den järnkorniga grundmassans övriga mineral. Möjligen härstammar turmalinens bor i föreliggande fall från sedimentet självt.

Sammanfattning och slutsatser

Utformningen av berggrunden inom Utö järnmalmsfält har ägt rum dels under en period av sedimentation, dels under två efterföljande perioder, av vilka den första sammanhänger med berggrundens veckning och urgraniternas framträngande, den andra med ådergnejsbildningen och framträngandet av pegmatiter och apliter.

Författaren hade följaktligen vid undersökning av orsakerna till mineralnybildningar och mineralomvandlingar haft att räkna med möjligheten av inverkan: från den tektoniska genomarbetningen, från urgraniten, från migmatitfronten samt från pegmatit- och aplitgångarna.

Perioden av sedimentation. Av undersökningen har framgått, att de järnmalmsförande lagren omges dels av bergarter som uppkommit genom sedimentation av vittrat material, dels av karbonatbergarter. Övergångsformer mellan de båda bergartsgrupperna förekomma allmänt. Dessa övergångsformer ha uppstått genom samtidig sedimentation av vittrat material och karbonatsubstans. Möjligen ingå även vulkaniska utbrottsprodukter i de ifrågasvarande bergarterna. Något bevis härför har författaren dock icke funnit.

Ofyndiga skikt, vilka ingå i de malmförande lagerkomplexen och vilka undgått starkare skarnbildning, ha visat sig vara av samma slag som de ovan nämnda bergarter, vilka omgiva de malmförande lagren. Även de med malmskikten intimt växellagrade skarnskikten ha därför sannolikt primärt bestått av samma slags bergarter.

Bildningen av de kvartsrandiga malmerna betraktas numera i regel som resultat av en sedimentation, där järn, kiselsyra och karbonatsubstans utfällts som kemiska sediment. Förekomsten av fältspat i de kvartsrandiga malmerna på Utö tyder på att samtidigt även en mekanisk sedimentation varit verksam.

Perioden av veckning och urgranitens framträngande. Med ledning av sina undersökningar på Utö har P. J. Holmquist kommit till den slutsatsen, att bergarternas uppresning och veckning icke medfört några kraftigare mineralomvandlingar i själva bergartsmassan. Härom finner man följande uttalande av honom (8, sid. 816): »In general the crystalline structure and mineralogic composition of the supercrustal rocks in such relict-areas (vilka Utö tillhör) seem to be independent of the dynamic process.» I god överensstämmelse med dessa Holmquists erfarenheter ha inga tecken, som tydde på starkare tektonisk genomarbetning, kunnat påvisas i slipprov av fyllitisk bergart (sid. 12). En del förskiffringstexturer ha dock uppkommit t. ex. i samband med uppkomsten av den sensvioniska granatglimmerskiffern.

Malmfältets bergarter ha en alltigenom granoblastisk struktur. Denna struktur kan, i likhet med vad som så ofta är fallet i Bergslagen, vara ett resultat av uppvärmning från urgranit. Det är dock icke uteslutet, att denna uppvärmning hade härrört från ådergnejserna. Den svaga reaktionsskarnbildningen i de kvartsrandiga malmerna i malmstråkets liggväggsdelar är möjligen ett resultat av uppvärmning från urgranit. Några mineralnybildningar, förorsakade av från urgraniten emanerade lösningar, äro icke med säkerhet kända på Utö. Det kan tänkas, att de i form av ytterst glesa impregnationer över stora delar av berggrunden förekommande järnsulfiderna härstamma från urgranit.

Perioden av ådergnejsbildning samt uppkomst av pegmatiter och apliter. Genom en sammanställning av B. Astlinds (1) och P. J. Holmquists (8) uppgifter framgår, att området mellan migmatitfronten i N—NV och järnmalmsfältet är kontinuerligt sulfidförande. Sulfidmalmsfältet utgör en del av detta område.¹

B. Astlind har kunnat påvisa en i stort sett successiv utfällning av sulfiderna. Sålunda har närmast migmatitfronten i huvudsak magnetkis ut-

¹ Enligt N. H. Magnusson (9) tillhör detta Utös sulfiderade område en sulfiderad zon, som uppkommit i samband med ådergnejsbildningen och i dennas tak. Denna zon sträcker sig från Närke över norra Östergötland och sydöstra Södermanland, där den S om Nyköping går ut i Östersjön för att sedan dyka upp på Utö, varifrån den med svagare utbildning kan spåras upp till Runmarö. Ämmebergs malmfält är den viktigaste hithörande sulfidkoncentrationen. Liksom på Utö äro magnetkis, zinkblände och blyglans här de viktigaste sulfiderna. Även i Ämmeberg har magnetkis utfällts närmast migmatitfronten.

fällts. Söderut tillkommer först zinkblände. Vid växande avstånd från migmatitfronten uppträder även den vid fraktioneringen sist utfällda blyglansen. Medan mängden av blyglans ökar mot sydost, minskar magnetkismängden. Ännu inom sulfidmalmsfältet är blyglansmängden mindre än zinkbländemängden. Inom järnmalmsfältet har författaren funnit, att det dominerande sulfidmineralet utgöres av blyglans. Härav framgår, att sulfidutfällningen i järnmalmsfältet i huvudsak skett vid en lägre temperatur än i sulfidmalmsfältet.

Då den övervägande delen av de inom järnmalmsfältet förekommande sulfiderna utfällts i fältets nordöstra del, och då sulfiderna här huvudsakligen utgöres av blyglans är att emotse ett successivt upphörande av sulfideringen mot sydliga väderstreck.

Något arsenikkis har påträffats i fältets nordöstra del. Enligt B. Astlind har arsenikkis utfällts före andra sulfidmineral. Att mineralet överhuvud förekommer på ett så relativt långt avstånd från migmatitfronten beror på att sulfidlösningarna kommit i flera vågor, varvid temperaturen i föreliggande fall måste ha varit högre än den genomsnittliga inom samma område.

Enligt P. J. Holmquist (8) har inom området kring järngruvorna och fram till migmatitfronten en ojämn skarnbildning ägt rum.

Av de fyra borrhål, vilka tvära malmstråkets alla järnmalmsförande lager, framgår, att de lager, som bilda stråkets hängväggsdel (vilken samtidigt utgör den mot migmatitfronten vända delen), träffats av en starkare omvandling än det malmförande stråkets liggväggsdel.

Sålunda förekommer röd färg hos kvartsränderna enbart i järnmalmsstråkets liggväggsdelar. Detta betyder, att kvartsrändernas malmsubstans här undergått en svagare utrensning än i hängväggsdelarna, där kvartsrändernas röda färg överallt försvunnit.

Blodsten har påträffats enbart i malmfältets liggväggsdelar. Den starkast omvandlade malmtypen, den skarnrandiga svartmalmen, förekommer åter enbart i hängväggsdelarna och saknas i liggväggsdelarna.

Skarnbildningen i järnmalmsstråkets hängväggsdelar har varit mycket kraftigare än i liggväggsdelarna. Flertalet av de i hängväggsdelarna mer eller mindre rikligt förekommande nybildade mineralen saknas totalt i liggväggsdelarna. Sådana mineral äro: Tremolit, rombisk pyroxen, almandin, serpentin och mikroklin.

I dbh 1 och dbh 2 förekommer blyglans uteslutande i järnmalmsstråkets hängväggsdelar. I dbh 3/51 och dbh 4/51 har blyglans påträffats i ofyndiga lager i hängväggen från järnmalmslagren. I järnmalmsstråkets liggväggsdelar och i de i liggväggen från dem belägna ofyndiga bergarterna saknas däremot blyglans fullständigt.

De relaterade förhållandena tyda på att migmatitfrontens omvandlande och sulfidbärande lösningar, för järnmalmsfältets del, i huvudsak uppbromsats inom malmstråkets hängväggsdelar.

Å andra sidan har holmquistit endast påträffats inom malmkomplexets liggväggsdelar medan den saknas i hängväggsdelarna. Minaeralets uppträdande här är av speciellt intresse, emedan dess uppkomst med säkerhet befunnits sammanhänga med pegmatiter och apliter. Såsom tidigare framhållits förekommer även martit endast i liggväggsdelen av malmkomplexet. Martitens uppkomst ställes i samband med pegmatiterna. Dessa båda minerals uppträdande i liggväggsdelen och frånvaro i hängväggsdelen talar för en starkare inverkan från pegmatit och aplitgångar inom malmstråkets liggväggsdelar.

Viktigt för fastställande av de omvandlande agentiernas roll inom Utö järnmalmsfält har varit ett jämförande studium med sulfidmalmsfältets mineralparageneser.

Väsentlig härvid var kännedomen, att mineralnybildningen i sulfidmalmsfältet i huvudsak ägt rum genom inverkan från migmatitfronten (I); vidare, att pegmatiter saknas helt, medan apliter förekomma där i mycket ringa utsträckning, samt att järnmalmer endast förekomma i järnmalmsfältet.

Sulfidmalmsfältets främsta skarnmineral äro tremolit och skapolit. I mindre utsträckning förekommer diopsid. Övriga skarnmineral uppträda endast i »mycket underordnad mängd» (I). Av skarnmineralen uppträder tremolit i nära samband med sulfiderna (ZnS, PbS, FeS).

Av de nämnda mineralen förekomma tremolit och blyglans i järnmalmsstråkets hängväggsdelar, medan de saknas totalt i dess liggväggsdelar. Såsom redan tidigare nämnts, har enligt författarens åsikt den av migmatitfrontens lösningar förorsakade mineralnybildningen i huvudsak ägt rum i de malmförande lagrens hängväggsdelar. Det oaktat saknas skapolit i dessa lager. Minaeralet förekommer däremot i en del ofyndiga lager samt i liggväggsdelen av malmkomplexet. Eftersom skapolit städse visat sig vara yngre än de övriga skarnmineral, med vilka den påträffats, är förklaringen till avsaknaden av skapolit i de malmförande lagrens hängväggsdelar sannolikt den, att den för skapolitbildningen nödvändiga kalciten i dessa lager redan hunnit förbrukas under bildning av äldre skarnmineral, innan skapolitbildningen begynt.

Att döma av B. Astlinds beskrivning (I) är mängden av skapolit avsevärt högre i sulfidmalmsfältet än vad författaren funnit vara fallet i järnmalmsfältet. Då även sulfidkvantiteten är högre i sulfidmalmsfältet än i järnmalmsfältet, ligger det nära till hands att tänka sig ett samband mellan sulfid- och skapolitbildningen. Om man t. ex. antar, att i de lösningar, som emanerat från migmatitfronten, ingått metallklorider och svavelväte, kan bildning av zinkblände tänkas ha skett enligt följande: $ZnCl_2 + H_2S \rightleftharpoons ZnS + 2HCl$. Den frigjorda saltsyran reagerar i fortsättningen med kalcit, varvid förutsättningen för skapolitbildning skapas (efter H. Schneiderhöhn, II, sid. 157).

I nära samband med blyglans och tremolit uppträda i de järnmalmsförande lagrens hängväggsdelar betydande mängder biotit, almandin, hornblände och sekundär mikroklin. Dessa fyra mineral saknas i sulfidmalmsfältet.

Av mineralparagenesen framgår, att vid sidan av Pb följande metaller varit för handen vid mineralnybildningen i lagrens hängväggsdelar: Mg, Fe, K och Al.

Av de ovannämnda fyra metallerna är det endast Mg som i större mängder återfinnes i sulfidmalmsfältets skarnmineral. Vad dess ursprung i sulfidmalmsfältet beträffar, föreligga två möjligheter: I det ena fallet skulle Mg ha blivit tillförd med lösningar från migmatitfronten. I det andra fallet kan Mg tänkas härstamma från dolomit genom »avdolomitisering» (jämför sid. 14). Det är rimligt att tänka sig, att samma alternativ även gälla för Mg i järnmalmsfältets skarnmineral.

Av de tre övriga av de ovannämnda metallerna härstammar Fe säkerligen enbart från järnmalmen. Detta eftersom både järnmalmsfältets pegmatit- och aplitgångar och sulfidmalmsfältet (vilket huvudsakligen varit utsatt för inverkan från migmatitfronten) sakna järnhaltiga mineral.

Att tillgången på K, respektive på Fe, varit alldeles särskilt riklig, bevisas enligt P. Eskola (4) av närvaron av mineralen biotit + mikroklin, respektive av almandin, samtidigt som cordierit, andalusit och antofyllit totalt saknas.

Vad ursprunget av K och Al beträffar komma två alternativ i fråga. Dels en tillförsel genom metasomatos ur malmfältets egen berggrund. [En sådan process har t. ex. ägt rum vid uppkomsten av granatglimmerskiffer ur fyllitisk sedimentbergart (sid. 34)]. Dels kan en tillförsel från pegmatiterna ha försiggått. Pegmatiternas fältspat utgöres nämligen i huvudsak av kalifältspat, och en hel del Al ingår i dem bl. a. i form av Li-Al-mineral.

En mycket svag skarnbildning i blodstenslagren i dbh 1/51, och avsaknaden av skarn i en del skikt av fyllitisk bergart i direkt kontakt med blodstenslagret i fråga, tala emot K-Al-tillförsel genom inverkan från pegmatiterna. Att döma av A. Erdmanns kartor över gruvorna (3) måste nämligen dbh 1/51 ha drivits på ett avstånd av några få meter från den större av Nyköpingsgruvans pegmatitgångar. I fall skarnbildning i en större utsträckning hade ägt rum genom inverkan från denna pegmatitgång, skulle säkerligen det nämnda blodstenslagret jämte de till malmen gränsande hälleflintliknande skikten ha rönt ett tydligt inflytande av skarnbildningsprocessen.

Såsom tidigare omtalats har däremot en kraftig martitbildning ägt rum just i detta blodstenslager. Denna martitbildning har med all sannolikhet åstadkommits genom inverkan från pegmatiterna.

Även i varphögarnas blodstensblock med kraftigt röda järnkiselränder är skarnhalten städse obetydlig. Det är känt, att även denna malmtyp, i likhet med blodstensmalmen i dbh 1/51, uppträder i pegmatitgångarnas grannskap. Martit utgör i båda fallen en väsentlig del av järnmalmsmineralen, vilket visar, att en omvandlande inverkan från pegmatiterna på järnmalmslagret ägt rum, samtidigt som tillförseln av K och Al uteblivit.

Slutligen utgör avsaknaden av både holmquistit och martit i järnmalmsstråkets hängväggsdelar ett ytterligare bevis för, att skarnbildningen i dessa delar försiggått utan samband med pegmatitgångarna.

Då på grund av de relaterade förhållanden en av pegmatiter och apliter förorsakad skarnbildning i malmstråkets hängväggsdelar är osannolik, kvarstår alternativet, som omfattar tillförsel av K och Al genom metasomatos ur järnmalmsfältets egen berggrund, som det enda sannolika. Vidare är det sannolikt, att denna metasomatos åstadkommits under inverkan av migmatitfronten.

Överblick över metamorfosen i järnmalmsfältet

På grund av metamorfosens styrka kan järnmalmsstråket indelas i en kraftigare omvandlad, mot migmatitfronten vänd hängväggsdel, och i en svagare omvandlad liggväggsdel. Den kraftiga mineralnybildningen i hängväggsdelen har åstadkommits av lösningar från migmatitfronten. Dessa lösningar ha i huvudsak uppbromsats inom malmstråkets hängväggsdel. Migmatitfrontens lösningar ha i järnmalmsfältet spelat den största rollen som omvandlande och mineralbildande faktor. Inom de hälleflintliknande lagren på båda sidor om malmzonen gör sig skillnaden i metamorfos märkbar endast därigenom, att sulfider påträffas enbart inom hängväggslagren, men ej inom liggväggslagren.

I området mellan migmatitfronten i N—NV och järnmalmsfältet, har med fallande temperatur en i stort sett successiv utfällning av sulfider ägt rum, med början vid migmatitfronten. Sulfidmalmsfältet utgör en del av detta område.

Pegmatiternas och apliternas inverkan är i huvudsak begränsad till gångarnas närmaste grannskap. Denna inverkan har bestått i en kraftig men ojämn sammelkristallisation av malmsubstans i malmernas kvartsränder samt ofta i stark holmquistitbildning. Vidare synes apatitens och den inom de järnmalmsförande lagren förekommande turmalinens uppkomst sammanhånga med pegmatit- och aplitgångarna. Martitbildningen har åstadkommits enbart genom inverkan från pegmatitgångarna. Detsamma gäller paragenesen bornit—kopparglans—gediget silver.

Urgraniten torde icke ha lämnat något större bidrag till metamorfosen. Bergarternas i slipprov alltigenom granoblastiska struktur kan dock ha uppkommit genom uppvärmning från urgraniten. Möjligt är även, att den svaga reaktionsskarnbildningen i malmstråkets liggväggsdel är ett resultat av samma uppvärmning. I så fall har tidigare samma omvandling varit rådande även inom hängväggsdelen, ehuru den sensvioniska omvandlingen där numera helt dominerar.

Förteckning över citerad litteratur

1. Astlind, B., Geologisk undersökning av zink-blymalmerna inom silvergruvefältet å Utö. Examensarbete vid Kungl. tekn. högskolan 1947 (ej publicerat).
 2. Chudoba, K., Mikroskopische Charakteristik der gesteinbildenden Mineralien. 1932.
 3. Erdmann, A., Utö Järnmalmsfält i Stockholms län. Kungl. Vetenskapsakad. Handl. 1854.
 4. Eskola, P., Kiteet ja kivet (Kristalle u. Gesteine). 1939.
 5. Geijer, P., Some Swedish occurrences of bornite and chalcocite. Sveriges geol. unders., ser. C, no 321, 1924.
 6. Geijer, P., och Magnusson, N. H., De mellansvenska järnmalmernas geologi. Sveriges geol. unders., ser. Ca, no 35, 1944.
 7. Hedberg, N., Om gruvdriften vid Utö järnmalmsfält. Jernkontorets ann. 50, 1895.
 8. Holmquist, P. J., The Archaean geology of the coast regions of Stockholm. Geol. fören:s i Stockholm förhandlingar 32, 1910.
 9. Magnusson, N. H., Malmgeologi. 1953.
 10. Magnusson, N. H., Granlund, E. och Lundqvist, G., Sveriges geologi. Andra uppl., 1949.
 11. Schneiderhöhn, H., Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde. 1941.
 12. Sjögren, Hj., The chemical composition of tourmaline from Utö. Bull. of the Geol. instit. of Upsala, 1916.
 13. Sundius, N., Grythyttedefältets geologi. Sveriges geol. unders., ser. C, no 312, 1923.
 14. Sundius, N., Die chemische Zusammensetzung des Holmquistits. Geol. fören:s i Stockholm förhandlingar 69. 1947.
 15. Winchell, A., Elements of optical mineralogy. 1948.
-

Appendix

Borrhål No 1

0— 6,42	Jord.
6,42— 29,58	Fyllit.
29,58— 29,78	Kvarts.
29,78— 32,00	Tät (hälleflintlik) fyllitisk bergart.
32,00— 48,00	Fyllit.
48,00— 48,30	Kalksten.
48,30— 51,50	Genom en successiv minskning av karbonatsubstansen övergår kalkstenen i tät fyllitisk bergart.
51,50—126,50	Kalksten.
125,50—126,77	Tät fyllitisk bergart med underordnad halt av karbonatsubstans.
126,77—172,48	Aplit.
172,48—189,21	Kalksten.
189,21—190,62	Tät fyllitisk bergart.
190,62—194,83	Kalksten,
194,83—195,12	Aplit.
195,12—207,45	Kalksten.
207,45—211,77	Aplit.
211,77—238,69	Kalksten.
238,69—239,15	Kvarts.
239,15—247,12	Tät fyllitisk bergart
247,12—249,34	Kalksten.
249,34—253,95	Kalkstenslager med skapolit. Skapoliten bildar små rundade, vita korn i de på fyllitisk substans rikaste delarna av kalkstenslagret. I kalkstenslagret finnes inströdda korn av sekundär mikrolin, lite hornblände, aktinolit och diopsid. Enstaka blyglanskorn. Efter 253,27 m uppträder även granat.
253,95—254,43	Kalksten med skarnfläckar av granat, hornblände, biotit och sekundär mikroklin.
254,43—255,16	Granat-biotitglimmerskiffer.
255,16—255,52	Skarn av diopsid, tremolit, epidot, serpentin, något granat och små kalkstensrester.
255,52—255,86	Skarnrandig svartmalm.
255,86—256,54	Mörkgrönt skarn med enstaka blyglans- och magnetiskorn.
256,54—256,74	Skarnrandig svartmalm, Skarnet består i huvudsak av diopsid, tremolit epidot och serpentin.
256,74—257,00	Grönskarn.
257,00—257,30	Granatglimmerskiffer.
257,30—257,80	Skarnrandig svartmalm, i vilken påträffas spridda rester av kvartsränder.
257,80—258,21	Grönskarn.
258,21—258,43	Tremolit, biotit, jämte små kalkstensrester.
258,43—258,74	Kalkhaltigt grönskarn med svag blyglansimpregnation.
258,74—260,47	Mörkgrönt, starkt granat- och biotithaltigt skarn. Vidare förekommer sekundär mikrolin, något hornblände och en betydande halt av blyglans. Avsnittet mellan 259,10—259,60 m innehåller 8,75 % Pb, och avsnittet mellan 259,60—260,38 m 3,85 % Pb.
260,47—261,70	Tät fyllitisk bergart, delvis omvandlad till granatglimmerskiffer.
261,70—262,08	Granatglimmerskiffer med några grönskiftande kvartsränder.
262,08—262,24	Biotithaltigt grönskarn. Impregnation av blyglans.

- 262,24—262,63 Granatglimmerskiffer med grönskiftande, upp till ett par cm breda kvartsränder.
- 262,63—263,27 Grönskarn med grönskiftande kvartsränder. Några blyglanskorn.
- 263,27—263,55 Biotithaltigt, mörkgrönt skarn. Helt litet blyglans.
- 263,55—263,87 Grönskarn.
- 263,87—264,20 Mörkgrönt, glimmerrikt skikt med blyglans.
- 264,20—267,02 Tät fyllitisk bergart. Glest uppträda i denna biotitrika strimmor med granatkorn och sekundär mikrolin. En svag impregnation av blyglans, främst i de biotitrika strimmorna.
- 267,02—268,06 Tät fyllitisk bergart med betydande halt av grönt skarn. Något blyglans och lite zinkblände.
- 268,06—268,21 Mörkgrönt, glimmerdominerat och granatprickigt skikt.
- 268,21—268,31 Kalksten.
- 268,31—268,68 Diopsid-hornbländeskarn.
- 268,68—269,05 Skarnrandig svartmalm, som även innehåller enstaka kvartsränder. Enstaka blyglanskorn. Skarnet består av: diopsid, hypersten, tremolit och epidot.
- 269,05—269,29 Grönskarn med enstaka magnetitränder.
- 269,29—269,50 Granatglimmerskiffer.
- 269,50—270,60 Skarn- och kvartsrandig svartmalm.
- 270,60—270,84 Mörkgrönt glimmerrikt skarn med lite blyglans.
- 270,84—272,47 Tät fyllitisk bergart, delvis omvandlad till glimmerskiffer. Blyglans här och var.
- 272,47—273,17 Mörkgrön glimmerskiffer med biotit, aktinolit och granat.
- 273,17—276,05 Skarn- och kvartsrandig svartmalm. Något blyglans här och var. Skarnet består i huvudsak av: diopsid, hypersten, tremolit, aktinolit, granat.
- 276,05—277,85 Skikt av grönskarn alternerande med mörkgröna glimmerrika skikt.
- 277,85—278,16 Kvartsränder i glimmerskiffer.
- 278,16—280,68 Aplit.
- 280,68—281,44 Granatglimmerskiffer.
- 281,44—282,02 Växellagring av grönskarn med rester av karbonatsubstans och glimmerrikt mörkgrönt skarn.
- 282,02—283,04 Mörkgrönt granatglimmerskiffer.
- 283,04—283,14 Grönskarn med något karbonatsubstans, samt en svag blyglansimpregnation.
- 283,14—283,60 Skarnrandig svartmalm med enstaka blyglanskorn.
- 283,60—284,10 Ljusgrönt skarn, med blyglansimpregnation.
- 284,10—284,60 Skarnrandig svartmalm med något blyglans. Skarnet består i huvudsak av diopsid och tremolit, jämte mindre mängder epidot och serpentin.
- 284,60—284,78 Kvartsrandigt grönskarn.
- 284,78—285,20 Mörkgrönt, glimmerrikt skikt.
- 285,20—285,50 Växellagring av grönskarn med mörkgrön, glimmerrik bergart.
- 285,50—285,75 Grönskarn.
- 285,75—292,50 Skarnrandig svartmalm.
Skarnmineralen bestå i huvudsak av diopsid, hypersten, tremolit och granat.
- 292,50—292,63 Finkristallint grönskarn som innehåller en gles blyglansimpregnation.
- 292,63—293,15 Glimmerskiffer med granat och något tremolit.
- 293,15—293,60 Skarnrandig svartmalm.
- 293,60—294,05 Mörkgrön glimmerrik skiffer med något granat och en rand av tät fyllitisk bergart.
- 294,05—294,35 Grönskarn.
- 294,35—294,70 Mörkgrön granatglimmerskiffer. Något blyglans.

- 294,70—295,50 Fattig skarn- och kvartsrandig svartmalm.
 295,50—295,94 Granatglimmerskiffer med gles blyglansimpregnation.
 295,94—267,14 Grönt skarn med små rester av karbonatbergart och av tät fyllitisk bergart. Till 296,52 rätt stark halt av blyglans.
 297,14—297,60 Mörkgrönt, glimmerdominerat skikt med granat.
 297,60—301,60 Skarnrandig svartmalm. Här och var små rester av kvartsränder. Fåtaliga blyglanskorn.
 301,60—301,76 Småkornigt, granathaltigt grönskarn.
 301,76—304,64 Granathaltigt, mörkgrönt, glimmerrikt skikt.
 304,64—304,80 Granathaltigt grönskarn.
 304,80—305,55 Mörkt, i det närmaste svart skarn, som ser ut att innehålla turmalin.
 305,55—306,08 Aplit,
 306,08—307,25 Tät fyllitisk bergart.
 307,25—307,82 Svart skarn av samma slag som mellan 304,80—305,55.
 307,82—308,38 Tät fyllitisk bergart.
 308,38—314,10 Aplit.
 314,10—317,70 Kvartsrandig svartmalm. Kvartsrändernas färg är grå. Svag skarnbildning har ägt rum.
 317,70—318,00 Grönskarn.
 318,00—318,80 Kvartsrandig svartmalm med grå kvartsränder.
 318,80—319,70 Grönskarn.
 319,70—320,15 Kvartsrandig svartmalm med grå kvartsränder.
 320,15—320,85 Grönskarn.
 320,85—322,70 Kvartsrandig svartmalm. Kvartsrändernas färg är till övervägande del grå, men även rödgrå kvartsränder förekomma.
 322,70—322,92 Tät fyllitisk bergart med något kornbländeskarn.
 322,92—323,25 Grönskarn med något karbonatsubstans.
 323,25—323,60 Kvartsrandig svartmalm med både rödgrå och grå kvartsränder.
 323,60—324,05 Grönskarn.
 324,05—325,04 Kvartsrandig svartmalm med både rödgrå och med grå kvartsränder,
 325,04—325,20 Kvartsrandig blodsten.
 325,20—325,42 Kalksten med aktinolit.
 325,42—325,49 Kvartsrandig svartmalm med rödgrå kvartsränder.
 325,49—325,94 Kvartsrandig blodsten. Kvartsränderna äro rödgrå.
 325,94—325,98 Kvartsrandig svartmalm med rödgrå kvartsränder.
 325,98—326,04 Aktinolitskarn.
 326,04—326,15 Kvartsrandig svartmalm med blodstensmalm i skiktets mitt. Rödgrå kvartsränder.
 326,15—326,24 Kalksten med grönskarn.
 326,24—326,45 Kvartsrandig svartmalm.
 326,45—327,84 Kvartsrandig blodstensmalm med rödgrå kvartsränder.
 327,84—328,06 Hornbländeskarn med inblandad kalkstenssubstans, biotit och järnglanskorn.
 328,06—328,14 Kvartsrandig blodstensmalm med rödgrå kvartsränder.
 328,14—328,20 Skarn.
 328,20—328,25 Kvartsrandig svartmalm med rödgrå kvartsränder.
 328,25—331,86 Kvartsrandig blodstensmalm med rödgrå kvartsränder.
 331,86—331,90 Kvartsrandig svartmalm med rödgrå kvartsränder.
 331,90—332,04 Tät fyllitisk bergart.
 332,04—332,19 Kvartsrandig svartmalm med rödgrå kvartsränder.
 332,19—333,70 Tät fyllitisk bergart med epidot här och var.

- 333,70—333,85 Kvartsrandig svartmalm med rödgrå kvartsränder.
 333,85—334,20 Tät fyllitisk bergart, som innehåller skapolitkorn.
 334,20—336,20 Kvartsrandig blodstensmalm med rödgrå kvartsränder.
 336,20—336,40 Tät fyllitisk bergart med något epidot.
 336,40—336,65 Kvartsrandig svartmalm med en mindre järnglanshalt. Rödgrå kvartsränder.
 336,65—336,90 Tät fyllitisk bergart med epidot och skapolit.
 336,90—340,00 Kvartsrandig blodstensmalm med rödgrå kvartsränder. Vid 340,00 — kontakten ett smalt svartmalmsskikt. I lagret ingår ett 20 cm brett skikt av fyllitisk bergart.
 340,00—340,40 Kvarts jämte calcitsubstans och bitar av kvartsrandig svartmalm.
 340,40—341,25 Kvarts och tät fyllitisk bergart. I den senare finnas turmalin och epidot.
 341,25—341,50 Kvarts- och kalkrandig svartmalm med grå kvartsränder.
 341,50—342,22 Tät fyllitisk bergart, som efter 341,65 cm innehåller rätt mycket skarn.
 342,22—342,45 Kvartsrandig svartmalm med grå kvartsränder.
 342,45—347,10 Tät fyllitisk bergart.
 347,10—351,70 Kvartsrandig svartmalm. Malmen innehåller en hög kalkhalt. I malmen förekommer skapolit. Kvartsränderna sakna rödfärg.
 351,70—352,60 Kalksten med hornbländefläckar och inlagring av skapolithaltig fyllitisk bergart.
 352,60—358,33 Tät fyllitisk bergart. Innehåller en smal, hornblände- och epidothaltig inlagring av kalksten. I den fyllitiska bergarten, intill dess kontakter, förekommer skapolit.
 358,33—362,60 Grönskarnsblandad kalksten. Mellan 359,30—359,53 kvartsrandig järnmalm med magnetit och järnglans, kvartsränderna äro grå.
 362,60—363,00 Tät fyllitisk bergart.
 363,00—363,50 Kvartsrandig svartmalm med grå kvartsränder.
 363,50—364,00 Kalcithaltig fyllitisk bergart.
 364,00—364,95 Kvarts- och kalkrandig svartmalm. Malmens karbonathalt är hög. Kvartsränderna sakna rödfärg.
 364,95—369,45 Tät fyllitisk bergart med oregelbunden inlagring av karbonatsubstans och grönskarn, Här och var skapolit.
 369,45—369,68 Kalkrandig svartmalm. Till en mindre del är malmen kvartsrandig,
 369,68—369,80 Randkvarts med enstaka inströdda magnetitränder.
 369,80—372,40 Kalksten.
 372,40—385,75 Tät fyllitisk bergart.
 385,75—387,50 Fyllitisk bergart med inblandad karbonatsubstans. Spridda tremolitnålar.
 387,50—388,72 Tät fyllitisk bergart.
 388,72—389,20 Kalksten som innehåller rikligt med gulbrun glimmer samt tremolit.
 389,20—391,00 Grovstängligt tremolitskarn.
 391,00—392,30 Ett lager bestående av gulbrun glimmer, tremolit och kalkstensrester.
 393,28—399,40 Tät fyllitisk bergart, vars mörkaste band här och var äro rikligt impregnerade med små, vita korn (skapolit?).
 399,40—401,97 Tremolitskarn, som innehåller kalkstensrester.
 401,97—426,60 Tät fyllitisk bergart. Mellan 407,30—408,00 gles impregnation av små skapolitkorn.
 426,60—439,14 Dolomit, som innehåller en ojämn impregnation av brun glimmer och tremolit.
- Borrhål No 2**
- 0,00— 9,80 Jord.
 9,80— 27,85 Kalksten.
 27,85— 90,05 Tät fyllitisk bergart. Mellan 58,85—65,37 uppträda bandformiga impregnationer av skapolitkorn. Mellan 65,37—66,80 och 69,03—69,38 inblandning av karbonatsubstans.

- 90,05—93,08 Kalksten med impregnation av skapolitkorn.
 93,08—118,94 Kalksten. Accessoriskt blyglanskorn.
 118,94—120,35 Tät fyllitisk bergart med impregnation av grönskarn och granat.
 120,35—120,50 Grönskarn med granat.
 120,50—120,60 Skarnrandig svartmalm,
 120,60—121,08 Mörk glimmerskiffer med en gles impregnation av granatkorn. Här och var förekomma rester av fyllitisk bergart.
 121,08—121,80 Hornbländeskarn som innehåller grönskitande kvartsränder.
 121,80—122,83 Kvartsrandig svartmalm, vars kvartsränder till en mindre del ersatts med skarn.
 122,83—123,53 Tät fyllitisk bergart som mot kontakterna övergår i mörkgrön glimmerskiffer.
 123,53—123,81 Kvartsrandig svartmalm.
 123,81—124,10 Mörk glimmerskiffer med enstaka små rester av fyllitisk bergart.
 124,10—125,90 Dels kvarts, dels skarnrandig svartmalm. Gles impregnation av blyglans.
 125,90—126,45 Mörkgrön glimmerskiffer med små rester av fyllitisk bergart och enstaka blyglanskorn.
 126,45—127,20 Skarnrandig svartmalm, Accessoriskt blyglans.
 127,20—127,86 Glimmerskiffer med små mängder karbonatsubstans.
 127,86—128,00 Skarnrandig svartmalm.
 128,00—133,13 Efter en, ett fåtal cm bred grönskarnsrand vidtar fyllitisk bergart.
 133,13—135,74 Hornbländeskarn med granat och rester av fyllitisk bergart och av karbonatsubstans.
 135,74—136,34 Fattig kvartsrandig svartmalm som innehåller hög halt av karbonatsubstans.
 136,34—137,32 Tät fyllitisk bergart, som närmast kontakterna innehåller skapolitkorn och blyglans.
 137,32—137,82 Grönskarn med granat och med rester av karbonatsubstans.
 137,82—147,43 Kalksten.
 147,43—148,85 Tät fyllitisk bergart.
 148,85—149,26 Granathaltigt grönskarn med inblandning av karbonatsubstans.
 149,26—151,35 Kvarts- och skarnrandig svartmalm med inlagringar av grönskarn och karbonatsubstans.
 151,35—153,08 Kalksten med grönskarnsfläckar.
 153,08—154,33 Kvarts- och skarnrandig svartmalm med rätt stark karbonathalt. Inlagring av finkristallint grönskarn.
 154,33—155,14 Finkristallint grönskarn med små rester av svartmalm och av karbonatsubstans.
 155,14—156,20 Tät fyllitisk bergart med grönskarnsfläckar.
 156,20—156,67 Kalksten med grönskarnsfläckar och svag magnetitimpregnation.
 156,67—157,17 Kvartsrandig svartmalm. Karbonathalten är delvis hög, magnetitränderna äro sönderbrutna i bitar.
 157,17—158,72 Kalksten med grönskarnsfläckar och enstaka sönderbrutna magnetitränder. Mellan 157,57—158,27 fattig, kvartsrandig svartmalm.
 158,72—160,35 Skarnhaltig fyllitisk bergart.
 160,35—160,60 Kvartsrandig svartmalm. Kvartsränderna äro delvis förskarnade.
 160,60—162,66 Kalksten med glest inströdda magnetitkristaller här och var. Efter 161,00 stark grönskarnshalt magnetitimpregnation och restartade bitar av fyllitisk bergart.
 162,66—162,91 Kvartsrandig svartmalm. Kvartsränderna i viss utsträckning förskarnade. Stundom förete kvartsränderna en svag rödskitning.
 162,91—163,27 Partiellt förskarnad kalksten. Skarnet utgörs av grönskarn med något granat. Randformig, gles impregnation av magnetitkorn här och var.

- 163,27—164,00 Fattig kvartsrandig svartmalm. Kvartsränderna sakna rödsjiftning.
 164,00—164,66 Kalksten.
 164,66—168,60 Kvartsrandig svartmalm. Randningen otydlig, ränderna sönderbrutna. I malmränderna en hel del kvarts-karbonat-skarnsubstans medan i kvartsränderna en hel del magnetit. Mellan 165,78—166,12 mörkgrönt skarn. Kvartsrändernas färg är grå.
 168,60—170,21 Tät fyllitisk bergart. I närheten av 170,21-kontakten turmalinkristaller.
 170,21—184,58 Kalksten med enstaka, delvis förskarnade inlagringar av fyllitisk bergart.
 184,58—186,50 Tremolitskarn.
 186,50—195,10 Tät fyllitisk bergart.
 195,10—196,63 Tremolit jämte grönskarn. I grundmassan ingår en hel del kalcit.
 196,63—196,79 Dolomit.
 196,79—199,34 Med kalcit uppblandat tremolitskarn.
 199,34—202,68 Tät fyllitisk bergart.
 202,68—204,54 Skarn, till en del tremolit.
 204,54—205,94 Tät fyllitisk bergart.
 205,94—208,66 Tremolit, flogopit jämte litet karbonatssubstans.
 208,66—209,56 Dolomit med här och var litet tremolit och flogopit.
 209,56—222,14 Tät fyllitisk bergart.
 222,14—223,25 Tremolit + flogopit.
 223,25—241,84 Dolomit med finfjällig flogopit och något tremolit. Mellan 234,04—235,09 och 235,52—235,84 fyllitisk bergart med tremolit.
 242,84—242,62 Tremolit med fläckvis uppträdande flogopit. I grundmassan något kalcit.
 242,62—244,38 Dolomit.
 244,38—245,86 Tät fyllitisk bergart.
 245,86—246,40 Dolomit.
 246,40—247,80 Tät fyllitisk bergart.
 247,80—248,69 Kvartsrandig svartmalm med grå kvartsränder.
 248,69—249,00 Kvartsrandig svartmalm med rödgrå kvartsränder.
 249,00—249,07 Finbladig, svartgrön glimmerrand.
 249,07—252,00 Kvartsrandig blodstensmalm. Kvartsrändernas färg företrädesvis rödgrå.
 252,00—252,67 Kvartsrandig svartmalm. Kvartsrändernas färg är rödgrå. Övergångszonen vid 252,00 m är ett par dm bred.
 252,67—253,27 Skarnhaltig, fyllitisk bergart.
 253,27—254,56 Hornbländeskarn jämte litet biotit, epidot och karbonatssubstans.
 254,56—256,02 Kvartsrandig svartmalm. Kvartsränderna äro grå.
 256,02—257,62 Kalksten med diffusa rester av svartmalm.
 257,62—258,62 Diopsid-hornbländeskarn.
 258,62—259,75 Kalksten.
 259,75—260,88 Tät fyllitisk bergart.

Borrhål No 1/51

- 0,00— 3,70 Jord.
 3,80— 16,36 Tät fyllitisk bergart.
 16,30— 17,35 Kalksten.
 17,35— 17,92 Tät fyllitisk bergart.
 17,92— 37,00 Kalksten.
 37,00— 55,40 Tät fyllitisk bergart.
 55,40— 58,50 Skarnhaltig, fyllitisk bergart.
 58,50— 59,85 Skarn med karbonatssubstans.
 59,85— 60,02 Skarnrandig svartmalm.

- 60,02— 60,63 Skarn med karbonatsubstans.
 60,63— 60,90 Skarnrandig svartmalm.
 60,90— 61,16 Skarn
 61,16— 64,13 Kvartsrandig svartmalm med grå kvartsränder. I kvartsränderna inblandning av calcitsubstans i olika proportioner ända till rena kalkränder.
 64,13— 64,63 Tät fyllitisk bergart.
 64,63— 67,40 Kvartsrandig svartmalm som före 64,13. I malmlagret ingå skikt av skarnhaltig kalksten och skarnhaltig bergart.
 67,40— 67,80 Skarn.
 67,80— 72,25 Tät fyllitisk bergart.
 72,25— 72,75 Aplit.
 72,75— 73,95 Kvartsrandig svartmalm.
 73,95— 75,45 Skarn med 0,15 m svartmalm.
 75,45— 78,65 Pegmatit.
 78,65— 79,10 Skarn med bl. a. turmalin.
 79,10— 79,58 Tät fyllitisk bergart.
 79,58— 80,44 Kvartsrandig svartmalm med inlagringar av kalksten
 80,44— 89,08 Aplit.
 89,08— 93,48 Kvartsrandig svartmalm med grå och rödgrå kvartsränder.
 93,48— 94,23 Tät fyllitisk bergart.
 94,23— 98,00 Blodstensmalm med rödgrå kvartsränder.
 98,00— 99,27 Skarn med tunna inlagringar av blodstensmalm.
 99,27—102,36 Kvartsrandig svartmalm med rödgrå kvartsränder. Litet järnglans ingår i malmlagret.
 102,36—103,40 Skarn.
 103,40—117,00 Blodstensmalm med rödgrå kvartsränder. Mellan 114,45—114,57 och 114,87—115,13 inlagringar av skarn med riklig och jämn järnglansimpregnation.
 117,00—119,90 Skarn med jämn och riklig järnglansimpregnation.
 119,90—124,40 Blodstensmalm med rödgrå kvartsränder.
 124,40—127,20 Tät fyllitisk bergart, delvis förskarnad.
 127,20—151,40 Dolomit.

Borrhål No 2/51

- 0,00— 4,40 Jord.
 4,40— 5,80 Kvarter.
 5,80— 35,00 Tät fyllitisk bergart.
 35,00— 54,70 Kalksten med tunna inlagringar av både karbonatfri och karbonathaltig fyllitisk bergart.
 54,70— 61,35 Skarn med kalkstensfläckar.
 61,35— 61,95 Tät fyllitisk bergart.
 61,95— 67,21 Kalksten med enstaka svartmalmsränder och litet skarn.
 67,21— 73,22 Kvartsrandig svartmalm med litet karbonatsubstans. Kvartsrändernas färg är grå. Ett par smala skikt av skarn och ett av fyllitisk bergart ingå i malmlagret.
 73,22— 73,52 Skarn.
 73,52— 77,06 Kalksten. Accessoriskt små ansamlingar av magnetitkorn,
 77,06— 79,36 Skarn med kalkstensfläckar.
 79,36— 90,67 Tät fyllitisk bergart. Här och var litet skarn och enstaka svartmalmsränder.
 90,67— 95,20 Skarn med fläckar av fyllitisk bergart här och var. Mellan 90,67—94,00 rikligt med skapolit.
 95,20— 96,35 Aplit.

96,35—100,60	Kalksten, här och var förskarnad.
100,60—106,55	Kalksten med skarnbankar och spridda svartmalmsskikt.
106,55—126,60	Tät fyllitisk bergart.
126,60—130,00	Kalksten med litet skarn.
130,00—130,65	Tät fyllitisk bergart.
130,65—130,97	Ränder av fyllitisk bergart och kalksten.
130,97—131,36	Kvartsrandig svartmalm.
131,36—132,08	Kärnförlust.
132,08—	Gruvrum.

Borrhål No 3/51

0,00— 3,10	Jord.
3,10— 30,52	Kalksten.
30,52— 35,12	Tät fyllitisk bergart.
35,12— 44,30	Kalksten. Ett skarnskikt mellan 38,24—38,94 innehåller impregnation av blyglans.
44,30— 50,60	Tät fyllitisk bergart.
50,60— 53,80	Kalksten med litet skarn.
53,80— 54,00	Skarn.
54,00— 58,50	Kalksten med ränder av skarn och fyllitisk bergart.
58,50— 58,75	Kvartsrandig svartmalm.
58,75— 60,00	Kalksten med litet skarn.
60,00— 60,42	Kvartsrandig svartmalm med svartgrå kvartsränder.
60,42— 60,72	Skarnig fyllitisk bergart.
60,72— 61,02	Kvartsrandig svartmalm.
61,02— 61,32	Skarnig fyllitisk bergart.
61,32— 61,65	Kvartsrandig svartmalm.
61,65— 65,72	Tät fyllitisk bergart.
65,72— 70,95	Kvartsrandig svartmalm med grå kvartsränder. I malmlagret uppträda inlagringar av skarnhaltig fyllitisk bergart mellan: 66,60—66,70, 67,87—68,52, 69,07—69,52 och 70,00—70,11.
70,95— 72,55	Skarnhaltig fyllitisk bergart med något blyglans.
72,55— 72,80	Kvartsrandig svartmalm.
72,80— 84,43	Tät fyllitisk bergart med något skarn.
84,43— 85,08	Kvartsrandig svartmalm.
85,08— 85,82	Tät fyllitisk bergart.
85,82— 87,61	Kvartsrandig svartmalm.
87,61—	Gruvrum.

Borrhål No 4/51

0,00— 1,44	Jord.
1,44— 3,50	Kalksten.
3,50— 4,70	Skarn.
4,70— 7,70	Tät fyllitisk bergart.
7,70— 9,00	Kalksten.
9,00— 11,80	Tät fyllitisk bergart.
11,80— 14,30	Kalksten.
14,30— 14,90	Skarn med blyglansimpregnation.
14,90— 16,20	Kalksten.
16,20— 29,60	Skarn. Mellan 25,00—30,00 spridda, smala svartmalmsränder i skarnet.
29,60— 30,45	Tät fyllitisk bergart med litet skarn.

- 30,45— 30,92 Tät fyllitisk bergart med små ådror och sprickfyllnader av zinkblände och blyglans, i intimt samband med varandra. Dessutom finns en del magnetkis.
- 30,92— 31,30 Kalksten.
- 31,30— 36,20 Tät fyllitisk bergart. Mellan 31,50—31,65 impregnation av zinkblände.
- 36,20— 39,60 Kalksten.
- 39,60— 50,75 Tät fyllitisk bergart.
- 50,75— 56,72 Tät fyllitisk bergart med zinkblände, blyglans och magnetkis i form av jämnt spridda små sprickfyllnader.
- 56,72— 57,70 Tät fyllitisk bergart.
- 57,70— 59,41 Skarn med kalkstensrester,
- 59,41— 63,64 Skarn- och kvartsrandig svartmalm. Genom att en del ränder utgöres av skarn och en annan av kvarts eller ock av övergångsformer mellan kvarts- och skarnränder, bör själva malmtypen betecknas som ett mellanting mellan kvartsrandig och skarnrandig svartmalm.
Mellan 61,36—61,72 skarn med enstaka rester av svartmalmsränder.
Mellan 62,34—62,50 och 62,85—63,02 skarnskikt.
- 63,64— 64,50 Skarn
- 64,50— 64,80 Kvarts med turmalinkristaller.
- 64,80— 71,58 Tät fyllitisk bergart.
- 71,58— 72,30 Kvartsrandig svartmalm med grå kvartsränder.
- 72,30— 73,20 Tät fyllitisk bergart.
- 73,20— 73,58 Skarn med kalkstensrester.
- 73,58— 73,84 Kvartsrandig svartmalm med grå kvartsränder.
- 73,84— 74,15 Tät fyllitisk bergart.
- 74,15— 74,45 Kvartsrandig svartmalm med rödgrå kvartsränder.
- 74,45— 83,23 Kvartsrandig blodstensmalm med rödgrå kvartsränder och obetydlig karbonathalt. Malmlagret innehåller inlagringar enligt följande:
Mellan 75,45—75,80, 75,94—76,06 och 79,16—79,33 tät fyllitisk bergart.
Mellan 79,52—79,88 och 82,17—82,90 tät fyllitisk bergart med inlagringar av kalksten.
Mellan 82,17—82,90 dessutom även enstaka blodstensränder.
- 83,23— 83,58 Skarn. Vid 83,28 en svartmalmsrand.
- 83,58— 85,30 Tät fyllitisk bergart.
- 85,30— 86,20 Kvartsrandig svartmalm. De flesta kvartsränderna är grå. Blott en och annan har rödgrå färg
Malmlagret mellan 71,58—86,20 m tillhör Finngruvans malmlager.
- 86,20— 87,40 Skarn med kalkstensrester.
- 87,40— 90,20 Kalksten.
- 90,20— 91,00 Tät fyllitisk bergart.
- 91,00— 92,80 Kalksten.
- 92,80— 95,30 Tät fyllitisk bergart med ett par tunna svartmalmsränder.
- 95,30— 98,60 Skarn. Vid ca 96,00 m några spridda svartmalmsränder.
- 98,60—100,34 Tät fyllitisk bergart.
- 100,34—104,36 Blodstensmalm med gråröda kvartsränder. Malmlagret innehåller 2 st. ca 10 cm breda skarnskikt.
- 104,36—104,69 Skarn.
Malmlagret mellan 100,34—104,36 tillhör Ö. Brottgruvans malmlager. Det är möjligt, att lagret icke genomborrats fullständigt av det föreliggande borrhålet.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST
UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

Ser. Aa. Geologiska kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrivningar.

Priset för karta i ser. Aa med beskrivning är 10:— kr, för karta enbart 8:— kr;
(Price: map sheet + descriptive text Sw. kr. 10:—, map sheet Sw. kr. 8:—)

- N:o 187 *Värvik* av R. SANDEGREN och W. LARSSON. Under utgivning.
 » 188 *Avesta* av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST. 1946
 » 189 *Falun* av O. KULLING och S. HJELMQVIST. 1948
 » 190 *Söderfors* av R. SANDEGREN och B. ASKLUND. 1948
 » 191 *Untra* av R. SANDEGREN och P. H. LUNDEGÅRDH. 1949
 » 192 *Onsala* av R. SANDEGREN och P. H. LUNDEGÅRDH. 1952
 » 193 *Gränna* av P. GELJER, B. COLLINI, H. MUNTHE och R. SANDEGREN. 1951
 » 194 *Säter* av S. HJELMQVIST och G. LUNDQVIST. 1953
 » 195 *Särö* av P. H. LUNDEGÅRDH och R. SANDEGREN. 1953
 » 196 *Västerås* av P. H. LUNDEGÅRDH och G. LUNDQVIST. 1954
 » 197 *Laholm* av W. LARSSON och C. CALDENIUS. T. v. utan beskrivning
 » 198 *Halmstad* av W. LARSSON och C. CALDENIUS. » » »
 » 199 *Uppsala* av P. H. LUNDEGÅRDH och G. LUNDQVIST. With English summaries. 1956

Ser. Ad. Agrogeologiska kartblad i skalan 1 : 20 000 med beskrivningar.

Priset för karta i ser. Ad med beskrivning är 8:— kr, för karta enbart 6:— kr;
(Price: map sheet + descriptive text Sw. kr. 8:—, map sheet Sw. kr. 6:—)

- N:o 1 *Hardeberga* av G. EKSTRÖM. 1947, karta med beskrivning
 » 2 *Lund* » » 1953, » » »
 » 3 *Revinge* » » » t. v. utan beskrivning
 » 4 *Löberöd* » » » t. v. » »
 » 5 *Örtofta* » » » t. v. » »
 » 6 *Kävlinge* » » 1955, t. v. » »
 » 7 *Teckomatorp* » » 1955, t. v. » »
 » 8 *Trollenäs* » » 1955, t. v. » »

Årsbok 46 (1952)

- | | | Pris |
|---------|---|-------|
| N:o 525 | LUNDQVIST, J., Bergarterna i dalamoränernas block- och grusmaterial 1952 | 3,50 |
| » 526 | WESTERGÅRD, A. H., Non-Agnostidean trilobites of the Middle Cambrian of Sweden. 3. With 8 plates. 1953 | 4,00 |
| » 527 | ÖDUM, H., De geologiska resultaten från bormningarna vid Höllviken Del V: The macrofossils of the Upper Cretaceous. With 4 plates. 1953 | 3,50 |
| » 528 | KAUTSKY, G., Der geologische Bau des Sulitelma-Salojauregebietes in den nordschwedischen Kaledoniden. Mit 9 Tafeln. Eng. summary. 1953 | 15,00 |
| » 529 | ÅHMAN, E., Vallen-Alhamnområdet i Nederluleå s:n. Summary: The Vallen-Alhamn area, parish of Nederluleå, N. E. Sweden. 1953 . . . | 2,00 |

Årsbok 47 (1953)

- | | | Pris |
|---------|---|------|
| N:o 530 | TULLSTRÖM, H., Kvartärgeologiska studier inom Rönneåns dalbäcken i NV Skåne 1954 | 3,00 |
| » 531 | LUNDEGÅRDH, P. H., Petrology of the Mölndal—Styrsö—Vallda region in the vicinity of Gothenburg. With one plate. 1953 | 4,00 |
| » 532 | SAHLSTRÖM, K. E., Jordskalv i Sverige 1941—1950. Med en karta. Resümée: Erdbeben in Schweden 1941—1950. 1953 | 2,00 |
| » 533 | HORN AF RANTZIEN, H., De geologiska resultaten från bormningarna i Höllviken. VI: Charophyta from the Middle Trias of the boring Höllviken II. With one plate. 1953 | 1,50 |
| » 534 | LUNDEGÅRDH, P. H., Vätögraniten. Summary: The Vätö granite — a younger Svionian granite in Eastern Upland, Sweden. 1954 | 2,00 |
| » 535 | HÄGG, R., Die Mollusken und Brachiopoden der schwedischen Kreide. 4. Mit 9 Tafeln. 1954 | 3,00 |

Forts.

Årsbok 48 (1954)

N:o 536	GAVELIN, S., A telluride assemblage in the Rudtjebäcken pyrite ore, Vesterbotten, N. Sweden. 1954.	1,00
» 537	JERLOV, N., och KULLENBERG, B., Undersökning rörande spridning och avsättning av i vattnet suspenderat slam vid utstjälning av mudder i Byffjorden våren 1953. English summary. 1954	2,00
» 538	TULLSTRÖM, H., Hydrogeologiska förhållanden inom Slite köping på Gotland. Engl. summary. 1955	1,50
» 539	JÄRNEFORS, B., Skredet vid Intagan år 1648. Under utgivning.	
» 540	BYSTRÖM, A. M., Mineralogy of the Ordovician bentonite beds at Kinnekulle, Sweden. 1956	4,50

Årsbok 49 (1955)

N:o 541	PILAVA-PODGURSKI, N., Nya geologiska undersökningar vid Utö järnmalmsfält. English abstract. 1956	3,00
---------	---	------

Ser. Ba.

N:o 14	Jordartskarta över södra och mellersta Sverige. Efter de geologiska kartbladen sammandragen vid S. G. U. av K. E. Sahlström. Skala 1:400 000. Mellersta bladet, tryckt 1947	15,00
	Södra bladet, tryckt 1948	15,00
	Norra bladet, tryckt 1949	15,00

Ser. Ca.

N:o 21	LUNDQVIST, G., Beskrivning till jordartskarta över Kopparbergs län. Skala 1:250 000. 1951	20,00
» 27	CALDENIUS, C., and LUNDSTRÖM, R., The landslide at Surte on the river Göta älv.—Special chapters by B. FELLENIUS and E. MOHRÉN. With 5 plates. Under utgivning	
» 31	BORELL, R., och OFFERBERG, J., Geokronologiska undersökningar inom Indalsälvens dalgång mellan Bergeforsen och Ragunda.—Med 6 planscher. With English summary. 1955	3,50
» 37	GAVELIN, S., och KULLING, O., Beskrivning till berggrundskarta över Västertobottens län. Karta i skala 1:400 000. With English summaries. 1955	45,00

Rapporter och meddelanden i stencil

1.	Utredning rörande det svenska jordbrukets kalkförsörjning 1—2. 1931 (Kartorna utgångna)	15,00
2.	Sveriges lodade sjöar. Sammanställning av K. E. Sahlström 1945	3,00
3.	Rapport över mangaanmalmsletningen i Jokkmokks socken 1940—48 av O. H. ÖDMAN. Med 4 kartor	4,00

PRINTED IN SWEDEN

Distribueras genom

Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag, Drottninggatan 20. Stockholm 16.