

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. Ca.

Avhandlingar och uppsatser i 4:o

N:o 24.

NORBERGS BERGGRUND

OCH

MALMFYNDIGHETER

AV

PER GEIJER

MED 6 TAVLOR

Summary: *Geology and Ore Deposits of Norberg.*

Sveriges Geologiska Undersökning
TJANSTEEKEMPLAR

Pris 8 kronor.

STOCKHOLM 1936

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

360781

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. Ca.

Avhandlingar och uppsatser i 4:o

N:o 24.

N O R B E R G S B E R G G R U N D

O C H

M A L M F Y N D I G H E T E R

AV

P E R G E I J E R

M E D 6 T A V L O R

Summary: *Geology and Ore Deposits of Norberg.*

STOCKHOLM 1936

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

360781

I N N E H Å L L.

	Sid
<i>Inledning</i>	5
<i>Orienterande översikt</i>	7
<i>Allmän geologisk beskrivning</i>	11
Leptitformationens bergarter	11
Principerna för leptiternas indelning	11
Natronleptit	11
Oskiktad, kvartsporfyrisk kalileptit	14
Skiktad kalileptit	16
Plagioklas-kali-leptiter	17
Hornbländeförande plagioklasleptit	19
Cordieritglimmerskiffer och »malmkvartsit»	20
Kalksten och dolomit	22
Sedimentär kvartsit	23
Malmtyperna	25
Kvartsrandiga järnmalmer	25
Skarnjärnmalmer, och till dem anslutna kalkmalmer	32
Kalk-mangan-haltiga järnmalmer	37
Mullmalmsbildningar i järnmalmera	38
Sulfidmalmer	38
Urgraniterna	38
Östra massivet	38
Västra massivet	42
Amfiboliter	45
Områdets geologiska utveckling i urbergstid	46
Leptiternas och urgraniternas eruptivserier	46
Leptitformationens natur	51
Stratigrafi och veckningstektonik	53
Malmfyndigheternas uppkomst	63
Allmänna synpunkter	63
Kvartsrandmalmer	65
Kalk-mangan-haltiga järnmalmer	66
Skarnjärnmalmer	67
Sulfidmalmer	72
Diabaser	73
Yngsta förkastningar	77
<i>Specialbeskrivningar över malmfyndigheterna</i>	78
Inledande anmärkningar	78
Malmkärragruvan och närliggande fyndigheter	78
Fyndigheter SV om Norberg (Bojmossfältet, m. m.)	82
»Eskilsbacksfältet»	84
»Mimersfältet» el. »Karlavagnsfältet»	85
Ragvaldsfältet	86
Risbergsfältet	87
Norrbergsfältet	92
Smörbergsfältet	94
Getbacks- och Röbergsfälten (skarnmalmera)	94

	Sid.
Kvartsrandmalmer i Morbergsfälten och angränsande områden	101
Trakten NV om Östanmossgruvan	101
Gamla Morbergsfältet, öster om glimmerskifferzonen	102
Östra sidan av Nya Morbergsfältet och av Kallmorbergsfältet	108
Zonen V om glimmerskifferbältet (Hedbergsgruvorna-Kallmora Silvergruva)	109
Kallmorbergsfältet	112
Området mellan Kallmorbergsfältet och Långgruvan i Hästefältet	120
Långgruvan	124
Kolningbergs- och Klackbergsfälten	130
Flängagruvan	143
Kylsbofälten	143
Bålsjöbergsfältet (med Vestbergsgruvorna)	144
<i>Synpunkter på malmtillgångarna</i>	<i>147</i>
<i>Summary</i>	<i>152</i>
<i>Register över gruvor i specialbeskrivningarna</i>	<i>159</i>
<i>Förteckning över citerad litteratur</i>	<i>160</i>

Inledning.

Norbergs socken utgör ett av de mest järnmalmsrika områdena inom Mellansveriges malmförande region. Gruvdriften har där gamla anor — bevisligen sedan 1300-talet. Om också Norbergs andel i vårt lands järnmalmsproduktion numera icke kan jämföras med vad den var för exempelvis ett halvsekel sedan, måste den dock fortfarande tillmätas en stor betydelse. Områdets malmtillgångar, särskilt av vissa kvaliteter, äro högst avsevärda. Till dessa omständigheter, vilka redan i och för sig motivera ett närmare studium av traktens berggrund, kommer vidare det förhållandet, att man här inom ett jämförelsevis litet och väl blottat område finner representerade en mängd företeelser av stor betydelse för förståelsen av den mellansvenska malmförande berggrunden. Givetvis gäller det såsom en allmän regel, att varje ökad kännedom om en viss del utav en malmbildningsprovins är ägnad att belysa även denna provins i övrigt, men för Norbergs vidkommande framträder detta i alldeles särskilt hög grad.

Av äldre publicerade uppgifter rörande områdets geologi, numera huvudsakligen av historiskt intresse, kunna nämnas data i 1700-talets mineralogiska arbeten ävensom den karta, vilken åtföljer Ångmans sockenschildring av år 1835 (95).¹ Den första behandling av ämnet, med vilken vi nu ha anledning att räkna, är emellertid Törnebohms korta skildring av år 1874 (89), vilken åtföljes av en karta över områdets centrala delar, i skalan 1 : 40,000. En mera detaljerad karta (skala 1 : 16,000), likaledes av Törnebohm, åtföljer en av Granström given beskrivning (39). Genom Törnebohms några år senare utkomna »Bergslagskarta» (91) klarlades områdets geologiska sammanhang i stort och dess anknytning till angränsande enheter. Uti kapitlet om leptitformationens stratigrafi och tektonik komma några sidor av Törnebohms framställning att diskuteras. Behovet av en vida mera detaljerad framställning föranledde snart nog en specialundersökning, utsträckt även utöver gränserna för Norbergs socken till att omfatta hela den gamla Norbergs Bergslag. Det av Jernkontoret bekostade arbetet utfördes 1892—1893 av Sveriges geologiska undersökning genom Walfr. Petersson, med biträde av G. Hallberg, N. Hedberg, K. Huldt, H. Sundholm, O. Torell och G. Wallin, samtliga vid denna tidpunkt elever vid Tekniska Högskolans avdelning för bergsvetenskap. Resultatet av detta fältarbete framlades år 1900 i form av en atlas, innehållande översiktskartor och ett flertal detaljkartor (74). En kort textframställning gavs av Petersson i form av guide till geologkongressens exkursion 1910 (75). Peterssons Norbergsatlas har varit till stor nytta, ej minst till ledning för talrika geologiska exkursioner. Det blev dock snart klart, att vidare undersökning var nödvändig, ävensom att en sådan ej kunde anordnas såsom en påbyggnad till det redan utförda arbetet. Kartframställningen var nämligen otillräcklig, dels därför att den i viss utsträckning byggde på ett alltför översiktmässigt genomfört fältarbete, dels också på den grund, att mikroskopiska undersökningar ej utförts i nödig utsträckning, så att betydelsen av de å kartorna urskilda enheterna undandrog sig bedömande. Slutligen var ju, ej minst med avseende på malmgeologiska detaljer, avsaknaden av en utförlig textframställning en mycket kännbar brist.

Efter förberedande exkursioner igångsattes därför av Sveriges geologiska undersökning år 1928 en fullständig nykartering, vars omfattning dock begränsades till den malmförande delen av Norbergs socken (med uteslutande av den östligaste delen). Detta arbete, som pågick under somrarna 1928, 1929, 1930 och en mindre del av 1931, omhänderhades av förf., med mycket effektivt biträde av fil. kand. Sture Landergren. Under senare år hava, allteftersom förf:s bearbetning av fältiakttagelserna fortskridit, vissa revisioner i fält befunnits nödiga, och utförts. Angående kartarbetets tekniska genomförande meddelas närmare här nedan.

Redan innan denna allmänna kartering igångsattes, hade emellertid detaljundersökningar under jord påbörjats. Vid dessa undersökningar, som under åren 1923—1926 och 1929—1931 pågingo med 2 veckor år-

¹ Nummer inom parentes hänvisa till litteraturförteckningen.

ligen, biträddes förf. av studerande vid Tekniska Högskolans gruvvetenskapliga studielinje, för vilka arbetet ifråga utgjorde frivillig övning i underjordisk geologisk kartering. Senare har förf. ensam utfört en del dylikt arbete. Förutom dessa i Sveriges geologiska undersöknings tjänst utförda studier ligga till grund för de gruvgeologiska framställningarna också fältarbeten, som förf. för Norbergs Gruvförvaltnings räkning år 1925 utförde i Klackbergsfältet, ävensom en del iakttagelser från de senaste årens övningar med Tekniska Högskolans studerande.

Bearbetningen har påbörjats under förf:s anställning vid Sveriges geologiska undersökning, och slutförts på Kungl. Tekniska Högskolans institution för mineralogi och geologi.

I mångt och mycket har framställningen även, vad gruvorna beträffar, fått bygga på äldre kartor ävensom på muntliga meddelanden från den tekniska förvaltningspersonalen. Förf. har att med största tacksamhet erkänna det välvilliga intresse och den utmärkta hjälp, som städse lämnats från de i Norberg verksamma gruvförvaltningarnas sida, nämligen från Norbergs Gruvförvaltning genom disponenterna Torsten Hummel-Gumaelius och Ernst Malmgren samt bergsingeniör Rudolf Westerlund, från Spännarhytte Bruk (Bondgruvan och Kallmorbergs gruvor) genom ingenjör Gustaf Swensson och bergsingeniör Karl Köjer, samt från Långgruvan och Malmkärrgruvan genom bergsingeniör Riek. Lundgren.

Vid planläggandet av den nu utförda karteringen fann förf. det ej lämpligt att arbeta i så liten skala som 1 : 50,000. Man kunde nämligen med en dylik kartering knappast vinna några större framsteg över det stadium, som representeras av Peterssens kartering. Framförallt skulle ett dylikt arbete lämna föga bidrag till vad som framstod såsom huvuduppgiften för den regionala karteringen — att giva en bild av det malmförande leptitbältets inre byggnad. Härtill krävdes uppenbarligen en större skala. Petersson hade vid karterandet av det centrala området i Norberg använt skalan 1 : 16,000, utgående från den i 1 : 8,000 föreliggande »Öfversiktskarta öfver Norbergs Gruffält», upprättad 1836—1837 av C. Sjöholm. Denna karta, som senare (år 1915) i vissa avseenden kompletterats av T. Hjertquist, har emellertid ej tillräcklig omfattning för det avsedda ändamålet, varjämte den delvis är mycket otillfredsställande. Såsom grund för huvudkartan valdes därför Ekonomiska Kartverkets karta i 1 : 20,000 (huvudsakligen bl. »Norberg», samt delar av bladen »Hemshyttan» och »Gäsjö»). Denna karta har visserligen, även den, enstaka brister, men har på det hela taget visat sig uppfylla rimliga anspråk. Den resulterande berggrundskartan utgör bifogade tavla 1. Principen för denna karta har varit den att söka få med alla blottningar av fast berg. Det ligger nära till hands att kritisera denna princip såsom alltför arbetsödande i förhållande till resultatens betydelse. En sådan kritisk inställning kan också få stöd i den erhållna kartbilden, som visar en hel del stora hållområden av homogen bergart, där sålunda detaljkartering av hållarna kan synas helt överflödig. Ett grundligare överbäggande skall dock lära, att den här följda principen är den enda möjliga, därest man icke vill nöja sig med att erhålla en grovt ungefärlig bild av de olika bergarternas fördelning. Den mycket omfattande, och särskilt inom vissa områden högst tålmodsprövande inläggningen av hållarna har inom större delen av kartområdet omhänderhafts av kand. Landergren. Beträffande särskiljandet av olika bergartstyper har därvid förf. först exkursionsmässigt med rekognoscören genomgått ett visst område före karteringen, varjämte efter densammas avslutande de mest kritiska punkterna gemensamt granskats. Vissa smärre partier av denna kartering hava helt utförts av förf., som även utfört rekognosceringen i skalan 1 : 4,000 av området mellan Norberg och Kärrgruvan. Slutligen hava, såsom redan ovan blivit antytt, efter den mikroskopiska granskningen av bergartsproven upprepade revisionsarbeten blivit utförda. Peterssens kartor hava givetvis lämnat en god orientering, isynnerhet gäller detta vissa detaljkartor.

För de malmrikare delarna av leptitbältet är skalan 1 : 20,000 alltför liten för en tillfredsställande kartbild. Därför har det viktiga området mellan Norbergs by och trakten N om Kärrgruvans järnvägsstation karterats i skalan 1 : 4,000, med användande av Sjöholms grundkarta i samma skala. Tyvärr är emellertid detta underlag högeligen bristfälligt, och de försök, som gjorts att förbättra det med användande av gruvkartornas dagblad m. fl. kartor av begränsad utsträckning, hava ej i nämnvärd måtto förhöjt kvaliteten. I brist på bättre, och då en topografisk nykartering ej kunde ifrågakomma, har förf. emellertid ej haft annat val än att hålla sig till detta underlag, efter bästa förmåga korrigerat och kompletterat. I ett avseende har dock underlagets brister tvingat till en ofullständighet i framställningen: det har ej varit möjligt att på någondera kartan angiva gällande utmål med nödig säkerhet. Då utmålsrösen i många fall ej finnas kvar eller kunna identifieras, skulle utmålets utsättande på kartan, med hänsyn till andra föreliggande osäkerhetsmoment, kunna resultera däruti, att deras lägen bleve felaktigt angivna i förhållande till byggnader eller andra orienteringspunkter. Under dessa omständigheter har förf. funnit det ogörligt att medtaga utmålsgränserna, ehuru detta principiellt innebär en brist hos kartorna.

Undersökningarna under jord hava framförallt berört sådana delar av gruvorna, där sammanhängande kartbild av större omfattning kunnat erhållas. Sålunda hava framförallt nyare utfraktsnivåer studerats, men även övriga tillgängliga delar av gruvan. Dessa undersökningar hava städse försiggått i form av kartering i skalan 1 : 800.

Vid undersökningsresultatens framläggande möter man den i dylika fall ständigt återkommande svårigheten att inom en rimlig kostnadsram få med allt väsentligt. Resultaten från Norbergsområdet hava ej blott lokalt intresse. Genom berggrundens byggnad, förekomsten av tre av de viktigaste mellansvenska järnmalms-typerna samt de på grund av jämförelsevis stor hållfrekvens och omfattande gruvarbeten ovanligt goda förutsättningarna för geologisk undersökning få de erhållna resultaten i sällsamt hög grad betydelse även för tolkningen av andra delar av den mellansvenska malmbildningsprovinsen. Områdets karaktär av ett mycket instruktivt exkursionsfält ävensom numera centrum för Tekniska Högskolans fältövningar i malmgeologi och gruvvetenskap innebär ytterligare motiv för att göra åtminstone kartframställningen så omfattande som möjligt. Avvägandet mot varandra av dessa önskemål och hänsyn till kostnaderna har resulterat i följande principer. På de båda berggrundskartorna i 1 : 20,000 och 1 : 4,000 hava relativt stora kostnader nedlagts i syfte att göra dem så upplysande som möjligt. Däremot hava inga gruvkartor utförts i färgtryck. Behovet av kartbilder i större skala från gruvorna har fått tillgodoses enbart genom svartritningar. Därvid hava givetvis många detaljiakttagelser måst utelämnas, liksom det över huvud taget endast är en mindre del av de upprättade underjordskartorna, som kommit till användning på detta sätt. Detta förfarande innebär naturligtvis icke, att det myckna iakttagelsematerial, som insamlats genom karteringen under jord, ej kommer till sin rätt. Det har utnyttjats såväl i kombinationerna i de publicerade kartbilderna som i den i texten framförda uppfattningen av de geologiska förhållandena uti respektive gruvor.

Vad texten angår, så har kravet på koncentration tillgodosetts bl. a. på bekostnad av utförligheten i de petrografiska beskrivningarna. Det gäller om en stor del av områdets bergartstyper, att de i alldeles likartad eller åtminstone mycket närstående form förekomma inom andra mellansvenska malmfält, vilka redan studerats och beskrivits. Under sådana omständigheter kan det vara befogat att i viss utsträckning hänvisa till föreliggande beskrivningar, även om detta strider mot principerna för en monografisk behandling. De teoretiska diskussionerna hava också inskränkts, med hänsyn därtill, att förf. hoppas att snart få tillfälle återupptaga samma frågor i vidare sammanhang. Framställningen har därför i huvudsak inskränkts till sådana sidor, som särskilt belysas just av undersökningsresultaten från Norberg, och jämförelser med andra områden inkomma endast mera parentetiskt.

Orienterande översikt.

Omfattningen av det undersökta området framgår av tavla 1. Dess och dess närmaste omgivningars topografiska huvuddrag illustreras av fig. 1. Såsom denna kartbild visar, är större delen ett småkulligt skogsland utan större nivåskillnader, med de högsta punkterna omkr. 200 m ö. h. och med en stundom framträdande orientering i SV—NO. Detta landskap övertväras av ett brett dalföre, vars lägsta delar upptagas av sjön Noren (129 m ö. h.) och anslutna vattendrag.

Norbergsområdets berggrund kan till sina huvuddrag karakteriseras såsom ett delvis malmförande bälte av leptitformationens bergarter, å ömse sidor flankerat av urgranitmassiv, vilkas gränser i stort sett gå parallellt med leptitformationens allmänna strykningssiktning. Kvantitativt sett helt underordnade led i berggrunden äro gångar, dels till urberget hörande amfiboliter, dels yngre diabaser.

Området kan sägas vara på det hela taget typiskt för stora delar av Bergslagen. Påfallande är emellertid den ytterst obetydliga roll, som de yngre urbergsganiterna spela. Under det att sådana uppträda i stor skala redan strax utanför det nu karterade områdets gränser, nämligen vid Meling och Västanfors i SV och vid Andersbenning i NO,¹ saknas de helt och hållet inom kartområdet. Det enda direkta tecknet på deras närhet utgöres av ett obetydligt antal pegmatitgångar. En sådan har träffats SV om sjön Noren, omkring ett tiotal ha iakttagits i trakten av Röbergs- och Getbacksfälten (tavla 2), och en S om järnvägen, Ö om Stripåsens banvaktstuga.² Ingen av dessa gångar når sådana dimensioner, att den kunnat utmärkas på tavla 1, och av de inom området för tavla 2 uppträdande gångarna har blott en kunnat utsättas; övriga här förekommande nå blott sällan över en dm i mäktighet.

¹ Jfr Peterssons atlas (74), tavla 1. Den därstädes vid Andersbenning angivna graniten tillhör säkert den yngre gruppen.

² Å kartan tavla I har banvaktstugan felaktigt angivits såsom hållplats. Hållplatsen Stripåsen ligger c:a 200 m västligare.

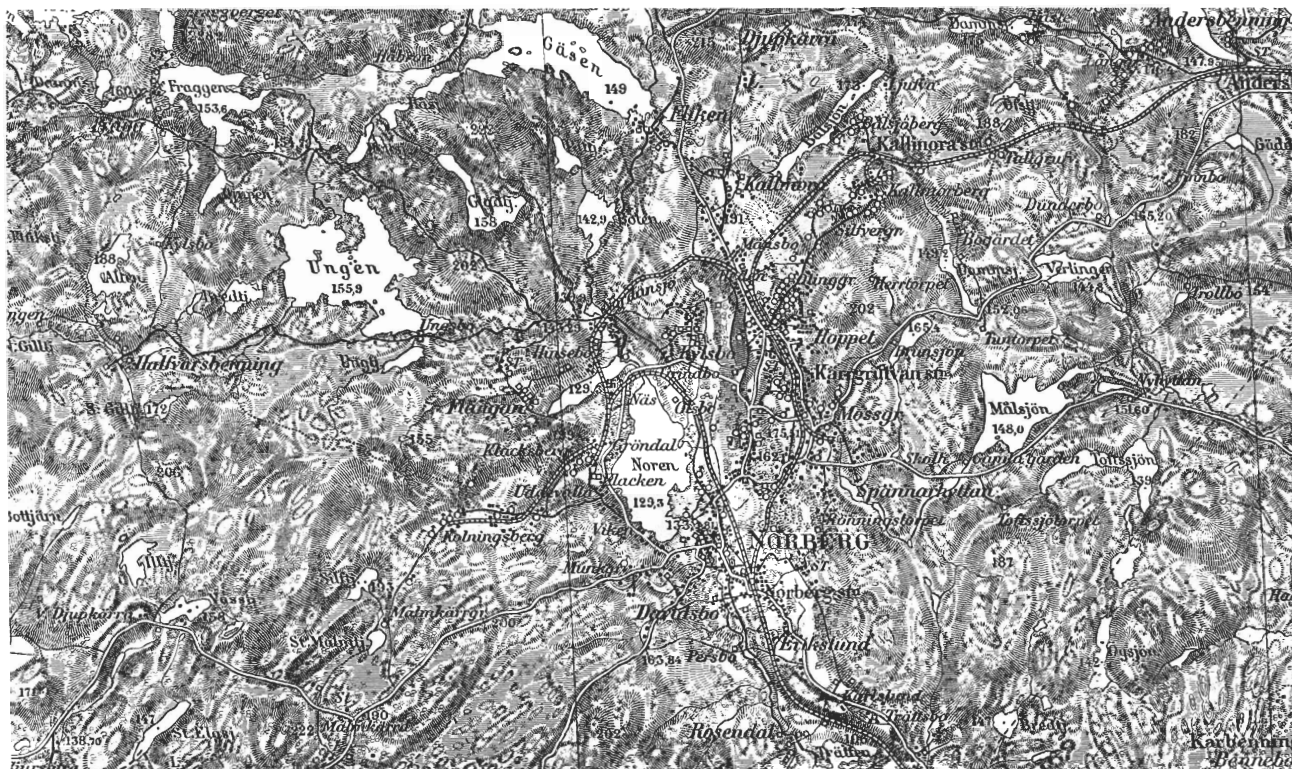


Fig. 1. Topografisk karta över trakten omkring Norberg. Skala 1 : 100,000. Efter topogr. bladet »Hedemora».
 Topographical map of the Norberg district. Scale 1 : 100,000.

Inom leptitformationen dominera typiska leptiter. Skiktning och porfyrstruktur äro de enda primära strukturdrag, som finnas bevarade i dessa bergarter. Å andra sidan är den strukturella metamorfosen ingensstädes stark. Ur kemisk synpunkt kan man urskilja tre huvudgrupper. Skäligen väl avgränsad gentemot övriga typer är en utpräglad natronleptit. Denna är i regel oskiktad och kvartsporfyrisk; skiktning förekommer dock ställvis, såsom vid Långgruvan (Hästefältet). Större utbredning hava kalileptiter — eller riktigare »kali-dominanta» leptiter —, utmärkta av övervägande mikroklin och helt underordnad plagioklas (vanligen med ej obetydlig kalkhalt); kvartshalten är, liksom i natronleptiten, »granitisk», vanligen ett trettio-tal procent. Kalileptiternas mest utbredda strukturformer äro dels en kvartsporfyrisk, endast i undantagsfall skiktad form, dels en jämnkornigt finkornig sådan, ofta skiktad eller åtminstone skiktningensbankad. Medan kalileptiternas avgränsning mot natronleptit är lätt att genomföra, i det att mellanformer äro sällsynta, ställer det sig svårare att med full konsekvens bestämma uppdelningen mellan kalileptiterna och den grupp, som betecknats såsom dels plagioklas-kali-leptiter, dels hornbländeförande plagioklasleptiter. I motsats till de ryolitiskt sammansatta kalileptiterna hava bergarterna av denna tredje grupp sin motsvarighet bland daciter och kvartshaltiga andesiter. Denna grupp uppträder uti leptitbältets västligare delar, utanför det malmförande området, tillsammans med fullt typiska kalileptiter i underordnad mängd. Plagioklas-kali-leptiterna äro ofta relativt biotitrika, och därför mörkare än kalileptiterna. Deras mest utmärkande drag är dock att plagioklasen spelar en framträdande roll och ofta överväger över mikroklinen. Mestadels är också SiO_2 -halten lägre än i kalileptiterna, såsom bl. a. framgår därav att de vanligen porfyriskt struerade, oskiktade bergarterna ofta alldeles sakna kvartsströkorn. De hornbländerikare formerna äro mera underordnade.

Till leptitformationen äro vidare att hänföra de glimmerskiffrar, oftast cordieritförande, som bilda flera bälten, huvudsakligen anslutna till natronleptit men även till leptiter av de båda övriga grupperna. Dessa glimmerskiffrar likna i allo de typer, som karakteristiskt åtfölja mellansvenska sulfidfyndigheter. Såsom regelbundna, väl markerade inlagringar i leptiterna uppträda kvartsrandiga järnmalm samt kalksten och dolomit, de sistnämnda i betydande utsträckning ersatta av skarn och skarnjärnmalm. Slutligen finnas längst i väster två bälten av en relativt ren kvartsit, vilken otvivelaktigt är av klastiskt sedimentärt ursprung.

Leptitformationen visar alltigenom en stark sammanveckning med brant stupande axelplan. Veck-

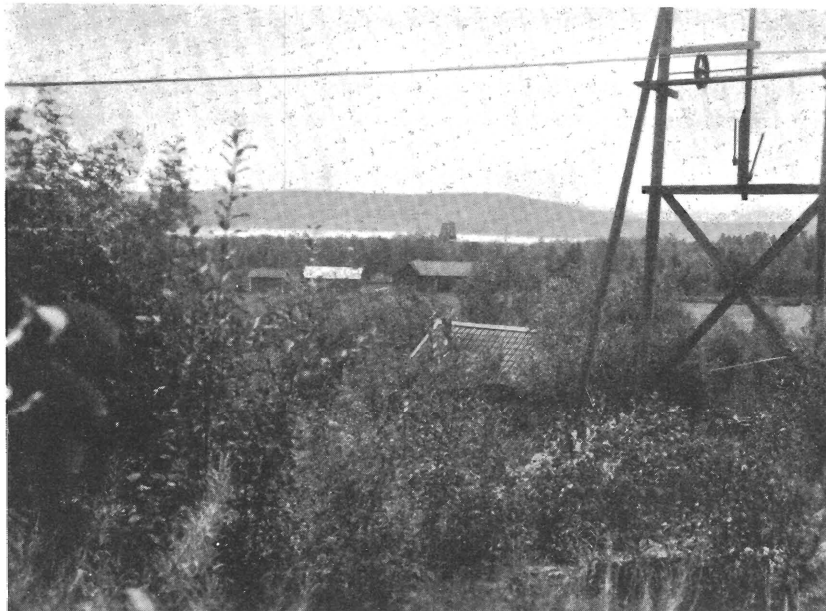
axlarnas stupning är i allmänhet måttlig, inom vissa områden t. o. m. helt flack, men kan på sina håll bli relativt brant.

De inom leptitformationen i Norberg uppträdande järnmalmerna tillhöra tre huvudtyper. Kvartsrandmalmer eller »randiga torrstenar», i regel alldeles övervägande blodsten men stundom magnetit, äro mycket utbredda såsom inlagringar i den jämnkorniga kalileptiten. Skarnmalmer (som vanligt magnetit) med skarn av pyroxen, amfibol och granat äro, liksom stora massor av ofyndigt skarn, anknutna till kalkstens- eller dolomithorisonter, såväl inom nyssnämnda leptits område som inom natronleptitens. Förbundna med skarnmalmerna uppträda ställvis kalkmalmer utan egentligt skarn. Den tredje järnmalmstypen slutligen, den »kalk- och manganhaltiga», är bunden till en del av det kalksten- och dolomitstråk, som i Klackbergs- och Kolningbergsfälten bildar inlagring i kvartsporfyrisk kalileptit.

Sulfidmalmer uppträda blott i jämförelsevis ringa utsträckning, men hava dock omfattat en anmärkningsvärd blyglansfyndighet (Kallmora Silvergruva) samt några smärre koncentrationer av kopparkis. Påfallande är den flerstädes återkommande paragenesen sulfider-flusspat-andraditgranat. Anmärkningsvärt nog synes intet samband kunna påvisas mellan sulfidmalmer och cordieritglimmerskiffer. Däremot finnes i vissa fall en påtaglig anknytning till »malmkvartsit», huvudsakligen utbildad i form av granatkvartsit (med almandingranat).

De begränsande urgranitmassiven äro varandra rätt olika. Massivet i öster är i huvudsak en salisk, oftast blekröd, »alkaliintermediär» biotitgranit, mer eller mindre starkt förgnejsad, ofta med utpräglad lineär struktur. Mot gränsen till leptitformationen övergår den helt tvärt till en ren albitgranit (undantagsvis granofyrisk och kvartsporfyrisk), vilken bildar en troligen i det närmaste kontinuerlig bård, av växlande bredd, längs kontakten. Massivets gräns mot leptitformationen går i allmänhet parallellt med denna formations allmänna strykning och är då till sitt förlopp påfallande litet komplicerad. Vid övertvärningar i anslutning till leptitformationens veckställning (Risbergsfältet!) blir gränsen mera uddig.

Massivet i väster åter består av en ljusgrå eller snarare svart-vit-spräcklig granit, delvis någorlunda massformig, delvis åter starkt förgnejsad. Dessa strukturväxlingar hava föranlett, att massivet på Peterssons



P. Geijer foto.

Fig. 2. Utsikt från Åsgruvans maskinhus mot VSV. Berget Klacken i bakgrunden; Östanmossgruvans lave (senare riven) synlig mot sjön Norens vattenyta. From Åsgruvan, looking W.S.W. The hill Klacken forms the sky-line, Lake Noren visible in the middle distance.



J. Stålhed foto.

Fig. 3. Utsikt från Klacken mot ONO över sjön Noren. Looking E.N.E. from Klacken across Lake Noren.

karta (74) uppdelats på dels granit, dels gnejs. Denna uppdelning synes emellertid knappast motiverad, och torde i praktiken icke kunna konsekvent genomföras.¹ Till mineralsammansättningen utmärkes denna bergart av kombinationen anortitrik oligoklas och mikroklin (i växlande proportioner) samt högre halt av mörka mineral än i det östra massivet, men lägre kvartshalt. Även det västra massivet har i stort sett konkordant gräns mot leptitformationen. Större översneddande gångar utskjuta dock från detsamma, dels mellan Ungen och Ungtjärn, dels Ö om Ungens södra del.

Närmast yngre led i berggrunden torde vissa större amfibolitgångar utgöra. Bevisen för deras yngre ålder gentemot urgraniterna äro dock icke avgörande. De inskränka sig till en förekomst i det västra massivet,



P. Geijer foto.

Fig. 4. Sluttnig av urgranit V om Pattjärn. Granite slope W. of Lake Pattjärn.

Ö om Ungen, och en i det östra, N om Risbergsfältet. Med hänsyn till den stora sällsyntheten av brottstycken i traktens urgraniter måste man emellertid hålla för högst sannolikt, att dessa amfiboliter representera intrusioner i graniterna. Mycket troligt är emellertid, att vissa amfiboliter bilda en äldre grupp.

En del av amfiboliterna utgöra sålunda de yngsta till urberget hörande bergarterna inom kartområdet, bortsett från de små och fåtaliga pegmatitgångarna. De enda postarkäiska bergarterna äro diabaserna. Dessa tillhöra två typer: Åsbydiabas, som bildar den stora gången vid Bålsjöns nordöstra ände, samt kvartsdiabas, som bildar ett stort antal gångar av växlande riktning.

Även områdets sprick- och förkastningstektonik synes i huvudsak vara av postarkäisk ålder. Den arkäiska veckningen torde visserligen i många fall ha medfört avslitningar och förkastningsartade förskjutningar, men dessa förefalla åtminstone i regel vara distinkt skiljbara från de yngre, relativt regelbundna förkastningsplanen. Där tydliga dylika förkastningar uppträda i en av diabasgångar genomslagen berggrund, såsom i Kallmoragruvan, visa sig förkastningarna vara yngre än diabaserna.

Från måhända ännu senare tid härstamma de vittringsföreteelser, som påvisats inom ett par av områdets malmfyndigheter, nämligen Granrotsgruvan i Klackberg samt V:a Mångsgruvan, Torv- och Gökgruvorna uti Morbergsfälten.

¹ Man jämföre även Törnebohms kartbild (91), som återger de nämnda strukturvariationerna såsom delar av samma massiv.

Allmän geologisk beskrivning.

Leptitformationens bergarter.

Principerna för leptiternas indelning.

Till grund för leptitbergarternas indelning i skilda typer — i första hand vid karteringen — måste läggas olikheter dels i den kemiska och mineralogiska sammansättningen, dels i den strukturella utbildningen. I sistnämnda hänseende måste bevarade primära drag tillmätas särskilt stor betydelse, varemot sekundärstrukturer endast undantagsvis nå den vikt, att de kunnat komma till uttryck i kartbilden.

Vid förberedande rekognosceringar, huvudsakligen inom de direkt malmförande delarna av området, framgick det, att jämte kalidominanta typer, tämligen fullständigt överensstämmande med sådana, som förut uti samma leptitbälte studerats vid Riddarhyttan (22), även förelågo utpräglade natronleptiter, delvis fullt ut lika extrema som exempelvis de i Filipstads Bergslag (79, 64) och i Grythyttetrakten (83) uppträdande. Särskiljandet mellan kali- och natronleptiter blev därför en grundläggande uppgift för karteringen. Trots flitig användning av mikroskopiska kontrollundersökningar befanns denna uppgift vara skäligen svårlöst, särskilt därför, att kvartsporfyriska kalileptiter uti vissa metamorfosstadier makroskopiskt hava en högt påfallande likhet med natronleptiternas vanligaste utbildningsform. Den slutliga kartbilden torde dock i detta avseende vara fullt tillfredsställande.

Inom kalileptiten hava angivits dels porfyrstruktur, dels skiktning inkl. skiktbankning. Den sistnämnda är visserligen i och för sig intet absolut säkert tecken på en ursprunglig skiktning — den kan tänkas vara en relict fluidalbankning — men all sannolikhet talar dock för, att den här bör tolkas på ett dylikt sätt. Många blottningar av kalileptit visa dock ingen som helst skiktning, och sakna samtidigt porfyrstruktur eller hava så obetydliga strökorn, att de icke tydligt framträda för blotta ögat och sålunda i varje fall undgå att registreras vid fältundersökningen. Dylika blottningar hava betecknats såsom »kalileptit i allmänhet». Troligen omfatta de representanter för båda de redan anförda typerna, om också huvudmassan snarast torde vara att sammanställa med den skiktade formen.

Medan uppdragandet av gräns mellan begreppen natronleptit och kalileptit icke försvåras av några mellanformer, möter det vissa svårigheter att med absolut konsekvens avskilja kalileptiterna från plagioklas-kali-leptiternas grupp. Något klart markerat språng i mineralsammansättningen har icke kunnat konstateras, liksom så ej alls är fallet mellan de sistnämnda formerna och de hornbländerika plagioklasleptiterna. Även är särskiljandet i fält i somliga fall vanskligt. Härtill kommer, att revision med stöd av den mikroskopiska undersökningen icke kunnat göras alldeles komplett. Det gäller därför om dessa bergarters gränser i kartbilden, att de icke få tilläggas samma betydelse i detalj såsom stratigrafiska och tektoniska indikationer, som tillkommer gränserna mellan natronleptit och kalileptit.¹ På det stora hela motsvarar dock kartans fördelning av leden ifråga skäligen nog verkligheten.

Natronleptit.

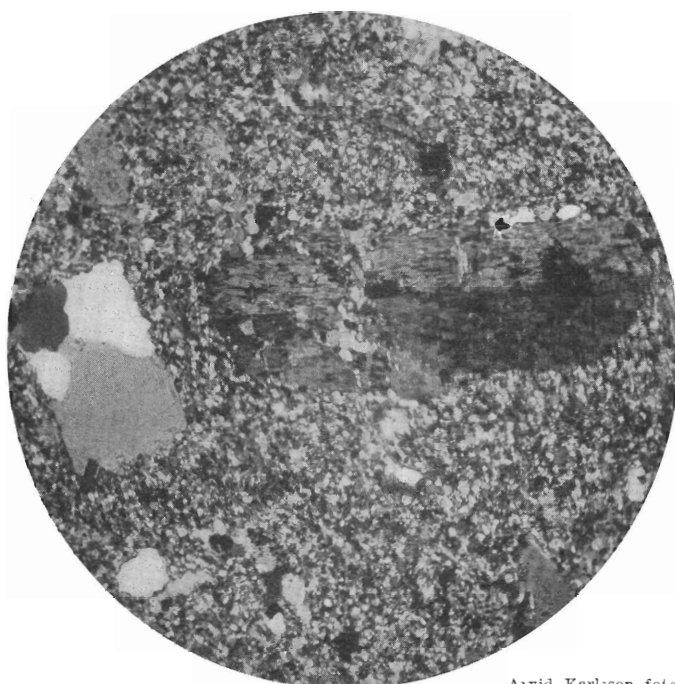
Natronleptit bildar tillsammans med ljus cordieritglimmerskiffer ett oregelbundet flikigt, av flera »omstjärtande» delar sammansatt bälte från kartområdets sydvästra gräns vid Malmkärra till dess nordöstra vid Långgruvan i Hästefältet; därjämte finnes ett mindre omfattande område av leptiten vid Karlvagnsfältet samt ett par isolerade smärre partier, såsom vid leptitområdets gräns längst i SV.

Leptiten inom den stora zonen är i regel kvartsporfyrisk, oskiktad, mattvit till färgen eller undantagsvis svagt rödlätt, ofta med inbördes någorlunda parallella släppytor, beklädda med en tunn hinna av sericit-

¹ Ännu mera gäller givetvis dylik inskränkning ifråga om gränserna mellan vissa varianter av kalileptit.

artad glimmer. Stundom är bergarten tillsynes breccierad i det att kantiga bitar, vanligen av en storlek från några mm till ett par cm, kunna urskiljas ligga uti en mera oredig massa. Skiffrigheten framträder icke tydligt (bortsett från de nyssnämnda glimmerflagorna), såsom ju i leptitformationen är vanligt i en bergart, vilken nästan enbart består av fältspat och kvarts. Endast uti de, kvantitativt sett, mycket underordnade övergångsleden till cordieritglimmerskiffern kan man tala om glimmerskiffrig natronleptit.

Strökornen äro kvarts och albit, ungefär lika talrika. Kvartsströkornens storlek ligger mestadels mellan 0.5 och 2.5 mm. I regel äro de sekundärt fältadelade, ofta äro även konturerna »anfrätta» genom sammanväxning med grundmassan. Den typiska bipyramidala strökornsformen är dock ofta skönjbar, likaså korrosionsinbuktningar fyllda med grundmassa. De sistnämnda kunna, egendomligt nog, iakttagas även i relativt starkt deformerade varianter, uti vilka kvartsströkornen blivit starkt förlängda i skiffrighetens riktning. Albitströkornen äro tjockt tavelformiga, vanligen 0.5—1.5 mm stora, samt i regel utan framträdande spår av mekanisk påverkan. Sammansättningen varierar från $Ab_{94}An_6$ till $Ab_{98}An_2$ (best. genom extrapolation för värdet $+22^\circ$ i snitt $\perp \gamma$). Albiten är än ordinärt lamellerad, än utbildad med den i ren albit så ofta uppträdande finstripigheten. I några fall ses uti albitströkornen inväxningar av glimmer, både biotit och framför allt muskovit i små tavlor, men i regel saknas sådana.



Arvid Karlsson foto.

Fig. 5. Porfyrisk natronleptit, NO om Vasstjärn. Slipprov, $\times 17$, kors. nik. Strökorn av albit och kvarts. *Porphyritic soda leptite, N.E. of Lake Vasstjärn. $\times 17$, nic. crossed. Phenocrysts of quartz and of albite.*

kornen äro tjockt tavelformiga, vanligen 0.5—1.5 mm stora, samt i regel utan framträdande spår av mekanisk påverkan. Sammansättningen varierar från $Ab_{94}An_6$ till $Ab_{98}An_2$ (best. genom extrapolation för värdet $+22^\circ$ i snitt $\perp \gamma$). Albiten är än ordinärt lamellerad, än utbildad med den i ren albit så ofta uppträdande finstripigheten. I några fall ses uti albitströkornen inväxningar av glimmer, både biotit och framför allt muskovit i små tavlor, men i regel saknas sådana.

Grundmassan består alldeles övervägande av albit och kvarts. I övrigt finnes vanligen litet glimmer, såväl en i slipprov ljusbrun (eller sällan grön) biotit som en färglös glimmer med liten axelvinkel. Strukturellt sett är grundmassan ofta skäligen inhomogen, med rätt starkt växlande kornstorlek, varvid måtten i regel falla omkring 0.03—0.08 mm. I somliga fall framträder en viss bandning i fördelningen av olika kornstorlekar, utan att man säkert kan avgöra om detta är ett relikta drag eller beror på sekundär granulering. Glimmern bildar stundom jämnt fördelade fjäll, men ofta helt oregelbundet uppträdande aggregat. Några säkra relikta eruptivstrukturer hava ingenstädes påvisats i grundmassan, om man också i något enstaka fall kan finna en fördel-

ning av kvartsen och fältspaten, som i hög grad erinrar om en granulerad granofyrstruktur i egentlig mening.

Skiktning förekommer blott undantagsvis, och står i allmänhet i samband med strökornens tillbakaträdande. Det bästa exemplet ger Långgruvan i Hästefältet. Skiktningen framträder där huvudsakligen genom uppträdandet av tunna glimmerrika skikt, men även — undantagsvis — genom skiktvis fördelning av järnglans. I detta sistnämnda fall torde det få anses klarlagt, att verklig skiktning föreligger; för glimmerskiktens vidkommande kan man icke känna sig lika säker. Inom Hästefältet i övrigt är natronleptiten oskiktad. Andra fall av skiktad natronleptit, i omedelbar anslutning till kvartsporfyrisk sådan, finnas i zonen mellan Örling- och V:a Mångsgruvan i Morbergsfältet, samt vid vägen från Norbergsby till Klacken.

Av de övriga områdena av natronleptit är det vid V:a Djupkärra belägna, ävensom den lilla förekomsten i Norrbergsfältet, i allt väsentligt likartade med den nu skildrade zonen. Avvikande är bergarten vid »Mimersfältet», som har en icke obetydlig mikroklinhalt uti grundmassan. Övriga natronleptitområden utmärkas ej blott av en viss mikroklinhalt utan även därav, att deras plagioklas är en oligoklas, ej albit. Sålunda har natronleptiten vid vägen V om Spännarhyttan en plagioklas $Ab_{88}An_{12}$, och i den V om Hedbergsgruvorna uppträdande natrondominanta leptiten har identifierats plagioklas $Ab_{86}An_{14}$, samt i vissa prov ganska mycket mikroklin. Denna sistnämnda leptittyp synes vara rätt starkt omvandlad — sekundärt kvartsig och ställvis cordieritförande — och är dessutom tektoniskt uppblandad med malmmaterial, varför leptitens egen ursprungliga karaktär i viss mån beslöjats. Det är dock i alla händelser tydligt, att bergarten ifråga icke får uppfattas såsom något led i den stora zonen av natronleptit, som alltigenom har en extrem albitleptitisk karaktär. Också N om Bondgruvan har helt lokalt träffats en liknande form, likaså SV om Kallmoraudden (i sistnämnda fall

utan kvartsströkorn). Uti Smörbergsfältet finnes, i form av ett metersbrett band mellan skiktad kalileptit å ena sidan och grönskarn å den andra, en kvartsporfyrisk leptit, vars fältspat är $\text{Ab}_{70}\text{An}_{30}$.

Natronleptiternas sammansättning illustreras av följande tvenne analyser:

Analys n:o 1.					
	%	Mol. prop.		Norm	
SiO_2	79.16	1.3128	Q = 38.94	F = 58.12	Sal = 97.44
TiO_2	0.11	0.0014	Or = 2.40		
Al_2O_3	12.02	0.1176	Ab = 53.55		
Fe_2O_3	0.16	0.0010	An = 2.17		
FeO	0.36	0.0050	Al_2O_3 = 0.38		
MnO	0.03	0.0004	MgSiO_3 = 1.20		
MgO	0.48	0.0119	FeSiO_3 = 0.40	+ H_2O , S	Fem = 2.04
CaO	0.44	0.0078	Mt = 0.23		
Na_2O	6.31	0.1018	Il = 0.21		
K_2O	0.39	0.0041			
BaO	0.03	0.0002			
H_2O	0.43	0.0239			
S	0.01				
	99.93				99.48
					0.44
					99.92

Sp. vikt: 2.64

Analys n:o 2.					
	%	Mol. prop.		Norm	
SiO_2	79.85	1.3242	Q = 47.32	F = 46.68	Sal = 96.14
TiO_2	0.05	0.0006	Or = 9.71		
Al_2O_3	11.62	0.1137	Ab = 33.93		
Fe_2O_3	0.30	0.0019	An = 3.04		
FeO	0.11	0.0015	Al_2O_3 = 2.14		
MnO	0.003		MgSiO_3 = 2.65		
MgO	1.06	0.0263	Hem = 0.16	+ H_2O , MnO	Fem = 3.11
CaO	0.61	0.0109	Mt = 0.21		
Na_2O	4.00	0.0645	Il = 0.09		
K_2O	1.61	0.0171			
BaO	0.04	0.0003			
H_2O	0.77	0.0427			
P_2O_5	—				
S	—				
	100.023				99.25
					0.773
					100.023

Sp. vikt: 2.66

A n a l y s n : o 1 : Natronleptit, kvartsporfyrisk; Kallmorbergsgruvan, 182 m avv., vid Lernbo schakt. A. Bygdén, S. G. U:s laboratorium. Aktuell mineralsammansättning: albit (strökorn $\text{Ab}_{98}\text{An}_2$ enl. utsl. 22° i snitt $\perp\gamma$), kvarts, biotit (delvis kloritiserad), färglös glimmer med liten optisk axelvinkel.

A n a l y s n : o 2 : Natronleptit, kvartsporfyrisk, skiffrig; vid stickspår i »Mimersfältet». A. Bygdén, S. G. U:s laboratorium. Aktuell mineralsammansättning: albit (strökorn $\text{Ab}_{94}\text{An}_6$), mikroklin, kvarts, biotit (mycket svagt färgad), färglös glimmer.

De båda proven äro utvalda från följande synpunkter. Analys n:o 1 representerar den i huvudzonen av natronleptit allena rådande albitextrema typen i karaktistisk utbildning; väsentligt är även, att den ej hör till de förekomster, för vilka en intrusiv natur och ett samband med urgraniten kunna vara att räkna med. Analys n:o 2 åter utvaldes med hänsyn till bergartens väsentliga mikroklinhalt, för att erhålla någon belysning av variationsamplituden i detta hänseende.

Analys n:o 1 motsvarar i allo de albitextrema leptiter, som äro kända från västligare delar av Bergslagen. N:o 2 åter är i viss mån abnorm. Den höga kvartshalten och Al_2O_3 -överskottet, ävensom i viss mån MgO-halten, antyda en påbörjad omvandling i riktning mot glimmerskiffer. Den mikroskopiska undersökningen ger antydningar av samma innebörd. Analysen får därför icke användas såsom exempel på en normal natronleptit, men är viktig bl. a. genom det kvantitativa uttrycket för fältspatproportionerna, vilket ej kunnat uppnås på annan väg.

Såsom kartorna visa, är natronleptiten ofta intimt förbunden med ljus cordieritglimmerskiffer. Övergången dem emellan är mycket snabb och består huvudsakligen däruti, att i leptiten uppträda parallella stråk av nybildade glimrar (dels en i slipprov ljusbrun biotit, dels nära enaxlig färglös glimmer) samt kvarts, ofta även med enstaka korta prismor av ljus turmalin. I nästa stadium visar sig även cordierit i samma zoner. I samband med dessa förändringar kunna kvartsströkornen bliva starkt utdragna, men ibland visa de sig hava i överraskande grad undgått dylik deformation.

Natronleptiternas i allmänhet påfallande jämna fördelning av strökornen, ävensom frånvaron av fragmentariska strökorn, låta förmoda, att dessa bergarter till allra största delen utgöras av eruptiva stelningsbergarter. Den ovan skildrade fragmentstrukturen kan nämligen tänkas vara av sekundärt ursprung. Å andra sidan måste ihågkommas, att ett agglomerat av porfyrisk natronryolit skulle i leptitisk metamorf dräkt erhålla samma utbildning. De anförda strökornskaraktärerna eliminera därför definitivt endast möjligheten kristall- och asktuff. Endast för den skiktade leptitens vidkommande kan ett tuffogent ursprung anses mycket sannolikt.

Anknytningen till den skiktade formen visar, att den kvartsporfyrisk bergarten näppeligen kan uppfattas såsom en hypabyssisk intrusiv form, vilket annars ej vore en orimlig tolkning. För de smärre förekomsterna av porfyrisk natronleptit är denna möjlighet icke utesluten.

En ytterst vanskelig fråga gäller avgränsningen mellan de till leptitformationen hänförliga kvartsporfyrisk natronleptiterna å ena sidan, och de kvartsporfyrisk och granofyrstruerade utbildningsformerna av det östra urgranitmassivets albitgranitiska randzon (jfr s. 40). Man kan icke alltid anförä någon alldeles säker grund för att de inom leptitformationen uppträdande bergarterna av denna sammansättning även genetiskt tillhöra formationen ifråga. Huvudzonen av natronleptit kan dock av flera skäl (särskilt uppträdandet av otvetydigt skiktade former samt växelagring med karbonatbergarter) undantagas från varje sammanblandning med graniten. Den isolerade förekomsten i norra änden av Norrbergsfältet (tavla 2) samt natronleptiterna inom kartområdets sydvästligaste delar äro mera osäkra; betonas må dock, att man ej finner några strukturella eller andra skäl att avskilja dessa förekomster från leptitformationen. Den i Norrbergsfältet på 110 m avv. påvisade kvartsporfyrisk bergarten med oligoklasfältspat (s. 41) är otvivelaktigt intrusiv och sannolikt att sammanställas med urgraniterna; samma ställning kan förmodas för den i viss mån jämförliga bergarten i Smörbergsfältet (jfr ovan).

Oskiktad, kvartsporfyrisk kalileptit.

Denna typ omfattar leptiter av vanligen röd, rödgrå eller grå färg, mindre ofta vita eller mörka, karakteriserade av frånvaron av skiktning samt förekomsten av kvartsströkorn, till storleken vanligen 0.5—1.5 mm, i somliga varieteter dock upp till c:a 2.5 mm. Bergarten är stundom starkt skiffrig, framförallt i samband med riklig utbildning av glimrar, men annars nästan alldeles massformig. En tydlig parallellutsträckning av kvartsströkornen plägar dock ofta även för det obeväpnade ögat antyda förhandenvaron av en sekundär parallellstruktur.

Den mikroskopiska undersökningen visar, att kvartsströkornen även uti kalileptiterna ofta hava de ursprungliga formerna rätt väl bevarade. Fältuppdelning är dock vanlig, ja regel, och i samband därmed uppträder en tendens till utdraging i viss riktning. Strökorn av fältspat äro vida mindre vanliga än i natronleptiterna. Sådana hava dock påvisats i många prov, ehuru de vid den makroskopiska granskningen sällan falla så i ögonen som kvartsströkornen. I genomsnitt äro de något mindre än kvartsströkornen i samma prov, och något fåtaligare. Frekvensen av fältspatströkorn är sålunda mindre än i natronleptiterna. Strökornen bestå av mikroklin, undantagsvis med albitiska inväxningar. I ett prov från nära Viken S om Klacken äro strökornen albit med periferiska mikroklinpartier, medan grundmassan är normalt kalileptitisk. Besläktat med denna typ är ett prov från Bergslagsarkivet i Risbergsfältet (SV om Rännilsgruvan, tavla 2). Ofta äro fältspatströkornen icke strukturellt bevarade, utan ersatta av kornaggregat, såsom resultat av omkristallisationsgranulering. Någon motsvarighet har icke iakttagits i de undersökta proven av natronleptit.

Grundmassans huvudbeståndsdelar äro mikroklin och kvarts, i en tämligen riktningslös blandning. Kornstorleken är i regel omkr. 0.05—0.08 mm, men både finkornigare och grövre former förekomma; medeltal omkr. 0.02 mm torde vara minimum. Plagioklas observeras ofta i underordnad mängd. Den är i många fall omvandlad och synes ej tillhöra den rena albiten utan mera anortithaltiga led — oligoklas eller oligoklasalbit. Glimmerhalten, i form av biotit (ofta grön) och färglös glimmer (åtminstone till stor del enaxlig), är sällan betydande, utom i sekundärt förskiffrade former, i vilka fältspaten träder tillbaka. Glimrarna kunna mer eller

mindre bestämt markera kristallisationsskiffrighet. För övrigt ingår i dessa leptiter sparsamt magnetit, samt i somliga former en avsevärd halt av epidotmineral. Märkligt är, att i de sistnämnda i flera prov observerats kärnor, vilka, att döma av de optiska egenskaperna, äro epidotortit eller magnesiumortit. Granat förekommer, i jämförelsevis ringa mängd, såsom fläckar i en genom ovanligt stora kvartsströkorn utmärkt form NV om Stora Malmkärra.

Av särskilt intresse är området av porfyrisk kalileptit vid L:a Kylsbo, därigenom att det på ett mycket markerat sätt sticker av mot den angränsande jämnkorniga och skiktade leptiten av analog sammansättning. Den porfyrisk formen är rödlätt till nästan vit, glimmerfattig, och liknar i hög grad vissa varianter bland natronleptiterna.

Utav hithörande leptiter hava två analyser utförts.

Analys n:o 3.					Norm	
	%	Mol. prop.				
SiO ₂	76.70	1.2720	Q	= 39.51	F = 56.39	Sal = 96.53
TiO ₂	0.09	0.0011	Or	= 30.98		
Al ₂ O ₃	12.04	0.1178	Ab	= 20.78		
Fe ₂ O ₃	0.76	0.0048	An	= 4.63		
FeO	0.72	0.0100	Al ₂ O ₃	= 0.63		
MnO	0.04	0.0006	MgSiO ₃	= 0.90	+ H ₂ O, etc.	Fem = 2.80
MgO	0.36	0.0089	FeSiO ₃	= 0.62		
CaO	0.93	0.0166	Mt	= 1.11		
Na ₂ O	2.45	0.0395	Il	= 0.17		
K ₂ O	5.19	0.0551				
BaO	0.06	0.0004				99.33
H ₂ O	0.67	0.0372				0.69
P ₂ O ₅	0.01					100.02
S	0.01					
						100.03

Sp. vikt: 2.63

Analys n:o 4.					Norm	
	%	Mol. prop.				
SiO ₂	75.11	1.2456	Q	= 34.82	F = 61.95	Sal = 97.73
TiO ₂	0.12	0.0015	Or	= 52.81		
Al ₂ O ₃	12.56	0.1229	Ba-fältsp.	= 0.64		
Fe ₂ O ₃	1.11	0.0069	Ab	= 7.89		
FeO	0.10	0.0014	An	= 0.61		
MnO	0.01	0.0001	Al ₂ O ₃	= 0.96	+ H ₂ O, etc.	Fem = 1.61
MgO	0.11	0.0027	MgSiO ₃	= 0.27		
CaO	0.14	0.0025	Hem	= 1.11		
Na ₂ O	0.93	0.0150	Il	= 0.23		
K ₂ O	8.91	0.0946				
BaO	0.26	0.0017				99.34
H ₂ O	0.38	0.0211				0.40
P ₂ O ₅	0.01					99.74
S	0.01					
						99.76

Sp. vikt: 2.61

A n a l y s n : o 3 : Kalileptit, kvartsporfyrisk; NV om St. Malmkärra. A. Bygdén, S. G. U:s laboratorium. Aktuell mineralsammansättning: mikroklin (i strökornen pertitiska albitinväxningar), plagioklas, kvarts, biotit, klorit, färglös glimmer, samt litet ortit, zirkon och flusspat.

A n a l y s n : o 4 : Kalileptit, kvartsporfyrisk; 150 m S om St. Hedbergsgruvan. A. Bygdén, S. G. U:s laboratorium. Aktuell mineralsammansättning: mikroklin, plagioklas (sericitiserad), kvarts, färglös glimmer, opaka malmkorn.

Att döma av de utförda mikroskopiska granskningarna torde de båda analyserna tillsammans giva en belysande bild av variationsamplituderna inom den kvartsporfyrisk kalileptiten. En analyserad typisk representant för den uti Riddarhyttetrakten mycket utbredda motsvarande leptittypen (22, s. 14) visade värden på halterna av de olika fältspaterna och av kvarts, som falla emellan de båda Norbergsanalysernas motsvarande

siffror. Analys n:o 4 är emellertid påfallande »kaliextrem». Vidare är dess höga bariumhalt anmärkningsvärd.¹ Visserligen har en jämförlig halt (0,28 % BaO) påvisats i en kalileptit från Riddarhyttan (22, s. 16), men det rör sig där om en skiktad, otvivelaktigt sedimentär bergart, vars kemiska sammansättning kan vara influerad av icke-eruptiva processer. Vid tolkningen av de malmgenetiska problemen torde kalileptiternas halt av barium kunna förtjäna en viss uppmärksamhet. Som bekant saknas manganrika järnmalmer uti de utpräglade natronleptiterna, även om man icke i övrigt kan påvisa något regelbundet förhållande mellan proportionerna Mn:Fe i malmerna och K:Na i leptiterna. Gentemot mangan och kalium intager barium den ställningen, att det i vissa geokemiska processer kan följa den förstnämnda metallen, i andra den senare (bildning av fältspat eller zeoliter). Som emellertid äldre analyser ej alls upptaga barium, är kännedomen om denna metalls förekomst i leptiterna ytterligt bristfällig.

Förskiffring av de porfyriska kalileptiterna har försiggått på två olika sätt. Den ena förskiffringstypen leder till tunnskivighet, med sericitbildning, och är bunden till vissa smala bälten, såsom å nordvästra sidan av Klacken. I den andra typen är den mekaniska effekten mindre framträdande, såsom bl. a. framgår därav, att kvartsströkornen bevaras. Fältspathalten är mer eller mindre starkt reducerad; bergarten består sålunda väsentligen av kvarts och glimrar, i en — bortsett från de relikta strökornen — kristallisationsskiffrig utbildning. Denna typ kan även den vara begränsad till relativt smala zoner, men bildar därjämte ett par stråk av större bredd, såsom Ö om sjön Boten eller mellan Norberg och Risbergsfältet. Den synes emellertid icke utgöra någon övergångsform till cordieritglimmerskiffern; där sådan uppträder i anslutning till ifrågavarande leptit-typ, såsom N om L:a Kysbo, föreligger dem emellan en särdeles tvär övergång.

Frågan om den porfyriska kalileptitens uppkomst är snarast vanskligare, än då det gäller motsvarande natronbergart. Mycket sannolikt är dock, att stora områden även av hithörande bergarter varit stelningsbergarter av lavahabitus. I första hand gäller detta sådana former, som föra strökorn både av fältspat och av kvarts i jämn fördelning. Å andra sidan förekomma i stor utsträckning former, som lika väl kunna representera oskiktade tuffer. En påminnelse i denna riktning giver dels förekomsten av samtidigt kvartsströkornrik och skiktad leptit, varpå de bästa exemplen föreligga vid järnvägen SV om Kallmoraudden samt V om Stora Malmkärren, dels också påtagliga likheter med de delvis så utomordentligt tydligt klastiska »kvartsprickiga hälleflintorna» i Dannemora. De båda analyserade proven representera former, som med största sannolikhet äro stelningsbergarter.

Skiktad kalileptit (i regel jämnkornig).

Från föregående typ skilja sig hithörande bergarter genom frånvaron av strökorn samt framförallt genom en mer eller mindre tydlig skiktning eller skiktbankning. Skiktningen kan markeras genom inlagringar av kvartsrandmalm eller skarn, genom fördelningen av järnglans och epidot m. m., eller mera undantagsvis genom växlande proportioner mellan fältspat och kvarts. Till mineralsammansättningen avvika hithörande former ej alls, eller blott i ringa grad, från de kvartsporfyriska kalileptiternas grundmassa. Huvudbeståndsdelarna äro sålunda mikroklin och kvarts, plagioklas förefinnes i regel, ehuru bestämt underordnad, och är vanligen mycket starkt sericitiserad. Biotit och en i slipprov färglös glimmer uppträda normalt. Epidot är en ofta förekommande beståndsdel, i synnerhet där leptiten växellagrar med malm och skarn. Mera inskränkta till dylika områden äro järnglans, magnetit och granat (förmodligen tillhörande serien grossular-andradit). Även strukturellt överensstämma de hithörande bergarterna med de porfyriska formernas grundmassa. Till färgen visa de ungefär samma variationer som de sistnämnda, ej sällan med utpräglad färgbandning.

Skiktningen lämnar intet tvivel om, att denna bergartstyp är av sedimentärt ursprung, på samma gång som dess kemiska sammansättning hänvisar på ett osorterat eller något uppblandat eruptivmaterial av alldeles samma natur som den kvartsporfyriska kalileptiten. Härav måste man draga den slutsatsen, att typen ifråga är att till sin uppkomst beteckna såsom vulkaniska tuffbildningar, representerade antingen direkt i vatten sedimenterade vulkaniska askmassor, eller också sådana som först avlagrats på land och sedan småningom utsvämmats i vattnet. En del kunna naturligen hava blivit avlagrade på land och undgått senare omlagring; härifrån måste man dock undantaga sådana områden, där leptiten växellagrar med kvartsrandmalm, el. dyl. Typen motsvarar alldeles den jämnkorniga kalileptiten vid Riddarhyttan (22), och är känd även från västligare områden.

Påfallande är här, liksom i allmänhet uti Bergslagens leptiterrängar, sällsyntheten av grövre pyro-

¹ I analys n:o 4 har BaO beräknats såsom bariumfältspat i stället för att sammanslås med K₂O, då annars slutsumman blivit felaktig.

klastiska bildningar, såsom agglomerat och vulkaniska breccior. Det förefaller dock, som om exempel ej helt skulle saknas här. Lindroth (58) har velat tolka blandningen av leptit och malm uti Assessorskanområdet såsom en infiltration av malm uti en dylik grovt pyroklastisk bergart. Det ställer sig emellertid mycket svårt att få fram fullt avgörande bevis för denna tolkning. Omflyttningar i sammanhang med en sönderveckning av leptit och malm i växling kunna giva nära nog identiska resultat. Exempel, där denna senare tydning framstår såsom den mest sannolika, kunna hämtas från trakten V om Hedbergsgruvorna. Det är dock obestridligt, att de fattigare malmvarieteterna vid Assessorskan, med större och mindre, kantiga leptitstycken inneslutna i mager malm, otvunget kunna förklaras i enlighet med Lindroths uppslag. Till förmån för detta talar även den omständigheten, att man uti omgivningens malmfria leptit undantagsvis kan tydligt iakttaga en fragmentstruktur av mikroskopiska mått. Också må framhållas, att den grövre fragmentstrukturens framträdande enbart i malmen icke i och för sig gör tydningen mindre sannolik. En vulkanisk breccia av homogent material, i vilken någon malminfiltration icke ägt rum, kan mycket väl tänkas ha fått sin karaktär helt beslöjad i samband med senare deformation och omkristallisation, under det att en malmimpregnerad bergart alltså låter dessa drag framträda.

Leptiten vid Assessorskan är till en del kvartsporfyrisk. Fragmentstruktur i kvartsporfyrisk kalileptit har också iakttagits vid Spännarhytte skolor. Det är emellertid osäkert, om denna förekomst får tolkas såsom pyroklastisk. Den kan likaväl representera en brecciering in situ, antingen primärt i en viskos ytbergart eller helt sekundärt.¹

Slutligen bör här betonas, att de bergarter, som å kartan betecknats såsom »kalileptit i allmänhet», skilja sig från den här ovan skildrade jämnkorniga typen enbart genom frånvaron av tydliga skiktningföreteelser ävensom, i vissa fall, genom det sporadiska uppträdandet av smärre kvartsströkorn. Huvudmassan utav dem torde vara av samma ursprung som de skiktade formerna, men sannolikt är, att också stelningsbergarter ingå.

Plagioklas-kali-leptiter.

Såsom redan inledningsvis anförts, har denna grupp en skäligen vid amplitud i kemiskt-mineralogiskt hänseende. Med avseende på strukturen är den däremot såtillvida homogen, att den genomgående utmärkes av porfyrisk struktur, varvid strökorn av fältspat nästan alltid föreligga, men strökorn av kvarts ofta saknas och för övrigt endast i vissa varianter uppnå samma frekvens som i de typiska porfyriskalileptiterna. Till färgen äro dessa leptiter i regel gråa, men i ganska växlande nyanser. Mycket vanlig är en genom glimmerns anordning markerad parallellstruktur. Glimmern samlar sig då till mycket tunna fläckar av ungefär en kvadratcentimeters storlek, ofta alldeles plana och inbördes strängt parallella, men i andra fall buckliga i sådan grad, att företeelsen blir mera typisk flasrighet.

Beträffande sammansättningen har redan betonats, att hithörande bergarter variera mellan ytterligheter, som ligga nära å ena sidan de kvartsporfyriska kalileptiterna, å den andra de hornbländerika plagioklasleptiterna. Fullt klarläggande av deras ställning skulle krävt ett ännu mera omfattande material, framförallt beträffande slipprov och analyser, än vad som rimligen kunnat disponeras med hänsyn till denna undersöknings allmänna ändamål. De framkomna resultaten äro dock tillräckliga för att låta denna grupp framstå såsom ett viktigt och mycket upplysande led uti leptitformationen, ej blott för Norbergsområdets vidkommande.

Från de kvartsporfyriska kalileptiterna skiljer sig gruppen genom lägre kvartshalt, allmänt uppträdande av oligoklas jämte mikroklinen, och högre biotithalt. Strökornen av kvarts, där sådana förekomma, äro väsentligen såsom i de ordinära kalileptiterna. Fältspatströkornen äro vida vanligare än i de sistnämnda och saknas sällan, om de också ibland äro granulerade genom omkristallisation. De äro tjockt tavelformiga, och kunna gå upp till ett par mm storlek. I regel äro de uppbyggda av en plagioklas såsom huvudkomponent och av underordnad mikroklin i form av grova inväxningar. Plagioklasen är en oligoklas av något växlande karaktär; bestämningar i olika prov angiva en amplitud från c:a $Ab_{70}An_{30}$ till $Ab_{88}An_{12}$. Zonalstruktur förekommer i allmänhet icke; troligen har sekundärt en utjämning skett. Även i grundmassan ingå både plagioklas och mikroklin, med rätt skiftande proportioner. Plagioklasen har stundom befunnits natronrikare, än vad som angivits för strökornen. Denna mera albitrika sammansättning kan dock tänkas vara sekundär, ty plagioklasen är delvis starkt sericitiserad. Grundmassan innehåller vidare kvarts, samt glimmer i större mängd än i kali-

¹ Lindroth (58) har såsom agglomerat tolkat även en variant av den jämnkorniga kalileptiten, med klumpar huvudsakligen bestående av epidot. Denna huvudsakligen i trakten av Örlinggruvan påträffade typ har av förf. studerats bl. a. i den nya orten till V:a Mångsgruvans malm, å 150 m. avv. (jfr s. 105). Det är samma zon, som förut, efter en annan blottning, skildrats av Lindroth. Förf. kom emellertid till den slutsatsen, att man här har att göra med konkretionära bildningar. Dylika epidotkoncentrationer äro ju påvisade på många andra ställen i bergarter av jämförlik karaktär, så t. ex. i mikroklinleptit å Liikavaara vid Nautanen (21, s. 71).

leptiterna, både biotit och en i slipprov färglös art, samt ofta epidot. Dessutom finnas oftast apatit (påfallande vanlig, jämfört med det sporadiska uppträdandet i de saliska leptiterna) och magnetit, samt ibland ett grönt hornblände. Grundmassans kornstorlek varierar ungefär såsom i de kvartsporfyriska kalileptiterna.

Till närmare belysande av hithörande leptiters sammansättning föreligga två analyser.

Analys n:o 5.					
	%	Mol. prop.		Norm	
SiO ₂	68.39	1.3142	Q = 26.26	F = 65.79	Sal = 92.05
TiO ₂	0.43	0.0054	Or = 22.50		
Al ₂ O ₃	15.34	0.1501	Ab = 26.98		
Fe ₂ O ₃	1.62	0.0101	An = 16.31		
FeO	2.06	0.0287	CaSiO ₃ = 0.33		
MnO	0.05	0.0007	MgSiO ₃ = 1.55		
MgO	0.62	0.0154	FeSiO ₃ = 1.84	Fem = 7.06	
CaO	3.54	0.0631	Mt = 2.34		
Na ₂ O	3.18	0.0513	Il = 0.82		
K ₂ O	3.73	0.0396	Ap = 0.18		
BaO	0.11	0.0007		+ H ₂ O, S	99.11
H ₂ O	0.80	0.0444			0.82
P ₂ O ₅	0.09	0.0006			99.93
S	0.02				
	99.98				

Spec. vikt: 2.71

Analys n:o 6.					
	%	Mol. prop.		Norm	
SiO ₂	64.76	1.0740	Q = 20.03	F = 63.57	Sal = 83.60
TiO ₂	0.65	0.0081	Or = 15.96		
Al ₂ O ₃	15.16	0.1483	Ab = 30.30		
Fe ₂ O ₃	1.51	0.0095	An = 17.31		
FeO	4.13	0.0575	CaSiO ₃ = 0.69		
MnO	0.10	0.0014	MgSiO ₃ = 5.37		
MgO	2.15	0.0533	FeSiO ₃ = 5.46	Fem = 15.29	
CaO	4.00	0.0713	Mt = 2.20		
Na ₂ O	3.57	0.0576	Il = 1.23		
K ₂ O	2.62	0.0278	Ap = 0.34		
BaO	0.12	0.0008		+ H ₂ O, S	98.89
H ₂ O	1.03	0.0572			1.045
P ₂ O ₅	0.15	0.0011			99.935
S	0.015				
	99.965				

Sp. vikt: 2.75

Analys n:o 5: Leptit med strökorn av fältspat (ej av kvarts); landsvägen Ö om Gäsen. A. Bygdén, S. G. U:s laboratorium. Aktuell mineralsammansättning: plagioklas (strökornen > 26 % An), mikroklin, kvarts, biotit, epidot, opaka malmkorn, titanit, apatit.

Analys n:o 6: Leptit, med strökorn av fältspat (helt sporadiskt även kvarts); SO om Ungtjärn. A. Bygdén, S. G. U:s laboratorium. Aktuell mineralsammansättning: plagioklas (strökorn > 30 % An), mikroklin, kvarts, hornblände, biotit, titanit, apatit, litet malmkorn och zirkon.

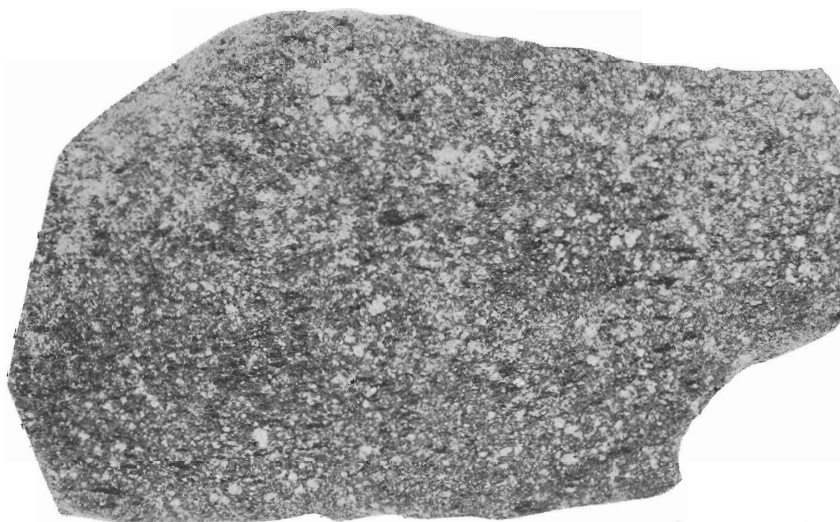
Leptitbergarter, som passa in i denna grupp, äro tidigare kända från flera olika områden av Bergslagens leptitformation. H. E. Johansson (54, s. 280) anför sådana från Grängesberg, förf. från Riddarhyttan (22, s. 17) och Lindroth (61) från Garpenberg. I samtliga fall har beskrivaren även betonat bergartens dacitiska eller kvartslatitiska karaktär. De av förf. såsom »kvartsförande porfyr, leptitisk» beskrivna bergarterna från Falutrakten (20) äro också jämförbara. Även kunna nämnas den av A. Högbom anförda förekomsten vid Malingsbosjön (43), närmast anknuten till Riddarhyttetraktens hithörande bergarter, samt den av Holmquist (44) beskrivna kvartsporfyriska leptiten från Utö, som liknar vissa hithörande bergarter i Norberg.

Till sin uppkomst synas hithörande leptiter i huvudsak vara att tolka såsom stelningsbergarter. Härför talar främst den i allmänhet jämna strökornsfördelningen. I vissa fall kan man vara benägen att räkna med hypabyssiska intrusioner snarare än effusiva bildningar. Detta gäller exempelvis vissa former SO om sjön Un-

gen, vilka vid makroskopisk granskning te sig påfallande lika en urgranit. Den mikroskopiska undersökningen visar emellertid, att denna aspekt bestämmes enbart av strökornsrikedomen, och att det föreligger en synnerligen väl markerad hiatus mellan strökornen och grundmassan. Ej heller det sporadiska uppträdandet av inneslutningar av andra leptitiska bergarter, noterat i samma trakt, utgör något vägande skäl mot plagioklas-kali-leptiternas tolkning såsom ytbildningar. För övrigt föreligga för några mindre områden av hithörande bergarter mycket starka skäl att antaga, att de ursprungligen bildats såsom agglomerat (grov tuff, eller möjligen flytbreccia). Omkring 1 km Ö om Gäsen ävensom något längre åt NO (strax utanför kartans gräns, intill L:a Djupkärra) anstå dylika fragmentrika former. Fragmenten äro skärvor av grå färg och vanligen ett par cm längd, omgivna av en ljusare matrix. Den mikroskopiska undersökningen visar, att även denna matrix är inhomogen. I densamma ingår plagioklasrik, förhållandevis kvartsig leptit tillhörande plagioklas-kali-gruppen, i form av fläckar av växlande storlek — även enstaka plagioklasströkor — allt inbäddat i en massa, som huvudsakligen består av pflasterkornig kvarts och i övrigt av biotit, epidot, m. m. De för blotta ögat så starkt framträdande gråa fragmenten äro även i slipprov skarpt skilda från den nu skildrade mellanmassan. De äro rika på biotit, epidot och magnetit, titanit- och kvartsförande, men bestå huvudsakligen av plagioklas (av ljusbrytningen att döma oligoklasartad) i form av lister om upp till 0.10 mm längd, subparallellt anordnade. Man har svårt att tänka sig annat än att dessa plagioklaslister äro bevarade primära korn. Den sannolikaste tolkningen av bergarten i dess helhet blir uppenbarligen, att den utgör en vulkanisk breccia, uppbyggd av material tillhörande plagioklas-kali-leptiternas grupp, och partiellt silicifierad före metamorfosen.¹

Hornbländeförande plagioklasleptit.

Medan en del av de till föregående grupp hänfödda bergarterna föra hornblände i mera underordnad mängd, avser denna beteckning former, som äro hornbländerika och dessutom sakna nämnvärd halt av kalifältspat. I sitt nuvarande skick kunna de närmast betecknas såsom kvartsamfiboliter med till formen bevarade fältspatströkor. Till färgen äro de vanligen mörkt grågröna, med matta, ljust gröngula strökor av en påtagligen starkt omvandlad plagioklas, tjockt tavelformiga och intill ett par mm långa. Fig. 6 visar en karak-



Arvid Karlsson foto.

Fig. 6. Vittrad yta av plagioklasleptit, S om sjön Ungen. Nat. storl. *Weathered surface of plagioclase leucite from S. of Lake Ungen. Nat. size.*

teristisk vittrad yta. Mikroskopisk undersökning visar, att fältspaten alltigenom är sericitiserad. Grundmassan innehåller, utom fältspatpseudomorfer, ett »blågrönt» hornblände, kvarts, titanit, magnetit och apatit.

På grund av bergarternas starkt omvandlade skick har ingen analys utförts på denna grupp. Till den ursprungliga karaktären torde dessa leptiter snarast hava varit andesitiska lavabergarter.

¹ Om motsvarande leptitgrupp i Garpenberg säger Lindroth (61, s. 596, not) helt kategoriskt: »Liksom vid Garpenbergleptiterna i allmänhet har man att göra med tuffer». Någon motivering anföres ej. Förf. har själv sett en betydande del av området; bergarterna voro där utbildade såsom de homogena formerna i Norberg och gävo ingen positiv anledning till anförda tolkning.

Cordieritglimmerskiffer och »malmkvartsit».

Hithörande bergarter överensstämma i allt väsentligt med de från mellansvenska sulfidmalmfält välbekanta omvandlingsbergarterna.

Cordieritglimmerskiffern har här uppdelats på två olika typer, ljus och mörk. Mineral-sällskapet är i stort sett gemensamt för dem båda: kvarts, biotit (i slipprov måttligt starkt brunfärgad), en vit till svagt grönaktig och i slipprov nästan färglös glimmer med liten optisk axelvinkel, samt cordierit. I den ljusa glimmerskiffern är det bland glimrarna den ljusa formen som dominerar, utbildad i små fjäll (omkr. 0.1 mm eller något mera); bergarten är ljusgrå till nästan vit, sidenglänsande på förskiffringsytorna. I den mörka glimmerskiffern åter överväger biotiten alldeles, vanligen i form av större tavlor, vidare torde kvartshalten vara lägre. Beträffande cordieriten synes såtillvida en skillnad föreligga, att den i förstnämnda fall plägar vara ljus grågul till färgen, i det senare mera blågrå. Den är emellertid, liksom oftast i bergarter av denna karaktär, utpräglad poikilitiskt utbildad, och dess färg i bergarten influeras givetvis starkt av denna omständighet. Starkt orangegul färg, som förekommer i cordierit på flera ställen i Bergslagen, har undantagsvis iakttagits även här i den ljusa skiffern. Partiell omvandling till mycket finfjälliga aggregat av ljus glimmer är vanlig. Vad formen beträffar, finner man ofta cordieriten såsom större »ovoider» av decimetermått. Av andra mineral är att anföra andalusit, som iakttagits såsom mikroskopiska korn i ljus glimmerskiffer, samt den ofta uppträdande turmalinen, stundom synlig redan för blotta ögat, varjämte stjärnor av rombisk amfibol ofta uppträda i den mörkare formen. Den ljusa glimmerskiffern, som har utpräglad kristallisationsskiffrighet, är oftast tunnbladigt skiffrig, och visar särskilt å vittrad yta tydligt en uppbyggnad av lameller om en eller annan mm tjocklek. Den mörka är mera massformig. Den förstnämnda liknar den dominerande utbildningsformen av cordieritglimmerskiffern vid Falun (20) och Riddarhyttan (22). Den senare motsvaras vid Falun närmast av former som uppträda lokalt vid Näverberg (20, fig. 34, s. 186) ävensom, i något annan utbildning, vid Nikolai-gruvan och Pilboberget (20, s. 118). Samma typ har av Lindroth (61) beskrivits från Garpenbergs socken.

Beträffande glimmerskiffrens förhållande till leptiterna äro följande omständigheter att framhålla. Glimmerskiffrig leptit intager i petrografiskt hänseende en mellanställning, evad den utmärker sig genom en mera allmän glimmerskifferomvandling av grundmassan eller genom en i markerade zoner uppträdande nybildning av glimrar, kvarts och turmalin. Såsom ovan anförts, har den förra formen iakttagits i kalileptit, den senare huvudsakligen i natronleptit; osannolikt är dock, att dessa förhållanden få generaliseras. Med avseende på läget utgöra emellertid de nu anförda formerna mellanled endast såtillvida, att den sistnämnda kan ses i nära anslutning till cordieritglimmerskiffer. På det hela taget är övergången från leptit till cordieritglimmerskiffer skäligen tvär, och några mellanzoner av cordieritfri glimmerskiffer framträda mestadels icke, i varje fall ej tydligt. Det är vidare anmärkningsvärt, att den ljusa formen i regel är närmast ansluten till natronleptit, om den också i stor utsträckning befinner sig i kontakt med kalileptit, framförallt kvartsporfyriska former. Den mörka formen uppträder NV om L:a Kysbo såsom band i kalileptit. Dessutom är den i samma zon, V om Hedbergsgruvorna, anknuten till den där uppträdande egenartade formen av natronleptit, vilken också i viss utsträckning uppvisar en mera diffust fördelad partiell omvandling under nybildning av kvarts och cordierit. I Hästefältet, där skiffrens utbildning icke är fullt typisk (vanligen högre kvartshalt och mindre framträdande cordierit), är dess fördelning mera indifferent. Sin största utbredning har emellertid denna form av cordieritglimmerskiffern tillsammans med plagioklas-kali-leptit i områdets sydvästra del (V om G:l:a Kolningberg, Ö om V:a Djupkärre, o. s. v.). Det är anmärkningsvärt, att den av Lindroth skildrade likartade bergarten i Garpenberg är anknuten till alldeles motsvarande leptiter (61). Förklaringen får troligen sökas i utgångsmaterialets i båda fallen avsevärda järnhalt.

Malmkvartsiterna inom Norbergsområdet tillhöra relativt järnrika former och utmärkas framförallt av almandinggranat, ofta även av en i stoff svart gedrit. Makroskopiskt karakteriseras de, liksom granatkvartsiter i allmänhet, av de några cm stora, blekröda fläckarna av poikilitiskt kvartsgenomvuxen granat, mellan vilka ligga stjärnor av gedrit, biotit, samt ofta rena kvartsfläckar. Undantagsvis kan turmalin iakttagas redan med blotta ögat. I vissa mindre vanliga varianter kan andalusit påvisas mikroskopiskt. Även finnes i rätt stor utsträckning mörk kvartsit utan granat. Däremot synas här icke, i varje fall ej i nämnvärd skala, förekomma de mera »magnesiabetonade» kvartsiter, som utmärkas av kombinationen cordierit, antofyllit och kvarts. Malmkvartsiterna uppträda huvudsakligen inom Kallmora- och Hästefälten, såsom närmare skildras i detaljbeskrivningen av dessa fält.

Beträffande uppkomsten av de nu beskrivna cordieritglimmerskifferna och malmkvartsiterna kunde det måhända räcka med en hänvisning till sådana tidigare undersökta områden, där det kunnat ledas i

bevis, att fullständigt motsvarande bergartstyper — lika både i mineralsammansättning och i strukturvariationer — uppkommit genom metasomatisk omvandling av leptiter under tillförsel av framförallt magnesia (varav beteckningen magnesiometasomatos) men även järn, kisel och möjligen aluminium, m. m. Emellertid kunna från Norberg ytterligare belägg för denna tolkning anföras. Sålunda visa banden av mörk glimmerskiffer, trots det att de i stort sett följa leptitens lagerställning, stundom alldeles tydligt ett metasomatiskt uppträdande genom förträngning av leptiten. Bästa exemplen härpå föreligga V om G:la Kolningberg. För den ljusa formens förhållande till leptiterna kunna inga jämförliga iakttagelser anföras, med undantag av den redan skildrade, zonvis uppträdande omvandlingen av natronleptit (jfr även nedan).

Synnerligen upplysande fakta kunna anföras från malmkvartsiterna, i synnerhet från Kallmoragruvan. Man finner där flerstädes rester av leptit (kvartsporfyrisk natronleptit) uti kvartsiten, och kan under mikroskopet studera gränsförhållandena i detalj. Man kan därvid, inom de få kvadratcentimeter, som preparatet omfattar, urskilja partiell omvandling av leptiten, än med finfjälliga, sericitartade glimmeraggregat i fältspaternas ställe, än med utbildning av större, poikilitiska glimmertavlor samt med riklig nybildning av kvarts och av andalusit, varjämte en blekfärgad turmalin kan uppträda i betydande mängd. Det framstår av strukturförhållandena såsom mycket sannolikt, även om absolut säkra bevis icke kunna presteras, att leptitgrundmassan redan uppnått sin nuvarande, granoblastiska struktur, när kvartsitbildningen började. De nybildade kvartskornen äro ungefär 5 å 10 gånger så stora som grundmassekornen i natronleptiten. Vissa detaljer låta förmoda, att först fältspaten förstöres under glimmerbildning men med ringa förändring i övrigt uti bergarten, och att senare malmkvartsitens grövre kvarts och silikatmineral komma till utbildning. Antydningar om ett dylikt förlopp hava även av förf. iakttagits i malmkvartsiter vid ett par mellansvenska sulfidfält.

De här skildrade gränsförhållandena mellan leptit och malmkvartsit äro även ägnade att belysa de egenartade relationer, som på flera ställen (S om Tallgruvan, Månsbo) iakttagits mellan urgranitens albitgranitiska randzon och ljus glimmerskiffer. Någon tydlig gräns kan där icke urskiljas i fält. Uti kraftledningsgatan vid Månsbo finnes en håll, där fullt typisk albitgranit och cordierit-andalusit-glimmerskiffer skiljas åt av en zon om ett par meter, där de båda bergarterna synas omärkligt övergå i varandra. Tre mikroskopiskt undersökta prov, tagna i följd inom denna övergångszon, visa följande karaktärer: 1) albitgranit, i huvudsak primärstruerad men kvartskornen »fältadelade»; 2) en bergart bestående av kvartskorn och kvartsfält, i storlek ungefär som föreg. preparats kvartsfält, skilda från varandra av ett aggregat av finkornigare kvarts, mycket svagt gröngul glimmer, samt enstaka korn av albit; 3) kvartsfält såsom i föreg. preparat skiljas åt av girlander av cordierit samt glimmer av nyss anförd art. Senare kommer den typiska glimmerskiffern, med cordieriten i större fält, smärre andalusitkorn (ofta omgivna av cordierit) samt kvarts i mindre korn än förut skildrat. Vid Tallgruvan är blottningen av gränzonen mera obetydlig — en liten och starkt söndersprucken håll — varför någon systematisk profil icke erhållits. Undersökta prov giva dock i princip samma bild, som provserien från Månsbo. Särskilt påfallande är den form, som delvis visar granitens kvartskorn ännu igenkännliga och mellan dem — sålunda i fältspatens ställe — typiska cordieritpseudomorfer med små inneslutna kvartskorn, samt tavlor av ljus glimmer, medan andra partier otvivelaktigt innehålla tillförd kvarts.

Såväl de nu skildrade företeelserna vid Månsbo och Tallgruvan i och för sig som jämförelsen med övergången mellan leptit och kvartsit i Kallmoragruvan göra det ytterligt sannolikt, att albitgraniten indragits uti de till bildning av cordieritglimmerskiffer ledande omvandlingarna. Härav får man dock ej utan vidare sluta, att hela det band av vit glimmerskiffer, som på långa sträckor följer granitgränsen, skulle ersätta albitgranit. Troligare är, att det delvis förträngt leptit.

Beträffande glimmerskiffernas och malmkvartsiternas kemiska beroende av olika leptittyper hava erfarenheterna tidigare skiftat. H. E. Johansson har betonat (88, s. 7), att hithörande järnrikare bergarter äro anknutna till kalirika leptiter, de magnesiarikare åter till natronleptiter. Magnusson (64) fann samma regel i Persbergstrakten, varifrån förmodligen redan en del av Johanssons erfarenheter voro hämtade. Däremot fann förf. vid Riddarhyttan (22, s. 125—126) utpräglat »magnesiabetonade» glimmerskiffer och kvartsiter även i samband med kalileptit. Inom Norbergsområdet synes den av Johansson uppställda regeln finna ett visst stöd i glimmerskiffertypernas fördelning, varemot granatkvartsitens uppträdande i samband med natronleptit utgör ett avgörande undantag. Någon »regel» föreligger tydligen icke. Tendensen till regelbundenhet är icke större, än vad man måste förutsätta redan ur den synpunkten, att även den omvandlade bergartens primärsammansättning satt vissa spår i slutprodukten. Ett av förf. (26) framkastat uppslag för studiet av det kemiska sambandet mellan leptit- och malmtyper skulle i så fall ej lova mycket.

Slutligen kan böra betonas, hurusom i Norberg glimmerskiffer och malmkvartsit uppträda mera skilda åt, än vad fallet är uti förut studerade områden, där sambandet vanligen är ytterst utpräglat. De stora glimmer-

	N:o 7	N:o 8	A	B	C	D
H ₂ O avgivet vid 105°	0.20	0.12	ej best.	ej best.	ej best.	ej best.
Glödningsförlust (CO ₂ + H ₂ O + 105°) med korr. } för vid oxidation av FeO upptaget O }	45.18	45.28				
»CO ₂ »			42.70	43.11	45.45	40.00
I utspädd HCl olöst substans, glödgad	1.93	1.08	—	—	—	—
SiO ₂	0.34	0.25	0.81	0.32	0.42	5.86
Al ₂ O ₃	{ 0.16	{ 0.21	spår	0.10	0.20	0.22
Fe ₂ O ₃			7.43	7.00	4.48	—
FeO	2.82	5.30	—	—	—	3.34
MnO	0.48	0.78	1.04	1.20	0.80	0.37
MgO	18.34	17.29	16.92	17.38	17.80	11.78
CaO	30.27	29.53	30.62	30.73	30.80	38.64
S	—	—	0.011	0.008	0.003	0.014
P ₂ O ₅	ej best.	ej best.	0.005	0.006	0.005	0.002
	99.72	99.84	99.536	99.854	99.958	100.226

Uti de tre tekniska analyserna har tydligen intet försök gjorts att bestämma FeO-halten, utan allt järn har beräknats såsom trevärdigt. Redan siffrorna för MnO belysa detta. Vidare är frånvaron av olöslig substans påfallande, även om i dessa fall intet angives rörande koncentrationen av den använda HCl. Till belysande av bergartens mineralsammansättning äro dessa analyser i och för sig ej användbara, men de bekräfta, att den av analys n:o 8 representerade stuffen i stort sett är typisk för brottet i dess helhet. Bergarten från Flänga åter är en kalksten med helt lågt halt av MnO.

Sedimentär kvartsit.

Den kvartsit, som uppträder inom kartområdets nordvästra delar, utgör ett av de märkligaste leden i leptitformationen. Den finnes redan urskild på Peterssons karta (74) under beteckningen »kvartsitisk hälleflint-gnejs». Tyvärr är emellertid dess utbredning delvis felaktigt angiven, i det att S om sjön Ungen olika slag av leptiter erhållit denna beteckning, därför fick den märkliga förekomsten ej den uppmärksamhet, som dess geologiska betydelse förtjänade.¹

Kvartsiten är vanligen gråvit, i regel utan tydligt synlig skiffrighet, skiktbankad med ända ned till ett par centimeters banktjocklek, och stundom fullt typiskt diskordantskiktad. Mikroskopisk undersökning visar emellertid, att någon alldeles otvetydig klastisk anordning av kvartskornen icke är bevarad. Vissa antydningar finnas dock. Kvartsen är mestadels utbildad i parallellt längsträckta korn med en längd av vanligen 0.3—0.5 mm; mikroskopiskt framträder sålunda en alldeles tydlig kristallisationsskiffrighet. Övriga mineral äro i stort sett grupperade mellan kvartskornen. Främst bland dem komma fältspat och glimmer. Fältspaten är vanligen en starkt sericitgrumlad, albitisk plagioklas; i kvartsitzonen vid Solfallet har därjämte påvisats frisk mikroklin. Den vanligaste glimmern är i slipprov färglös eller ljust blågrön, med liten optisk axelvinkel. Mera sällan träffas även biotit. I övrigt märkes epidot, samt mera sporadiskt apatit, magnetit, titanit, kalkspat.

Den renaste kvartsiten torde finnas i de översta (nordvästra) delarna av zonen mellan Ungen och Pattjärn. Kornstorleken är där störst, vilket förmodligen sammanhänger med granitens närhet. Bergarten är på vittrad yta karakteristiskt isgrå. Ett typiskt stuffprov, taget SV om Pattjärn, har å Sveriges geologiska undersöknings laboratorium analyserats av Dr A. Bygdén, som meddelat följande siffror:

SiO ₂	94.32 %
Al ₂ O ₃	3.32 »
Fe ₂ O ₃	0.09 »
TiO ₂	0.03 »
Glödningsförlust	0.45 »
	98.21 %

¹ Förf. gjorde år 1911 under fältstudier i Norberg en exkursion för att studera kvartsiten, men valde den S om Ungen angivna förekomsten och kom därav till den felaktiga slutsatsen, att icke någon verkligt kvartsitisk bergart låg till grund för kartans beteckning.

	N:o 7	N:o 8	A	B	C	D
H ₂ O avgivet vid 105°	0.20	0.12	ej best.	ej best.	ej best.	ej best.
Glödningsförlust (CO ₂ + H ₂ O + 105°) med korr. för vid oxidation av FeO upptaget O }	45.18	45.28				
»CO ₂ »			42.70	43.11	45.45	40.00
I utspädd HCl olöst substans, glödgad	1.93	1.08	—	—	—	—
SiO ₂	0.34	0.25	0.81	0.32	0.42	5.86
Al ₂ O ₃	{ 0.16	{ 0.21	spår	0.10	0.20	0.22
Fe ₂ O ₃			7.43	7.00	4.48	—
FeO	2.82	5.30	—	—	—	3.34
MnO	0.48	0.78	1.04	1.20	0.80	0.37
MgO	18.34	17.29	16.92	17.38	17.80	11.78
CaO	30.27	29.53	30.62	30.73	30.80	38.64
S	—	—	0.011	0.008	0.003	0.014
P ₂ O ₅	ej best.	ej best.	0.005	0.006	0.005	0.002
	99.72	99.84	99.536	99.854	99.958	100.226

Uti de tre tekniska analyserna har tydligen intet försök gjorts att bestämma FeO-halten, utan allt järn har beräknats såsom trevärdigt. Redan siffrorna för MnO belysa detta. Vidare är frånvaron av olöslig substans påfallande, även om i dessa fall intet angives rörande koncentrationen av den använda HCl. Till belysande av bergartens mineralsammansättning äro dessa analyser i och för sig ej användbara, men de bekräfta, att den av analys n:o 8 representerade stuffen i stort sett är typisk för brottet i dess helhet. Bergarten från Flänga åter är en kalksten med helt låg halt av MnO.

Sedimentär kvartsit.

Den kvartsit, som uppträder inom kartområdets nordvästra delar, utgör ett av de märkligaste leden i leptitformationen. Den finnes redan urskild på Peterssons karta (74) under beteckningen »kvartsitisk hälleflint-nejs». Tyvärr är emellertid dess utbredning delvis felaktigt angiven, i det att S om sjön Ungen olika slag av leptiter erhållit denna beteckning, därför fick den märkliga förekomsten ej den uppmärksamhet, som dess geologiska betydelse förtjänade.¹

Kvartsiten är vanligen gråvit, i regel utan tydligt synlig skiffrighet, skiktbankad med ända ned till ett par centimeters banktjocklek, och stundom fullt typiskt diskordantskiktad. Mikroskopisk undersökning visar emellertid, att någon alldeles otvetydig klastisk anordning av kvartskornen icke är bevarad. Vissa antydningar finnas dock. Kvartsen är mestadels utbildad i parallellt långsträckta korn med en längd av vanligen 0.3—0.5 mm; mikroskopiskt framträder sålunda en alldeles tydlig kristallisationsskiffrighet. Övriga mineral äro i stort sett grupperade mellan kvartskornen. Främst bland dem komma fältspat och glimmer. Fältspaten är vanligen en starkt sericitgrumlad, albitisk plagioklas; i kvartsitzonen vid Solfallet har därjämte påvisats frisk mikroklin. Den vanligaste glimmern är i slipprov färglös eller ljus blågrön, med liten optisk axelvinkel. Mera sällan träffas även biotit. I övrigt märkes epidot, samt mera sporadiskt apatit, magnetit, titanit, kalkspat.

Den renaste kvartsiten torde finnas i de översta (nordvästra) delarna av zonen mellan Ungen och Pattjärn. Kornstorleken är där störst, vilket förmodligen sammanhänger med granitens närhet. Bergarten är på vittrad yta karakteristiskt isgrå. Ett typiskt stuffprov, taget SV om Pattjärn, har å Sveriges geologiska undersöknings laboratorium analyserats av Dr A. Bygdén, som meddelat följande siffror:

SiO ₂	94.32 %
Al ₂ O ₃	3.32 »
Fe ₂ O ₃	0.09 »
TiO ₂	0.03 »
Glödningsförlust	0.45 »
	98.21 %

¹ Förf. gjorde år 1911 under fältstudier i Norberg en exkursion för att studera kvartsiten, men valde den S om Ungen angivna förekomsten och kom därav till den felaktiga slutsatsen, att icke någon verkligt kvartsitisk bergart låg till grund för kartans beteckning.

»Återstoden CaO, MgO (kval. påvisade), trol. alkalier».

De undre delarna av det breda kvartsitområdet mellan Ungen och Gladtjärn uppvisa delvis grågröna, nästan sericitskifferartade former.

Uti det undre kvartsitbältet finnes en förträfflig skärning SV om Solfallet, längs den nya landsvägen mot Halvarsbänning. Bergarten är där relativt fältspatrik (jfr ovan), i friskt brott ljus gulaktigt grå, med tunna gråsvarta skikt i vackert diskordant anordning. Den liknar därför för blotta ögat en lindrigt metamorfoserad sandsten, men under mikroskopet visar den i huvudsak kristallin struktur. De en eller ett par mm tjocka mörkare skikten bestå huvudsakligen av fältspater, glimrar, epidot och magnetit, utan kvarts, samt innehålla påfallande mycket apatit. Vidare finnes här ett magnetitlager i kvartsiten, blottat å ömse sidor om vägen och växlande i mäktighet mellan 5 och 15 cm, däruti dock inberäknade några tunna inlagringar av mera normal kvartsitkaraktär. Dess huvudbeståndsdel är magnetit, utan några titanjärnsinväxningar el. dyl., delvis utbildad i tydlig oktaederform, med en kornstorlek om c:a 0.1—0.2 mm. Mellan magnetitkornen är en massa av kvarts och finfjällig, sericitartad glimmer, jämte zirkon (ibland innesluten i magnetit), apatit och ortit. Av dessa utgör zirkonen, enligt uppmätning av ett antal slipprov, c:a 0.8 volymprocent av lagret, och apatiten 0.27 procent. Mineralen ifråga äro emellertid ojämnt fördelade; i vissa nivåer uppgår deras mängd till vida större värden

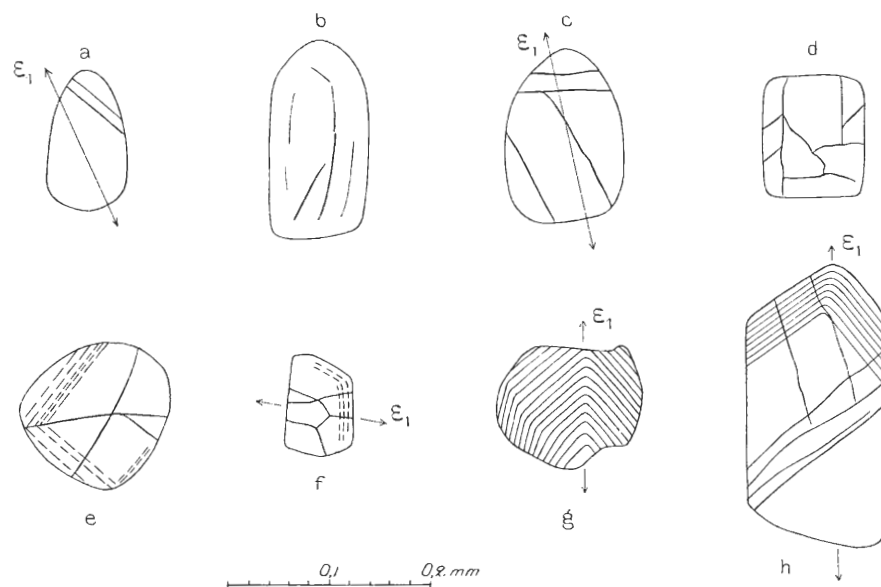


Fig. 7. Zirkonkorn (med sprickor och »Schalenbau») ur magnetitrikt lager i kvartsit, SV om Solfallet. Zircon grains in »blacksand» layer in quartzite, S.W. of Solfallet.

än de anförda genomsnitten. Under det att magnetiten otvivelaktigt är nykristalliserad i bergarten, och det samma troligen gäller även om kvartsen, kan apatiten möjligen utgöra relikta klastiska korn och lämnar zirkonen alldeles avgörande bevis för en dylik natur. Apatiten är utbildad i något avlånga korn av växlande storlek, ungefär från 0.02 till 0.20 mm. Zirkonkornen äro mera jämnstora, med största diametern vanligen omkring 0.10—0.20 mm, samt mera tydligt prismatiska. Såväl utpräglad »Schalenbau» som zonalstruktur utan dylik avsöndring ses ofta. Kristallformen kan visserligen ofta skönjas, men konturerna äro aldrig skarpa, och det normala är en avrundad form, som ofta skär över den zonala byggnaden (fig. 7).

Det är av här anförda drag utan vidare klart, att det magnetitrika lagret representerar en typisk »svartsand», en mekanisk anrikning av tyngre mineralbeståndsdelar i en sandavlagring. Redan kvartsitens allmänna karaktär, ävensom de diskordant anordnade tunna skikten av dylik natur, innebära ju bevis nog för att hela kvartsitmassan utgör en metamorf sandstensavlagring, men den bekräftelse på denna tolkning, som magnetitlagret ger, har dock sitt värde. Detta lager har även, såsom vidare skall utvecklas i det följande (s. 52), ytterligare viktiga upplysningar att giva oss.

Kvartsiten utgör sålunda ett mycket märkligt inslag i Norbergsområdets lagerföljd, och dess relationer till leptiterna blir en fråga av fundamental betydelse för uppfattningen av områdets geologiska historia. På två ställen — SV om Pattjärn i det större kvartsitområdet, och Ö om Solfallet i det undre bältet — hava påträffats utmärkta blottningar, som visa kvartsiten i kontakt med underliggande leptit, i båda fallen en kvarts-

porfyrisk kalileptit. Prov av leptiten från förstnämnda lokal har även granskats mikroskopiskt. Det visade sig då, att grundmassan är åtskilligt förändrad, huvudsakligen bestående av kvarts och glimmer, endast fläckvis förande mikrokin, varemot kvartsströkornen äro ordinära. Bergarten synes sålunda vara något omvandlad, förmodligen genom vittring av mycket ringa djupgående före kvartsitens avlagrande. Men man ser ingen som helst upplösning av leptitens strukturella förband, och gränsen mot kvartsiten är knivskarp. Man får det intrycket, att sanden avlagrats på en skäligen jämn hällmark. Ingenstädes kan det minsta spår av konglomeratiska bildningar påvisas, under det att så är fallet, om också blott i mycket liten skala, vid de förekomster av analog bergart, som A. Högbom skildrat från Fagerstatrakten (48, 49).

Huvudområdet av kvartsit vilar på leptiter och begränsas i NV av urgranit, som NO om Ungen visar intrusiv kontakt emot kvartsiten. Det förbi Solfallet strykande bältet återigen begränsas på ömse sidor av leptit, och kunde därför giva anledning till den förmodan, att avlagring av sandsediment börjat, redan innan uppbyggnaden av den vulkaniska formationen avslutats. Såsom närmare utvecklas i kapitlet om leptitformationens tektonik (s. 62), är det dock nödvändigt räkna med den möjligheten, att kvartsitbältet ifråga bringats i det ifrågavarande läget genom tektoniska störningar, och stratigrafiskt sett är att jämföra med huvudområdet.

Möjligheterna att praktiskt utnyttja dessa kvartsitförekomster torde icke vara stora, att döma av den ovan anförda analysen. Måhända kunna dock de renaste kvaliteterna få någon användning.

Malmtyperna.

Kvartsrandiga järnmalmer.

Norbergs »torrstenar» tillhöra alltigenom de kvartsrandiga malmernas typ, och för dem gäller denna typs allmänna karakteristik. De äro sålunda väl avgränsade mot den leptitiska sidostenen, ehuru ofta regelbundet växellagrande med densamma. Deras malmmineral är järnglans eller magnetit, eller båda i blandning, dock vanligen med järnglansen öfvervägande. Den viktigaste gångarten är kvarts, uppträdande i regelbundna skikt. Jämte kvartsen ingå ofta skarnsilikat, särskilt brun andraditgranat, stundom aktinolitisk strålsten. Svavelhalten är låg, fosforhalten likaså, dock äro hithörande malmer i Norberg icke »fosforrena», utan hava högre fosforhalt än områdets övriga järnmalmstyper. I det följande skola nu vissa sidor närmare skärskådas.

Förhållandet till leptiterna. Kvartsrandmalmerna uppträda så gott som uteslutande i de skiktade kalileptiterna. Undantag utgöra några obetydliga lager V om L:a Kylsbo, vilka synas vara omgivna av massformig kvartsporfyrisk kalileptit, de starkt sönderveckade lagren i natrondominant leptit V om Hedbergsgruvorna, samt de små blodstenslagren i Långgruveområdet i Hästefältet, som ligga uti en mestadels jämnkornig, skiktad natronleptit, och de i kvartsporfyrisk natronleptit hemmahörande lagren i Kallmorbergsgruvan. Liksom malmerna i sig själva visa en ytterst regelbunden skiktbyggnad, kunna de även växellagra med leptiten. Detta sker såväl i större skala, så att malm- resp. leptitlager av upp till åtskilliga meters mäktighet alternera med varandra, som i de minsta mått. I sistnämnda fall är dock kvartsrandningen i regel försvunnen, såsom naturligt är, eftersom hela malmskiktets tjocklek nedgår under den för de olika ränderna normala mäktigheten. Härvid uppträder även ofta den företeelsen, att leptiten innehåller tunna, järnglansrika skikt (mindre ofta magnetitförande), växellagrande med renare kvarts-fältspat-skikt (leptitskikt). Epidot och andraditartad granat äro gärna associerade med järnglansen, och kunna för övrigt ensamma bilda skikt i lagerserien. Däremot ser man blott mycket sällan ordinära kvartsskikt uppträda ensamma i leptiten, utan åtföljande malmmineral.¹ Totalbilden blir sålunda den, att de egentliga malmkropparna av hithörande typ bilda mäktiga, själva skiktade inlagringar uti en lagerserie av skiktade kalileptiter, med eller utan en finare växellagring mellan malm- och leptitmaterial. Den rikligaste växellagringen synes vara att finna i trakten kring Åsgruvan samt V om Östansmossa, där större inlagringar av kvartsrandmalm saknas. Själva gränsen mellan verklig malm och leptit förblir dock alltid en skarpt markerad skikttyta; ingenstädes finner man något slags övergång genom »utspädning».

Malmmineralen. Uti flertalet av de stora malmkropparna av kvartsrandmalm, liksom f. ö. även i de mindre, är järnglans det dominerande malmmineralet, och malmen sålunda att beteckna såsom blodsten. I G:la Morbergsfältet beräknas anrikningsmalmen i genomsnitt hålla 40 % järnglans och 15 % magnetit. Uti

¹ Någon gång kan man observera »malmager» i leptiten, vilka bestå av ett enda malmskikt, under- och överlagrat av enkla kvartsskikt.

fyndigheten i dess helhet måste blodstenens andel vara ännu större; man uppgiver 55 % järnglans och 14 % magnetit (samtliga data meddelade av Norbergs Gruvförvaltning). Anrikningsrågodset omfattar nämligen bl. a. just de delar av fyndigheten, i vilka magnetithalten är högst: partier intill leptitinlagringar eller intill den omgivande leptiten (inkl. inveckade spetsar) utmärka sig nämligen, här liksom uti andra kvartsrandmalmer, genom en proportionsvis högre magnetithalt.

I Norrbergsfältet finnes dock, förutom den mera normalt utbildade Tremänningmalmen, en nästan alltigenom av svartmalm bestående malmkropp, Herrgruvemalmen. I Bondgruvan är den s. k. »Sidomalmen», en skarnmalmsvariant av denna typ (jfr s. 88), nästan alltigenom svartmalm, under det att den hittills huvudsakligen brutna malmen övervägande består av blodsten, dock med svartmalm (i normal kvartsrandform) gärna längs sidorna och vid förtryckningar.

Såsom redan blivit antytt, uppträder magnetiten, uti de fall där fyndigheten även innehåller blodsten, huvudsakligen i malmkroppens utkanter. Så regelbunden som fallet är i Stråssa (28) är dock knappast denna fördelning, och det är mycket vanligt att finna blodstensmalm gränsa direkt mot leptit, men regeln ifråga är dock alldeles påfallande. Särskilt belysande äro de smala band av svartmalm — någon dm i bredd, eller ofta mindre — som å ömse sidor följa leptitränder i Morbergsfältets stora malmkropp. Ställvis kan emellertid svartmalmsbildningen sträcka sig längre in i malmkroppen, så t. ex. vid nyssnämnda malmkroppens fältliggande i Magasin I i etagen 150 m, där ränder av magnetit äro vanliga i malmen ännu flera meter från gränsen. Denna företeelse, att svartmalmen bildar vissa skikt, återkommer lokalt även i andra malmkroppar av denna typ. De lager inom malmkropparna — i de flesta fall helt underordnade — som äro utbildade såsom en skiktväxling av malmineral och aktinolitisk strålsten, föra uteslutande magnetit, ej järnglans. Samma förhållande gäller för de större, till kvartsrandmalmer anslutna malmkropparna av amfibolskarnskiktad malm. Däremot äro de ihop med granatskarnkoncentrationer i kvartsrandmalmerna uppträdande malmfläckarna vanligen grov järnglans, såsom man ju även av granatens Fe_2O_3 -halt skulle vänta sig. Dock finnas även i dylikt sammanhang ibland magnetitpartier. I alla de anförda exemplen är magnetiten finkristallin, icke av väsentligt högre kornstorlek än järnglansen.

En viss olikhet i utbildningen, som måhända kan betyda ett i någon mån annat bildningssätt, märkas av de fall, där magnetiten växer som spridda större kristaller (porfyroblaster) i blodstenen. Denna företeelse kan fortgå till det slutstadiet, att blodstenen helt och hållet ersättes av grovkristallin magnetit. Denna form av magnetitbildning är dock icke särskilt vanlig i Norberg. Goda exempel giva emellertid malmhögarna vid den gamla Skackelbergsgruvan i Nya Morbergsfältet, 400 m NO om Gustaf Adolfs schakt. Man finner där alla övergångsled från ordinär kvartsrandig blodsten till svartmalm med centimeterstora magnetitkorn.

Ett upplysande exempel på magnetitbildning har iakttagits i Tremänninggruvan i Norbergsfältet. En av de blodstensmalmen övertvårande kvartsgångarna, om 1 till 4 dm mäktighet, åtföljes ställvis på sidorna till 1 à 2 dm avstånd av rik, grovkornig svartmalm, vilken övergår till kvartsrandig svartmalm, som sedan i sin tur, skikt för skikt (sålunda här ej växling!) övergår i blodsten av den för malmkroppen i övrigt normala typen. Företeelsen motsvarar i princip en vanlig form av svartmalmsbildning i Stripa Odalfält.

Det är av det anförda klart, att blodstenen kan betecknas såsom den för kvartsrandmalmerna normala utbildningsformen, och att magnetiten är sekundär gentemot densamma, en produkt av senare metamorfos. Detta stämmer väl överens med erfarenheter från andra svenska fält av kvartsrandmalm. En viss reservation måste emellertid göras för den strålstensskiktade malmens vidkommande. Så länge osäkerhet råder om järnets ursprungliga mineraliska form i våra kvartsrandmalmer, kan man ej med bestämdhet säga, huruvida sambandet mellan magnetit och aktinolit härrör från metamorfoskedet eller har sin grund längre tillbaka (jfr nedan, om skarnmineralen).

Om malmineralens struktur och kornstorlek, jfr nedan.

Kvartsen. Om kvartsen i randmalmen är ej mycket att säga. Den är mestadels ljus grå, eller i kontrast med malmskikten mörkare. Rödgrå järnkisel uppträder icke sällan i blodstenen i Tremänninggruvan (Norrbergsfältet), såväl i grövre som finare randning, samt i Hedbergsgruvorna. Ännu starkare rödfärgning av kvartsskikten träffas i en del malm vid Skackelbergsgruvan (Nya Morbergsfältet) och vid en liten gruva NNO om Kärrgruvans järnvägsstation, i G:la Morbergsfältet. Överraskande är, att uti båda dessa fyndigheter de med järnkiseln alternerande malmskikten bestå av grovkristallin magnetit.

Avrundade ändar på kvartsskikten ses ofta. I regel är denna företeelse tydligt resultat av plastisk sönderdragning. Några skäl att tolka den såsom bevarad primärform för kiselsyreutfällningen hava ej framkommit.

Skarnmineralen. Det i Norbergs kvartsrandmalmer oftast uppträdande skarnmineralet är granat. Denna anfördes på sin tid av H. E. Johansson såsom karakteriserande »Norbergstypen» (53: II). Spridd förekomst av

granat, huvudsakligen i ränder, kan också sägas vara utmärkande för huvudmassan av områdets kvartsrandmalmer, dock med Norrbergsfältet såsom ett viktigt undantag, i det att därstädes granat synes nära nog saknas.

Redan en granskning av malmanalyserna visar, att granaten måste vara väsentligen $\text{CaO-Fe}_2\text{O}_3$ -granat, andradit. Bekräftelse och närmare precisering hava erhållits genom den av Lindroth (60) utförda analysen på granat från Örlinggruvemalmen. Denna befanns till 90.1 molekylarprocent utgöras av andradit. Granaten är av brun färg, utan anmärkningsvärda skiftningar, vanligen tämligen finkristallin och utan utbildade kristallytor. Den uppträder vanligtvis ansluten till kvartsränderna, på sätt som visas av fig. 9. Ibland bliva dessa därvid helt konsumerade, med resultat att en skiktväxling av blodsten och granat uppstår, låt vara något mindre regelbunden än den normala randningen av blodsten och kvarts.¹ Vissa mäktigheter i lagerföljden äro relativt rika på granat, i andra delar kan detta mineral helt saknas. En särskild intensitet uppnår granatskarnbildning, som sannolikt är av denna art, inom vissa delar av det stråk av skiktade malmer, som i Kallmorafältet framgår omedelbart söder om skarnmalmen. I detta stråk förekommer kvartsrandig blodsten associerad med kalksten, ävensom magnetitskiktad kalksten. I schaktorten på 182 m nivå finner man emellertid utbildningen vara andraditskarn med obetydliga kalkspatfläckar samt ofta strimmor av grymig svartmalm, delvis även skikt av kvartsig sådan.

Uti Morbergsfältet bildar granatskarnet ibland större massor, upp till flera kvadratmeters area i skikttningsplanet men vanligen med avsevärt mindre mäktighet, så att skarnklumpen får formen av en flat lins.

Dylika koncentrationer hava till en del berett sig rum genom att på konkretioners vanliga sätt böja åt sidorna de angränsande skikten. Gångkvarts-körtlar med grov järnglans ses ofta i sådana granatskarnmassor. Även epidot, annars föga synlig i dessa malmer, plägar ofta vara associerad. Mera sällan finner man större mäktigheter av granatskarn med, så vitt man kan se, tämligen oregelbundet lagerformigt uppträdande. Så är fallet i en ort mot öster, på 150 m avv. i Morbergsfältet. Aktinolithskarnmassor åtfölja där granaten.

Strålstensskarnet är vanligen en relativt ljus grön aktinolit, eller (i Bondgruvan) tremolit, i regel finstängligt utbildad. Den har i viss mån ett annat uppträdande än granatskarnet. Strålstenen förekommer visserligen ofta blandad med kvartsen eller malmineralen, men dess mest karakteristiska uppträdande är i form av relativt rena skikt, omväxlande med malmskikt. I dylik malm kan den sägas spela samma roll som kvartsen i normal randmalm. Även större malmpartier av dylik karaktär förekomma, såsom redan blivit omnämnt, likaså renare aktinolithlager. Däremot synes strålstensskarnet icke uppträda i form av markerade konkretioner, såsom fallet är med granatskarnet.

Allmänt torde väl den förklaringen vara accepterad, att granatskarnet i kvartsrandmalmen uppkommit genom reaktioner mellan malmsubstans, kvarts, och kalkstensinlagringar, efter formeln: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{SiO}_2 + 3\text{CaCO}_3 = 3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 + 3\text{CO}_2$. Intressant är den i fig. 8 återgivna iakttagelsen från Bondgruvan, som visar, att kvartsränderna varit tektoniskt sönderbrutna före granatskarnbildningen. På annat sätt illustreras granatbildningens förhållande till deformationen genom fig. 9. För aktinolithskarnets vidkommande får man räkna med en analog reaktion med dolomitiska lager. Man kan visserligen också tänka sig en tillförsel utifrån av CaO och MgO till systemet, med enahanda resultat. Förf. har, genom fynd av relikta kvartsrandiga partier, kunnat påvisa, att aktinolithrandig malm uppkommit av kvartsrandig på dylikt sätt, såväl i det norska

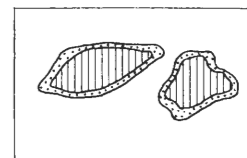


Fig. 8. Kvarts (streckad) omramad av andraditgranat (prickad) i blodsten. Nat. storl. Bondgruvan. Quartz (ruled areas), surrounded by andradite garnet (stippled), in hematite ore. Nat. size. Bondgruvan.

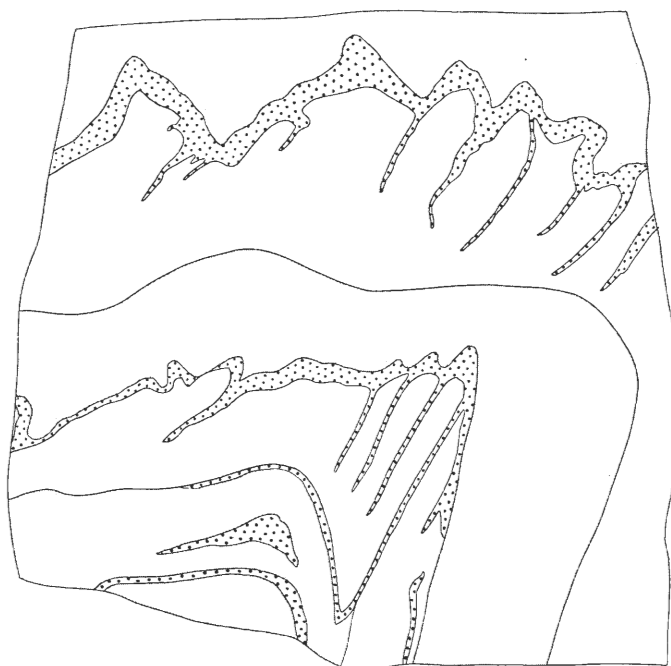


Fig. 9. Andraditgranat i kvartsrandmalm, Gran-Knaper-gruvorna. $\frac{2}{3}$ nat. storl. Blodsten grå, granat prickad, kvarts vit. Andradite garnet in quartz-banded ore, Gran-Knaper-gr. $\frac{2}{3}$ nat. size. Hematite gray, garnet stippled, quartz white.

¹ I Bondgruvan har dock undantagsvis iakttagits en fint och mycket regelbundet granatrandig malm.

Sydvarangerfältet som i en kanadensisk fyndighet, och har även uttryckt förmodan (18), att jämförliga fall förekommit i Norbergsmalmerna. Det är dock onekligen för deras vidkommande mera troligt, att CaO och MgO redan från början ingått, i form av dolomitskikt. Jfr om dylika reliktpartier s. 33.

För granatskarnet kan man i vissa fall tänka sig ett annat sammanhang, nämligen addition utifrån av järn och kiselsyra till kalksten. Denna företeelse finnes förträffligt illustrerad genom andradit-flusspat-skarn i Kallmora Silvergruva, Bondgruvan m. m., en typiskt kontaktmetasomatisk produkt. För den normala granatskarnbildningen i kvartsrandmalmerna måste dock denna möjlighet betraktas såsom utesluten; där finnas ju järn och kiselsyra från början tillgängliga på platsen. Däremot kan den ha spelat in i vissa fall, där större skarnmäktigheter föreligga.

Randningstyper. Den vanliga summariska karakteristiken av kvartsrandmalmerna talar om deras uppbyggnad av omväxlande malmmineral- och kvartsskikt. Självfallet kan emellertid denna definition rymma åtskillig amplitud, ej blott ifråga om skiktmäktigheterna utan också i rytmen i växling mellan malm och kvarts (från skarnränderna bortses här tills vidare). För ett närmare studium av dessa förhållanden lämpa sig emellertid Norbergsfälten ej särskilt väl, då den städse föreliggande intensiva sammanveckningen gör, att man endast mycket ofullständigt kan finna sig till rätta i lagerbyggnaden inom malmkroppen. Man kan sålunda ej få klara data rörande de olika randningstypernas inbördes fördelning.¹ Typerna i och för sig framgå däremot relativt bra, t. o. m. redan vid en granskning av malmupplagen. Dock är det, såsom förväntas kunde, icke möjligt att uppdelade malmen i några skarpt skilda randningstyper. De uppställda typerna hava betydelse endast såtillvida, att malm som kan hänföras till någon av dessa typer är så mycket vanligare än sådan, som representerar övergångsstadier dem emellan.

Den vanligaste typen är en finrandig växling av (för blotta ögat) rena blodstens- resp. kvartsskikt. Skiktens tjocklek är då vanligen omkr. 0.5—3 mm. Stundom håller sig skikttjockleken tämligen konstant genom en lagermäktighet av flera dm, kanske mera. I andra fall förekomma större växlingar; särskilt är det vanligt, att malm med skikt < 1 mm även innehåller enstaka kvartsskikt av distinkt större mäktighet. Stundom framträder på sådant sätt en dubbel rytm.

Från denna vanligaste, finrandiga typ förekomma varianter så att säga åt båda hållen. Skiktningen kan bli grövre, med en tjocklek för kvartsskikten om 5—10 mm (undantagsvis upp till 20 mm) och för malmskikten något mera. Å andra sidan kan randningen ibland bli särskilt fin, och otydlig, bortsett från enstaka tjockare kvartsskikt. Intrycket av finrandning torde i någon mån förstärkas därav, att malm med dylik randning huvudsakligen setts med fjälligt utbildad järnglans. Vanligast är den i Norbergsfältet. Slutligen förekommer även, mindre allmänt, ett slags relativt grov dubbelrandning, sålunda en omväxling av skikt med övervägande malmmineral resp. övervägande kvarts, men i båda fallen med underordnade tunna ränder av den andra komponenten, så att — särskilt vid betraktande på något avstånd — kontrasten mellan de olika skikten avtrubbas. Vid Fredriksgruvan i Bojmossfältet förekommer en utomordentligt fin och regelbunden skiktning inom malmränderna, varemot kvartsränderna äro alldeles massformiga. I Bålsjöfältet har i varp träffats ett stycke, som visar c:a 12 cm mäktighet av färgbandad, obetydligt järnglansskiktad tät kvarts. Detta är den grövsta iakttagna mäktigheten av en bank av alldeles övervägande kvarts.

Beträffande svartmalmens kvartsrandning föreligger ingen annan olikhet mot blodstenen än den, att den finaste randningen mestadels gått förlorad på grund av magnetitens något större kornstorlek.

Skarnskiktens uppträdande har redan skildrats.

Järn-, fosfor- och svavelhalter. Randmalmernas järnhalt ligger vanligen omkring 47—52 % för de bättre kvaliteterna. I genomsnitt för större partier torde dock styckemalmen ej kunna beräknas gå högre än till c:a 50 % Fe, i flera malmkroppar 1 à 3 % därunder, ehuru enstaka analyser kunna uppvisa högre siffror. Å andra sidan går järnhalten uti anrikningsrågodset ned till 36 à 38 % Fe (Bålsjöverkets rågods från Morbergfältet), varvid emellertid är att märka, att denna siffra näppeligen representerar enbart malm i egentlig mening, utan att också en del skarnkonkretioner, utsöndringar av gångkvarts, o. s. v. blivit medtagna.

Fosforhalten föreligger uteslutande i form av apatit, i alla händelser har icke något annat fosformineral identifierats. Tillgängliga analyser (51, 52) visa, att rikare malm (> 47 % Fe) har en P-halt varierande mellan 0.011 och 0.037 %.² I allmänhet torde nära 0.020 % P kunna anses normalt. Några klara linjer ifråga om proportion mellan järnhalt och fosforhalt framträda icke. Anrikningsrågodset från Morbergfältet har approximativt samma genomsnittshalt som styckemalmen, ehuru dess järnhalt blott är c:a $\frac{3}{4}$ av dennas. Ifråga om

¹ En studie över en typisk kvartsrandmalmkroppens förhållande i dessa avseenden har påbörjats inom Stripa Odalfält, som erbjuder särskilt gynnsamma förhållanden för en dylik undersökning.

² En för Spettalsgruvan uppgiven siffra 0.003 % P synes vara alltför isolerad för att på allvar räknas med.

växlingar i fosforhalten inom en och samma malmkropp föreligga här, liksom i allmänhet i våra »lågfosformalm», föga data. För att i någon mån fylla denna lucka hava 8 av förf. för ändamålet uttagna stuffprov från olika delar av Morbergsfältets huvudmalm analyserats å Norbergs Gruvförvaltnings laboratorium (R. Westerland, 1934), med följande resultat:

Prov	Total Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	P
<i>a</i>	52.2 %	2.4 %	71.9 %	0.018 %
<i>b</i>	34.9 »	4.6 »	44.8 »	0.008 »
<i>c</i>	51.0 »	4.7 »	67.7 »	0.012 »
<i>d</i>	48.8 »	4.5 »	64.7 »	0.024 »
<i>e</i>	49.8 »	20.9 »	47.9 »	0.030 »
<i>f</i>	33.1 »	14.6 »	31.0 »	0.014 »
<i>g</i>	48.1 »	6.7 »	61.4 »	0.022 »
<i>i</i>	49.4 »	3.7 »	66.5 »	0.016 »

Provens karaktär var följande: *a* ytterst fint kvartsrandig blodsten med någon granatrand; *b* täml. fint kvartsrandig blodsten; *c* blodsten, mycket fint kvartsrandig, med enstaka tjockare kvartsränder; *d* blodsten, kvarts- och granatrandig; *e* svartmalm, aktinolit- och kvartsrandig; *f* svartmalm, aktinolitrandig; *g* blodsten, fint randig av kvarts och grönskarn; *i* blodsten, fint kvartsrandig.

Serien illustrerar frånvaron av varje regelbunden proportion mellan järn- och fosforhalter, ävensom de ej obetydliga amplituderna i bådadera, när man går ned till så små enheter som stuffprov.

Svavelhalten i kvartsrandmalmen är i regel låg. Normala äro värden från < 0.01 % S upp till c:a 0.02 % S. Här och var träffas dock en impregnation av pyrit, som resulterar i högre svavelsiffror. Även fälten i Norberg illustrera den kända regeln, att dylik lokal svavelhalt huvudsakligen är associerad med svartmalm, ej med blodsten. Enstaka undantag finnas dock. Sålunda uppträder uti Bondgruvan, på c:a 180 m avv., pyrit flerstädes i blodstenen, utbildad längs nära horisontella »slag» i form av en ungefär centimeterstjock rand å ömse sidor om sprickan, delvis även impregnation av pyritkuber längre ut. På ett annat ställe i Bondgruvan är analog pyritbildning i malmen tydligt anknuten till en urgranitgång. Med pyrit av detta uppträdande följer i Bondgruvan gärna ett tätt epidotskarn.

Mindre vanliga än pyriten äro andra sulfidmineral. Märkligast är förekomsten av blyglans i Kallmora Silvergruvas streck, där blymalmen delvis uppträder i kvartsrandmalm. Vidare märkes det lokala uppträdandet av kopparmineral i enstaka fall, såsom en körtel av bornit, kopparglans och något kopparkis i Hedbergsgruvan. Denna skall på c:a 40 m avv. ha bildat en lins, $3 \times 2 \times 1$ fot stor, i malmen nära liggväggen (jfr även 23). Mera spridda äro bornit och kopparkis i Bondgruvan, dock mindre i den typiska kvartsrandiga malmen än i den skarnskiktade »Sidomalmen». I förra fallet bilda kopparsulfiderna, gärna åtföljda av färglös flusspat, impregnationer och ådror, som kunna övertvåra malmrandningen. I den skarniga malmen är sambandet med flusspat lika tydligt. Man finner där flusspaten kombinerad dels med tremolit, dels med andraditgranat (jfr vidare s. 88). Molybdenglans i helt små fjäll ses i flusspatfels i dessa sammanhang. Även andra fyndigheter i Risbergsfältet föra lokalt flusspat med sulfider, sålunda finnes en blottning av dylikt mellan Sandbacks- och Hästbäcksgruvorna.

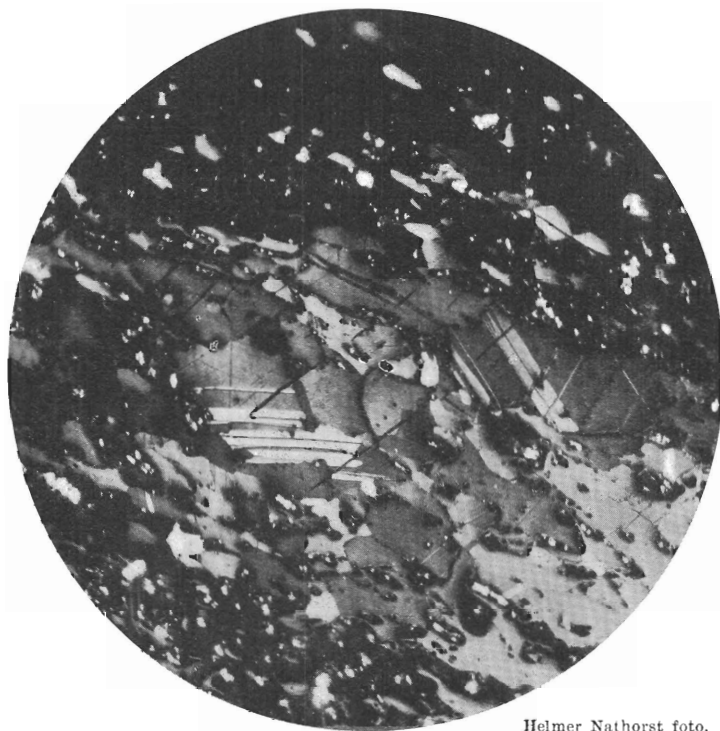
Accessoriska mineral. Mikroskopisk undersökning av Norbergs kvartsrandmalmer visar först och främst, såsom man ju kan vänta sig, ett mera brokigt mineralsällskap, än vad man kan urskilja med blotta ögat. Så uppträder förutom strålsten även diopsid. Epidot är vanligare, än man märker vid enbart makroskopisk granskning; i en del former uppträda ortitartade varianter som, att döma av absorptionsfärgerna, snarast äro att hänföra till magnesiumortit. En i slipprov färglös glimmer ses ibland. Små gryn av apatit förekomma tämligen regelbundet. Flusspat har påvisats i överraskande mängd både i en del malm från Norbergsfältet och i den lilla fyndigheten Springgruvan, strax invid Långgruvans skarnmalmer i Hästefältet. Den tillhör visserligen malmens kristalloblastiska struktur, men det finnes likväl skäl misstänka, att den är sekundärt tillförd.

Kornstorlek och mikrostrukturer. Vad den inbördes fördelningen av mineralkomponenterna beträffar, så framträder det vid den mikroskopiska granskningen, att varken malmskikten eller kvartsskikten äro alldeles fria från den andra komponenten. I mycket finrandig malm ter sig för övrigt randningen ofta nog mindre utpräglad i ett slipprov än i en stuff. De ojämnheter, som framkallas av att mineralkornens dimensioner närma sig skiktjocklekens mått, falla mera i ögonen i det förra fallet än i det senare.

Silikaten tillhöra företrädesvis kvartsbanden. Vad apatiten angår, så är den så pass underordnad — analysernas fosforsiffror motsvara ett medeltal av 0.10 å 0.12 viktsprocent apatit i malmen — att det begrän-

sade antal preparat, som rimligen kunnat genomgås, icke kan anses giva en tillräckligt klar bild av dess fördelning. Det vill emellertid synas, som förekomme den något oftare i kvartsskikten.

Kvartsskikten äro sammansatta utav nära isometriska korn, i regel omkring 0.1—0.2 mm stora. Bestämd orientering genom utsträckning i skikttningsplanet framträder vanligen ej alls, eller blott otydligt. Tydligare fall uppträda endast där utpräglat tavelformiga och parallellställda järnglans- eller glimmerindivider förekomma bland kvartsen och bestämma strukturen. De i kvartsskikten uppträdande kornen av malmineral äro i regel av vida mindre dimensioner än kvartskornen, och ligga då mer eller mindre jämnt inströdda såsom interpositioner i dessa. Den minsta kornstorleken på dylika inneslutningar möter man naturligtvis uti de rödfärgade, järnkiselartade malmskikten, vilka dock samtidigt med en dylik kvantitativt obetydlig färgande impregnation även kunna föra större järnglanskorn. Anmärkningsvärt är f. ö., att därvid även de i malmskikten



Helmer Nathorst foto.

Fig. 10. Polerprov av blodstensmalm, Norrbergsfältet, mikrofoto. $\times 60$, kors. nik. Visar järnglansens lamellära tvillingbildning. *Polished section of hematite ore, Norrbergsfältet, $\times 60$, nic. crossed. Lamellar twinning in hematite.*

uppträdande kvartskornen ofta uppvisa en central pigmentrik fläck, ävensom att — vilket dock torde vara normalt för dylika fall — kvartsskiktets kornstorlek, vad kvartsen beträffar, är av alldeles samma mått som uti de bättre »renkristalliserade» variationerna.

Vad malmineralens utbildning i malmskikten beträffar, så är järnglansen än isometriskt kornig, än — och oftare — tydligt tavelformig. Dess form i sistnämnda fall kan karakteriseras så, att i snitt vinkelrätt mot skikttningen — och mot den med denna approximativt parallella kristallisationsskiffriheten — proportionen mellan längd och tjocklek normalt växlar mellan 3 : 1 och 5 : 1, ehuru även 2 : 1 och 6 : 1 förekomma. Någon särskilt utpräglad tavelform kan sålunda i regel ej sägas föreligga. Längden för dylika korn i malmskikten ligger vanligen mellan 0.3 och 0.8 mm. Kornstorleken i isometriskt kornig järnglans går normalt upp till c:a 0.25—0.30 mm. Sannolikt kan man dock även finna mera grovkorniga varianter. Järnglansen visar mycket ofta tvillinglamellering efter romboedern (10 $\bar{1}$ 1). I somliga preparat finner man nära nog alla kornen utbildade såsom polysyntetiska tvillingar, med en nästan plagioklasliknande aspekt (fig. 10), i andra däremot

visar sig tvillingstrukturen blott uti enstaka individ. Magnetiten åter är i regel isometriskt kornig, mer eller mindre nära oktaederformen. Stundom kan man dock iakttaga en tillplattning av kornen, parallellt med skikttningen. Detta förefaller emellertid att förekomma endast, eller i alla händelser huvudsakligen, i sådana fall, då magnetitens kornstorlek når upp till malmskiktets tjocklek. Kornstorleken växlar, från ungefär samma dimensioner som hos den icke tavelformiga järnglansen upp till centimeterstorlek och mera i en del typiska »sju-stjärnsmalmer». Oktaederspaltning förekommer allmänt i dylik grövre magnetit, men kan ej iakttagas lika bra uti den mera finkorniga.¹

Rikmalm. Koncentrationer av malm, väsentligt rikare än vad som är normalt för kvartsrandmalmerna, ha i Norberg träffats i dessa malmer blott i sällsynta fall och i alltför ringa skala för att ha någon praktisk betydelse, om man bortser från den genom bortvittring av gångarter uppkomna mullmalmen i V:a Mångsgruvan (s. 110). Såsom belysande de förhållanden, under vilka sekundär rikmalmbildning försiggått i vissa andra fält

¹ I sin behandling av de svenska järnmalmernas struktur och metamorfos har Holmquist (45) även klassificerat två av Norbergs viktigaste randmalmskroppar, nämligen Tremänningmalmen i Norrbergsfältet samt Örlinggruvemalmen (G:la Morbergsfältet). Den förra hänföres till gruppen »kristallisationsskiffrika malmer», »granulerade», etc., under det att Örlinggruvan anföres såsom typ för de förskiffade, av skiffrika bergarter åtföljda malmen. Med det villigaste erkännande av förtjänsterna i Holmquists framställning av metamorfosens roll och betydelsen av olika strukturstyper, måste man dock reservera sig mot denna, förmodligen på ett begränsat material grundade, skarpa kontrastering av de båda ifrågakommande fyndigheterna. Visserligen torde Tremänningmalmen i genomsnitt vara något mera grovkornig än Örlinggruvemalmen, och oftare visa utpräglad kristallisationsskiffrihet, men en strukturell klassifikation, som hänför dessa fyndigheter till skilda grupper, kan svårigen konsekvent upprätthållas.

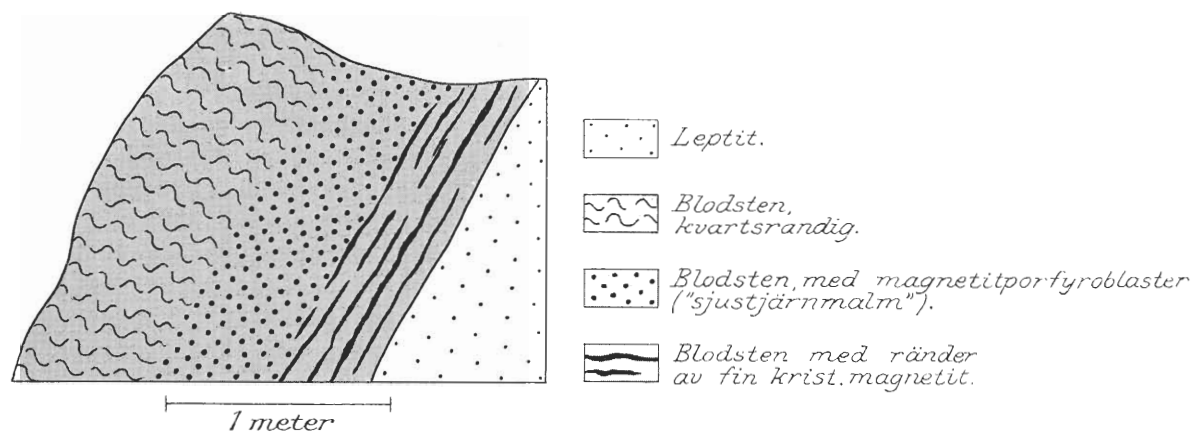


Fig. 11. Utbildning av rikmalm längs liggväggen, Tremänningmalmen i Norrbergsfältet. Occurrence of rich ore along foot-wall of quartz-banded ore body, Norrbergsfältet. Signs in legend are: leptite; hematite ore, quartz-banded; hematite ore with porphyroblasts of magnetite; hematite with bands of finely crystalline magnetite.

med kvartsrandmalm, kunna dock även dessa exempel äga sitt intresse. Ovan har redan omnämnts bildningen av rik svartmalm längs en kvartsgång i Tremänninggruvan. Ett möjligen till sin natur jämförligt exempel, hämtat från samma malmkropp, återgives i fig. 11.¹

Kvartsgångar. Ett uppenbart yngre element i kvartsrandmalmerna, men till sin utbredning karakteristiskt bundet till dessa, utgöres av en viss typ av kvartsgångar. I en del fall äro dessa ganska regelbundna, sprickfyllande gångar, gärna övertvärande malmens lagerställning och därvid ofta tydligt följande det spricksystem, som går approx. vinkelrätt mot veckaxelstupningen. I andra fall bildar kvartsen mera oregelbundna körtlar. Måktigheten hos hithörande bildningar går sällan mycket över en meter. Materialet är typisk gångkvarts (mjölkkvarts). Dessutom ses ofta i smärre mängder grovkristallin järnglans. Mera sporadiskt uppträda magnetit, kalkspat, flusspat, bergbeck (i hålrum), sällsynt järnspat såsom kristaller i hålrum.

Alla hithörande koncentrationer av kvarts synas vara att uppfatta såsom resultat av sekundära omflyttningar inom malmkropparna. Typen är ju välbekant även från andra fält av kvartsrandmalm.

Manganrika varianter av kvartsrandmalmerna. Ut i de stora fyndigheterna av kvartsrandmalm är manganhalten alltid obetydlig. Den vanliga siffran är 0.1—0.2 % MnO, undantagsvis anföres dock 0.3 à 0.4 %. Helt andra siffror visa ett antal fyndigheter, i de flesta fall av tämligen små dimensioner, vilka visserligen i mångt och mycket ansluta sig till kvartsrandmalmerna men avvika genom höga manganhalter, ungefär lika stora som järnhalterna. Analoga bildningar uppträda i anslutning till kvartsrandmalmer i Riddarhyttan (22), men blott i mycket liten skala. Typen i dess helhet, inklusive vissa representanter i Norberg, har redan tidigare behandlats av förf. (25). De viktigaste förekomsterna inom Norberg äro Assessorskangruppen V om Östanmossa samt vissa fyndigheter i Hästefältets kvartsrandmalmförande zon. I övrigt finnes typen representerad mellan Assessorskan och Hedbergsgruvorna samt i östra kanten av Gamla Morbergsfältet Ö om Gustaf Adolfs schakt, ävensom — troligen med relativt ringa manganhalt — lokalt i Bojmossfältet.

I allmänhet är halten Fe + Mn något över 30 %, fördelade sig tämligen lika på de båda metallerna. Kiselsyrehalten är städse hög, omkring 40 %. Fosforhalten uppgår i de enda förefintliga generalproven till 0.039 resp. 0.041 % P, antydande ett något högre värde än i de normala kvartsrandmalmerna. Jfr även analys-siffror s. 102. Mineralsammansättningen är järnglans, kvarts, och manganhaltiga silikat. »Oxidiska» manganmineral hava ej med säkerhet konstaterats i mera än en fyndighet, nämligen Nya Jakobsgruvan i Hästefältet, med braunit (s. 121). I detta fall träder järnglansen praktiskt taget fullständigt tillbaka. Silikaten äro framförallt rodonit och gul granat, vilka båda pläga framträda redan för blotta ögat. Mikroskopiskt har därjämte i åtskilliga prov påvisats avsevärd mängd av en schefferitartad pyroxen, samt mera sparsamt en manganglimmer. Vad granaten angår, så synes den gula färgen utgöra ett säkert märke, som skiljer den manganhaltiga från de ordinära kvartsrandmalmernas bruna andraditgranat. Såsom Lindroth uppvisat (60), är dock den kemiska skillnaden ej särdeles betydande, i det att jämväl den av honom analyserade granaten från Assessorskan huvudsakligen har andraditkaraktär, och dess MnO-halt ej är högre än 2.88 %, mot 0.97 % i granat från Morbergsfältet. MgO och Al₂O₃ äro också högre i granaten från Assessorskan.

¹ Förf. har redan tidigare (28, s. 41) omnämnt detta fall, och påpekat dess betydelse för tolkningen av rikmalmen i Blanka i Ramsberg.

Hithörande malmer uppvisa ofta en fin skiktning, fullt jämförlig med kvartsrandningen i de manganfattiga formerna. Regelbunden kvartsrandning är däremot ej vanlig, tydligen beroende därpå, att de ursprungligen förhandenvarande kvartsränderna »förskarnats» under bildning av mangansilikat, så att malmen nu ofta utgöres av en skiktväxling av järnglans och mangansilikat. Den principiella skillnaden gentemot reaktionens förlopp uti de ordinära randmalmerna ligger naturligtvis däruti, att i de senare silikatbildningen reglerats av den i allmänhet begränsade tillgången på kalcium (omkring 2 till 4 % CaO i malmen) men i nu avsedda malmtyp av den vida högre halten av mangan. Ofta ses silikaten — isynnerhet rodoniten — även i form av små sprickfyllande ådror i malmen. Förutom denna skiktade malmtyp uppträder emellertid, särskilt uti Assessorskangruppen, malmen även i en grovklastisk leptit, såsom utfyllnad mellan leptitbrottstyckena. Detta sistnämnda uppträdande kan naturligtvis förekomma endast hos de fattigare malmvarieteterna. Tolkningen av denna fragmentbergart är, såsom ovan berörts, mycket vanskelig. Med säkerhet kan man blott konstatera, att brecieringen är äldre än malmens definitiva strukturutbildning. Detta framgår nämligen av tillplattning av brottstyckena, m. m. Otvivelaktigt har en tidigare sönderbrytning av lagren förekommit i vissa fall, och åtföljts av sekundära omflyttningar av metallhalten. Likväl håller förf., såsom redan ovan blivit anført, i likhet med Lindroth (58) för troligt, att därjämte en primär fragmentstruktur av pyroklastisk natur förelegat.

Skarnjärnmalmerna, och till dem anslutna kalkmalmer.

Begreppet skarnmalm innebär ingen egentlig geologisk bestämning, utan tar sikte uteslutande på den malmen åtföljande gångarten, som skall vara silikat av Ca, Mg, Fe eller Mn, var för sig eller flera tillsammans. För våra mellansvenska järnmalmers vidkommande betyder detta, som bekant, att i första hand mineralgrupperna pyroxen, amfibol och granat äro representerade, mindre allmänt även andra, såsom epidot, olivin, humit-mineral, glimrar.

Med hänsyn tagen uteslutande till denna sida äro, såsom framgår redan av det tidigare anförda, en del lager i kvartsrandmalmerna, ävensom till dem nära anslutna malmkroppar, att beteckna såsom skarnmalm. Huvudparten av Norbergs skarnmalmer hava dock ett annat uppträdande. De brytvärda malmerna utgöra i dem vanligen endast partier uti skarnkroppar, vilka i större eller mindre utsträckning förträngt lager av karbonatbergart.

Uppdragandet av en klar gräns mellan dessa båda typer ställer sig i praktiken nära nog omöjligt, såtillvida som en del fyndigheter, framförallt sådana av smärre dimensioner, icke kunna med bestämdhet hänföras till den ena eller den andra gruppen. I huvudsak är dock en uppdelning möjlig. En sådan blir i mångt och mycket klarläggande för den fråga, som på forskningens nuvarande stadium kan sägas vara den springande punkten i den mellansvenska järnmalmsgeologiens problemkomplex, nämligen den som rör skarnmalmernas bildningshistoria.

Skarnmalmer, som visa skiktbyggnad och äro konformt anslutna till kvartsrandmalmer, kunna med i de flesta fall mycket stor sannolikhet tolkas såsom varianter av randmalmerna, skilda från de ordinära endast därigenom, att de från början förutom malmsubstans och kiselsyra även innehållit kalkspat eller dolomit. Dessa karbonat hava vid metamorfosen reagerat med övriga beståndsdelar under skarnbildning. I vissa fall kan dock den möjligheten stå öppen, att skarnbildningen skett genom tillförsel av substans utifrån, snarast på sådan väg, som betecknas som kontaktmetasomatisk. De flusspatrika varianterna i Bondgruvan visa, att dylika processer spelat in. Såsom redan ovan anförts vid diskussionen om randmalmernas skarnmineral är det dock klart, att skarnbildningen även i skarnrika former åtminstone i vissa fall försiggått helt och hållet genom »invärtes» reaktioner.

Å andra sidan finnas inom området fyndigheter, som direkt visa, att de förträngt någon del av ett kalkstens- eller dolomitlager. Frågan om tolkningen av dylika fyndigheter skall närmare behandlas i ett följande kapitel. Här skall i första hand betonas den i stort sett markerade skillnaden mellan dessa malmer med klart metasomatiskt uppträdande och de, vilka i större eller mindre utsträckning uppvisa drag häntydande på ett sedimentärt ursprung. Svårigheten att i vissa fall särskilja typerna blir lättbegriplig, om man erinrar sig, dels att mineralsällskapet kan bliva alldeles detsamma därest en med kalksten växellagrande kvartsig järnmalm reagerar med kalkstenen under silikatbildning eller om kalkstenen ifråga reagerar med utifrån tillfört Fe och Si, dels också att även i det förra fallet en viss grad av substansförflyttning äger rum.

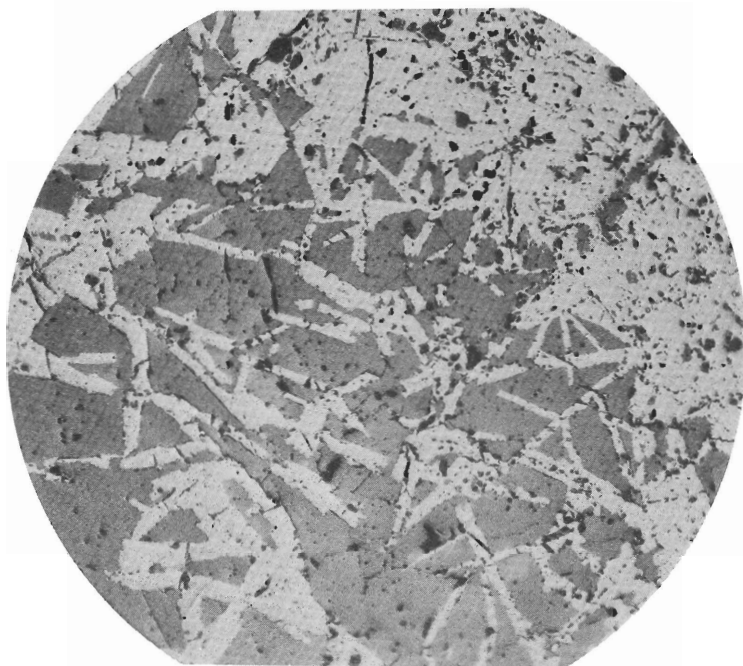
Det är otvivelaktigt, att uti Norberg skarnlager förekomma, som måste uppfattas såsom metamorfosprodukter (genom »invärtes» reaktioner) av ursprungligen kalkstens- eller dolomithaltiga kvartsrandmalmer. Exempel hava redan anförts i samband med kvartsrandmalmerna. Andra belysande fall kunna hämtas från

trakten Ö om L:a Kylsbo. I de där framgående skarnbanden, huvudsakligen uppbyggda av aktinolitisk strålsten och andraditgranat, ser man förutom strimmor av svartmalm ofta även korta ränder utav typisk malmkvarts, samt ibland klumpar av kvartsrandmalm, några dm långa. Ibland de brytvärda skarnmalmerna är det, förutom de till kvartsrandmalm anknutna, bl. a. Långgruvan i Hästefältet, som ger anledning att räkna med ett bildningssätt av här anförd art. Den i stort sett jämna fördelningen av malmen i amfibolskarnet, parallellstrukturen i vissa detaljer, ävensom den delvis i ränder framträdande kvartshalten äro drag, som peka i nämnda riktning, även om de icke giva möjlighet till definitiva slutsatser. Såsom argument i motsatt riktning kan anföras, att malmens fosforhalt är lika låg som i andra skarnmalmsfält, medan den närliggande lilla fyndigheten av kvartsrandmalm (Springgruvan) har 0.032 % P.

Även Kallmoragruvan uppvisar drag, som antyda samma möjlighet. Där uppträda, såsom närmare skildras i det följande, i närmaste anslutning till varandra dels malmer av sedimentär habitus, dels sådana med påtagligt metasomatiskt uppträdande. Till de förra hör en skiktserie av kalksten med inlagringar av magnetit, ibland kvartsig, och av typisk kvartsrandig blodsten, ävensom delvis av skiktad aktinolitskarnmalm. Denna serie innehåller dock ingenstades brytvärd malm. De skarnmalmkroppar, som utgjort gruvans viktigaste malmtillgång, sakna skiktning och uppvisa en skäligen ojämn magnetitfördelning, medan den i fyndighetens västligaste delar uppträdande kalkmalmen har ett karakteristiskt metasomatiskt uppträdande. Såsom utvecklas i ett följande kapitel (s. 116), lämna dessa fakta flera tolkningsmöjligheter öppna. Kallmoragruvans skarn- och kalkmalmer kunna därför ej behandlas som en enhet, då det gäller att karakterisera Norbergs skarnmalmsfyndigheter. Över huvud taget äro fyndigheter av denna typ vida mera brokiga än kvartsrandmalmerna och kräva därför mera individuell beskrivning. I det här följande komma dock vissa allmänna drag att anföras rörande de typiskt metasomatiskt uppträdande fyndigheterna. Dessa representeras framförallt av följande gruvor, uppräknade efter läget, från SV mot NO: Malmkärra, Johannagruvan, Östanmossa och Åsgruvan samt med dem sammanhängande i Röbergs- och Getbacksfälten, Tallgruvan. Med största sannolikhet bör även det föga kända Smörbregsfältet i sin helhet räknas hit. För dessa fyndigheter gäller följande karakteristik.

Malmmineralet är, såsom alltid i egentliga skarnmalmer, magnetit. I ytliga partier har denna dock i vissa fall konstaterats vara i ringa grad ersatt av maghemit (kubisk, magnetisk Fe_2O_3). Trots maghemitens underordnade roll är dylik malm karakteristiskt blå, i motsats till den normala magnetitens järnsvarta färg. Maghemitbildningen har iakttagits huvudsakligen i Åsgruvan, där den tydligt blåa färgen i malmen når ned till omkring 2 m djup från bergytan.

Emellertid är skarnmalmeras magnetit till en del sannolikt sekundär, en metamorfosprodukt av järnglans. Mycket starka skäl att misstänka en dylik utveckling föreligger beträffande större delen av Åsgruvans malm ävensom vissa partier i Östanmossa. Magnetiten visar i dessa fall en tavelformig utbildning (fig. 12), som särskilt väl framträder i polerprov efter etsning (fig. 13) eller undantagsvis genom en svag men tydlig dubbelsbrytning, som likaledes avslöjar korngränserna.¹ Bildningen av tavelformig magnetit genom pseudomorfosering av järnglans har tidigare skildrats från många håll. Särskilt synes företeelsen, enligt Guild (40), vara vanlig i



Helmer Nathorst foto.

Fig. 12. Polerprov av skarnmalm med lamellär magnetit, Åsgruvan, $\times 70$.
Polished section of lamellar magnetite in skarn, Åsgruvan, $\times 70$.

¹ Dylik anisotropi hos magnetit omnämnes av Schneiderhöhn och Ramdohr (78, I: 1, s. 189). I föreliggande fall torde förklaringen till anomalien snarast vara att söka i rester av den pseudomorfoserade järnglansens struktur. Obetydliga järnglanspartier ses ibland i denna form av magnetit.

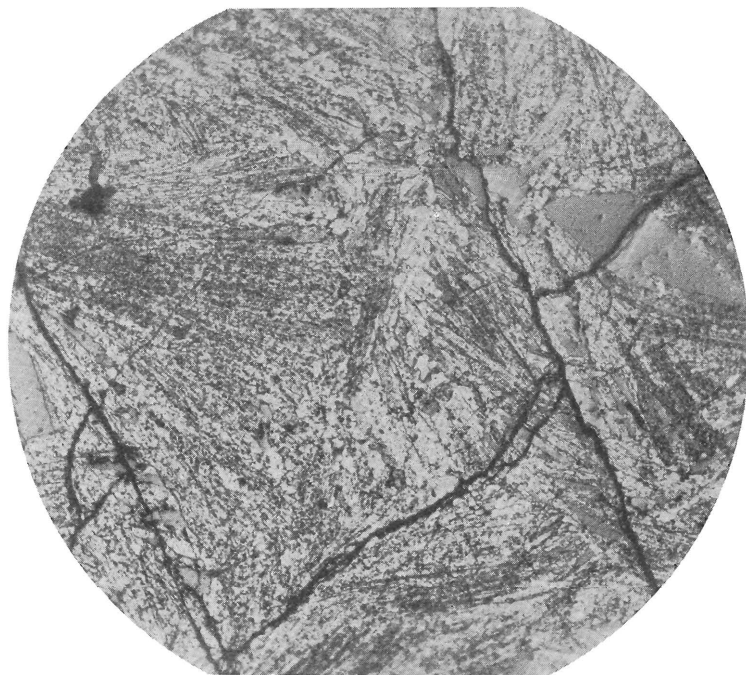
typiskt kontaktmetasomatiska fyndigheter. Den kan dock ingå såsom ett normalt drag även i processer av något avvikande art (6, 80).

Mycket påfallande är i vissa variationer av dylik malm i Åsgruvan malmmineralets fördelning i skarnet. Man finner nämligen, att mattare, uppenbarligen med skarnmineral uppblandade malmfläckar utåt mot skarnmassan begränsas av en renare bård av blank magnetit; bårdens bredd plägar uppgå till några millimeter. Företeelsen är iakttagen både uti diopsid- och i aktinolitskarn. En viktig variant visar malmen i form av knappt centimeterbredda ränder, växlande med skarnränder av ungefär samma mått. I dylika fall märkes mycket tydligt en tendens hos malmränderna — ofta skönjbar även vid den nyss anförda ojämna malmfördelningen — att utåt begränsas av runduddigt vågiga konturer (fig. 14). Randning av denna typ har iakttagits både i Åsgruvan och i Östanmossa. Den täta bården består av ett kompakt aggregat av tavelformig magnetit, det inre utgöres

av en blandning av dylika järnglanspseudomorfer samt skarnmineral.

Företeelsen ter sig för blotta ögat alldeles analog med en i Nordmarks Odalfält vanlig malmtyp, nyligen skildrad av Magnusson (65). Där föreligger emellertid magnetiten, i varje fall i ett av förf. mikroskopiskt undersökt prov, i egen kristallform. Magnusson har tolkat denna struktur såsom resultat av en metamorfos (utgående från Hyttsjögraniten); de renare, mera grovkorniga magnetitbårderna skulle vara omkristalliserade.

För Norbergsmalmernas del är en sådan tolkning helt utesluten. Fördelningen av järnglansen, numera pseudomorfoserad till magnetit, är uppenbart ursprunglig. Hela företeelsen måste uppfattas såsom ett bevarat drag av kontaktmetasomatisk uppkomst.¹ Ganska säkert har även järnglansens överförande till magnetit ägt rum redan i detta sammanhang. Detta antydes nämligen såväl av de redan berörda analogierna med typiska kontaktfyndigheter som av det faktum, att dylik pseudomorfosering knappast någonsin förekommer, då den regionala metamorfofen leder till magnetitbildning i blodstensmalm



Helmer Nathorst foto.

Fig. 13. Polerprov av skarnmalm, Åsgruvan, etsning med konc. HCl, $\times 70$. Visar magnetitklumparnas uppbyggnad av tavelformiga individ. *Polished section of skarn ore from Åsgruvan, etched with conc. HCl, $\times 70$. Magnetite aggregates made up of lamellar crystals.*

(jfr »sjustjärnsmalm»). Däremot är det tänkbart, att en omkristallisation ägt rum i den snarlika malmen i Nordmarksfältet, som saknar järnglansformer. I detta sammanhang bör nämnas, att Holmquist (45) tidigare ur andra synpunkter framhållit Nordmarksmalmens likhet med malm från Pitkäranta.

Den omnämnda randiga varianten får icke tolkas såsom en skiktad malm. Alldeles samma randningsfenomen, dock med kompakta malmränder och med säkert primär magnetit, utmärker ett prov i en Tekniska Högskolan tillhörig samling från Dognacska i Banatet. Skarnränderna bestå i detta fall enbart av ludwigit, sålunda den mest typiska produkt av kontaktpneumatolys.

Slutligen förtjänar i detta sammanhang även omnämnas det märkliga faktum, att, enligt benäget muntligt meddelande av J. Petrén och Bo Kalling, vid en av dem utförd undersökning över svenska järnmalmers reducibilitet malm från Åsgruvan visat sig mera lättreducerad än andra svartmalmer. Då det nu visats, att malmen ifråga i stor utsträckning — kanske alltigenom — är pseudomorf efter järnglans, är den att jämföra med det första stadiet vid reduktion av blodstensmalm; dess anmärkningsvärda metallurgiska förhållande kan sålunda ej längre förvåna.

Huvudmassan av magnetiten i Norbergs utpräglade skarnmalmer är emellertid utan tvivel primärt kristalliserad såsom sådan, vilket framgår redan av oktaederformens vanliga framträdande.

Magnetiten bildar uti skarnet fläckar och klumpar av högst växlande dimensioner och form, vilka malm-partier dock, även de, i regel innehålla någon inblandning av skarnsilikat. Uppblandningen av malm och skarn

¹ Slutsatsen ifråga gäller endast den fysikaliskt-kemiska miljön vid malmens »fixerande» i nu föreliggande form.

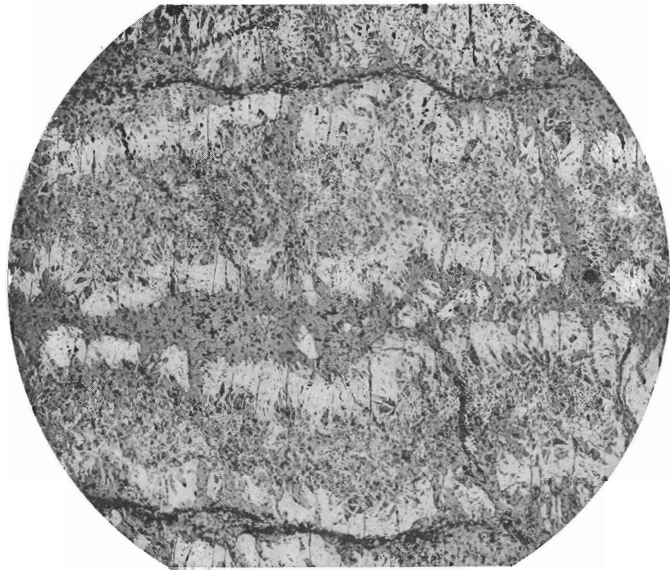
kan icke siffermässigt belysas. Karakteristiskt är emellertid följande förhållande. Vid granskning av ett upplag av utskrädd styckemalm från Åsgruvan, omfattande i den granskade ytan åtskilliga hundratal stycken om c:a 1 dm storlek, kunde knappast en enda bit iakttagas, i vilken ej någon skarnfläck var lätt synlig redan för blotta ögat. Visserligen torde en del fyndigheter åtminstone tidvis ha kunnat lämna renare styckemalm, men i stort sett är det anförda belysande för det förhållandet, att malmkropparna i hithörande skarnmalmer endast utgöra partier av skarnmassan, i vilka klumparna av mer eller mindre ren svartmalm ingå i rikligare mängd. Också har utskräddning av styckemalm ställt sig mycket svår att genomföra vid flertalet av dessa fyndigheter. Problemet har emellertid numera skjutits i bakgrunden genom den av sintertekniken framkallade relativa omvärderingen av slig och styckemalm.

De vanligaste *skarnmineralen* äro diopsid och aktinolit. Diopsiden tillhör tydligen en järnfattig varietet, det i regel finkorniga pyroxenskarvet är till färgen grönaktigt vitt eller ljusgrönt. I växlande utsträckning är det ersatt av amfibol i form av grön aktinolit. Förändringen försiggår genom bildning av ett ådernät av aktinolit, oftast följande system av sprickor, från vilka aktinolit-skarvet dels ökar i bredd, dels även söker sig vidare med nya ådror. Företeelsen är väl känd från tidigare undersökta skarnfyndigheter (jfr t. ex. bild i 20, s. 234). Emellertid finner man även, att aktinolit uppträder såsom mera intim inblandning uti diopsidskarvet. Förutom aktinolit förekommer även järnfattig strålsten, tremolit. Denna synes emellertid i allmänhet icke, såsom aktinoliten, ersätta diopsidskarn, utan uppträder helst såsom direkt nybildning under förträngande av karbonatbergarten.¹

Granatskarn träffas i åtskilliga fyndigheter, och spelar i somliga även kvantitativt en viss roll. Särskilt gäller detta för Åsgruvan och Östanmossa. Något närmare samband med malmkoncentrationerna har dock aldrig denna skarntyp. Granatskarvet är brunt till färgen, ofta med någon dragning åt grönt. Undantagsvis uppvisar granaten spaltning, därmed även avslöjande granatskarvens kornighet. Kornstorleken är vanligen 3—5 mm, delvis något större. En speciell variant av granatskarn förekommer i

Åsgruvan i form av gångformigt uppträdande, mycket kisrika kroppar av rödbrun granat i stora kristaller och ofta med utmärkt zonalstruktur (jfr detaljbeskrivningen av Åsgruvan, s. 96). Lindroth (60) har utfört en analys av granat från Åsgruvan, som visar mineralets karaktär av väsentligen andradit. Det är ej bekant, vilkendera typen av granatskarn, som provet tillhörde. Andraditkaraktären torde visserligen vara gemensam för båda slagen, men det är ej säkert, att de mera underordnade komponenterna äro alldeles lika, även om icke någon distinkt gräns kan uppdragas mellan dessa båda skarntyper.

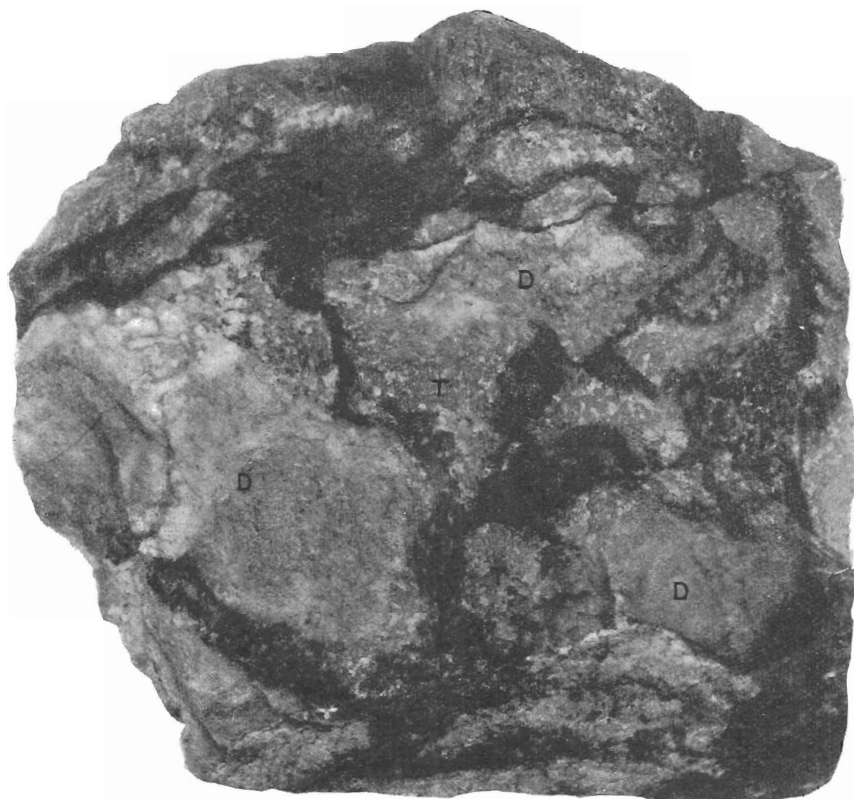
De hittills anförda skarntyperna äro de kvantitativt dominerande. En specialställning intaga *humit-gruppens* mineral. Det vanligaste bland dessa är troligen kondrodit. I friskt tillstånd (vanligen ljusgrå eller gråbrun) eller i form av serpentinpseudomorfoser uppträder kondrodit på många håll i form av den karakteristiska nybildning i karbonatbergarten, som benämnes ofikalcit, rikligt i omedelbar anslutning till skarnmal-merna. Särskilt goda exempel giva Östanmossa- och Malmkärrafyndigheterna. Rent, massivt kondroditkarn är däremot undantagsfall (Tallgruvan). Med ofikalcitbildningen är uppkomsten av tremolitskarn nära förbunden. Norbergit har påträffats i fyra fyndigheter — Östanmossa, Johannagruvan, S:a Hackspikgruvan (Smörbergfältet) och Kallmora. Den är i regel associerad med tremolit, men bildar aldrig typisk ofikalcit utan småklumpar i karbonatbergarten eller tremolitskarvet. I ett fall (i Kallmoras Kapellgruvemalm) uppträder den dock i form av spridda småkorn. Till samma skede kan man även i vissa fall hänföra flusspat, t. ex. i S:a Hackspik och Kallmora. Sådan flusspat är än färglös, än — om den uppträder med ceriummineral — starkt violett-fär-



Helmer Nathorst foto.

Fig. 14. Polerprov av randig skarnmalm, Åsgruvan, $\times 10$. Magnetiten i lamellform; kompakta aggregat i bandens kanter, mera uppblandat med skarnsilikat i de inre delarna. Två band samt kanten av ett tredje synliga i bilden. *Polished section of banded skarn ore, Åsgruvan, $\times 10$. Lamellar magnetite, compact in the margins of the ore bands, mixed with skarn silicates along the middle.*

¹ Antofyllit har icke identifierats i denna grupp av skarnmalmsfyndigheter, men finnes i Långgruvan (Hästefältet), jfr s. 127.



A. Hj. Olsson foto.

Fig. 15. Gångar av tremolit (T) och magnesiumortit (mörk, M), förträngande dolomit (D). $\frac{2}{3}$ nat. storl. Östanmossgruvan. (Förut publ. i 27). *Veins of tremolite (T) and magnesium orthite (dark, M), replacing dolomite (D). Östanmossa. $\frac{2}{3}$ nat. size.*

gad. Flogopitartad glimmer uppträder också gärna ihop med tremolit. Undantagsvis finnes rätt mycket talk. Slutligen kunna de flerstädes uti Norbergs hithörande fyndigheter påvisade ceriummineralen bestämt hänföras till samma paragenes, i det att de ställvis till hela sin fördelning följa tremoliten (jfr fig. 15) och f. ö. visa sin anknytning till norbergit eller flusspat. Med betonande av, att dessa mineral på det hela taget äro helt underordnade företeelser — man jämför för närmare data de senare följande detaljbeskrivningarna — anföres här en översikt av de associationer, i vilka ceriummineral eller norbergit, bådadera i för blotta ögat synlig mängd, ha iakttagits:

Östanmossa: norbergit, ceriummineral (magnesiumortit, ortit, cerit), tremolit, ofikalcit.

Åsgruvan: ceriummineral (magnesiumortit, cerit), kondrodit, tremolit.

S:a Hackspikgruvan: norbergit, ceriummineral (cerit, törnebohmit, ortit, bastnäsit), tremolit, flusspat, flogopit, molybdenglans.

Johannagruvan: norbergit, ceriummineral (magnesiumortit), tremolit.

Malmkärragruvan: ceriummineral (cerit, ortit, törnebohmit), kondrodit, tremolit, flogopit.

Kallmoragruvan: norbergit, tremolit.

Förekomsten i S:a Hackspikgruvan är upplysande bl. a. genom den höga halten av molybdenglans (jfr s. 94). Denna sulfid synes även annorstädes inom området ansluta sig till samma paragenes, såsom bl. a. antydes av dess jämförelsevis rikliga uppträdande i Malmkärragruvan. Från Bastnäs vid Riddarhyttan är ju kombinationen med ceriummineral välkänd. S:a Hackspikgruvan pekar emellertid även hän på kombinationen av molybdenglans, ceriummineral och flusspat uti de kvartsitiska bergarterna vid Stripåsens koppargruva (s. 123).

Beträffande ceriummineralen är emellertid även att tillägga, att de olika ortitmineralen i form av mikroskopiska korn ha en betydande utbredning i skarnmalmerna över huvud taget. De synas dock endast uppträda i strålstensskarnen, men i denna form lika väl med aktinolit som med tremolit.

Slutligen böra, trots sin ringa mängd, omnämnas de till Tallgruvan inskränkta bormineralen (ludwigit och fluoborit, jfr 27 och s. 120). De tillhöra kondroditparagenesen.

Manganhalten är alltid låg i dessa skarnmalmer. Uti utskrädd styckemalm med 47—52 % Fe varierar

den mellan 0.10 och 0.40 % MnO (51, 52).¹ Beträffande denna manganhalts fördelning på olika mineral föreliggande ej andra data än Lindroths ovan anförda analys av granat från Åsgruvan, som visar 0.39 % MnO. Jämförelse mellan malm- och sliganalyser giva ej tillfredsställande upplysning, då de tillgängliga siffrorna ej representera direkt jämförligt material, och skillnaderna för övrigt synas vara mycket små.

Fosforhalten är i skarnmalmen i genomsnitt avsevärt lägre än i kvartsrandmalmen. Extremerna äro för styckemalmsanalyserna 0.003 och 0.014 % P; medeltalet ligger för styckemalmen från de olika hit hänförliga fälten mellan 0.004 och 0.007 % P.

Svavelhalten är underkastad större växlingar, och kan lokalt bliva besvärande hög. Den uppträder i regel i form av svavelkis (pyrit). Magnetkis är däremot helt sällsynt, och torde knappast förorsaka någon praktisk olägenhet. Kopparkis åter uppträder i ett par hithörande fyndigheter och kan t. o. m. — i Kallmorafältet — samlas till brytvärda malmkroppar. Dess utbredning är dock i regel begränsad, den har ej alls den spridning inom en fyndighet, som svavelkisen ofta kan uppvisa. Slutligen finnes molybdenglans ställvis rätt rikligt i vissa malmkroppar, dock aldrig i utvinnbara mängder. I Åsgruvan hava kopparkis och molybdenglans bl. a. träffats i ett kondroditrikt skarn, i vilket sulfiderna huvudsakligen sitta invuxna i kondroditklumparna.

Siffror för svavelhalten i malmen upptagas ej här, då de, såsom väsentligen beroende av skrädningsgraden, icke ge mycket upplysning. Viktigare data erhållas av sliganalyserna, som ådagalägga, att svavelreningen kan föras långt. Så t. ex. visa analyser av Östanmossaverkets slig (rågods från Åsgruvan och Östanmossa) 0.026 till 0.57 % S.

Strukturen. Detaljerna i skarnmalmenas mikrostruktur behandlas i specialbeskrivningarna. Bland strukturdragen i stort bör särskilt betonas den massformiga fördelningen av de olika skarn- och malmkomponenterna. Undantag finnes visserligen, såsom en viss bandning av malm och amfibolskarn i Malmkärra, samt finare dylik parallellstruktur såsom undantagsfall i Östanmossa och Åsgruvan (jfr ovan), men det normala och karakteristiska är frånvaron av dylika primära parallellstrukturer. Beträffande skarnmassornas uppträdande till karbonatbergarten kunna såsom särskilt upplysande anföras gruvorna Malmkärra, Östanmossa och Åsgruvan (se specialbeskr.). Tremolitskarnets och den åtföljande magnesiumortitens uti vissa fall typiska förträngningsbreccior i dolomit illustreras av fig. 15 (s. 36).

De *kalkmalmer*, som äro anknutna till skarnmalmen, skilja sig från dessa senare blott genom skarnsilikatens tillbakaträdande och den därav följande konsekvensen att malmen — där den ej undantagsvis är ren magnetit — »utspädes» med kalksten eller dolomit i stället för med skarn. Sådana malmer förekomma underordnat i Östanmossa och Åsgruvan, samt framförallt i Kallmora, där de utgöra huvudtypen inom fältets västra del (Fält- och Kapellgruvemalmen). De underordnade mängder av skarnsilikat, som vanligen påträffas jämväl i kalkmalmen, utgöras huvudsakligen av tremolit och kondrodit.² I själva verket kunna dessa skarnmineral, och hela den paragenes som de tillhöra, sägas utgöra ett övergångsstadium mellan å ena sidan skarnmalmer med diopsid, aktinolit eller granat, å den andra de nu avhandlade kalkmalmen. Malmsubstansens metasomatiska uppträdande i karbonatbergarten framträder utmärkt överskådligt i de skarnfattigare formerna. Särskilt är detta fallet uti Kallmorafältet.

Kalk-mangan-haltiga järnmalmer.

Denna typ representeras inom Norberg av det stråk, som går fram genom malmfälten Gamla Kolningberg, Nya Kolningberg och Klackberg. Då detaljer rörande dessa fyndigheter lämpligast meddelas i samband med specialbeskrivningen, upptages här endast en sammanfattning av de viktigaste egenskaperna.

Hithörande malmer äro svartmalmer, mycket finkristallina och antingen massiva eller också kataklasiska, genomdragna av buckliga, grafitklädda slintyor. Järnhalten uti magnetiskt sovrad malm håller sig vanligen vid 43—48 % (sällan upp till 53 %), vartill kommer omkring 4 à 5 % Mn. Utom magnetiten innehåller malmen städse en betydande halt av karbonat. Till en del utgöres detta av material tillhörande den omgivande bergarten, sålunda en dolomit med 8—15 mol. % (Fe, Mn)CO₃, eller stundom mera, men huvudmassan är ett övervägande av MnCO₃ och FeCO₃ sammansatt karbonat, sannolikt alltid i relativt nära överensstämmelse med den av Sundius (84) publicerade analysen från Klackberg, som visar FeCO₃ 21.60 %, MnCO₃ 44.16, MgCO₃ 22.48, CaCO₃ 11.76. Malmens fosforhalt är mycket låg, vanligen mellan 0.002 och 0.005 % P. Norbergs järnmalmer illustrera sålunda den regel, som för de därstädes representerade typerna befunnits gälla för den mel-

¹ En i samlingen 1934 (52) upptagen analys från Åsgruvan med 2.18 % MnO sticker av på ett sådant sätt, att någon felföring måste misstänkas.

² Norbergitförekomsten i Kallmora tillhör en variant av denna typ, likaså en del fynd av ceriummineral i Åsgruvan.

lansvenska malmbildningsprovinserna i dess helhet: de kalk-mangan-haltiga järnmalmerna ha den lägsta fosforhalten, skarnmalmerna följa därefter och sedan de normala kvartsrandmalmerna, medan de sistnämndas manganrika varieteter representera maximum. Svavelhalten i de kalk-mangan-haltiga malmerna är delvis låg, men i somliga malmpartier betydande och kan då även vara på ett besvärande sätt finfördelad. Uppträdande sulfider äro svavelkis, magnetkis, kopparkis, stundom blyglans och arsenikkis. Halten av SiO_2 i själva malmen är låg, 2—7 %. Förutom spridda individer av skarnsilikat i malmen finnas även kompakta, väl begränsade skarnränder uti densamma, samt reaktionszoner gentemot leptit. Sådant skarn, kallat »binda», är i regel väsentligt manganhaltigt och består av amfibol, granat och biotit. Dessutom ser man här och var, vanligen i mindre skala och med rätt oregelbundet uppträdande, en blandning av grönskarn och rödbrun granat, till synes utan bestämt samband med malmerna.

Malmkropparna uppträda uti dolomit och visa i stort sett anslutning till dennas lagerbyggnad. I detalj åter finnas väsentliga avvikelser, och såväl de delvis vaga malmgränserna som sättet för malmens upphörande i strykningsriktningen i vissa fall (särskilt Klackbergs Storgruva) göra, att man icke kan beteckna malmkropparna såsom något slags inlagringar.

Mullmalmsbildningar i järnmalmerna.

Mullmalmsbildningar hava uti Norberg träffats dels i Granrotsgruvan i Klackbergsfältet, sålunda i en kalk-mangan-haltig malm, dels i V:a Månsgruvan i Gamla Morbergsfältet i kvartsrandmalm samt i Torv- och Gökgruvorna i Nya Morbergsfältet. Det synes städse röra sig om preglacial vittring. Till en del hava företeelserna ifråga redan blivit ganska utförligt skildrade (13, 11, 35), för övrigt hänvisas till de följande specialbeskrivningarna.

Sulfidmalmer.

Av sulfidiska malmer ha endast två slag brutits i Norberg, nämligen bly-silver-malm och kopparmalm.

Bly-silver-malm har utvunnits i Kallmora Silvergruva och i den i densammans fortsättning mot VSV belägna Nya Månsgruvan. Malmineralet, blyglans, förekommer där dels såsom ådror och impregnation i kvartsrandig järnmalm och uti dess leptitiska sidosten, dels i ett uti kalksten uppträdande skarn, som består av andra ditgranat och flusspat.

Kopparmalm har brutits i den i närheten av nyssnämnda blyfyndighet belägna Kallmorbergsgruvan, där en samlad och rik kopparkismalm, låt vara av mycket begränsade dimensioner, träffats ansluten till skarnjärnmalm. Uti kalkmalmen i samma fält träffas ofta fläckar av kopparkis och bornit, men ej i brytvärd mängd. Kopparmineralen i Kallmora åtföljas av flusspat. Vidare har kopparkis brutits i Stripåsens gruva, som arbetats uteslutande på denna malm. Gångarten är där skarn av andraditgranit och flusspat, liksom i Kallmora Silvergruva. Dylikt skarn finnes även i Bondgruvan, i samband med uppträdandet av kopparmineral. Jfr även ovan s. 29 om sulfider i kvartsrandmalmerna.

Ytterligare kan förtjäna framhållas, att molybdenglans uppträder i den sulfidförande paragenesen vid Kallmora Silvergruva, Stripåsen och Bondgruvan. Medan kopparkis förekommer, om också blott i obetydlig mängd, tillsammans med blyglansen i Kallmora Silvergruva, saknas blyglans fullständigt vid Stripåsen och i de paragenetiskt motsvarande delarna av Bondgruvan. Slutligen kan erinras om den sporadiska förekomsten av blyglans i de kalk-mangan-haltiga järnmalmerna, samt omnämnas dess uppträdande i en skarnmalmsfyndighet vid Öfstjärnarna, vilken går under det alltför lysande namnet »Bogärde Silvergruva».

Det bör betonas, att malmkvartsit uppträder vid både Kallmorberg och Stripåsen i mer eller mindre nära anslutning till de sulfidiska malmerna, medan stråken av cordieritglimmerskiffer, påfallande nog, synas vara helt fria från sulfidmalmer.

Urgraniterna.

Östra massivet.

Bergartens normala karaktär. Graniten i det massiv, som i Ö och SO begränsar Norbergs leptitbälte, är normalt — i varje fall inom det område, som karteringen nu omfattat — till färgen rödlätt, med sparsamt uppträdande små mörka biotitfläckar. Fältspat-kvarts-massan är ojämnt finkornig, påtagligt granulerad. Restfältspater om en eller ett par mm storlek framträda nästan alltid; ofta ses även fältspatskorn av något större

mått, vilka representera nära nog alldeles opåverkade primärkorn. Någon distinkt skiffriighet har bergarten i allmänhet icke. Stundom framträder dock en utpräglad lineärstruktur.

Den mikroskopiska undersökningen visar, att huvudbeståndsdelarna äro mikroklin, albitisk plagioklas och kvarts. Mikroklinen, som delvis innehåller rikligt albitinväxningar i form av »åderpertit», övertägar något över den fria plagioklasen. Denna senare, som optiskt bestämts till $Ab_{93}An_7$, visar städse albitlamellering av fullt ordinär typ, utan någon finstrimmig »moaré»- eller »schackbrädsstruktur». Den redan för blotta ögat framträdande granuleringen (genom omkristallisation) av de tre huvudkomponenterna blir naturligen ännu tydligare under mikroskopet. Vad fältspaterna beträffar, så förefaller mikroklinpertiten att bättre än den fria plagioklasen stå emot denna granulering; reliktkorn av den förra äro nämligen vanligare. Måhända bestämmes dock detta intryck av den omständigheten, att primärkornen av pertit äro något större än albitkornen. De ursprungliga korngränserna framträda stundom ganska tydligt vid granskning av slipprov uti vanligt ljus. Kvartsen framstår då med rundade konturer, korroderande fältspaterna, delvis med litet implikation. Övriga beståndsdelar i denna granit äro kloritiserad biotit, litet muskovit, flusspat och magnetit, samt undantagsvis ortit.

Nedanstående analys n:o 9 visar den typiska granitens kemiska karaktär.

Analys n:o 9.					Norm	
	%	Mol. prop.				
SiO ₂	77.58	1.2866	Q = 36.98	F = 60.99	}	Sal = 98.25
TiO ₂	0.07	0.0009	Or = 28.02			
Al ₂ O ₃	12.12	0.1186	Ab = 31.19			
Fe ₂ O ₃	0.59	0.0037	An = 1.78			
FeO	0.51	0.0071	Al ₂ O ₃ = 0.28			
MnO	0.004		MgSiO ₃ = 0.10		}	Fem = 1.43
MgO	0.04	0.0010	FeSiO ₃ = 0.33			
CaO	0.36	0.0064	Mt = 0.86			
Na ₂ O	3.68	0.0593	Il = 0.14			
K ₂ O	4.71	0.0500				99.68
BaO	0.03	0.0002		+ H ₂ O, etc.		0.329
H ₂ O	0.32	0.0178				100.009
P ₂ O ₅	—					
S	0.005					
		100.019				

Sp. vikt: 2.62

A n a l y s n : o 9 : Urgranit, rödlätt typ; Spännarhyttan (vid landsvägen SO om masugnen). A. Bygdén, S. G. U:s laboratorium. Aktuell mineralsammansättning: mikroklin (pertitisk), plagioklas $Ab_{93}An_7$, kvarts, klorit, muskovit, magnetit.

Bergarten är tydligen att hänföra till de mera alkalina bland de mellansvenska urgranittyperna. Närmast torde den komma Horrsjögraniten i Filipstads Bergslag (Magnusson, 64, s. 86), såsom illustreras genom följande sammanställning av normens huvudkomponenter:

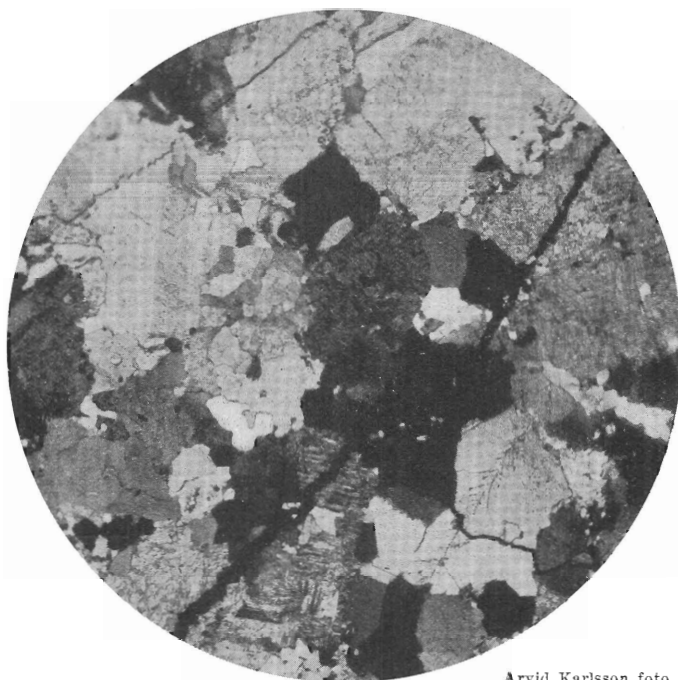
	Spännarhyttan	Horrsjö (IX)	Horrsjö (X)
Q = ...	36.98	39.70	37.01
Or = ...	28.02	24.57	26.91
Ab = ...	31.19	28.72	29.25
An = ...	1.78	1.19	2.08

Albitgranitisk randfacies. Utmed kontakten mot leptitformationen ersättes den nu skildrade granit-typen städse, möjligen med undantag för vissa kortare sträckor, av en utpräglad albitgranitisk randfacies, vanligen helt normalt granitiskt kornig, men stundom granofyrisk. Zonens något skiftande bredd framgår av kartorna (tavla 1 och 2) och de på dem angivna hällobservationerna och gruvorna (Bergenschölds¹ och Bondgruvans schakt beröra zonen ifråga).

Albitgraniten är i allmänhet nästan rent vit till färgen, stundom dock svagt rödlätt. I stort sett har det visat sig möjligt att genomföra karteringen av de olika granitvarianterna redan med ledning av färgen; den mikroskopiska undersökningen har blott i några enstaka fall föranlett modifieringar i fältrekognosceringens kartbild.

¹ Genom ett förbiseende har detta namn å kartorna och textbilder erhållit en felaktig stavning.

Med undantag för vissa här nedan närmare angivna lokala variationer är randzonens bergart en granit av ungefär samma kornighet som massivets huvudbergart. Anmärkningsvärt nog synes strukturen snarast vara bättre bevarad i randzonen än i massivets inre delar, men växlingarna försiggå på sådant sätt, att man ej kan anse detta förhållande karakterisera randzonen i dess helhet gentemot den ordinära graniten. Albiten har en sammansättning mellan $Ab_{93}An_7$ och c:a $Ab_{98}An_2$. Den synes sålunda i genomsnitt vara något litet renare än den fria albiten uti den ordinära graniten, vilket också bekräftas av analyserna (jfr nedan), men man kan knappast tillmätta skillnaden någon väsentlig betydelse. Albitens tvillingbildningar äro anmärkningsvärda. En del korn uppvisa den relativt breda albitlamellering, som utmärker den ordinära granitens fria albit. Övriga albitkorn åter visa den uti ren albit så vanliga byggnaden med korta albitlameller, antingen helt smala (»moaréstruktur») eller bredare (»schackbrädsalbit»). Periklinlamellering förekommer också. Vid jämförelse med den



Arvid Karlsson foto.

Fig. 16. Albitgranit, Bergenschölds schakt. Slipprov, $\times 17$, kors. nik. Albit och kvarts. *Albite granite, Bergenschöldt Shaft. $\times 17$, nic. crossed. Albite and quartz.*

ordinära graniten kan man säga, att mikroklinperitens roll i den senare övertagits av den finstrimliga albiten, under det att inga större förändringar ägt rum beträffande de övriga huvudkomponenterna, fri albit och kvarts. Mikroklin har i albitgraniten observerats blott i något undantagsfall, såsom sparsamt uppträdande inväxningar uti albit. Förutom albit och kvarts ingå i albitgraniten endast små mängder av glimrar — ljus biotit och muskovit —, samt ibland klorit, rutil, titanit, magnetit, zirkon. Ortit ses i flera fall, mest metamikt men i ett par fall alldeles frisk. Särskilt anmärkningsvärt är ett millimeterstort aggregat av frisk ortit med måttligt stark färg och dubbelbrytning, av magnesiumortits karaktär, i albitgranit från Bondgruvan. Kloriten har i ett preparat befunnits uppvisa den i helsinkiter vanliga aggregatformen.

Primärstrukturen är ofta skönjbar, med tjockt tavelformiga albitkorn om 2 à 3 mm storlek eller något mera, och kvartsen med vågiga korngränser, korroderande albiten med sådana konturer, att enkla implikationer ibland uppstå. De sekundära strukturdragen äro ofta inskränkta till en begynnande »murbruksstruktur», berörande huvudsakligen fältspaten.

Förutom den nu skildrade, normalt granitiska strukturformen, uppträda inom den albitgranitiska randzonen även finkorniga och granofyriska former. Sålunda finnes SV om Norberg dels en halvmillimeterkornig form, dels en makroskopiskt leptitliknande form med utmärkt granofyrstruktur. Även vid Risbergfältet, där randzonen i övrigt har ren granithabitus, finnes lokalt granofyr. Uti varphögarna vid »Grundskatten» å Smedgårdssberget N om Bondgruvan finnas nämligen block av en mycket finkornig vit bergart, genomdragen av biotitådror med molybdenglans och ortit. Under mikroskopet visar denna bergart granuleringsaggregat efter strö-korn av albit och kvarts uti en grundmassa av samma mineral, utbildad dels såsom typisk granofyr, dels i den genomväxningsform, som betecknats såsom korallmönster (37). Uti den delvis finkorniga albitgraniten V om Stripåsens banvaktstuga¹ synas granofyriska partier hava förekommit i mindre utsträckning; bergarten är emellertid sekundärt granulerad och primärstrukturen kan endast delvis rekonstrueras.

Den kemiska sammansättningen av albitgraniten framgår av analys n:o 10, som representerar en typiskt granitkornig form:

Analys n:o 10.					
	%	Mol. prop.		Norm	
SiO ₂	79.11	1.3119	Q = 37.51	F = 60.58	} Sal = 98.53
TiO ₂	0.08	0.0010	Or = 2.34		
Al ₂ O ₃	12.44	0.1217	Ab = 56.76		
Fe ₂ O ₃	0.11	0.0007	An = 1.48		
FeO	0.15	0.0021	Al ₂ O ₃ = 0.44		

¹ Jfr not s. 7.

	%	Mol. prop.		Norm	
MnO	0.002		MgSiO ₃ = 0.62	} Fem = 0.98	
MgO	0.25	0.0062	FeSiO ₃ = 0.05		
CaO	0.30	0.0053	Mt = 0.16		
Na ₂ O	6.69	0.1079	Il = 0.15		
K ₂ O	0.38	0.0040			99.51
BaO	0.03	0.0002		+ H ₂ O, etc.	0.341
H ₂ O	0.33	0.0183			99.851
P ₂ O ₅	0.004				
S	0.005				
	99.881				

Sp. vikt: 2.64

A n a l y s n : o 10: Albitgranit; Spännarhyttan, vid landsvägen SV om masugnen. A. Bygdén, S. G. U:s laboratorium. Aktuell mineralsammansättning: albit (Ab₉₅An₅), mikroklin (såsom antipertit), kvarts, biotit, klorit, muskovit, titanit, rutil, magnetit.

Beträffande förhållandet mellan albitgraniten och den ordinära graniten föreligga följande iakttagelser från trakten av Risbergsfältet, där möjligheterna i dylikt hänseende varit bäst. Någon klart markerad gräns förekommer icke. Ej heller finnes någon sammanblandning av de båda typerna, bortsett från det egendomliga uppträdandet av albitgranit på ett ställe inne uti den ordinära graniten (tavla 2). Det intryck, man erhåller i fält, angiver förefintligheten av en mycket snabb övergång. Åtminstone på de ställen, där direkt iakttagelse varit möjlig, torde övergången äga rum inom någon meters avstånd, kanske mindre. Emellertid har det — ehuru åtskilliga prov tagits — icke varit möjligt att genom den mikroskopiska granskningen fastslå övergångens förlopp. Påfallande är emellertid, att granitprov, som av sina lägen i fält kunna förmodas representera övergångsstadier, i flera fall befunnits innehålla, jämte den normalt lamellerade albiten och delvis även ordinär pertit, en pertitfältspat som är av annan typ än den ordinära granitens åderpertit och till sammansättning och struktur snarare närmar sig s. k. eutektpertit. Denna sistnämnda pertits albitkomponent visar ibland samma finstrimmiga albitlamellering, som utmärker den ena albittypen i albitgraniten.

Sydväst om Norberg förefinnes måhända en mera kontinuerlig övergång mellan albitgranit och urgranit av mera ordinär sammansättning. Där finnas nämligen närmast den utpräglad natronextrema randzonen hållmarker av en finkornig vit bergart, vars makroskopiska utseende låter förmoda en utpräglad natronbergart, men som under mikroskopet befinnes förutom albit och kvarts även innehålla mycket betydande mängder mikroklin. Å tavla 1 har denna zon därför hänförs till den ordinära urgraniten.

Jämte den av Ivar Högbom beskrivna albitgranityren från Nybergsfältet i Norrbärke (50) och den av förf. skildrade albitgraniten vid Masugnsbyn i Jukkasjärvi s:n (31) torde den nu skildrade randzonen giva ett av de vackraste exemplen på en extremt natronrik randfacies till ett granitmassiv med annars väsentlig kalifältspatshalt. Det förtjänar också nämnas, att enligt Magnussons skildring (64, s. 87) Horrsjögraniten visar tendens i samma riktning, med natronrik, delvis granofyrisk randzon. De problem, som anknyta sig till dessa egenartade bergarter, skola, i den mån de lämpligen nu kunna upptagas till diskussion, behandlas i ett följande kapitel.

Kontakten mot leptitformationen. Ifrån kartområdets nordöstra hörn, ända till Norrbergsfältet, förefinns inga andra gränsblottningar än de redan ovan s. 21 skildrade vid Tallgruvan och Månsbo, där albitgraniten synes hava i viss utsträckning omvandlats till cordieritglimmerskiffer, ävensom en blottning nära Stripåsen, som ger samma intryck.

Uti Norrbergsfältet finnas under jord i och intill Bergenschölds schakt goda blottningar av kontakten mellan albitgraniten och en till kvartsrandmalm ansluten, starkt talkig och amfibolförande svartmalm. Gränsen är enkel, delvis något skölig med glimmer eller klorit, stundom även med gångkvartskörtlar; granitens karaktär av intrusion är dock alldeles uppenbar. Graniten ter sig fullkomligt massformig, och genomdrages i växlande riktningar av tunna ådror av svart turmalin, ofta följbara flera meter i sträck.

Å denna gruvas bottenivå (110 m avv.) har man vid strossning c:a 40 m från granitkontakten stött på en vit till rödlätt, kvartsporfyrisk bergart, näppeligen möjlig att efter utseendet skilja från vissa av traktens leptiter, vilken skarpt avskär malmens kvartsrandning (fig. 38, s. 93). Bergartens kvartsströkor äro starkt utdragna i gemensam riktning, c:a 5 mm långa och tredjedelen så breda. Trots den starka deformationen framträda vid mikroskopisk undersökning tydliga korrosionsbukter. Granuleringsaggregat av plagioklas finnas också, och den leptitliknande grundmassan består av kvarts och plagioklas Ab₈₃An₁₇. Från natrongraniten skiljer sig

bergarten sålunda mycket påfallande genom plagioklasens väsentliga anortithalt, och något närmare samband dem emellan förefaller ej sannolikt. Snarare är porfyrbergarten att jämföra med det västra granitmassivets bergart (jfr s. 43). Emellertid liknar den natrongraniten i viss mån uti sitt sätt att reagera för slag, antydande jämförliga spänningar, under det att gruvans malmförande kalileptit förhåller sig på annat sätt.

Vid en stuga N om Bondgruvans dagöppning (tavla 2) ses vit albitgranit överskära skiktningen uti en malmbandad leptit.

I Bondgruvan kommer malmen — åtminstone i de nu tillgängliga delarna av gruvan — icke i kontakt med granitens huvudmassa. Där uppträda emellertid flera gångar, växlande från endast ett par cm upp till åtskilliga meters mäktighet, vilka genomsätta såväl kalileptiten som malmen, skarpt avskärande den sistnämndas randning (fig. 17). Bergarten i dessa gångar är rödlätt eller undantagsvis vitaktig, och i de flesta fall ungefär

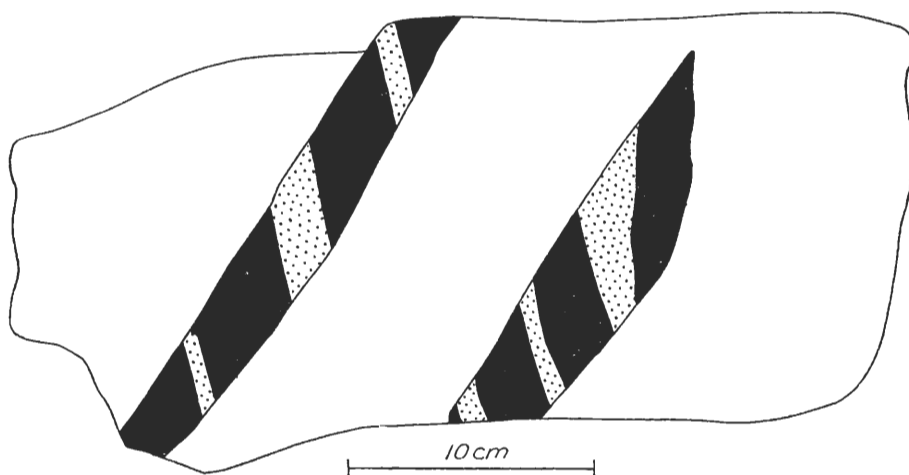


Fig. 17. Finkornig urgranit (vit) med inneslutna skivor av järnmalm (magnetit svart, kvartsband prickade). Bondgruvan. *Fine-grained granite (white) with enclosed slabs of iron ore (magnetite black, quartz bands stippled). Bondgruvan.*

av samma kornstorlek som kalileptiten. På gruvkartan har den, betecknande nog, särskilts från leptiten såsom »hälleflinta».¹ Mikroskopiskt visar den antydning till porfyrstruktur. Dess mineralsammansättning är den ordinära granitens, möjligen är dock mikroklinhalten något högre än i denna senare. Delvis övergår den till grövre, tydligt granitiska former. Påfallande ofta äro gångarna till en del — smala gångar t. o. m. alltigenom — omvandlade till ett tätt epidotskarn.

Dessa gångar hava tidigare av Holmquist (45) omnämnts såsom leptitgångar,

Förmodligen bygger karakteristiken ifråga enbart på material från varpen. Övergång till tydlig granit kan dock, såsom nämnt, iakttagas. Gångarna genomsätta klart och tydligt även den malmen omgivande kalileptiten. Vidare ses de ibland skära över veckning uti malmen.

Beträffande kontaktförhållandena kan vidare påpekas, att inneslutna brottstycken av leptit synas vara mycket sällsynta i graniten. Inom det område, som berörts av hållkarteringen, har endast ett sådant anträffats, nämligen S om Spännarhytte masugn.

Urgranitiska gångar i leptitformationen? Förutom de redan anförda gångarna förekomma i flera fall bergarter, som kunna misstänkas vara gångformigt uppträdande intrusioner i mer eller mindre nära samband med det östra urgranitmassivet. Sålunda förekomma i varphögar vid Västanforsgruvan i Ragvaldsfältet (200 m SV om Spännarhytte masugn, tavla 2) och vid flera gruvor i »Mimersfältet» i helt underordnad kvantitet finkorniga, rödlätta bergarter, för vilka en dylik natur förefaller sannolik. Härtill komma de förekomster av kvartsporfyrisk natronleptit, för vilka sammanhanget med leptitformationen icke är alldeles otvetydigt, såsom den lilla förekomsten i Norrbergsfältet.

Västra massivet.

Bergartens karaktär och variationer. Urgraniten i det västra massivet är en grå gnejsgranit, med något variabel sammansättning men genomgående karakteriserad av kombinationen av en jämförelsevis anortitrik oligoklas samt mikroklin, ävensom av en halt av mörka mineral, som är mångfaldigt högre än i det östra massivets granit. Jämte sammansättningen varierar även den primära kornstorleken och framförallt den sekundära strukturen, graden av omkristallisation.

Inom de stora hållmarker av granit, som utbreda sig mellan Glad tjärn och Pattjärn, är bergarten delvis förklyftad i block av jättedimensioner. Istransporten har vräkt dylika block in på angränsande kvartsitområde,

¹ Intrycket, att gånggraniten skulle vara ännu finkornigare än leptiten, sammanhänger troligen med dess låga glimmerhalt.

och därigenom beslöjat kontakten mellan bergarterna. Sluttningen ned mot Pattjärn bestämmes i huvudsak av en utpräglad förklyftning i graniten, med ungefär meterstjocka bankar, i strykning NV—SO och flackstupning mot NO (fig. 4, s. 10). Graniten är i denna trakt flasrig men icke egentligt gnejsig; med andra ord, fältspat och kvarts visa inga väsentliga deformationer, varemot småfjälliga biotitaggregat markera en tendens till parallellanordning. Fältspaterna kunna nå centimeterstorlek. Rent vit fältspat, halvklar grågul kvarts och den måttliga biotithalten ge bergarten en gråvit totalfärg. Ofta ses emellertid små rostfläckar, vilka reducera den annars vackra bergartens värde. Graniten har, på grund av gott klåv, funnit en viss användning för trappsten o. dyl. (varvid dock veterligen endast lösa block förbrukats), men fläckigheten omöjliggör dess utnyttjande för ändamål, där utseendet spelar större roll.

Mikroskopisk undersökning, bekräftad av analys (jfr nedan), visar, att mikroklin och oligoklas uppträda i jämförliga mängder, dock med någon övervikt för den sistnämnda. Oligoklasen är utbildad i tjockt tavelformiga korn om ett par mm längd, och stundom omvuxen av mikroklin. Sammansättningen varierar zonalt, än enkelt, än med rekurrens. De inre delarna av kornen hava omkring 25—28 % An, ett yttre hölje exempelvis c:a 18 %. I dylika albitrikare höljen kunna antipertitiska mikroklininväxningar sparsamt förekomma. Mikroklinkornen nå större dimensioner; de ovannämnda centimeterstora fältspaterna tillhöra mikroklinen. Den är endast föga pertitisk. Fältspaterna äro till stor del väl bevarade, stundom med myrmekitbildning vid gränserna. Granuleringsaggregat förekomma men äro mestadels ej anknutna till bevarade större korn. Kvartsfälten äro uppdelade. Biotiten uppträder undantagsvis med tydlig primärform, men mestadels i småfjälliga aggregat tillsammans med något hornblände (starkt färgat, med absorptionsfärger i brungrönt och blågrönt), grynig titanit, epidot och litet ortit. Apatit förekommer sparsamt. Den kemiska sammansättningen av denna variant av graniten illustreras närmare av nedanstående analys n:o 11.

Uti trakten närmast S om sjön Ungen är bergarten i regel mera rik på mörka mineral, och något finkornigare. Sistnämnda egenskap bestämmes tydligen därav, att plagioklasen alldeles dominerar över mikroklinen, vilken i denna underordnade ställning representeras endast av smärre korn. Plagioklasen är utbildad i tjocka tavlor — nära nog isometriska korn — om ett par mm storlek, stundom zonalbyggda med ringa olikhet mellan zonerna. Genomsnittssammansättningen ligger vid omkring 30 % An. Invuxna mikroklinpartier ses ibland, dock endast i ringa mängd. I övrigt är bergarten till mineralsammansättningen lik den nyss skildrade, men med andra proportioner: halten av biotit och hornblände är här högre, kvartshalten däremot lägre. Av ortit har i ett prov noterats ett millimeterstort korn, delvis ännu svagt dubbelbrytande men i övrigt isotropt. Denna granittyp representeras av analys n:o 12 nedan. Väsentligen samma karaktär har den delvis rätt starkt förgnejsade bergarten längre åt S, såsom vid V:a Djupkärra.

En lokal variation, som uppträder nära den mellan Ungtjärn och Ungen gående bäcken och sålunda kan uppfattas såsom ett slags randfacies, är ljusare, biotitfattig och hornbländefri, samt innehåller ungefär lika mycket mikroklin som oligoklas.

NO om Pattjärn falla inom kartans ram endast ett fåtal blottningar, representerande massivets gränsson. Vid Gäsen anstår en form med mikroklin och oligoklas i jämförliga mängder, ordinärt granitisk kvartshalt, påfallande rikligt ortitpseudomorfoser tillsammans med kloritiserad biotit, samt något flusspat. Kvartsen föreligger här i undulösa primärkorn, fältspaten i omkristalliserade aggregat.

Något längre norrut, utanför kartgränsen, där landsvägen Norberg-Hedemora korsar massivets gräns, föreligger en gråvit gränsform. Mikroskopisk undersökning visar emellertid, att bergarten hållit en ej obetydlig biotithalt, nu i form av klorit. Fältspaten är enbart oligoklas ($Ab_{88}An_{12}$). Strukturellt är bergarten en granitporfyr med bevarade typiska kvartsströkorn, granuleringsaggregat av oligoklas, samt en grundmassa av dessa båda mineral, med sådan fördelning, att man kan misstänka förefintligheten av en genom omkristallisation derangerad granofyrstruktur. Dessa genom den mikroskopiska undersökningen framkomna fakta innebära att granitvarianten ifråga står mycket nära den intrusiva, granitporfyriska bergarten i Norrbergsfältet (jfr ovan s. 41), en sammanställning, som man efter enbart makroskopiskt studium ej skulle komma att tänka på.

Med undantag för den senast skildrade randfacies visar tydligen det västra urgranitmassivet skäligan regelbundna variationer i sammansättningen: med sjunkande halt av mikroklin ökar plagioklashalten och stiger anortithalten i plagioklasen, kvartshalten minskar men biotit och hornblände öka, det sistnämnda kanske mera markerat än biotiten. Närmare illustreras dessa förhållanden av analyserna n:o 11 och 12:

Analys n:o 11.					
	%	Mol. prop.			Norm
SiO ₂	74.02	1.2275	Q = 33.87	F = 60.63	Sal = 94.53
TiO ₂	0.19	0.0024	Or = 24.55		
Al ₂ O ₃	13.04	0.1276	Ab = 27.30		
Fe ₂ O ₃	0.44	0.0028	An = 8.78		
FeO	1.95	0.0271	Al ₂ O ₃ = 0.03		
MnO	0.04	0.0006	MgSiO ₃ = 0.55	Fem = 4.59	
MgO	0.22	0.0055	FeSiO ₃ = 2.97		
CaO	1.80	0.0321	Mt = 0.65		
Na ₂ O	3.22	0.0519	Il = 0.36		
K ₂ O	4.09	0.0434	Ap = 0.06		
BaO	0.07	0.0005			99.12
H ₂ O	0.62	0.0344		+ H ₂ O, S	0.64
P ₂ O ₅	0.03	0.0002			99.76
S	0.02				
99.75					

Sp. vikt: 2.65

Analys n:o 12.					
	%	Mol. prop.			Norm
SiO ₂	68.52	1.1363	Q = 27.38	F = 61.26	Sal = 88.64
TiO ₂	0.57	0.0071	Or = 16.86		
Al ₂ O ₃	14.44	0.1413	Ab = 28.56		
Fe ₂ O ₃	0.91	0.0057	An = 15.84		
FeO	3.86	0.0537	CaSiO ₃ = 0.17		
MnO	0.08	0.0011	MgSiO ₃ = 1.82	Fem = 10.22	
MgO	0.73	0.0181	FeSiO ₃ = 5.55		
CaO	3.32	0.0592	Mt = 1.32		
Na ₂ O	3.37	0.0543	Il = 1.08		
K ₂ O	2.79	0.0296	Ap = 0.28		
BaO	0.10	0.0006			98.86
H ₂ O	1.14	0.0633		+ H ₂ O, S	1.15
P ₂ O ₅	0.13	0.0009			100.01
S	0.01				
99.97					

Sp. vikt: 2.73

A n a l y s n : o 1 1 : Granit; Ö om Glad tjärn. A. Bygdén, S. G. U:s laboratorium. Aktuell mineral-sammansättning, jfr ovan.

A n a l y s n : o 1 2 : Granit; landsvägen Ö om sjön Ungen. A. Bygdén, S. G. U:s laboratorium. Aktuell mineralsammansättning, jfr ovan.

Massivets bergart tillhör en ganska utbredd grupp av urgraniter, de oligoklasrika. Närmast analys n:o 12 komma de av Lindroth analyserade varianterna av Uppsalagranit i de massiv, som begränsa leptitbältet vid Ramhäll i Uppland (58). Dessa analyser visa avsevärt högre MgO än n:o 12 (1.59, resp. 1.69 %), men de saliska komponenterna äro mycket nära värdena i analys n:o 12, såsom framgår av nedanstående jämförelse av normens siffror:

	Analys n:o 12	Granit S om Ramhäll	Granit N om Ramhäll
Q = ...	27.38	27.07	29.29
Or = ...	16.86	16.02	17.47
Ab = ...	28.56	28.82	25.40
An = ...	15.84	14.38	13.49
Al ₂ O ₃ = ...	—	0.29	0.61

Andra besläktade massiv, såsom det av förf. beskrivna vid Falun (20) eller det vid Orijärvi i Finland (Eskola, 14), visa ej veterligen några former, som så nära överensstämma med någon speciell variation av urgranitmassivet V om Norberg, men uppvisa i andra avseenden lika viktiga analogier, nämligen i karaktären i stort av den variabla bergarten.

Kontaktförhållanden. Från Vasstjärn i SV upp mot Ungtjärn är gränsen mellan urgraniten och leptitformationen jordtäckt men troligen nästan rak, följande en dalsänka. Möjligen föreligger här någon förkastning. Omkring Ungtjärn och Ungen däremot bliva kontaktförhållandena mera komplicerade. Påtagliga intrusionsföreteelser framträda. Öster om bäcken från Ungtjärn till Ungen förekomma några smala gångar av granitens ljusa gränsform, vilka genomsätta leptiterna. Västligare, utanför kartans gräns, uppträda i graniten inneslutna brottstycken av leptiter, särskilt väl blottade i vissa vägskärningar. Öster om sjön Ungen angiver hållfördelningen en större intrusiv utlöpare av granitmassivet. Mellan Ungen och Gladttjärn finnes en blottning, som visar intrusionskontakt mellan granit och kvartsit. Av topografiska skäl — en markerad dalsänka framgår här — skulle man annars kunnat misstänka en förkastningsgräns. Ännu mera är detta fallet mellan Gladttjärn och Pattjärn, där samma topografi fortsätter, och där de stora blockmassorna av granit förhindra direkta iakttagelser rörande kontaktförhållandena. Emellertid torde redan bergarternas egen karaktär kunna förklara de anförda topografiska relationerna.

Om det också är tänkbart, att gränsens karaktär delvis tillskriffts av förkastningar, så är det dock tydligt, att kontakten även primärt måste ha förlöpt i stort sett parallellt med leptitformationens strykning, utom kring Ungtjärn och södra delen av Ungen. Mera ovisst är, huruvida en sådan parallellism föreligger även med avseende på stupningen.

Amfiboliter.

Amfibolitiska bergarter uppträda inom Norbergsområdet endast i form av smärre intrusioner, huvudsakligen typiska gångar. De representera flera olika petrografiska typer — så pass olika, att man redan av denna orsak måste räkna med möjligheten, att flera väsentligt skilda åldersgrupper äro representerade.

Tre huvudtyper kunna urskiljas.

Den längst gångna metamorfosen finner man i ett antal smärre gångar i Åsgruvan samt i ett par flera meter mäktiga gångar i G:la Kolningbergsfältet. Bergarten består nästan enbart av hornblände och epidot. Hornbländet, som överväger, tillhör en i gångamfiboliter vanlig typ, med utpräglat blå absorptionsfärg $\parallel \gamma$. Epidotens fördelning giver i vissa fall en antydning om den ursprungliga fältspatsgrupperingen. I en av dessa gångar (G:la Kolningberg) finnas centimeterstora porfyroblaster av magnetit. Ut i Åsgruvan hava gångar av denna typ på två ställen (i undersökningsorter inom gruvans östra delar, 130 m avv.) befunnits övergå i skarn, under det att de klart sätta igenom kalkstenen. Tydligt måste de ha existerat före skarnbildningen, eller åtminstone före en viss fas av densamma.

Den mest utbredda amfibolittypen bildar vanligen gångar av större dimensioner, med en bredd ända upp till ett tiotal meter och en betydande uthållighet i strykningen, om också de kombinationer av iakttagelserna, som gjorts på Peterssons kartor (74), stundom torde giva en något överdriven föreställning om deras regelbundenhet. Inom leptitformationen taga gångarna gärna formen av lagergångar, eller, riktigare, gå nära parallellt med veckaxelplanens ställning. I flera fall hava dock även tvärande gångar påvisats (jfr tavla 2). Till denna typ höra även de inom urgraniterna iakttagna amfiboliterna.

Bergarten är jämnkornig, med både hornblände och fältspat tydligt framträdande och med en måttligt markerad kristallisationsskiffrighet, huvudsakligen bestämd av hornbländet. Mikroskopisk undersökning av ett antal prov från olika ställen — Åsgruvan, L:a Kysbo, Norrbergs- och Morbergsfälten — ger en i allt väsentligt ensartad bild av bergartens allmänna karaktär. I bäst bevarat skick visar den uppenbart relikta primära fältspater i form av plagioklastavlor av ungefär millimeterlängd. Plagioklasen, ofta sericitgrumlad, har en sammansättning omkring $Ab_{50}An_{50}$. Emellan de delvis av omkristallisation anfrätta tavlorna ligger en massa av kvarts, smärre plagioklaskorn, rikligt av hornblände samt opaka malmmineral, vanligen i påfallande mängd. Hornbländet är av samma art som i den förra typen. Malmmineralen äro i regel dels en ren magnetit, dels en egendomlig, så att säga vattrad sammanväxning av ilmenit och järnglans. I prov från L:a Kysbo ses dock endast ren ilmenit. Pyritkuber ha iakttagits i flera prov, små prismor av apatit likaså. Tydligt är, att bergarten i betydande utsträckning är omkristalliserad. Utom plagioklastavlorna kunna såsom relikta primärdrag möjligen även tolkas en del större kvartsfält i dessas mellanrum, ävensom järnmalmkornen. Till sin ursprungliga karaktär synes bergarten ha varit en något kvartsförande diabas.

I vissa fall är omkristallisationen komplett, varvid bergarten får en mera deciderad kristallisationsskiffrighet. Detta gäller bl. a. den stora gången i Norrbergsfältet. Såväl analogien i mineralsammansättningen som

förefintligheten av mellanled visa dock sambandet med nyss skildrade typ. Den ifrågavarande gången i Norrbergsfältet ger också exempel på att salbandszonens primära finkornighet kan spåras även uti den fullständigt omkristalliserade bergarten. Denna amfibolitgång är även berörd av den lineärt orienterande deformation, som träffat leptitformationen och urgraniterna. Därest hela gruppen är yngre än dessa sistnämnda, synes den i alla händelser hava genomgått det tektoniska skede, som följde i nära anslutning till urgraniternas intrusion.

Slutligen äro att anföra några gånger i Kallmoragruvan, som bilda en självständig typ. De flesta nå endast några dm bredd. Bergartens utseende är mycket karakteristiskt. Den håller talrika strökorn av svartgrönt hornblände, tjockprismatiska och vanligen knappt 5 mm långa, i en finkornigare massa, uti vilken 1 à 2 mm stora, vita fältspatfläckar sticka av mot en mörkare hornbländemassa. Mikroskopisk undersökning visar emellertid, att fältspaten är så gott som fullständigt ersatt av sericit. Hornbländeströkornen äro troligen pyroxenpseudomorfoser (uralit).

Områdets geologiska utveckling i urbergstid.

Leptiternas och urgraniternas eruptivserier.

Alla, som förvärvat någon närmare kännedom om den mellansvenska leptitformationens och de i samma trakter uppträdande urgraniternas kemiskt-mineralogiska karaktärer, torde vara ense om att dessa karaktärer angiva en nära släktskap mellan de båda eruptivserierna. Grundläggande har framförallt varit en framställning av Sundius (82), vilken sedan kompletterats genom Magnussons påpekande (64) att man synes kunna inom den stora eruptivprovinsen urskilja mindre enheter, där leptiter och urgraniter uppvisa speciellt markerat samband.

Den skildring, som nu givits av Norbergstrakten, förstärker ytterligare intrycket, att leptiterna och urgraniterna tillsammans bilda en magmaprovin, av vilken de förstnämnda utgöra ytfasen, senare följd av urgraniterna såsom plutonisk fas. De nya data, som i detta sammanhang kunna tillmätas största vikt, äro följande. Förefintligheten av en albitgranitisk randzon på det östra urgranitmassivet, i kemisk sammansättning praktiskt taget identisk med natronleptiterna, utgör ett nytt exempel på en viktig analogi. Visserligen uppträda dylika randzoner även i andra provinser — den av förf. beskrivna Masugnsbygraniten är ett jämförligt fall — men man får i stigande grad intrycket, att dylika randzoner äro särskilt vanliga just i de mellansvenska urgraniternas grupp. Vidare synes i detta sammanhang den grupp av bergarter böra uppmärksammas, som här betecknas såsom plagioklas-kali-leptiter. Det är alldeles uppenbart, att dessa bergarter kemiskt motsvara den viktiga grupp bland urgraniterna, vilken omfattar oligoklasgraniter, inkl. sådana något mera kalifältspatsrika former, som utmärka Norbergs västra urgranitmassiv. Med hänsyn till den kvantitativt betydande roll, som plagioklas-kali-leptiterna spela i leptitformationen, kan man nu komplettera Sundius' bild av analogierna mellan leptiterna och urgraniterna med det utomordentligt viktiga faktum, att jämväl ifrågavarande magmatyp återkommer i någorlunda jämförlig skala uti dessa båda eruptivserier.

Kvar står då såsom enda väsentliga skillnad den redan av Sundius betonade omständigheten, att kalidominanta och kaliextrema former, bådadera rikligt företrädda bland leptiterna, i stort sett saknas ibland urgraniterna.¹ Det har sitt intresse att erinra om, hurusom väsentligt likartade förhållanden i dylika avseenden framträda vid en jämförelse mellan de nordlappländska malmförande porfyrrerna och de djupbergarter, som förf. anser böra tolkas såsom motsvarande plutoniska fas (32, s. 163). Även där äro sistnämnda fas övervägande »alkaliintermediär», och utpräglad kalirika led finnas endast bland ytfasens bergarter. Beträffande kvartshaltens variationer och vissa andra drag äro emellertid förhållandena i detta fall olika mot i den mellansvenska eruptivprovinsen.

Om man ställer sig frågan, i vad mån Norbergstrakten ger någon bekräftelse på Magnussons synpunkter beträffande förefintligheten av lokala magmaprovinser, så kommer man till ett nästan förbryllande resultat. Närmare den alkalina urgraniten i öster, med albitextrem randzon, är leptitformationen uppbyggd av mer eller mindre utpräglad alkalina leptiter, bland vilka också albitextrema varianter intaga ett viktigt rum. När-

¹ Med avseende på Sundius' sammanställning kan det påpekandet böra göras, att den geografiska omfattningen gjorts något för vid ifråga om såväl urgraniter som leptiter och hälleflintor. Visserligen synes denna omständighet ej alls ha inverkat på de slutsatser, som baserats på sammanställningen ifråga, men man torde vid fortsatt diskussion om de båda ifrågavarande mellansvenska eruptivserierna försiktigtvis böra begränsa sig till de trakter, inom vilka ett geologiskt sammanhang åtminstone beträffande den vulkaniska fasen är säkert fastslaget.

mare den västra urgraniten åter dominera inom leptitformationen bergarter med den mest påtagliga släktskap med just denna granit.¹

Samtidigt får man emellertid ej förglömma följande viktiga fakta: 1) att gränsen mellan urgranit och leptitformation i båda fallen är klar, och den senares intrusiva natur fullt tydlig; 2) att leptiter av utpräglat alkaliska karaktär uppträda även i leptitbältets västra delar, ehuru mindre allmänt; 3) att plagioklas-kalileptiterna äro analoga med det västra granitmassivets huvudmassa snarare än med dess randzon; och 4) att den sedimentära kvartsiten, markerande ett mycket viktigt skede i områdets geologiska historia (jfr härom vidare s. 52), till tiden kommer emellan plagioklas-kali-leptiterna och den med dem kemiskt analoga urgraniten.

Det måste emellertid anses klart, att den olikartade karaktären hos leptitformationen i bältets östra och i dess västra delar ej beror på regionalt olika utbildning, utan därpå, att stratigrafiskt olikvärdiga snitt föreligga. Såsom skall framgå av den följande diskussionen om leptitformationens stratigrafi, är det högst sannolikt, att plagioklas-kali-leptiterna representera den övre delen av den inom området blottade leptitlagerföljden. De nyss anförda relationerna mellan leptiter och närmast liggande graniter inbjuda därför till spekulation över frågan, huruvida leptitformationens egenartade vulkaniska historia — alkaliska ryolitiska former, med stark differentiation, uti de understa etager, men övervägande dacitiska eller kvartslatitiska bergarter i de övre — kan ha någon motsvarighet uti urgranitserien, så att oligoklasgraniterna äro yngre än de alkaliska graniterna. Hithörande problem sträcka sig emellertid så långt utöver Norbergskartans ram, att vidare diskussion måste anstå.

Det är emellertid i alla händelser klart, att leptitformationens kemi ej kan diskuteras utan att hänsyn tages även till urgraniternas egenskaper.

Den förste, som över huvud taget upptog leptitformationens kemiska karaktärer till diskussion, var som bekant H. Johansson, i en uppsats år 1907 (53). Bland de för formationen utmärkande särdragen anfördes växlingen av utpräglade natron- och kalileptiter.² Så vitt man för närvarande kan se, är detta det enda bland de av Johansson särskilt framhållna dragen, som har aktuell betydelse. Det är emellertid så mycket viktigare. Tillsammans med detsamma anförde Johansson ytterligare två drag: »granulit-amfibolitfenomenet» och uppträdandet av kvarts-muskovit-bergarter. Ingendera av dessa företeelser kan numera betraktas såsom tillhörande leptitformationens kemiska karakteristika. Massuppträdandet av amfibolit är begränsat till vissa delar av formationen, och bergarten är uppenbart gångformig.³ Kvarts-muskovit-bergarterna åter hava visats i regel vara cordieritförande och ha avslöjats såsom omvandlingsprodukter av leptiterna. Även i andra viktiga avseenden har senare forskning förändrat bilden, om också icke så genomgripande. Sålunda betonade Johansson även frånvaron av bergarter med intermediär kiselsyrehalt, såsom andesiter. Synpunkten har fortfarande fog för sig, ty senare forskningar över leptitformationen hava icke uppvisat någon väsentlig proportion av utpräglade andesiter. Likväl är det troligt, att Johansson icke skulle givit sitt yttrande den föreliggande formuleringen, därest man vid ifrågavarande tidpunkt känt till de betydande inslag av dacitisk till andesitisk natur, som blivit bekanta genom Lindroths undersökningar i Garpenberg och förf:s vid Riddarhyttan och i Norberg. Ytterligare må betonas, att sannolikhet föreligger för att dylika bergarter komma att visa sig spela en ännu större roll, när man grundligare studerar en del ej malmförande områden av leptitformationen, ävensom att de, på grund av sin stratigrafiska position, mer än andra led i formationen varit utsatta för erosion. I västra Bergslagen synas de dock aldrig ha spelat någon väsentlig roll.

I alla händelser är Johanssons framställning den naturliga utgångspunkten för en diskussion om leptitformationens kemi. Men det är en nödvändig förutsättning för alla framsteg på detta område, att man reducerar leptitformationens egenarter till deras riktiga proportioner, och framförallt, givetvis, att man eliminerar sådana faktorer, som icke höra problemet till.

Huvudmassan av Norbergsområdets leptiter, i varje fall bland de former, som kunna vara stelningsbergarter, äro otvivelaktigt i kemiskt hänseende analoga med ordinära lavabergarter. De kvartsporfyriska kalileptiterna motsvara kalidominanta ryoliter. Vid beskrivandet av de vid Riddarhyttan mest utbredda leptittyperna (22) anförde förf. även några analyser av analogt sammansatta tertiära ryoliter, samtliga tillhörande

¹ Så stora, som variationerna äro såväl inom granitmassivet som inom ifrågavarande leptitgrupp, ställer det sig svårt att avgöra, huruvida några gemensamma drag föreligga, som kunna anses skilja dessa båda, betraktade såsom en enhet, från andra förekomster av oligoklasgraniter, resp. dylika leptiter, uti Bergslagen. Måhända ligger dock ett sådant drag däruti, att magnesiahalten synes vara något lägre än i andra förekomster med motsvarande halter av kvarts och kalifältpat.

² »Mindre starkt iögonenfallande» (än kontrasten leptit : amfibolit) »men ganska karaktäristisk är den inom flere områden iakttagna zonvisa växlingen av utpräglade natron-granuliter (eller -gneiser) med kali-rikare granulittyper (resp. gneiser)». (53: II s. 158).

³ Beträffande Grängesbergstrakten, som väl främst utgjort bakgrunden till Johanssons betoning av amfiboliterna, må särskilt hänvisas till de av Looström på Geologiska Föreningens i Stockholm möte dec. 1929 förevisade detaljkartorna från Lönnfallsområdet (62), ävensom till egna iakttagelser från Timmergruvemalmens jordrymda yta (år 1914). I Norberg är saken lika klar.

den tertiära vulkaniska formationen i de nordamerikanska väststaterna. Samma jämförelser kunna gälla också för Norbergs kalileptiter.¹ Också när det gäller de mera extrema formerna, såsom den här återgivna analys n:o 4, kunna analogier anföras från samma yngre eruptivprovins.¹ Det föreligger också ett flertal jämförliga analyser från andra vulkaniska formationer, men det synes lämpligt att vid en jämförelse ej plocka fram måhända isolerade analogier utan konsekvent hålla sig till en viss eruptivprovins.

Vad beträffar plagioklas-kali-leptiterna i Norberg samt de till dem anslutna mera utpräglade plagioklas-leptiterna, så representera dessa helt vanliga typer bland daciter, kvartslatiter och andesiter. De till samma grupp hörande bergarterna från Grängesberg och Riddarhyttan hava av Johansson (54) och förf. (22) jämförts med en dacit från Arizona. Också för de nu föreliggande analyserna från Norberg kan man finna talrika analogier inom samma eruptivserie, som nyss ovan jämförts med kalileptiterna.² Över huvud taget synes denna tertiära vulkaniska serie uppvisa stora kemiska likheter med vår leptitformation, med avseende både på variationerna och på proportionerna mellan olika typer — så länge man bortser från natronleptiterna, vilka praktiskt taget sakna motsvarighet där.³ Natronleptiterna utgöra, över huvud taget, leptitformationens märkligaste särdrag, och deras förekomst kan också sägas medföra, att de annars ej så överraskande kaliextrema formerna komma i ny dager. Natronleptiternas problem måste därför betecknas såsom den springande punkten i leptitformationens kemi. Av allt att döma gäller detta icke blott för Norbergsområdet, utan formationen i dess helhet.

Man har — även förf. — tidigare diskuterat möjligheten, att natronleptiternas albitfältspat ej skulle vara primär, utan resultat av en sekundär albitisering.⁴ Några tydliga exempel hava också kommit i dagen. Särskilt kunna anföras Magnussons erfarenheter från Nordmarken (65) och från kartbladet Nya Kopparberget (69). Emellertid torde dock enighet råda därom, att dylika företeelser, huru viktiga de än ur andra synpunkter kunna vara, ej visa vägen mot problemets lösning utan blott komplicera detsamma. Sundius' resultat från Grythytttefältet hava framför annat bestämt denna ståndpunkt. Sundius' slutsats sammanfattas så: »Man torde sålunda beträffande leptiternas och hälleflintornas kemiska karaktärer få utgå ifrån, att de äro primära egenskaper, alstrade genom differentiation i den underlagrande magma, som levererat deras material» (83, s. 163). Av allt att döma måste man fortfarande taga detta till utgångspunkt, huru viktiga än effekten av sekundära förändringar i alkaliproportionerna kunna visa sig i speciella fall.

Om man eftersöker analogier till natronleptiterna i andra eruptivserier, så möter man typen, med alltigenom samma kemiska karaktärer, i flera sammanhang. Vi finna den i form av randfacies till granitmassiv av i övrigt mycket olika karaktär, i form av självständiga intrusioner och i form av ytbergarter. Bland de sistnämnda finnas några glasiga eller sfärolitiska former, såsom den från Kommendöröarna i Berings Hav beskrivna (71), vitrofyren från Spechtshausen vid Tharandt i Sachsen (77) och den nyss citerade ryoliten från Berkeley i Kalifornien. Huvudmassan av ytbergarter av denna typ tillhör emellertid de paleozoiska kvartskeratofyrernas något heterogena grupp.⁵ Nedan äro sammanställda de båda föreliggande analyserna av utpräglade natronbergarter från Norberg, nämligen leptit från Kallmoragruvan (n:o 1) och granitens randzon vid Spännarhyttan (n:o 10), samt två av Beskow (5) publicerade analyser från Södra Storfjällets eruptivsviter, representerande en ytbergart (kvartskeratofyr) och en granit.

Om man betänker, att de anförda analyserna kunna anses representativa för respektive led i de olika eruptivsviterna, måste man instämma med Beskow (5) däruti, att den ifrågavarande sammansättningen innebär en särskilt stabil paragenes.

¹ Ur Washingtons analysamling (93) kunna följande nummer från sagda eruptivprovins citeras: Med analys n:o 3 jämförliga äro särskilt magdeburgos n:o 7, alaskos n:o 21 och 28, tehamos n:o 14, 18 och 20; med n:o 4 åter kan jämföras lebachos n:o 4.

² Nära analys n:o 5 stå följande av Washington anförda analyser, tillhörande nämnda serie: toscanos n:o 145, amiatos n:o 3, 13, 22 och 26, ävensom i viss mån harzos n:o 12, 21 och 22, vilka dock ej föra mera än c:a 18 % normativ kvarts. Med n:o 6 äro att jämföra lassenos n:o 90, 91 och 92, den nyss nämnda amiatos n:o 3 ävensom n:o 24, 25 och 26, yellowstonos n:o 45, adamellos n:o 13 och harzos n:o 22.

³ Den av Palache skildrade natronryoliten från Berkeley i Kalifornien (73) är onekligen jämförlig med våra natronleptiter, åtminstone i huvudsak. Emellertid uppträder denna skäligen isolerat, utan tydligt samband med de ryoliter, daciter, o. s. v., vilka ovan anförts till jämförelse med Norbergs övriga leptityper. Det är därför osäkert, om den kan anses tillhöra samma differentiationsserie som dessa.

⁴ Sundius har, uti en i och för sig mycket vägande kritik av detta uppslag (83, s. 160), velat göra gällande, att albitiseringshypotesen även skulle som konsekvens medföra, att man förklarade de kaliextrema leptiterna genom en »mikroklisinering». Med hänsyn till att de sistnämnda dock, såsom här betonats, äga motsvarigheter inom ordinära eruptivserier, synes en sådan slutsats knappast motiverad. Det kan dock i detta sammanhang vara på sin plats att erinra om, att »mikroklisinering» faktiskt kan förekomma i stor skala, såsom visas av den väldiga omvandling av lavabergarter, med nybildning av kalifältspat, som i Yellowstone ägt rum genom vulkaniska efterverkningar (16). Denna process kan visserligen alldeles icke vara att räkna med i vår diskussion om de stora dragen i leptitformationens kemi, men företeelsen utgör en påminnelse om det faktum, att eruptivbergarter kunna vara kemiskt förändrade i väsentlig måtto, utan att man på bergarten i och för sig kan se någon anledning att misstänka sådant.

⁵ De kvartsfattiga eller kvartsfria keratofyrerna kunna också vara ägnade att belysa föreliggande problem, men det är mycket oviss, huru långt som slutsatser rörande dessa äga tillämpning för natronleptiterna.

	Leptit, Kallmoragruvan	Natrongranit (randfacies), Spännarhyttan	Kvartskeratofyr, S:a Storfjället	Albitgranit, S:a Storfjället
SiO ₂	79.16	79.11	74.97	78.84
TiO ₂	0.11	0.08	0.43	0.12
Al ₂ O ₃	12.02	12.44	12.09	12.00
Fe ₂ O ₃	0.16	0.11	2.31	0.33
FeO	0.36	0.15	1.27	0.73
MnO	0.03	0.002	0.04	0.015
MgO	0.48	0.25	0.33	0.17
CaO	0.44	0.30	0.81	0.53
Na ₂ O	6.31	6.69	6.48	6.22
K ₂ O	0.39	0.38	0.54	0.61
BaO	0.03	0.03	0.02	—
H ₂ O + 105°	0.43	0.33	0.22	0.47
P ₂ O ₅	—	0.004	0.14	—
S	0.01	0.005	—	—
	99.93	99.881	99.91 ¹	100.058 ²

Likafullt får man icke utgå därifrån, att samtliga dessa bergarter uppkommit på helt och hållet analogt sätt. Även Beskow framhåller uttryckligen, att olika differentiationsserier kunna föra till ändled av denna natur. Däremot ligger det naturligtvis mycket nära till hands att misstänka långtgående analogier uti den kemiskt-petrografiska utvecklingen beträffande sådana bergarter, mellan vilka föreligger ett tydligt geologiskt samband, såsom, i ovanstående sammanställning, leptit och urgranitfacies i ena fallet, kvartskeratofyr och kaledonisk albitgranit i det andra.

Tolkningen av albit-kvarts-bergarter, liksom av albitrika eruptivbergarter i allmänhet, har på senare tid följt två olika linjer. Dels har man velat uppfatta dem såsom produkter av magmatisk differentiation i vanlig mening, dels har man sökt förklara dem genom sekundär albitisering. Några forskare hava bestämt och med konsekvens förfäktat, att endast det ena av dessa alternativ är att räkna med. Andra åter hava mera försiktigt ansett, att båda de ifrågavarande processerna kunna resultera i dylika bergarter. I vissa fall har man t. o. m. tänkt sig möjligheten av ett mycket nära samband mellan primär och sekundär albitbildning, så ibland rörande spiliter samt i ett fall (för:s diskussion av Masugnsbygraniten, 31) också för en granitbergart. Därvid tänker man sig emellertid albitiseringen såsom en i samband med bergartens kristallisation försiggående, resorptionsartad process. En omfattande litteraturöversikt i hithörande frågor återfinnes i ett arbete av Gilluly (37).

Man kan lämpligen för en diskussion av albit-kvarts-bergarternas uppkomst uppdelat dem i följande huvudgrupper: 1) randzoner på granitmassiv av i övrigt »alkaliintermediär» karaktär, 2) randzoner på massiv av utpräglad plagioklasgranit, kvartsdiorit, o. s. v., 3) självständiga djuperuptivkroppar, 4) ytbergarter. Det är tydligt, att de tolkningsmöjligheter, som man har att räkna med, icke äro desamma i alla de olika fallen. I den första gruppen föreligger en genomgripande fraktionering av alkalifältspaterna, i den andra åter gäller detta endast i så måtto, att kalifältspaten icke ökar i randzonen, utan förskjutningen inskränkes till proportionerna mellan de båda plagioklas-komponenterna. De svenska urbergsgraniternas natrongranitiska randzoner representera — trots betydande olikheter i övrigt med avseende på huvudbergartens kemiska karaktär — den första gruppen. Den av Gilluly (37) skildrade albitgraniten från Oregon hör till den andra. Beträffande självständigt uppträdande eruptivkroppar, intrusiva eller effusiva, kan motsvarande frågeställning icke preciseras. Man kan visserligen fastställa, med vad slags bergarter de äro associerade, men man har ej samma översikt utav de kemiskt-geologiska relationerna. Vidare hava de båda slagen av randzoner det gemensamt, att man kan räkna med möjligheten av en autolytisk omvandling genom substansstillförsel från en stor eruptivkropp, på så sätt, att natronhaltiga lösningar (oavsett vad deras natur i övrigt varit), som samlats från massivets inre och djupare delar, anrikats mot kontakten och där ombildat en ursprungligen mera ordinärt sammansatt randzon. För ytbergarterna blir situationen i dylikt avseende en annan: autolys kan i dem äga rum allenast genom ämnen, som följt med magman upp till jordytan. Självständiga intrusioner av albitgranit erbjuda ej lika klar problemställning. Även i andra avseenden gäller, såsom nedan skall visas, att de möjliga tolkningarna ej alltid äro desamma.

¹ Inkl. CO₂ 0.26.

² » CO₂ 0.023.

De mer eller mindre klart preciserade tolkningarna av albit-kvarts-bergarters uppkomst kunna indelas i 1) fraktionerad kristallisation, 2) likvation (begränsad blandbarhet i flytande fas) och 3) omvandling genom autolys.

Fraktionerad kristallisation är den process, som av Beskow (5) anförts för bl. a. de bergarter, som representeras av de s. 49 anförda kvartskeratofyr- och albitgranitanalyserna från S:a Storfjället. Beskow utgår från Goldschmidts uppslag (38), att plagioklasgraniter av trondhjemitkaraktär kunna uppstå genom biotit-kristallisation och biotitens senare avskiljande från magman. Den vidare utvecklingen skulle väsentligen innebära en fraktionering av plagioklaskomponenterna, en process, vars realitet är uppenbar. Ehuru förf. har haft ingående erfarenheter av eruptivsviter, i vilka en fraktionerad kristallisation tydligen spelat en avgörande roll, och ej kan finna något att erinra mot det av Beskow antagna förloppet, så är det tydligt, att en dylik differentiation icke kan utgöra förklaringen till albit-kvarts-bergarterna i Norberg. Den kan ej rimligen tillämpas på graniten, och den torde redan därför få anses vara ur räkningen för leptiten. Därtill kommer, att natronleptiten är associerad med kalileptiter, vilket också utesluter tillämpning av den för S:a Storfjällets eruptivsvit sannolika förklaringen.

Likvation erbjuder, här liksom nästan alltid, en bekväm förklaring, så länge man ej på den ställer samma krav av detaljanalys av differentiationens förlopp, som på exempelvis den fraktionerade kristallisationen. Dessa omständigheter få emellertid ej skymma det förhållandet, att det faktiska iakttagelsematerialet i flera fall pekar på en dylik möjlighet. Särskilt kunna anföras Sundius' iakttagelser över vissa aplitiska urgranitfraktioner (85). Förf. kan dock omöjligen följa Sundius i hans framställning av differentiationens förlopp. Sundius betonar först såsom förutsättning för en dylik differentiation, att temperaturen i magman måste nedgått så långt, att alkalifältspaternas egentliga blandbarhetsgebit passerats före kristallisationen. Så långt är allt klart. Men sedan postulerar Sundius, om förf. förstått honom rätt, att denna omständighet även innebär, att blandbarheten i f l y t a n d e f a s blir lika inskränkt. Denna slutsats saknar allt stöd i det föregående resonemanget. Slutsatsen i och för sig kan onekligen finna ett starkt stöd i de iakttagna och av Sundius skildrade fakta, men den får ej presenteras såsom en konsekvens av vad man känner rörande alkalifältspaternas blandbarhet i kristalliserat tillstånd. Såsom i det följande skall framhållas, får man emellertid räkna med en differentiation, som till sina geologiska effekter måste hava stora likheter med en likvationsprocess.

Omvandling genom autolytiska processer indiceras i vissa fall av bergartens strukturdrag. Ett utmärkt exempel är den av Gilluly skildrade albitgraniten från Sparta i Oregon (37), som uppvisar omfattande kataklasfenomen, antydande att förutsättningar funnits för en grundlig genomdränkning med lösningar. Ingen av de albitgraniter, som förf. själv studerat, har emellertid uppvisat dylika karaktärer. Gilluly fäster även mycket avseende vid implikationsstrukturer, och skildrar övergångsstadier mellan myrmekit och granofyr; han tyder samtliga variationer såsom förträngningsstrukturer, i överensstämmelse med den allmänt vedertagna tolkningen av myrmekit. Utan tvivel har Gilluly därmed riktat uppmärksamheten på ett viktigt drag. Typiska granofyrstrukturer äro, som bekant, sällsynta i våra urbergsgraniter, och de utmärka framförallt de albitgranitiska randzonerna, där de — jämte ordinär granitisk strukturutbildning — påvisats vid Nyberget (50); Norberg, Persberg (64), och Masugnsbyn (31). I Ljusnarsbergs malmtrakt har Magnusson (69) funnit dylika strukturer i randfaciesbildningar med växlande alkaliproportioner. Härtill kan fogas, att uppkomsten av granofyrliknande strukturer på annan väg än genom magmatisk kristallisation förut framhållits av Lindroth (58). De av honom skildrade strukturerna likna vissa av Gilluly anförda. Till strukturdrag, som låta förmoda en sekundär albitisering, kunna även räknas de av förf. (31) skildrade fältspaterna i albitgraniten vid Isokursu, Masugnsbyn.

Efter denna orientering återvända vi till Norbergs albit-kvarts-bergarter, för att pröva, huruvida någon för natrongraniten och natronleptiten gemensam förklaring kan presteras. Då här jämförelser göras med de av Beskow och av Gilluly framförda tolkningarna av analoga bergarter, måste betonas, att båda de citerade författarna äro angelägna att framhålla, hurusom de endast avse just de av dem närmare studerade fallen; ingendera anser, att den anförda tolkningen har generell tillämpning för albit-kvarts-bergarter.

Redan har framhållits, att fraktionerad kristallisation efter de av Goldschmidt och Beskow angivna linjerna icke kan ha tillämpning för Norbergs natronbergarter. För en autolytisk omvandling kunna däremot åtskilliga argument framdragas. Sålunda skulle man kunna tolka de olika typerna av albitkorn såsom i det ena fallet primära, motsvarande den ordinära granitens albit, i det andra sekundärt albitiserade mikroklinkorn. Kontrasten är dock ej så klar, att ett dylikt uppslag kan stödjas med bestämda data, belysande mängdförhållandena. Granofyrstrukturen kan, trots det att Gillulys intressanta argumentation icke kan fränkännas en viss

giltighet, enligt förf:s mening ej här åberopas för en dylik tolkning.¹ Någon övertygande bevisföring för autolys kan tydligen i det föreliggande fallet ej presteras. Möjligheten kan dock, för granitens vidkommande, icke förnekas. För en ytbergart såsom natronleptiten måste den däremot, såsom redan framhållits, anses utsluten — utom i den form, att de autolytiskt verksamma substanserna redan vid eruptionen tillhört magma-kroppen ifråga.

Likvation, i den av Sundius presenterade formen, synes ej heller innebära en tillfredsställande förklaring. Bl. a. saknas i urgraniterna, såsom Sundius själv betonat (82), de till albitgraniterna komplementära kaliextrema formerna. Därest likvation skulle utgöra förklaringen till de ifrågavarande mellansvenska bergarterna, så borde samma tolkning gälla även för Masugnsbyns natrongranit. Emellertid förekomma där, åtminstone ställvis, övergångsformer, som äro mera albitrika än huvudbergarten, men ej extrema. Även i dessa finnes en viss grad av pertitbildning, vilket knappast synes förenligt med antagandet, att bergarten representerar ett gränsområde mellan två i varandra olösliga magmafraktioner, den ena albit + kvarts, den andra kali-fältspat + kvarts.

Likafullt måste förf. följa Sundius i hans ovan citerade slutsats, att natronleptiternas kemiska karaktär grundlagts redan i magmastadiet. Vad man söker, för att finna en för graniten och leptiten gemensam eller åtminstone analog förklaring, är en process, som kan resultera i dylik magma även i form av utgjutningar på jordytan, som i djupbergarten samlar motsvarande produkt vid avkylningsytan, som leder till en kristallisationstemperatur, lägre än den ordinära granitens, och som kan förklara anknytningen till autolysartade företeelser i andra fall. Den låga temperaturen indiceras av flera drag, bl. a. av den »helsinkitiska» kloriten. I själva verket kunna nog en del av de företeelser, som tyda på autolys, förklaras ur det förhållandet, att vid »lågmagmatisk» temperatur försiggående resorption och jämförliga reaktioner till sina resultat svårigen kunna alltigenom skiljas från processer, vilka framkallas av systemet utifrån tillförda jämförliga substanser.² Utbildningen av en förhållandevis lågtempererad magma, med en väsentlig halt av starkt temperatursänkande ämnen, synes öppna möjligheter till en allmän förklaring av de nu avsedda förekomsterna av albit-kvarts-bergarter liksom även av vissa andra, t. ex. den vid Masugnsbyn. De vägar, som en dylik fraktionering kan tänkas ha följt, äro antingen ett avskiljande av albitsubstans och SiO_2 (jämte »lösningsmedel») såsom en delmagma — sålunda till den geologiska effekten ett slags likvation, — eller också ett bortförande ur systemet av kalifältspatens komponenter genom samma faktors inverkan. Eskola, som likaledes drivits att för albitbergarternas förklaring tillgripa en sådan »deus ex machina», har i en mycket intressant framställning (15) utpekat möjligheten av att CO_2 spelat den avgörande rollen. Betydelsen av dylik »lågmagmatisk» differentiation, under medverkan av vatten eller jämförliga ämnen, vid utbildandet av järnmalmsmagmor framhölls av förf. redan 1910 (17) och har senare vidare utvecklats (33, 34). Från mycket auktoritativa håll har kritik riktats mot antagandet av dylika, såsom man menat, mer eller mindre mystiska inflytelser av magmans lättflyktiga beståndsdelar, men ju mer kändedomen om de geologiska förhållandena vidgats, dess starkare framträder nödvändigheten av att tillgripa just en dylik förklaring. Liknande, ehuru givetvis ingalunda identiska, processer giva en plausibel förklaring till våra albit-kvarts-bergarter. Bl. a. synes deras uppträdande i ganska växlande sammanhang — påfallande framförallt hos graniternas randzoner — kräva en dylik förklaring genom en vanlig, men av granitens kemiska karaktär i övrigt i viss mån oberoende faktor.

Leptitformationens natur.

Den vulkaniska bergartsserien. Vid skildringen utav de olika leptittyperna har redan framhållits, huru som både bland kali- och natronleptiter torde finnas representerade såväl stelningsbergarter som tuffsediment, medan de dacitiskt eller andesitiskt sammansatta leptiterna till sin huvudmassa måste tolkas såsom stelningsbergarter, men även omfatta agglomeratiska former. Eftersom sålunda tuffer synas föreligga, och det t. o. m. i stor skala, har man anledning antaga, att huvudmassan av stelningsbergarterna representerar utgjutningar på jordytan, detta så mycket mera som de primära strukturdrag, vilka finnas bevarade, angiva ythabitus. Detta utesluter naturligtvis ingalunda, att även intrusioner kunna förekomma, men de måste i så fall vara av jämförelsevis yttlig karaktär.

¹ Bl. a. kan erinras om förekomsten av granofyrgångar, vilkas fältspat till ej oväsentlig del är mikroklin, vid Kärrgruvan S om Nyberget i Norrbärke (22, s. 32). Det är visserligen ej tvivel om, att ett visst slags granofyrstruktur är vanligare i sådana bergarter, vilkas fältspat är ren albit, än i andra, men man kan knappast därav draga någon bestämd slutsats rörande uppkomsten av denna struktur. Strukturellt bestämmande förhållanden, såsom kristallisationshastigheter och viskositet, i en magma, vilken kristalliserar såsom albit-kvartsbergart, kunna nämligen vara reglerade av faktorer, som stå i samband med differentiationen.

² Synpunkter i denna riktning framträda även uti Lehmanns diskussion av keratofyrproblemet (57).

Ur synpunkten av denna tolkning av leptiterna — vilken ju helt överensstämmer med vanliga synpunkter på denna formation — äro två negativa drag märkliga. Det ena är avsaknaden, eller i varje fall sällsyntheten, av mera grovklastiska tuffprodukter. Såsom framhållet ovan (s. 17), kan detta drag dock möjligen vara sekundärt, och bero därpå, att strukturen ifråga genom metamorfosen utplånats uti de relativt rena kvartsfältspat-bergarterna. Det andra negativa draget är avsaknaden av gångar, som kunde representera »matargångar» till yterruptionerna. Sällsyntheten av dylika gångar i de mellansvenska leptitterrängerna har påpekats av flera författare. Det råder näppeligen något tvivel om att dylika matargångar, därest de i något större antal förelåge inom Norbergstrakten, också skulle ha uppmärksamats vid rekognosceringen. Man måste därför antaga, att de även där äro sällsynta. Vid jämförelse med yngre vulkaniska områden får emellertid ej förbises, att de karakteristiska systemen av talrika, regelbundna matargångar alltid tillhöra basiska yteruptiv, såsom basalter, ej surare magmor motsvarande leptitformationens bergarter.

Inlagringar av karbonatbergarter och av kvartsrandmalm utgöra kemiskt-sedimentära inslag uti den av ytbergarter och tuffsediment uppbyggda vulkaniska bergartsserien. Lagren av kalksten och dolomit visa genom sin regelbundna form, växellagringsföreteelser, m. m., sin natur av ordinära sediment. Det har emellertid ofta betonats, att uppträdandet av dylika sediment i anknytning till de alkalina leptiterna är anmärkningsvärt. Förhållandet understrykes i Norberg ytterligare av frånvaron av kalk- och dolomitlager i den del av formationen, där kalkfältspatsrikare leptiter dominera. Då härtill kommer frånvaron av alla spår av en kemisk vittring, som kunnat lösgöra kalciumsalter, är det naturligt, att man ganska allmänt tänkt sig möjligheten, att karbonatbergarternas material härstammar från samma magmamassor, som matat yterruptionerna, och att det förts till jordytan genom varma källor. Förklaringen är tilltalande, men direkta bevis kunna ej anföras.¹ Vi måste därför här inskränka oss till att konstatera karbonatbergarternas uppträdande såsom regelbundna lager, och lämna åt sidan frågan om härkomsten av det i dylik form utfällda karbonatet.

De kvartsrandiga järnmalmerna hava av gammalt tolkats såsom kemiska sediment, och undersökningsresultaten från Norberg hava, såsom vidare utvecklas i ett följande kapitel, ej föranlett någon avvikelse från denna slutsats.

Under det att de tuffogena sedimenten i och för sig ej angiva förefintligheten av några vattensamlingar, då de lika väl kunna uppkommit genom avlagring på land, måste karbonatbergarter och kvartsrandmalmer tänkas såsom sediment uti vatten av viss betydenhet, såsom framgår av en del horisonter vidsträckthet och regelbundenhet.

Kvartsitens roll. Den sedimentära kvartsiten sticker skarpt av mot områdets övriga suprakrustala bergarter. Den kan svårligen uppfattas såsom en detalj i leptitserien, motsvarande exempelvis den genom hopsvämning av kvartsströkorn uppkomna extremt kvartsrika varianten av Dannemoras »kvartsprickiga» hälleflinta (Törnebohms »hälleflintkvartsit»). Redan de kvantiteter, det rör sig om, göra en dylik jämförelse osannolik. Mycken vikt torde också få tillmätas zirkonkornen i magnetitlagret vid Solfallet. Uti områdets leptiter, och nog även i de mellansvenska leptiterna i övrigt, synes zirkon vara ett rätt sällsynt mineral, och kristaller av sådan storlek, som det här är fråga om, hava knappast alls påvisats i desamma. Denna omständighet bekräftar vad man av övriga drag kunnat förmoda, nämligen att kvartsitens material åtminstone i huvudsak härrör från vittrade granitiska bergarter, ej från suprakrustalformationen. Det är icke alldeles klart, huruvida denna vittring övervägande haft kemisk eller mekanisk karaktär. Frisk mikroklin ingår i kvartsiten, och plagioklasens omvandling har troligen ägt rum först uti denna bergart. Det synes emellertid föga troligt, att en kvartskoncentration av sådana mått skulle varit möjlig, därest icke den ursprungliga bergarten även i kemiskt hänseende varit starkt påverkad av vittring.

Uppträdandet av denna sedimentation av kvartssand utgjorde uppenbarligen en sensation i områdets geologiska historia. Tyvärr är det icke möjligt att få ett alldeles säkert svar på frågan, huruvida den av leptiterna representerade vulkaniska verksamheten dessförinnan upphört, eller om den fortsatte ännu någon tid. Kvartsitbandet vid Solfallet inbjuder i och för sig till den tolkningen, att en viss grad av växellagring föreligger, om också kvartsitens huvudmassa kommer först ovanpå leptiterna. Såsom framhålles uti den följande diskussionen om stratigrafi och tektonik, är det dock mycket möjligt, att kvartsitbandet ifråga bringats i sin position genom tektoniska rubbningar, och att sålunda kvartsiten kan i sin helhet vara yngre än leptiterna i trakten. En kvartsitbergart, som otvivelaktigt är att jämföras med den nu avhandlade, uppträder SV om Norbergsområdet, i form av den av A. Högbom (48, 49) skildrade förekomsten NV om Fagersta. Denna bergart har — i motsats till Norbergskvartsiten — ett bottenkonglomerat, om också mycket tunt och blott innehåll-

¹ Den ofta återopade jämförelsen med recenta kalksinteravsättningar är, såsom förf. redan tidigare framhållit, felaktig därigenom, att i dylika fall kalciumhalten städse kan visas vara urlakad ur kalksten i berggrunden närmast jordytan (jfr Allen, 1). Ett geologiskt men icke kemiskt samband mellan vulkanism och kalksedimentation har påpekats av Kania (54 a).

lande kvartsbollar. Mera avlägset liggande, men måhända jämförliga bildningar, äro den av Magnusson (64) skildrade kvartsitetagen i Nordmarken i Filipstads bergslag, möjligen även de i västra Dalarna vida utbredda urbergskvartsiterna. Dessa senare visa genom bollar av urgranit (Sundius, 83, s. 219), att dylika bergarter bidragit att lämna material till dem. Påfallande likartad med Norbergskvartsiten är kvartsiten på Utö (44). Likheten ställes i ytterligare relief genom de redan berörda analogierna mellan de närmast anslutna leptiterna.

Även oavsett möjligheten, att kvartsiten i Norberg tillhör en dylik, vida utbredd formation, måste det anses osannolikt, att dess material hämtats från de närmare omgivningarna. Visserligen är det endast den oligoklasrika urgraniten i väster, som direkt *b e v i s a t s* vara yngre än kvartsiten, men det synes ur flera synpunkter också svårt att föreställa sig att det andra granitmassivet i trakten, det östliga, skulle kunnat vara blottlagt vid tiden för kvartsitens avlagrande.

Kvartsiten tyder sålunda på en transport av sand från jämförelsevis avlägsna landytor med berggrund av granitisk natur. Denna transport inträffade, när leptitformationens vulkaniska verksamhet var avslutad, eller åtminstone närmade sig sitt slut. Den måste förutsatt en relativt jämn yta, antingen botten av ett grundhav, eller ett peneplan där flodsystem kunde avlasta medfört material. Dock saknas tecken på ett föregående avplanande av de vulkaniska bergarternas primära ytformer. I alla händelser måste sedimentationen ägt rum före den starka sammanveckningen av leptitformationen. Veckningsrörelser i begränsad utsträckning kunna tänkas ha börjat redan tidigare, men tydligt är, att kvartsiten i stort sett bildar en stratigrafisk-tektonisk enhet med leptiterna. Här föreligger sålunda ett skede av ordinär sedimentation, måhända föregånget av någon grad av erosion och kanske även av vissa tektoniska rörelser, vilket skede till tiden i huvudsak ligger emellan leptiternas vulkaniska serie och urgraniternas motsvarande djupbergartsserie.

Härav följer även, att de granitiska bergarter, som genom sin vittring levererat materialet till kvartsiten, måste varit mycket äldre än Norbergstraktens urgraniter. Det är tänkbart, att de tillhört ett nu ej längre i jordytan representerat underlag till leptitformationen. Det är också tänkbart, att de utgjort intrusioner i leptitformationen i andra trakter. De skulle i så fall närmast vara att hänföra till urgraniterna. Även om vi måste hålla i minnet, att »urgranitepoken» säkerligen, även om man mäter med geologiska mått, utgjort en lång tidrymd, synes det dock föga troligt, att dit hänförliga bergarter intruderats, och sedan blottlagts genom erosion, före den egentliga veckningen av leptitformationen. Möjligheten är dock att räkna med. Slutligen finnes en tredje möjlighet, vilken bl. a. suggereras av jämförelsen med kvartsitförekomster i Värmland och Dalarna: materialet kan härstamma så långt bortifrån, att de termer, vi använda för Bergslagsurbergets indelning, över huvud icke kunna begagnas för dessa bergarters inpassning i den geologiska tidsskalan.

Stratigrafi och veckningstektonik.

Allmänna drag. Som Norbergsområdets malmer, i varje fall dess järnmalmer, synas alltigenom vara bundna till vissa nivåer i leptitformationen, blir studiet av denna formations lagerbyggnad och av dess starkt deformerade lagerställningar en av de ur praktisk synpunkt viktigaste arbetsuppgifterna vid områdets geologiska utforskande. Uti en terräng sådan som denna, där skiktade bergarter förekomma blott i begränsad utsträckning, bliva de stratigrafiska och de tektoniska studierna ännu mera än annars beroende av varandra. Arbetet måste framgå under en ständig växelverkan dem emellan. Av ett iakttaget deformationsmönster inom ett mindre område kunna även stratigrafiska upplysningar vinnas, vilka sedan med mer eller mindre hög grad av sannolikhet låta sig användas genom extrapolation till angränsande områden, för att där i sin tur utnyttjas ur tektonisk synpunkt. Det är emellertid uppenbart, att faran för cirkelbevis kan ligga oroande nära, och att även i bästa fall, så snart det rör sig om några större avstånd, resultaten bliva behäftade med icke närmare kontrollerbara osäkerhetsmoment. Man kan dock i allmänhet erhålla en jämförelsevis långt gående precisering av de möjligheter, som äro att räkna med, och mången gång kan man även med en mycket hög grad av sannolikhet angiva synnerligen väsentliga drag i lagerbyggnaden. Viktiga exempel komma att angivas i skildringen av de olika malmfältens lokala förhållanden.

Såsom referenshorisonter kunna komma ifråga kalkstens- och dolomitlager, kvartsrandmalmer, och i allmänhet även skarnlager, vidare den sedimentära kvartsiten samt gränserna mellan vissa leptitbergarter. Användningen av karbonatlager, malm eller skarnlager möter dock åtskilliga svårigheter. Mångenstädes uppträda dylika inlagringar uti leptiterna så talrikt, att man vid konnektionen mellan skilda blottningar riskerar att växla över till fel nivå. De magnetiska kartorna giva en viss hjälp, då det gäller malm eller skarn, men deras utnyttjande för konnektioner av detta slag måste försiggå med den allra största försiktighet. Magnetitens mycket ojämna fördelning, som lämnar stora skarnmassor nästan omagnetiska, innebär, att de magnetiska förhål-

landena mycket ofta icke lämna någon upplysning alls i berörda avseende, eller t. o. m. inbjuda till felaktiga kombinationer. Vidare framgår det av vissa tektoniska förhållanden, att interferens mellan olika veckningsriktningar i vissa fall åstadkommit avbrott i ett lager genom att lyfta det över den nuvarande jordytans plan, medan i andra fall direkta avslitningar föreligga.

Cordieritglimmerskiffrens gränser kunna icke tillmätas någon betydelse såsom referensplan, eftersom bergarten är uppkommen genom omvandling av andra. Den sedimentära kvartsiten däremot ger utmärkt ledning.

Medan de anförda dragen delvis äga betydelse för studiet av leptitformationens deformation i stort, så giva andra, mera i ett sammanhang överskådliga företeelser upplysning om deformationens mönster i mindre skala, och därmed även medelbart om dess stil i större mått. Dylika upplysningar kunna framförallt hämtas från kvartsrandmalmerna och de skiktade kalileptiterna samt deras växellagring med varandra.

Veckform. De sist berörda detaljerna visa, att de finskiktade leden i berggrunden äro mycket starkt sammanpressade i spetsiga »V-veck», med serier av allt högre ordning, så att de större veckens antiklinal- och synklinalskänklar krusas av smärre veck, dessa i sin tur av ännu mindre, o. s. v., varvid städse axelplan och veckaxlar i respektive veck stå åtminstone approximativt parallellt med varandra.¹ Fig. 19 visar, huru dylika veck i de minsta måtten kunna te sig. Ut i kvartsrandmalmerna äro, såsom redan ovan framhållits, kvartsranderna ofta sönderdragna, men i blodstensskiktad leptit har även en ytterligt stark sammanveckning kunnat föregå utan dylik sönderslitning. Också där kunna dock bristningar uppträda, men dessa hava mer eller mindre tydligt karaktären av veckförkastningar (fig. 20), ej plastisk sönderdragning. Synnerligen vackra exempel på såväl starkt sammanklämda veck som olika typer av småförkastningar, delvis i samband med veckningen, kunna studeras i de väl blottade hållarna S om gruvbyggnaderna vid Åsgruvan.

Genomgående är en tendens till isoklinal hopklämning av vecken, om också ej alltid lika utpräglad.

Det är utan vidare klart, att den sålunda markerade deformationsstilen måste på ett eller annat sätt gå igen uti omformandet av leptitformationens större enheter. Men det är också uppenbart, att man ingalunda alltid får så att säga direkt förstora de iakttagna detaljerna för att göra sig en bild av de större enheternas veckningsformer. Man kan ej ens utan vidare extrapolera så långt som till de finskiktade enheternas egen yttre begränsning, exempelvis kvartsrandmalkropparnas yttre former. Erfarenheter från flera håll (t. ex. Stråssa, 28) giva nämligen vid handen, att de inre veckningar, genom vilka en dylik kropp deformeras, icke alltid tydligt avspegla de förändringar, som drabba kroppens gränssytor, och ofta te sig vida mera komplicerade än dessa senare. Inom Norbergsområdet kan man dock ställvis bestämt följa samma deformationsstil upp till allt större enheter. Särskilt för Morbergsfältets huvudmalmers vidkommande har klarlagts en stil, som motsvarar de smärre detaljveckens.

Minst lika osäker blir saken, då det gäller större kroppar av oskiktade bergarter, vilka ju icke kunnat genomgå samma lättframkallade inre justeringar som de finskiktade. Kartbilden giver dock bestämt vid handen, att principiellt sett samma mönster kan spåras uti de mera massiva leptiterna, exempelvis i porfyrleptitområdet vid L:a Kylsbo (tavla 2) och i det av natronleptit och glimmerskiffer sammansatta bältets gränser mot angränsande kalileptiter (tavla 1 och 2). Däremot synas kalkstenarna visa en del avvikande drag, väl beroende på deras möjligheter till mera genomgående plastisk deformation.

Axelplan och veckaxlar. Såsom redan anförts, förefinnes en bestämd tendens till isoklinal hopveckning; veckskänklarna närma sig sålunda parallellställning inbördes och med axelplanen. De avlästa sidostupningsriktningarna giva därför så gott som ingen upplysning om förloppet av antiklinaler och synklinaler, däremot angiva de approximativt axelplanens ställning. Såsom kartorna visa, äro stupningarna i allmänhet brant nordvästliga, sålunda föreligger i stort sett en överstjälpning av vecken mot sydostliga väderstreck.

Kännedom om veckaxlarnas ställning är av fundamental betydelse för förståelsen av områdets stratigrafi och tektonik. I åtskilliga fall kan den direkt avläsas. Vanligare är dock, att lineär (stänglig) förklyftning eller lineär skiffrighet (stänglighet) får tjäna såsom indikator jämväl beträffande veckaxelställningen. Talrika iakttagelser hava alldeles klart visat, att inom Norbergsområdet full överensstämmelse föreligger mellan dessa element. Särdeles belysande i detta avseende äro förhållandena i de annars ganska olikartade fälten G:la Morbergsfältet och Klackberg (jfr detaljbeskrivningarna).

De lineära elementens betydelse ur praktisk synpunkt är uppenbar. Föreligger en sammanhängande, lagerformig malkropp, så anger linearstrukturen dess veckaxlars riktning, och därmed även längdaxel-

¹ I överensstämmelse med vad som visat sig innebära den mest praktiska terminologien för beskrivandet av veckformer användes här termen *axelplan* för att beteckna veckvinkelns bisektrisplan och *veckaxel* för axelplanets skärningslinje med ett lager i vecket. Jfr fig. 18.

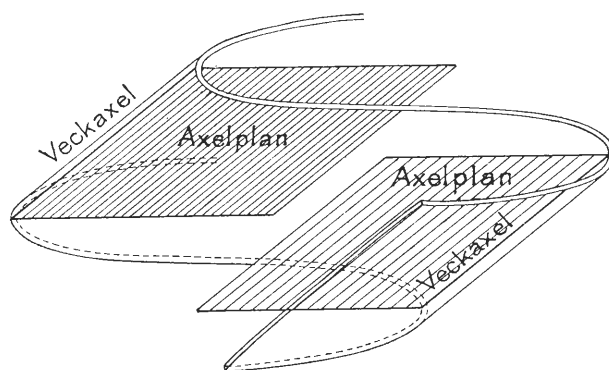


Fig. 18. Stereogram illustrerande innebörden av termerna axelplan och veckaxel (efter 22). *Stereogram to illustrate the meaning of the terms axial plane (axelplan) and folding axis (veckaxel.)*



Fig. 19. Blodsten (svart) med leptitskikt (prickade). Nat. storl. (Snitt $\perp$ axelplanet men ej fullt $\perp$ veckaxelriktningen). Storgruvan i Norbergsby. *Hematite ore (black) with leptyte layers (stippled). Nat. size. Storgruvan.*

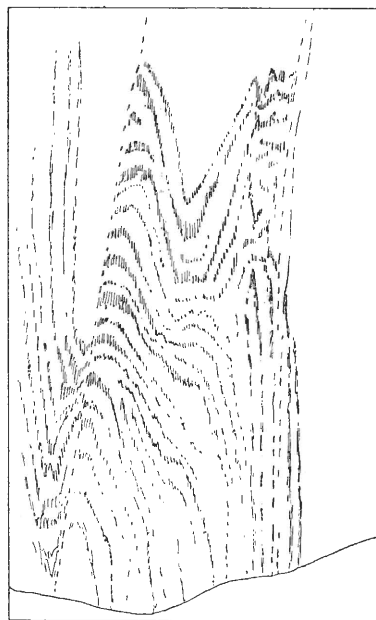


Fig. 20. Veckning och veckförkastning i leptit med järnängsrika skikt; håll vid Åsgruvan. $\frac{1}{10}$ nat. storlek. (Snitt $\perp$ axelplanet och i c:a 45° vinkel mot veckaxeln). *Folding and faulting in leptyte with layers rich in hematite; outcrop near Åsgruvan. $\frac{1}{10}$ nat. size. (Section perpendicular to axial plane but making about 45° angle with folding axis).*

riktningen för de förtjockningar och förtunningar, som kunnat bli en följd av ojämn deformation; har åter denna ojämn deformation gått ända därhän, att malmkroppen uppdelats i skilda stycken, så angivas på samma sätt dessa skilda enheters längdaxlar. Fältstupning i alla dess skiften indiceras sålunda av de lineära företeelsernas lokala lägen.

Tyvärr gäller det om lineärstrukturen liksom om skiktning, att de saknas inom betydande delar av kartområdet, eller i alla händelser icke äro tillräckligt distinkt utbildade för att tillåta en noggrann bestämning.

Den i flera avseenden märkligen variationen uti veckaxlarnas stupning inom Norbergstrakten har delvis tidigare noterats av Petersson (75). Från exkursioner mellan Norberg och Västanfors har förf. (22) anfört iakttagelser, vilka emellertid nu genom den mera detaljerade granskningen av Norbergsområdet visats vara alltför glösa och därför missledande. Jfr härom vidare fortsättningen av detta kapitel!

Lagerföljden och de större veckningstektoniska elementen. Törnebohm, den ende som hittills försökt sig på

en tolkning av leptitformationens lagerföljd i Norbergstrakten (89), uppfattade densamma såsom direkt indicerad av de iakttagna sidostupningarna, och kom sålunda till det resultatet, att man från östliga mot västliga väderstreck ständigt går mot allt yngre lager. Han räknade visserligen med lokala inverteringar, men genom att, här liksom annorstädes, helt bortse från de geometriska effekterna av veckaxlarnas lutande lägen, kom han aldrig att ens taga under diskussion den lagerföljd, som framstår såsom mest sannolik.

Såsom redan framhållits, är det flera utav områdets suprakrustala bergartstyper, vilka återfinnas inom andra närmare kända leptitområden. I den mån, som dessa senare låta en viss lagerföljd framträda, är det uppenbarligen lämpligt att upptaga en jämförelse och undersöka, huruvida några analogier finnas uti Norbergstrakten. Härvid kan man först giva den sedimentära kvartsiten dess plats. Där klastiska sediment uppträda i anknytning till leptiterna, såsom i Grythyttfältet (83), Filipstads Bergslag (64), vid Ställdalen (69) och vidare norrut, bilda de städse en övre etage. Överföres detta på Norbergsområdet, så skulle kvartsiten ligga överst, och plagioklas-kali-leptiternas grupp representera den yngsta gruppen bland de vulkaniska bergarterna. Detta passar alldeles ihop med motsvarande grupps roll i Garpenberg enligt Lindroth (61), och synes också väl förenligt med dess uppträdande vid Riddarhyttan. I alla händelser föreligga tydligen starka skäl för den uppfattningen, att de yngsta suprakrustalbergarterna inom Norbergsområdet uppträda längst västerut. Så långt får man sålunda fram samma ordning som Törnebohm.

Inom kartområdets östligare delar däremot, inkl. det centrala Norberg, möter utan väsentliga modifierande inslag av annan art den utpräglade motsatsen mellan utpräglade kali- och natronleptiter. Bådadera finnas visserligen representerade även uti den såsom en övre etage tolkade del, där plagioklas-kali-leptiterna dominera, men endast såsom underordnade led. Ut i de västligaste Bergslagstrakterna — Filipstads Bergslag (64) och Grythyttfältet (83) — framträder mer eller mindre markerat en viss stratigrafisk gruppering av dessa huvudtyper, i varje fall såtillvida, att en etage av utpräglade natronleptiter ligger underst. Vid Riddarhyttan däremot saknas natronleptiter praktiskt taget, men skäl finnas för misstanken, att cordieritglimmerskiffern därstädes till stor del ersätter dylik bergart (jfr 22, s. 21—22); i så fall skulle även där en jämförlig lagerföljd ha förelegat. Man får emellertid icke förglömma, att man ingenstädes kunnat identifiera underlaget för hela formationen. Förhandenvaron av en natronleptitetage underst inom de anförda områdena behöver sålunda icke alls utesluta, att annorlunda sammansatta, men även de till leptitformationen hörande bergarter kunna uppträda på stratigrafiskt ännu lägre nivåer.

Tillämpar man emellertid på Norbergstrakten arbetshypotesen, att en natronleptitetage utgör det äldsta ledet i leptitformationen, så blir uppenbarligen den av Törnebohm antagna lagerställningen ur räkningen. Den mest utpräglade zonen av natronbergarter — och den enda, som i händelse av en kontinuerlig lagerföljd från SO mot NV kunde antagas representera den ifrågavarande natronetagen — uppträder nämligen först på ett betydande avstånd från den i öster angränsande urgraniten. Såsom av det följande skall framgå, tillkomma även andra skäl för att antaga en vida mera komplicerad tektonik i dessa delar, än vad Törnebohm räknade med.

Stratigrafiskt-tektoniska underavdelningar uti leptitformationen. Av kartan, tavla 1, framgår, att vissa större enheter kunna urskiljas, om också deras inbördes avgränsning i vissa fall måste bli vag:

- 1) Ett kalileptitområde närmast den östra urgraniten, med underordnade partier av natronleptit.
- 2) Ett icke fullt kontinuerligt bälte av natronleptit och till densamma ansluten glimmerskiffer.
- 3) Ett område av kalileptit med dolomit (Kolningberg-Klackberg, Bålsjöberg, o. s. v.).
- 4) Ett vidsträckt område av övervägande plagioklas-kali-leptit, med smärre partier av andra leptiter.
- 5) Sedimentär kvartsit.

Avdelningarna 4 och 5 hava redan berörts. Samtliga förekomster av malm, ävensom av kalksten eller dolomit, äro inskränkta till avdelningarna 1—3. I det följande skola närmast de olika elementen skärskådas var för sig.

Kalileptitområdet närmast den östra urgraniten (tavla 1 och 2). Detta område upptages huvudsakligen av skiktad, jämnkornig kalileptit, som i stor skala växellagrar med kvartsrandmalm ävensom innehåller mera fåtaliga men mäktigare inlagringar av kalksten och skarn, med åtföljande malmer. För övrigt förekomma några områden av kvartsporfyrisk kalileptit, ävensom några av natronleptit, den sistnämnda dock mestadels icke representerande den kemiskt sett mest extrema typen.

De mera betydande förekomsterna av kvartsrandmalm gruppera sig till en zon som, om också med avbrott, kan spåras från Bojmossfältet över »Mimers»- och Ragvaldsfälten till Risbergsfältet. Troligt är, att sammanhanget är fullkomligare, än vad som man kan våga angiva i kartbilden. Efter ett av urgranitpetsen framkallat avbrott V om Risbergsfältet torde fortsättningen komma i Norrbergsfältet, varifrån sedan blott en smal

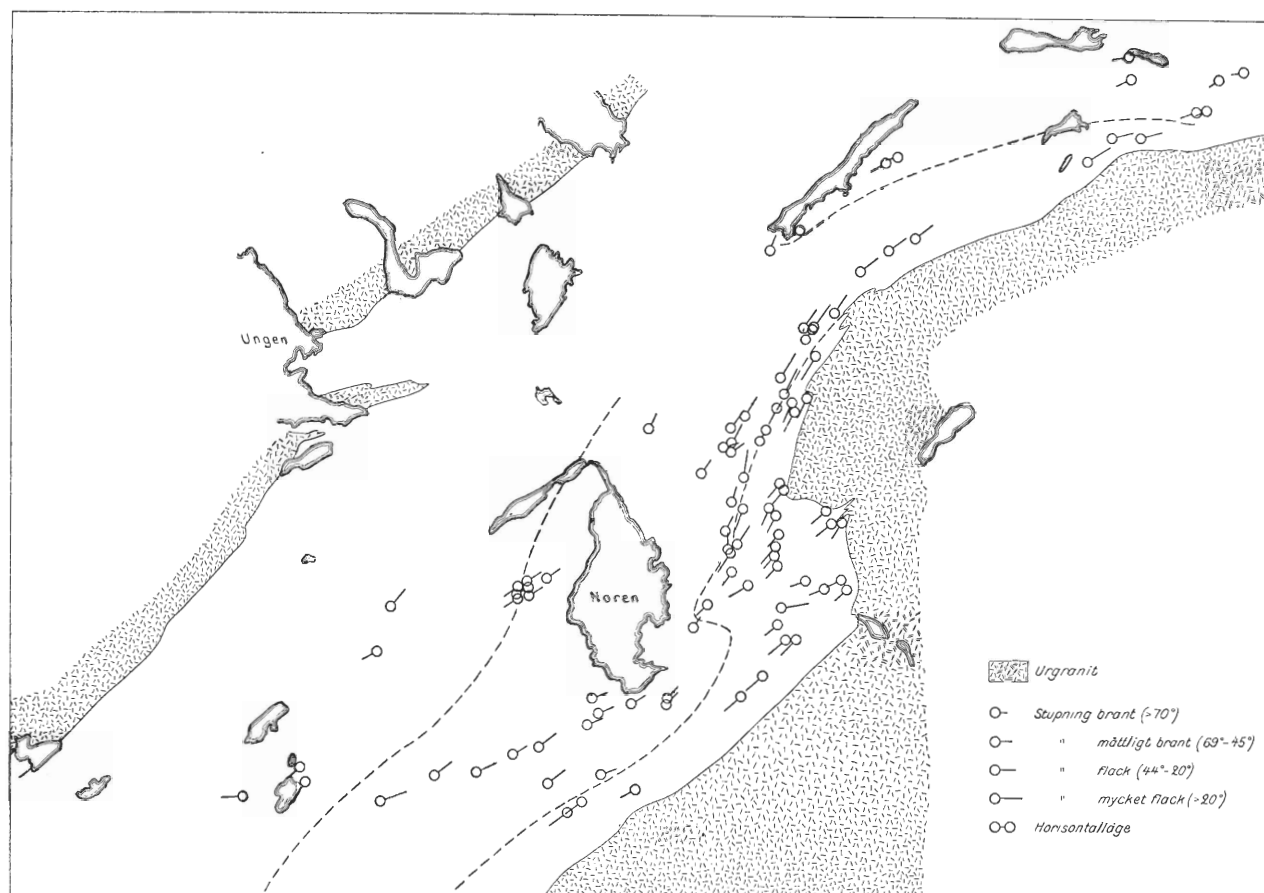


Fig. 21. Karta över veckaxelstupningar (och lineärstrukturer) i Norbergstrakten. Skala 1 : 60,000. Leptitformationen utan ytbeteckning. Streckade linjer angiva axellinjer i »tvärveckningen». *Directions of folding axes and linear orientation in the leptite formation of the Norberg district. Scale 1 : 60,000. Bounding granite areas cross hatched. Signs of pitch indicate, from the top of the legend down: pitch steep, moderate, flat, very flat, horizontal position. Broken lines are axes of »cross folds».*

rand fortsätter Ö om G:la Morbergsfältet.¹ Från Bojmossfältet kan man emellertid också, över trakten av Munkgruvan, spåra blodstensförande nivåer fram till Storgruvan samt Prost- och Riddargårdsgruvorna. Petersson tänkte sig en vidare fortsättning Ö om Röbergsfältet (74, tavla 2). Med hänsyn till kvartsrandmalmernas fördelning har man emellertid här snarare att antaga en sväng tillbaka på västra sidan (vilket också blir i analogi med förloppet av gränsen mellan kali- och natronleptitområdena SV om sjön Noren!) samt vidare fortsättning v ä s t e r om Röbergsfältets skarnmalmer.

Den nära nog slutna krets, som kvartsrandmalmnivån S och Ö om sjön Noren sålunda synes bilda, uppvisar mycket anmärkningsvärda veckaxellägen. Petersson har redan framhållit det egendomliga förhållandet, att uti G:la Morbergsfältet framträder en översneddande veckning av stora mått, vilken kommer till uttryck i divergerande veckaxelstupningar inom den täta sammanveckningen, å omse sidor om en axel, som under mycket spetsig vinkel korsar den av nyssnämnda sammanveckning bestämda allmänna strykningens riktning. Vid den nu utförda karteringen har det emellertid visat sig, att detta drag sträcker sig mycket längre, än man förut hade anledning förmoda. På kartan kan man inlägga en axel, SO om vilken axelstupningen är mot SV, medan den NV om densamma är riktad mot NO. Denna axel (jfr fig. 21) går nästan rakt, från G:la Morbergsfältet utmed nordvästra sidan av Östanmossafyndigheten till Pryssingsgruvan, för att sedan återfinnas SV om Norberg i fortsättningen av det skildrade förloppet.

Petersson har framhållit (75), att den ifrågavarande axeln i Morbergsfältet går nära parallellt med granitgränsen i öster. Nu framkomna nya data innebära ännu starkare skäl till att förmoda ett visst orsakssammanhang mellan urgranitens läge och leptitformationens veckaxelställningar. Vid sammanställningen av iakttagna axelstupningar visade det sig helt överraskande, att även en västligare dylik axel framträder, bra nära

¹ Beträffande Norrbergsfältets fullkomliga stratigrafiska likvärdighet med övriga kan dock en viss tvekan råda, då det på ett karakteristiskt sätt avviker från dessa genom malmens låga CaO-halt.

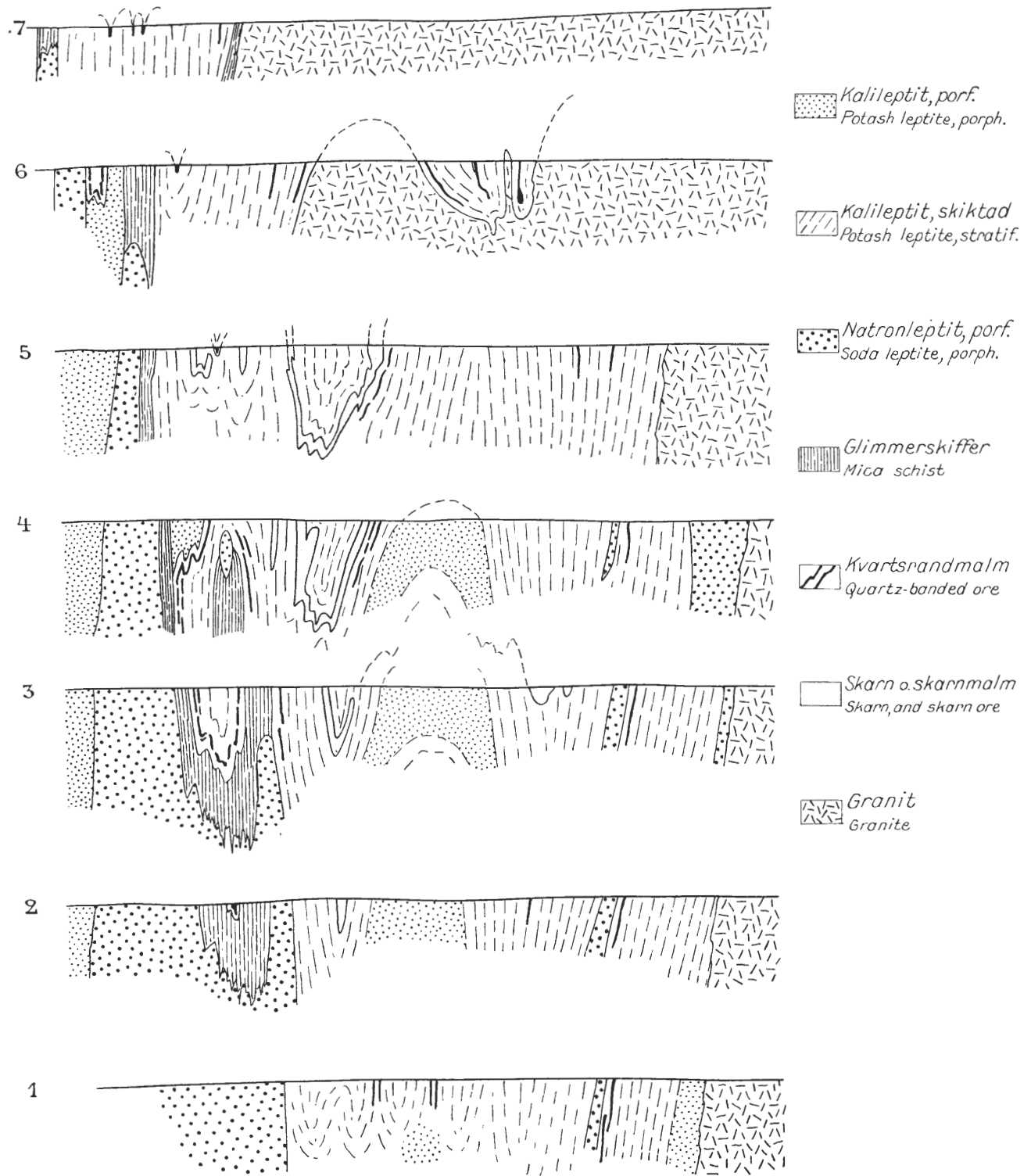


Fig. 22. Profilserie Ö om sjön Noren. Profiler i NV—SO i skala 1 : 20,000, avståndet mellan två profiler 400 m, profil 1 vid Prostgr.-Storgr.; jfr tavla 1 samt fig. 23. Sections N.W.—S.E., east of Lake Noren. Scale 1 : 20,000; distance between consecutive sections 400 meters; section no. 1 at Prostgr.-Storgr. Compare Pl. 1 and fig. 23.

parallell med den förra (fig. 21). Den sannolikaste tolkningen torde vara den, att leptitformationens veckning i huvudsak förelåg sådan, som dess stil nu framträder, när graniten i öster trängde upp till sitt nuvarande läge, och att denna intrusion åtföljts av en relativt jämn och »lugn» upplyftning av leptitformationen närmast intill granitmagmakroppen. Härför tala också kontakternas i allmänhet ytterst enkla förlopp och uppresningen av veckaxlarna uti Risbergsfältet.

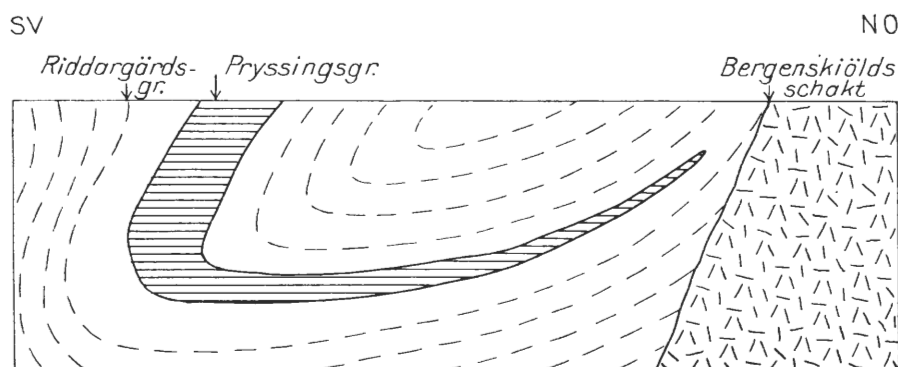


Fig. 23. Hypotetisk profil längs skarnsynklinalens axelplan från Riddargärdsgruvan till Bergenskiöld's schakt. Skarnlagret streckat; urgranit i NO. Skala c:a 1 : 20,000. Hypothetical section S.W.—N.E. along axial plane of skarn syncline from Riddargärdsgruvan to Bergenskiöld Shaft. Skarn ruled area, granite to the right. Scale approx. 1 : 20,000.

Det är förvånande, att axellinjerna ifråga icke alls hava karaktären av brottlinjer. Inga som helst bristningar eller sig summerande småförskjutningar hava kunnat konstateras vid desamma.

Vid tolkningen av kvartsrandmalmhorisontens nu anförda förlopp har man att taga hänsyn till dels den konstaterade veckningsstilen, dels de anförda iakttagelserna över veckaxlarna: vidare måste man räkna med möjligheten — och snarast sannolikheten — av att flera malmlager uppträda inom »horisonten» ifråga, sålunda på icke fullt samma stratigrafiska nivå, samt att de enskilda lagren åtminstone i vissa fall hava endast begränsad utsträckning.

En bild, som synes fullt motsvara det föreliggande iakttagelsematerialet, är den av en genom veckningar av högre ordningar komplicerad synklinall (ett synklinorium). Denna är relativt sluten S och Ö om sjön Noren. Norr och V om Kärrgruvans station synas däremot avbrott föreligga. Dessa avbrott äro emellertid tydligt betingade av veckaxellägena: inom området ifråga föreligger en »axialkulmination»: axlarna nå, med flacka, omkring horisontalläget växlande stupningar, så högt, att hela malmhorisonten går upp till och över den nuvarande jordytans plan.

Vad åter angår de förekomster av kalksten, skarn och skarnmalm, som uppträda i den sålunda beräknade synklinallen Ö om sjön Noren, så äro dessa säkerligen att kombinera till långa lager, i stil med vad Törnebohms karta angiver. Peterssons kartbild, med skarnet i form av från varandra isolerade klumpar, är formellt sett mera objektiv men giver otvivelaktigt en missledande bild. Vid upprättandet av de nu publicerade kartorna hava även de magnetiska mätningar, som utförts för Norbergs Gruvförvaltnings räkning, välvilligt ställts till förf:s disposition samt utnyttjats, varvid dock, av skäl som redan blivit antydda, stor försiktighet måst iakttagas vid kombinationerna. Med frånräknande av vissa skarnlager, som närmast höra ihop med kvartsrandmalmen, torde kalk- och skarnförekomsterna här vara att uppfatta såsom en horisont, huvudsakligen företrädd inom Getbacks- och Röbergsfälten. Denna position är fullt förenlig med det antagandet, att horisonten ifråga intager ett obetydligt högre läge i lagerserien än horisonten med de viktigaste kvartsrandmalmen, och att den är deformerad i väsentligen samma stil som denna sistnämnda. Smörbergsfältet åter saknar direkt sammanhang med de nyssnämnda. Detta behöver emellertid icke alls utesluta, att ett sådant sammanhang en gång förelegat — med andra ord, att Smörbergsfältets skarnlager är en del av samma skarnhorisont. Närmast skulle man tänka sig, att Smörbergsfältet utgör en självständig synklinall, skild från Röbergs- och Getbacksfälten genom en antiklinal, i vars kärna den kvartsporfyriska kalileptiten framträder (tavla 2 och fig. 22 : 3).

Man kan emellertid ej få fullt klar bevisning, huruvida skarnbanden i Röbergs- och Getbacksfälten beteckna mäktigheten av lagret, eller äro nedveckade kölar. I det förra fallet skulle exempelvis Östanmossgruvan och Åsgruvan ligga på olika veckskänklor, och det mellanliggande leptitområdet skulle representera den högsta etagen uti hela synklinoriet. För denna uppfattning talar bl. a. kontrasten mellan den ofta blodstensskiktade leptiten utanför skarnlagret och den malmfria, karakteristiskt tunnbankade leptiten innanför. Jfr även detaljbeskrivningarna, s. 100. Denna lagerföljd har antagits vid uppgörandet av profilerna fig. 22 och 23. Växlingarna i veckaxlarnas stupningsriktning hava föranlett, att profilserien i fig. 22 blivit mindre upplysande än vad fallet skulle varit vid större regelbundenhet uti berörda avseende. Det är emellertid tydligt, att de större vecken uti synklinoriet nå betydande mått.

Från Gamla Morbergsfältet, genom Nya Morbergsfältet till Kallmorberg fortsätter kvartsrandmalm-

horisonten, men nu i sådan form, att den måste tolkas såsom den korrugerade kölen av en mycket starkt sammanpressad synklinal. Veckaxlarnas i genomsnitt nordostliga om också mycket flacka stupning måste leda därtill, att successivt yngre lager uppträda mot NO i synklinalen. Någon motsvarighet till skarnhorisonten i Röbergs- och Getbacksfälten har dock icke kunnat identifieras på denna sträcka. Skarn och kalksten vid Kallmorberg tillhöra natronleptiten, och torde därför ej få jämföras med nyssnämnda horisont.

Närmast mot ONO från Kallmorberg visar kalileptitbältet över huvud taget inga större malmer av något slag. Sammanhanget är dock fullt tydligt, hela vägen fram till den skiktade och malmförande kalileptit, som upptager en stor del av Hästefältet. Förekomsten av manganrika varianter av kvartsrandtypen, som observerats flerstädes uti Hästefältet (jfr s. 121), är av intresse för de stratigrafiskt-tektoniska jämförelserna. Dylik malm är nämligen Ö om sjön Noren representerad i Assessorskangruppen (tavla 2, se även s. 101) och inom en zon till SV om Hedbergsgruvorna, vidare på en östligare linje, Ö om Gamla Morbergsfältets huvudmalmer. Tvivelaktigt är emellertid, om alla dessa förekomster äro så nära samtidiga, att de kunna utnyttjas såsom en ledhorisont. I alla händelser synes det synklinala bältet av skiktad kalileptit vara fullt sammanhängande fram till Stripåsen, där det upphör, omfattat av natronleptit. Denna gräns bestämmes troligen helt och hållet av omkastningen uti veckaxelstupningen.

Bältet av natronleptit och glimmerskiffer. Från trakten av St. Malmkärra i SV kan detta bälte följas till sjön Noren, för att återfinnas på dennas östra sida. Här spetsar det emellertid ut med flera spetsar, av vilka den längsta når trakten av Hedbergsgruvorna. Strax V om densamma uppträder en »omstjärtande» kropp av besläktad leptit, men denna bergart är i flera avseenden avvikande, och det är knappast troligt, att den är att sammanställa med det förutnämnda bältet. Fullt jämförlig med detta är däremot bergarten i det band, som börjar ännu något västligare (NO om Kylsbo), och som sedan kan följas genom Kallmorbergsfältet och förbi Öfstjärnarna till Hästefältet. Kvartsrandmalm har icke kunnat påvisas inom detta bälte, med undantag för några smärre förekomster, dels i Kallmoragruvan, dels vid Långgruvan i Hästefältet. Däremot finnas kalksten, skarn och skarnmalm flerstädes, nämligen vid Malmkärra, i Kallmora- och Hästefälten. Några bestämda slutsatser angående bältets inre byggnad kunna emellertid icke dragas av dessa lagers förlopp.

Veckaxelställningen är påfallande. Omkring St. Malmkärra är stupningen sydvästlig, men längre åt NO blir den snart flack, för att så slå över till nordostlig. Bältet översnedas här av den västligaste av de båda ovan berörda och i fig. 21 angivna axlarna. Nordostlig axelstupning utmärker sedan hela bältet, ända bort till Hästefältet, där dock en brant västlig veckaxelställning möter.

Dessa fakta giva icke någon absolut entydig bild av de större tektoniska sammanhangen. De passa emellertid mycket väl tillsammans med antagandet, att natronleptitbältet utgör en komplicerad antiklinal uti kalileptiternas underlag, skild från urgraniten i Ö av den nyss skildrade synklinalen av huvudsakligen kalileptiter. Ett starkt stöd finner detta antagande även uti förloppet av det smala band av glimmerskiffer, som går fram genom Gamla och Nya Morbergsfälten, V om de största malmkropparna. Detta band har i G:la Morbergsfältet på 150 m avv. genomskurits av en ort mellan Örlinggruvemalmen och V:a Mångsgruvans malm, och därvid befunnits vara sammansatt av flera strimmor av natronleptit och glimmerskiffer (tavla 4). Det synes sålunda hava karaktären av en mera underordnad antiklinalkam på samma etage. Dess »uthållighet» vid jämförelsevis ringa bredd sammanhänger naturligtvis, liksom samma drag hos kvartsrandmalmerna i dessa fält, med den därstädes rådande flacka veckaxelställningen.

Den rimligaste tolkningen av tektoniken resulterar sålunda i antagandet, att även i Norberg huvudmassan av natronleptiterna intager den lägsta stratigrafiska nivån. Det är möjligt, men knappast sannolikt, att de natronleptitområden, som Ö om Noren uppträda nära gränsen mot den östra urgraniten, likaledes utgöra antiklinalkammarna tillhörande samma etage. Snarare kunna dessa leptitkroppar förmodas intaga andra stratigrafiska lägen än den stora natronleptitmassan, liksom fallet måste vara med exempelvis förekomsten Ö om V:a Djupkärra. Den antagna tektoniska bilden innebär emellertid också, med hänsyn till de på långa sträckor likriktade veckaxlarna, att antiklinalerna måste uppgå till betydande mått (jfr även s. 62 och fig. 22). Bilden blir i detta avseende jämförlig med den, som förut erhållits vid Riddarhyttan (22). Utbildningen av cordierit-glimmerskiffer just i anslutning till detta bälte är sannolikt att förklara genom de förskiffringszoner med goda förutsättningar för kemisk omvandling, som uppstått vid antiklinalkammarnas uppskjutande. Såsom skall beröras i det följande, finnas även andra skäl att antaga, att antiklinalerna nått betydande dimensioner och varit åtföljda av förskjutningar efter förskiffringszoner.

Området av kalileptit med dolomit och kalksten. Klart markerat mot natronleptiten, har detta område icke någon lika tydlig avgränsning åt motsatt håll. Dess gräns mot NV får anses gå

där leptiter av plagioklas-kali-gruppen börja uppträda. Enligt denna begränsning uppbygges området av utpräglade kalileptiter — men inga andra leptittyper — samt dolomit och kalksten. Karbonatbergarterna bilda först och främst den serie linser, som från trakten av Silvtjärn kan följas genom Kolningbergs- och Klackbergsfälten, och som innehåller de betydande järnmalmsfyndigheterna av »kalk-mangan-haltig» typ uti de nämnda malmfälten. Vidare mot NO träffas vid Kylsbo en kalksten, som troligen utgör en fortsättning av samma stråk. I dess närhet finnes emellertid kvartsrandmalm, ett inslag, som saknas inom den förut berörda delen av området. En vidare fortsättning kan troligen spåras i form av de förhållandevis starkt metamorfa kvartsrandmalmerna omkring järnvägslinjen NO om Kylsbo, möjligen även i det lilla kalkstenslager, som träffas i en järnvägsskäring därstädes. Vidare fortsätter zonen med ett kalkstenslager fram till Bålsjöns sydvästra ände, med kalkiga skarnmalmer. Uti Bålsjöfältet finnas såväl kvartsrandmalm som kalksten med kalkmalm. Både kalksten och litet kvartsrandmalm uppträda också vid Bålsjöns nordöstra ände. Slutligen finnas kalksten och grönskarnmalm i norra delen av Hästefältet.

Det är emellertid endast inom sträckan Kolningberg—Klackberg, som de till karbonatbergarten anknutna järnmalmerna utmärkas av väsentlig manganhalt.

Nyckeln till den tektoniska byggnaden inom detta område, eller i varje fall dess väsentligaste delar, har erhållits vid studiet av Klackbergsfältet. Såsom närmare visas s. 136, har det nämligen framgått, att de skilda dolomitmakroparna därstädes måste uppfattas såsom delar utav ett och samma lager, vilket bildar en synklinal med en av översneddande »tvärveckning» starkt böjd axel; interferens mellan de båda veckningsystemen har givit synklinalens botten en sådan form, att vad som för närvarande, sedan erosionen bortfört det mesta, finnes kvar av lagret, utgöres av en serie »båtformiga» synklinaler utan inbördes sammanhang. Medan det förhandenvarande bevismaterialet i detta avseende ter sig övertygande, ställer det sig mycket svårt att vidareföra den tektoniska analysen. Inom Kolningbergsfälten hava förskjutningar längs brantstående glidplan bidragit till att komplicera byggnaden. Man kan sålunda där icke, såsom vid Klackberg, räkna med enbart veckning. Utpräglade förskiffringszoner, som kunna markera förskjutningar, uppträda för övrigt även vid malmbanan ovanför Klackbergsgruvorna, ävensom i Klackbergets sluttning mot sjön Kalven. Ett annat osäkerhetsmoment ligger däruti, att observationerna på veckaxelställningar och fältstupning äro alltför glesa för att göra det möjligt att i detalj föra analysen från Klackbergsgruvorna vidare över resten av zonen mellan Silvtjärn och Noren.

Så pass mycket är emellertid tydligt, att dolomitmakropparnas fördelning erhåller en mycket sannolik förklaring genom antagandet, att hela zonen ifråga har karaktären av ett synklinalstråk av anförd karaktär, komplicerat genom förskjutningar längs brantstående plan. Ovissheten gäller endast vissa smala dolomitmakroppars tektoniska karaktär. Då emellertid Kolningbergsfältets malmer tillhöra just dessa kroppar, har frågan en mycket stor praktisk betydelse. En kedja av dylika dolomitskivor framgår strax N om Klackbergs gruvor. Den slutar där mot NO och efterträdes av en starkt pressad zon i leptiten, men c:a 200 m vidare mot NO uppträder rakt i fortsättningen en liknande smal skiva, NV om Näsbergsgruvans bredare dolomitlins. Den pressade zonen ifråga motsvarar till sitt läge just den förut nämnda, av översneddande veckning framkallade kulminationen, varför det hela passar mycket bra ihop med antagandet, att dolomitskivan är en synklinalkö, vilken här vid kulminationen gått upp över den nuvarande jordytans nivå. Å andra sidan kan man icke alldeles förneka möjligheten, att avbrottet kan bero på sonderdragning av något slag. I så fall skulle påvisandet av synklinal byggnad i det egentliga Klackbergsfältet icke utesluta, att de smala dolomitstrecken voro delar av ett och samma lager, veckat i form av en större synklinal, vars inre upptages av Klackens leptit, under det att denna leptit enligt det förra antagandet skulle underlagra dolomitnivån. Också låter det tänka sig, i händelse det först anförda alternativet är riktigt, att kalkstensförekomsterna på nordvästra sidan om Klacken markera den ifrågavarande horisontens neddykande under yngre etager i NV. Dessa förekomster — i alla händelser de närmast N om Gamla Kolningberg liggande — utgöras av en ordinär kalksten, kontrasterande mot den manganhaltiga dolomiten i zonen Silvtjärn-Klacken (jfr analysen s. 23). Med hänsyn till möjligheten, att dolomiten uppkommit genom dolomitisering av kalksten, får dock denna olikhet ej anses utesluta stratigrafisk likställighet. Fig. 24 visar i schematisk form de olika möjligheterna, varvid a) utgör det här först anförda, b) detsamma med den modifikation, att kalkstenshorisonten på nordvästra sidan om Klacken icke utgör en synklinal utan markerar ett neddykande av horisonten, c) räknar med flera lager och d) antagandet, att Klacken utgör ett synklinalområde av större mått. Förf. håller för sin del för troligast, att någotdera av alternativen a) eller b) innebär den riktiga tolkningen.

Översikt. Av det föregående framgår, att natronleptitbältet ligger mellan två områden av kalileptitvilkas var för sig visats vara synklinalt byggda. Samtidigt föreligga även andra skäl för att uppfatta det mellan,

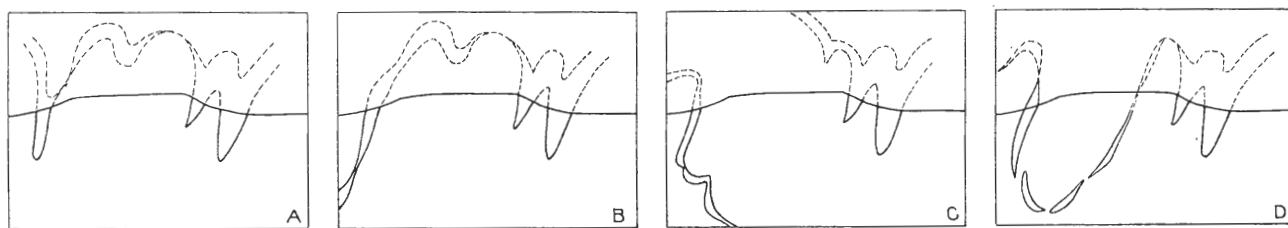


Fig. 24. Olika möjligheter till kombination av kalksten-dolomit-blottningar på Klacken. Profiler i NV—SO. Jfr texten. Skala appr. 1 : 30,000. Possible combinations of observed occurrences of limestone and dolomite, Klacken. Sections in N.W.—S.E. Scale appr. 1 : 30,000.

liggande natronleptitbältet såsom en antiklinalzon. Försök att parallellisera de båda synklinalernas bergarter stöta emellertid på de största svårigheter. Visserligen är leptiternas kemiska karaktär densamma i båda fallen, men strukturutbildningen är olika: skiktade, jämnkorniga former dominera uti den östra synklinalen, oskiktade, kvartsporfyrisk i den västra. Kvartsrandmalmer, som utgöra ett så karakteristiskt inslag i den östra synklinalen, saknas fullständigt i hela den sydvästra delen utav den västra. Olikheterna med avseende på kalkstenar och med dem förbundna malmer torde däremot icke böra tillmätas någon större betydelse, då det icke är klart, att malmerna ifråga äro fullständigt likåldriga med de åtföljande leptiterna. Emellertid kan man icke komma ifrån det faktum, att växlingarna äro vida mindre i strykningsriktningarna inom resp. synklinaler än som framgår vid jämförelser tvärs över det synklinalerna åtskiljande natronleptitbältet. Mot NO föreligger dock onekligen en viss konvergens i de båda kalileptitbältenas utbildning. Märklig är bl. a. förekomsten av manganhaltiga lager (Bålsjöbergs Kronan, resp. Hästefältet). Då tanken, att synklinalerna skulle representera två skilda sedimentationsbassänger, förefaller alltför osannolik för att närmare diskuteras, återstå endast två möjligheter att, med bibehållande av den antiklinala tolkningen av natronleptitbältet, förklara kontrasten mellan de båda synklinalerna. Det ena alternativet räknar med, att de båda synklinalernas bergartsserier stratigrafiskt motsvara varandra. Olikheten vore sålunda att betrakta såsom ett slags faciesväxling, analog med exempelvis det förhållandet i den västra synklinalen, att kvartsrandmalmer där uppträda endast på en del av strykningslängden. I så fall måste tydligen den mellanliggande antiklinalen motsvara mycket stora mått. Ehuru detta även av andra skäl är att räkna med, synes man dock icke på enbart denna väg erhålla en tillfredsställande förklaring. Åtminstone inom kartområdets sydvästligare delar är nämligen den förmodade facieskillnaden så utpräglad, att man för att få en rimlig tektonisk tolkning även måste räkna med betydande förskjutningar, huvudsakligen längs vissa förskiffringszoner. Såsom redan anförts, antydas dylika rörelser utav de till antiklinalen i stor skala anslutna förekomsterna av cordieritglimmerskiffer. Det andra alternativet innebär närmast, att den västra synklinalen skulle representera en ännu högre etage än den östra, och att denna senares bergartsserie skulle vara genom tektoniska förskjutningar eliminerad på västra sidan om natronleptitbältet. Denna tolkning har framkastats av Magnusson (68), varemot förf. för sin del snarare vill anse det förra alternativet mera sannolikt.

Förloppet vidare mot NV är också oklart. Såsom redan påpekats (jfr fig. 24, b), är det möjligt att karbonatbergartshorisonten i Kolningberg-Klackberg dyker ned under leptitkomplexen i NV. I alla händelser får man ju antaga, att den huvudsakligen av plagioklas-kali-leptiter uppbyggda etagen överlagrar den serie, som upptager den västra kalileptitsynklinalen. Det är emellertid icke därför alldeles nödvändigt att såsom i ovan citerade figur antaga att en antiklinal skiljer Klackbergsfältets synklinal från den översta leptitetagen. Förhållandet dem emellan kan i stället vara bestämt av veckförkastningar. Förefintligheten av dylika förskjutningszoner antydes dels av pressade zoner i leptiten N om Klackbergsfältet, dels också av den egendommiga kvartsitribban vid Solfallet o. s. v. Denna kvartsitribbas tektoniska position är visserligen icke entydigt klarlagd, men den sannolikaste tolkningen är alldeles givet den, att ribbans nordvästra gräns är ett överskjutningsplan, ungefärligen parallellt med den allmänna axelplanstupningen i trakten. En dylik tolkning får även ett visst stöd i de omedelbara fältiakttagelserna. Såsom kartskissen fig. 25 visar, uppträder nämligen något gångkvarts vid kvartsitens norra gräns, antydande möjligheten av en störning.

Slutligen kommer längst i NV urgraniten. Dess kontaktförhållanden hava redan beskrivits (s. 45). Det är genast uppenbart, att denna urgranitkropp har ett väsentligt annat uppträdande än den östra, ehuru båda ansluta sig till leptitformationens tektonik. Den östra höjer sig ju såsom en antiklinal, även om det är alldeles tydligt att den i viss utsträckning trängt upp *igenom* de undre etagera i leptitformationen. Parallellismen mellan massivets gränser och leptitformationens lagerställningar giva vid handen, att leptitens veckningsformer måste funnits anlagda före granitens definitiva framträngande till nuvarande position. Likformigheten i gra-

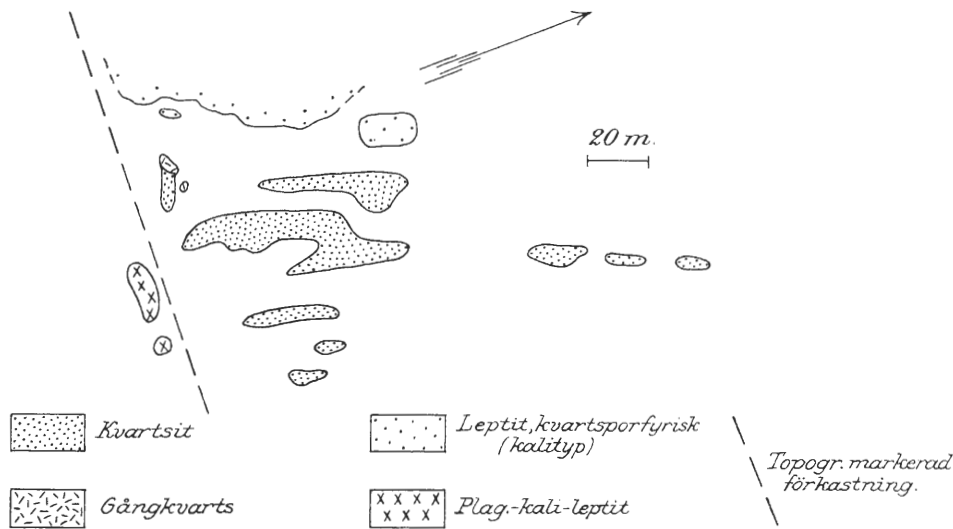


Fig. 25. Kartskiss över hållar vid kvartsitribbens slut, S om Ungtjärn. Gångkvarts vid kvartsitens västra gräns antyder möjligheten av tektonisk begränsning även åt detta håll. *Sketch map showing outcrops at end of quartzite belt, S. of Lake Ungtjärn. Quartzite (stippled) is probably cut off from leptite in S by a fault (broken line); vein quartz (Gångkvarts in legend) indicates possibility of tectonic boundary also against leptite in W.*

nitens deformationsstruktur och leptiternas visar, att deformationen vidare fortsatt i samma stil även efter granitens uppträngande. Någon detaljveckning i leptitformationerna kan däremot icke anknytas till granit-intrusionen, blott den egendomligt storvågiga, i hög grad »öppna» veckning, som åskådliggöres av fig. 21 (s. 57).

Denna sistnämnda veckning går över de zoner, där betydande rörelser genom något slag av vecköverskjutningar förmodas ägt rum, utan att den röner något märkbart inflytande av dylika förskjutningar. Alldeles oberoende av, vilketdera av de ovan diskuterade stratigrafiskt-tektioniska alternativen, som innebär den riktiga tolkningen av förskjutningarna, kan man sålunda draga den slutsatsen, att den med granitens uppträngande förbundna storveckningen är ett senare drag.

Vid den västra urgraniten föreligga icke några dylika relationer. Närmast ter den sig såsom en mycket mäktig gång, vilken fläker upp leptitformationen. Förekomsten av inneslutna skivor av den sistnämnda bergarter i granit SV om Ungen (utanför kartans område) angiva, att förhållandena i detta hänseende äro ungefär likartade med vad Alvar Högbom tidigare skildrat från trakten av Vad, c:a 7 km SV om V:a Djupkärra, där samma massiv fortsätter (49).

I detta sammanhang måste även med några ord beröras frågan om det sist diskuterade granitmassivets västra gräns, ehuru denna faller utanför det nu karterade området. Enligt Peterssens karta (74, tavla 1) gränsar urgraniten vid Halvarsbenning mot leptitformationen i V. Lindroth (59) har senare tolkat Peterssens leptit såsom en omvandlad fas av urgraniten. Gentemot denna uppfattning står den tolkning av bergarterna ifråga såsom en till den kemiska karaktären mer eller mindre utpräglad lerskifferartad, yngsta etage i leptitformationen, som förfäktats av Törnebohm (91), Alvar Högbom (48, 49) och nyligen, på basis av en jämförelsevis omfattande undersökning, av Mogensen (70). Förf. ansluter sig för sin del obetingat till denna tolkning.¹ Urgraniten skulle enligt denna uppfattning skilja den sedimentära kvartsiten från en ännu högre etage, vars ursprungliga karaktär närmast varit en lerskiffers.

Malmfyndigheternas uppkomst.

Allmänna synpunkter.

Tolkningen av malmfyndigheternas uppkomst utgör givetvis ett av de främsta målen för en undersökning av denna art. Varje framsteg i den riktningen bidrager att sprida ljus över några av de viktigaste sidorna

¹ Av densamma följer ju även, att de därstädes uppträdande grafitfyndigheterna med all sannolikhet bilda ursprungliga inlagringar i leptitformationen, vilket även de anförda författarna tänkt sig. Att fyndigheterna likväl undergått genomgripande förändringar på pneumatolytisk väg framgår dock av data, som anförts av Lindroth och av Mogensen. Möjligheten att tolka de av den förstnämnde skildrade företeelserna såsom resultat av en genomgripande kontaktinverkan på ett förut existerande grafitlager har först påpekats av v. Eckermann (12). Förf. är också övertygad om den principiella riktigheten av detta betraktelsesätt. Det kan emellertid vara på sin plats att betona, att det vid gruvorna tillgängliga materialet på ett tidigare stadium (exempelvis då förf. år 1911 gjorde ett kort besök vid gruvorna ifråga) gav ett vida starkare intryck av de pneumatolytiska fenomenen än det material, som framkommit genom senare arbeten. Detta kan i väsentlig mån förklara motsättningen mellan Lindroths och Mogensens synpunkter.

av områdets geologiska historia och att lägga en fastare grund även för diskussionen av de förhållanden, som äga den största praktiskt-ekonomiska betydelsen. På samma gång möta vi emellertid, när vi ur denna synpunkt skärskåda en mellansvensk malmtrakt, ett av de svåraste problemen i den svenska berggrundens geologi. Svårigheten bottnar delvis däruti, att man har att räkna med flera och mera komplicerade möjligheter, än då det gäller att tolka en bergarts ursprung, och att man delvis även har vida större anspråk på precision än i sistnämnda fall. Det kan i detta sammanhang vara nog att till jämförelse hänvisa till att man beträffande leptiter ofta nog måste avstå från ett bestämt avgörande, huruvida den föreliggande bergarten primärt varit en tuff, en lavaström, eller en ytlig intrusion. Ifråga om malmerna söker man nå större precision.

Beträffande de mellansvenska sulfidmalmen ha dock åtminstone huvudlinjerna numera blivit klarlagda, likaså ifråga om en del av de i samma leptitformation uppträdande järnmalmstyperna, medan för andra järnmalmstypers vidkommande den ökade kunskapen hittills ej fört längre än till ett preciserande av problemställningen.

Det är utan vidare uppenbart, att Norbergsområdet, med sina växlande men i regel var för sig väl definierade malmtyper, representativa för alla de viktigaste mellansvenska järnmalmstyperna med undantag av apatitmalmerna, och med sina i övrigt för ett geologiskt studium gynnsamma lokala förhållanden, har förutsättningar att lämna bidrag av väsentlig betydelse. Samtidigt föreligga emellertid skäl för att här ej upprulla frågan i hela dess vidd. Det har nämligen blivit mer och mer tydligt, att problemet delvis är alltför komplicerat för att kunna helt lösas på grundval av iakttagelser från ett enda begränsat område, även om detta är aldrig så upplysande. Det har framgått, att försök till generalisering utav de till synes entydiga undersökningsresultaten från något visst område lett till felslut, och sålunda reducerat det plus i vår kännedom om fakta i saken, som resultaten i och för sig inneburit. Den följande framställningen syftar därför, i den mån densamma berör de mest komplicerade sidorna av problemet, huvudsakligen till att klarlägga Norbergsområdets vittnesbörd, ävensom att antyda, i vad mån erfarenheter från andra områden tala samma språk eller ej.

Diskussionen i saken kommer naturligtvis ej att stödja sig enbart på de iakttagelser, som kommit till uttryck i den här ovan givna allmänna karakteristiken av malmtyperna. Åtskilliga av de fakta, som äro bestämmande för förf:s synpunkter på de malmgenetiska problemen, hava ej lämpligen kunnat presenteras i den allmänna framställningen, utan framgå först av specialbeskrivningarna. Det kunde därför ha varit motiverat att uppskjuta diskussionen till efter dessa sistnämnda. Den här i stället valda placeringen bygger på den omständigheten, att en orientering i de malmgenetiska frågorna lämpligen bör föregå detaljskildringen av fyndigheterna. En läsare av arbetet har ju alltid sin frihet att själv bestämma ordningsföljden (verklig penetration av problemen torde kräva, att detta kapitel läses både före och efter specialbeskrivningarna!).

Före behandlingen av de olika malmtyperna måste emellertid uppmärksamhet ägnas åt en mera allmän aspekt av problemet, nämligen järnmalmernas fördelning på leptitformationens olika delar. Föreställningen, att denna fördelning regleras av ett »kemiskt samband» mellan malmtyper och med dem närmast förbundna leptittyper, härrör från H. Johanssons i flera avseenden mycket märkliga framställning av år 1906—1907 (53). Sambandet ifråga ansågs av Johansson vara av sådan art, att det måste ha sin grund uti magmatiska differentiationsföreteelser. Till stor olycka för problemens vidare behandling hopkopplades denna slutsats, som i alla händelser byggde på starka sannolikhetsskäl, med den ogrundade föreställningen, att malmkropparna måste hava primärt bildats vid temperaturer, motsvarande magmabergarternas stelling. Härav kom slutsatsen, att malmerna måste uppfattas såsom produkter av magmatisk differentiation in situ, härav det fullständiga bortseendet från alla andra än kemiska fakta, ävensom nödvändigheten att specificera den ifrågavarande naturlagen uti invecklade paragrafer, avsedda att täcka alla förekommande relationer. Om man i stället erinrar sig, att produkterna av differentiation inom en magma ej alla kristallisera såsom magmabergarter utan delvis taga formen av emanationer vilka resultera i mineralbildning först vid lägre temperaturer och kanske även på åtskilligt avstånd från moderbergarten, så hade en ej mindre klar teori framgått, utan något våldförande på fakta. Läger man sedan därtill det förhållandet, att differentiationsföreteelser jämförliga med leptiternas påvisats inom urgraniterna, såsom ovan refererats, så bliva förutställningarna mera allsidigt belysta.

Se vi i Norberg först på kvartsrandmalmen, så uppträda dessa nära nog enbart uti den jämnkorniga, skiktade kalileptiten. De jämförelsevis obetydliga förekomsterna i Långgruvans natronleptit, ävensom helt lokalt i Kallmorafältet i samma bergart, äro visserligen belysande exempel därpå, att sambandet ifråga icke är någon strikt naturlag, men deras ringa dimensioner understryka, att den nyssnämnda kalileptiten är kvartsrandmalmenas egentliga miljö. De förekomster av skiktad kalileptit, vilka ingå i vad som antages vara leptitformationens övre delar, närmast under den sedimentära kvartsiten, sakna dock alla inlagringar av

dylik malm. Även bör ihågkommas, att sambandet ter sig ungefär lika regelbundet, om man i stället för den leptitiska sidostenens kemiska sammansättning betonar dess skiktade karaktär.

Så vitt man hittills vet, torde kvartsrandmalmerna i Mellansverige i de flesta fall uppträda i väsentligen samma leptittyp som i Norberg. Att försöka spåra ett närmare samband än så torde däremot bli föga givande.

Det stråk av dolomit, i vilket Norbergstraktens »kalk-mangan-haltiga» järnmalm^{er} uppträda, omgives av kalileptiter, i regel kvartsporfyriska och endast i ringa utsträckning skiktade. Man får här en påfallande överensstämmelse med exempelvis förhållandena i Dannemora, liksom ju över huvud taget denna malmtyp visat sig vara bestämt bunden till kalileptiter. Samtidigt föreligger dock även en allvarlig påminnelse därom, att »det kemiska sambandet mellan malmtyp och leptittyp» även i bästa fall tar formen av en regel med iögonenfallande undantag. Några hundra meter N om G:la Kolningberg, inom samma kalileptittyp som detta fält, finnes en liten fyndighet av rik svartmalm, något amfibolhaltig (Flängagruvan). Dess halt av MnO uppgår enligt ett stufprov till endast 0.125 %. Sålunda: de kalk-mangan-haltiga järnmalmerna äro inskränkta till denna miljö, men andra, manganfattiga typer kunna också förekomma där.

Nyligen har också Magnusson (68) framhållit, att, enligt hans erfarenhet från västligare delar av Bergslagen, järnmalm^{er} av den kalk-mangan-haltiga typen utmärka en relativt högt belägen etage inom leptitformationen, närmast under den därstädes förekommande gråvacke- och skifferetagen. Det är möjligt, att man även beträffande Norbergsmalmerna har skäl att fästa minst lika mycket avseende vid deras stratigrafiska läge som vid de anslutna leptiternas natur i och för sig. Mellan den malmförande nivån ifråga och den rent klastiska sedimentetagen i Norberg, kvartsiten, ligger emellertid, såsom i föreg. kapitel framhållits, en mäktig serie av leptiter, bland vilka dacitiska och andesitiska former dominera, men även typiska kalileptiter äro företrädade. Motsvarande stratigrafiska position för denna järnmalmstyp framgår av Lindroths studier i Garpenberg (61).¹ Där synes dock den ifrågavarande malmhorisonten, enligt vad som visas av nya vägskäringar vid Långviksfältet, ligga omedelbart under den understa plagioklaskalileptiten. En viss olikhet i den stratigrafiska situationen synes sålunda föreligga mellan dessa varandra till typen motsvarande malmer i Norberg och i Garpenberg, men skillnaden är sannolikt icke väsentlig.

Den tredje järnmalmstypen, skarnmalmer^{na}, visar så mycket större brokighet. Dess typiska representanter ligga fördelade på kalileptit i Röbergs-, Getbacks- och Smörbergfälten samt troligen även Johanagruvan, medan Malmkärra, Kallmora och Långgruvan höra till natronleptiterna. Försök att uppdelat skarnmalmerna på olika underavdelningar leda knappast till större regelbundenheter. Sålunda hava delar av Östansmossa och Malmkärra högst påfallande likheter med varandra, ehuru de ligga i olika leptiter. I genomsnitt för hela fyndigheten torde dock de i natronleptitområdena uppträdande skarnmalmerna hava en något högre proportion Mg:Ca än de till kalileptiter anknutna.

Annars hava, som bekant, typiska skarnmalmer av detta slag ansetts vara inskränkta till natronleptiterräng^{er}. Efter det att de påfallande undantagen i Norberg blivit påpekade av förf. (24), hava dock även andra anförts (Magnusson, 65), och det är sannolikt att antalet kommer att ytterligare växa med stigande kännedom om särskilt de östligare delarna av Bergslagen. Ehuru utan väsentlig betydelse för frågan om natronleptiternas natur (jfr ovan s. 48) måste dock sådana fall som det av Magnusson från Nordmarken anförda tillmätas stor vikt för diskussionen av sambandet mellan leptittyper och malmtyper. I huvudsak synas emellertid de manganfattiga skarnmalmerna föredraga natronleptitområdena.

Kvartsrandmalmer.

Sedan länge är den uppfattningen rådande, att de kvartsrandiga järnmalmerna äro produkter av kemisk sedimentation. Sedimentationen i och för sig indiceras av den ytterst regelbundna skiktningen. Att den varit av kemisk och ej av mekanisk natur framgår bl. a. utav frånvaron av vissa i »svartsand» karakteristiskt anrikade mineral. En avgörande bekräftelse erhåller denna tolkning genom förefintligheten — i många länder — av fullständigt analoga bildningar, vilkas kemiskt-sedimentära ursprung är uppenbart.

Därmed är visserligen huvudfrågan besvarad, men mycket återstår ännu att utfinna. Massuppträdandet av järn i vattenlösning i en miljö, där ej spår av vittringsföreteelser kunnat påvisas, har fört till den ganska allmänt omfattade hypotesen, att järnet tillförts i samband med den vulkaniska verksamheten, genom

¹ Det får emellertid ej förbises, att leptitformationens stratigrafi i övrigt i Garpenberg synes vara rätt olika mot i Norberg.

gasutströmningar eller varma källor.¹ Dylika vulkaniska emanationer skulle sålunda speciellt ha åtföljt kalileptiterna.

En annan sida av problemet gäller det märkliga faktum, att kvartsrandmalmer, ehuru representerade i alla världsdelar, alltid tillhöra prekambrium. De enda tydliga undantagen torde vara de nordnorska malmerna av Dunderlandstyp, i vilka en viss tendens till kvartsrandning kan förekomma, om de också ej vederligen uppvisa en fullt karakteristisk sådan. Även frågan om formen för järnets primära utfällning måste lämnas öppen, åtminstone för de svenska fyndigheternas vidkommande.²

Norbergsområdet lämnar, trots sin rikedom på malmer av denna typ, endast några få fakta, som innebära principiella nyheter. Sålunda må påpekas, att mäktigheten hos ett och samma lager synes vara underkastad betydande växlingar. Det är nämligen tydligt, att de stora mäktighetsvariationerna icke enbart härröra från förtjockningar genom veckning, utan till någon del äro av primär natur. Utan att därför vilja alltför mycket pressa detta faktum kan man dock böra tänka på, att det snarast tyder på avsevärda lokala miljövariationer under malmens avsättning. Vidare kan betonas det samband med karbonatbergarter, som i åtskilliga fall föreligger, samt växlingarna i manganhalt. Malmer av kvartsrandtyp med 15 à 20 % Mn och jämförlig järnhalt hava ju konstaterats även annorstädes, men proportionerna mellan järn och mangan visa här större variationer än annars är känt i denna utpräglad sedimentära malmtyp. Medan de större randmalmfyndigheterna hålla en ordinarie låg manganhalt, finner man exempel icke blott på nyss anförda proportioner, utan t. o. m. lokalt på en nästan järnfri oxidisk manganmalm (inom Nya Jakobsgruvan i Hästefältet).

Kalk-mangan-haltiga järnmalmer.

De fakta, som den genetiska tolkningen av denna malmtyp i Norberg främst har att taga hänsyn till, äro, förutom den redan diskuterade kemiskt-stratigrafiska situationen, följande:

Det metasomatiska uppträdandet i dolomit (och kalksten), men med påtaglig anslutning till denna bergarts lagerställning.

Järn- och manganhaltens förefintlighet delvis i karbonatform, medan malmens huvudmassa är finkristallin magnetit.

Den ofta förekommande grafithalten.

Skarnets natur av väsentligen reaktionsprodukt mellan kalkig malm och leptit.

Utav dessa fakta, och av de viktiga iakttagelser och vägande synpunkter på ifrågavarande malmtyp, som på senare år framförts av Sundius (83), Lindroth (60) och Magnusson (muntl. meddelanden), kommer man för hithörande Norbergsmalmer, sålunda Kolningbergs- och Klackbergsfälten, till följande sannolika tolkning:

Malmerna äro metamorfosprodukter av ursprungligen karbonatiska malmer, metasomatiskt anlagda i dolomiten. Grafiten har uppstått vid den av temperaturförhöjning framkallade dissociation av järn-mangan-spaten, som även givit upphov till magnetitbildning, och skarnet (av typen »binda») genom de av samma faktor stimulerade omsättningarna mellan å ena sidan karbonaten, å den andra leptitinlagringar, ävensom en malmen primärt åtföljande ringa kvartshalt.

Osäkerhet vidlader emellertid denna tolkning uti ett par punkter. Bl. a. är det tänkbart, att magnetiten till någon del kan vara primär. Den skulle i så fall snarast härröra från ett tidigare, mera högtempererat skede än karbonatnybildningen.³ Denna möjlighet innebär dock knappast någon principiell olikhet mot den här presenterade tolkningen, då i alla händelser metamorfos av järnkarbonat ävensom skarnbildning på reaktionsvägen kvarstå såsom väsentliga sidor av fyndigheternas geologiska historia. Viktigare är att skärskåda möjligheten av en alternativ tolkning i en annan punkt. Den av Lindroth (58) såsom sedimentär tolkade kalkmalmen vid Ramhäll har viktiga beröringspunkter med den nu diskuterade typen. Såväl för dennas vidkommande som för vissa typiska »kalk-mangan-haltiga» malmer anser även förf., att de skäl, som kunna anföras för en sedimentär tolkning, väga mycket tungt.

För Norbergsmalmerna är visserligen det metasomatiska uppträdandet delvis klart, men det är i och för sig ej uteslutet, att denna utbildning utgör resultatet av sekundära omflyttningar. Några direkta skäl att förmoda en ursprungligen sedimentär natur giva dock icke de hithörande malmerna i Norberg. Skiktväxling mellan malm och dolomit förekommer icke. Malmkropparna hava en mycket mera begränsad utsträckning

¹ Vissa sidor av hithörande problem hava tidigare diskuterats av förf. (22). Härtill kan läggas hänvisning till en uppsats av Behrend rörande järnrika termalkällor på ögruppen Santorin (4), ävensom till data, som anförts från den kanadensiska sidan av Lake Superior (9, 10).

² Jfr frågans behandling i fallet Stråssa (28).

³ Man jämföre den märkliga ordningsföljden mellan olika parageneser i Leadville, som nyligen skildrats av Loughlin och Behre (63).

än dolomiten. I Klackbergssfältet, till exempel, skulle den sedimentära hypotesen innebära, att vissa skäligen begränsade partier av sedimentationsytan under långa tider endast belades med järnsediment, medan i omedelbar anslutning runt omkring avsattes kalksten (eller möjligen primär dolomit). Malmkropparna skulle i så fall närmast förhålla sig på sådant sätt som en revkalksten till omgivande normala kalksten. En dylik effekt av på bottnen mynnande källor med järnrikt vatten är måhända ej otänkbar, men bilden ställer rätt stora krav på den geologiska fantasien. Den skulle också självfallet innebära, att tanken på ett liknande ursprung för kalkstenen icke kan upprätthållas.¹ Den anslutning i stort till dolomitens lagerställning, som utmärker hit-hörande malmkroppar, har sin fulla motsvarighet uti de av förf. studerade nordafrikanska fyndigheterna av Bilbaotyp (29, 30), vilka otvivelaktigt uppkommit på metasomatisk väg, och vilka i händelse av en metamorfos genom uppvärmning skulle i allt väsentligt bliva fullständigt lika vår svenska kalk-mangan-haltiga järnmalms-typ. Förf. vill därför för de ifrågavarande Norbergsmalmerna beteckna tanken på ett sedimentärt bildningssätt såsom en visserligen möjlig, men ej sannolik hypotes.

Slutligen återstår frågan om den allmänt spridda låga halten av järn och mangan i karbonatform uti dolomiten, utanför malmkropparna. Denna kan ju tänkas indicera en allmän sedimentation av de anförda metallerna tillsammans med dolomit. Sannolikare ter sig dock möjligheten, att den tillkommit vid dolomitiseri-
 ning av primär kalksten, måhända i visst samband med malmbildningen. Härför tala bl. a. dolomitens relationer till kalkstenen vid Silvtjärn (s. 22).²

Skarnjärnmalmer.

Under det att de båda förut behandlade järnmalms typerna tillåta en jämförelsevis ingående analys av de förhållanden, under vilka de bildats, står man, när det gäller de manganfattiga skarnjärnmalmerna och till dem anslutna kalkmalmer, inför mera divergerande möjligheter. De för alla mellansvenska skarnjärnmalmer gemensamma dragen inskränka sig, strängt taget, därtill, att de äro magnetitmalmer med en gångart av Ca-Mg-Fe-silikat, huvudsakligen tillhörande pyroxen-, afibol- och granatgrupperna, även om andra mineral också kunna uppträda. Vi veta med bestämdhet, att dylika fyndigheter kunna uppkomma genom kontakt-metasomatos. Men vi veta också, att sådana — eller i alla händelser samma mineralkombinationer — kunna uppkomma genom metamorfos av fyndigheter, bildade vid lägre temperaturer, för den händelse att de nödiga kemiska komponenterna förelegat i lämpliga proportioner. Nära liggande exempel på dylikt giva ju kvartsrand-malmernas skarniga varieteter. Problemet innebär därför dels fastställandet, vilka dylika processer, som förekommit, och sedan avvägandet av deras respektive kvantitativa betydelse. Såsom skall framgå av det följande, ställer sig det sistnämnda mycket svårt även om man begränsar sig till ett så litet område som det nu undersökta i Norberg.

För att ej isolera den följande diskussionen av Norbergs skarnmalmer från den allmänna problemställningen i skarnmalmsfrågan skola här först rekapituleras de allmänna tolkningsförsök, till vilka man enligt förf:s mening behöver taga hänsyn. Dessa framställningar hava visserligen alla en grund i tidigare diskussioner, men det är för det föreliggande ändamålet tillräckligt att gå ett årtionde tillbaka och betrakta de resultat, som Sundius då anförde från sin undersökning av Grythyttfältet (83), förf. från Riddarhyttan (22), och Magnusson från Filipstads Bergslag (64, 65, 66). Slutsatserna äro karakteristiskt färgade av de olika erfarenheter, som de bygga på. Då arbetena ifråga delvis utkommo inom en jämförelsevis kort tidrymd, så att hänsyn ej kunde tagas till övriga forskares resultat, hava kontrasterna i uppfattningen sannolikt blivit starkare, än vad nog annars blivit fallet.

Sundius ansåg sig hava skäl hänföra de av honom studerade skarnmalmerna till en relativt ytlig kontaktmetasomatos, förbunden med den vulkaniska leptitformationen. Förf. åter fann så vittgående överensstämmelser med sulfidskarnmalmerna, att han måste antaga ett motsvarande bildningssätt även för järnmal-merna, sålunda en kontaktmetasomatos, framkallad av urgraniterna. Magnusson, vars definitiva framställning kom några år senare än de nu citerade författarnas, framförde en invecklad men också konsekvent och på viktiga iakttagelser grundad hypotes. Enligt denna skulle visserligen malmfyndigheterna fått sin nuvarande huvud-prägel genom urgraniterna, men malmsubstansen skulle redan dessförinnan förefunnits i form av en vid lägre temperatur bildad fyndighet. Urgranitepokens inverkan skulle dels inneburit vissa omflyttningar i samband med omkristallisation (inkl. skarnbildning) förorsakad av uppvärmning, dels i många fall intensivare föränd-

¹ En sedimentär tydning kan ej heller finna något stöd i en jämförelse med den skiktade braunitmalmen i Hästefältet, då denna karakteristiskt har kvartsrandmalmernas högre fosforhalt.

² I detta sammanhang förtjänar särskilt beaktas det klara sambandet mellan dolomit-, magnesit- och järnspatbildning på metasomatisk väg uti de österrikiska Alperna (jfr t. ex. Redlich, 76).

ringar och förnyad omflyttning av järnhalten under inverkan av den från urgraniterna utgående metasomatosen, och till sist mera lokal substansstillförsel i de fall, där urgraniten nådde fyndighetens omedelbara närhet.

Uppenbarligen hava Sundius' och förf:s framställningar det gemensamt, att de räkna med malmerna såsom kontaktmetasomatiska; förf. och Magnusson åter uppfatta malmernas nuvarande karaktärer såsom bestämda av urgraniterna och de dem åtföljande geologiska företeelserna; medan slutligen Sundius och Magnusson, i motsats mot förf., hänföra malmernas första anläggning till leptitformationens bildningstid. Till denna sistnämnda slutsats hava Sundius och Magnusson i första hand förts av det relativt regelbundna »kemiska samband», som deras arbetsfält uppvisade, medan förf., med helt andra erfarenheter i dylikt avseende, icke fann något tvång att anknyta malmbildningen till leptitformationen.

Tanken, att skarnmalmerna skulle vara kontaktmetasomatiska produkter av leptitformationens eruptiv, måste vid första påseende te sig mycket tilltalande. Den tar vederbörlig hänsyn såväl till fyndigheternas egen karaktär som till det förmodade sambandet med leptiterna. Emellertid ställer det sig svårt att föreställa sig ett så känsligt stratigrafiskt beroende av de kemiskt olika leptiterna, som Sundius antagit, kombinerat med kontaktmetasomatiska processer av stor areell utbredning. Därtill komma sådana drag, som tyda på att fyndigheternas högttemperaturutbildning skett först i en redan veckad formation. Magnusson (64) fann sig därför ej kunna följa Sundius' tolkning. Ej heller förf. kan föreställa sig, att densamma kan ha någon allmän tillämpning, om också möjligheten av en dylik förklaring för mera enstaka fall bör lämnas öppen. För Norbergsområdet sviker ju fullkomligt det av Sundius särskilt åberopade kemiska sambandet.

Förf. anser sålunda vår nuvarande kännedom i saken peka på endera av två möjligheter — eller snarare båda — till förklaring av skarnjärnmalmerna, nämligen antingen kontaktmetasomatos under urgranitepoken eller också, i enlighet med Magnussons hypotes, primär anläggning under leptitepoken och senare omformning under urgraniternas tid.

Det förra alternativet har starkt stöd bl. a. uti analogier med dels sulfidmalmerna i samma region, dels exempelvis de norrbottniska skarnjärnmalmerna (31, 32). Några av den senare uppfattningens viktigaste argument hava redan anförts. Tilläggas bör emellertid, att Magnusson numera (68) vill fästa mera avseende vid en kemisk stratigrafi i stort i leptitformationen än vid ett detaljsammanhang mellan leptiter och malmtypen. Även böra i detta sammanhang citeras Lindroths iakttagelser (58, 61) över förekomsten av skarnmalmer såsom brottstycken i urgraniter. Genom dessa iakttagelser torde få anses fastslaget, att åtminstone vissa ordinära skarn typer varit färdigbildade redan innan urgranitkropparna nådde sina definitiva lägen i berggrunden. Detta passar ganska väl ihop med Magnussons föreställning om tidpunkten för skarnbildningen. Det är dock ej alldeles klart, att detta utesluter varje samband mellan urgraniterna och malm bildningen.

Vad Norbergsområdets skarnmalmer beträffar, så bör den nyss ovan betonade frånvaron av »kemiskt samband» i den vanliga meningen kompletteras med ett betonande av det förhållandet, att i alla händelser samtliga skarnfyndigheter ligga i ett område av omväxlande natron- och kalileptiter. Denna gruppering torde även ha stratigrafisk innebörd (jfr kap. om stratigrafi och tektonik).

I liten skala kan man i Norberg säkert påvisa dels sådana skarnmalmer, som måste uppfattas såsom metamorfa derivat av sedimentära bildningar, dels sådana, som måste härröra från urgraniternas kontaktmetasomatiska påverkan på leptitformationens karbonatbergarter. Till de förra höra vissa skarnrandiga bankar i kvartsrandmalmerna, såsom ovan framhållits, ävensom (åtminstone sannolikt) de skarnlager i trakten Ö om L:a Kysbo, uti vilka rester av kvartsrandning kunna påvisas. Direkt utsträckning av denna tolkning, så att den går in på malmkroppar i större skala, möter dock mycket stora hinder. Så till exempel visa skarnmalmerna i Röbergs- och Getbacksälten fundamentala olikheter mot de nyssnämnda skarnlagren vid L:a Kysbo. En välgående maning till försiktighet vid en dylik extrapolation föreligger även i det förhållandet, att t. o. m. vissa skarn, som äro direkt anslutna till kvartsrandmalmer, visa sig vara bildade genom kontaktmetasomatos. Det andraditskarn med rikligt flusspat, som i en ytterst karakteristisk utbildning uppträder i tre av områdets gruvor, huvudsakligen tillsammans med sulfider, är nämligen i två av de anförda fallen — Bondgruvan och Kallmora Silvergruva — anslutet till lager av kvartsrandmalm. Paragenesen andradit + flusspat är ju känd såsom typen för en kontaktmetasomatisk mineralkombination. Man kan naturligtvis komma runt dess vittnesbörd genom antagandet, att järnhalten ifråga extraherats ur den närbelägna äldre järnmalmen och sålunda ej behöver härröra från samma ursprung som fluoralten. Oavsett det något »sökta» uti en dylik förklaring finnes ett positivt skäl emot densamma, nämligen granatens sammansättning. Andraditen från Kallmora Silvergruva håller nämligen ej mindre än 2.80 % MnO (20, s. 239), vilket skiljer den från övriga i de icke manganrika Norbergsmalmerna förekommande granaterna (jfr Lindroth, 60). Anmärkas kan onekligen, att en dylik manganhalt i och för sig ej brukar karakterisera produkterna av egentlig kontaktmetasomatos. Emellertid torde det ej vara en

tillfällighet, att just detta blymalmsförande skarn har en dylik halt — förbindelsen mellan bly- eller zinkmalmer å ena sidan och manganhaltiga gångarter å den andra upprepar sig ju i många kombinationer.

Emellertid finnes i Norberg åtminstone en större skarnmalmsfyndighet, beträffande vilken en ursprungligen sedimentär natur ter sig ganska sannolik, nämligen Långgruvan i Hästefältet. Den därstädes vanliga randningen av skarn och magnetit är visserligen icke sådan, att den i och för sig kan uppfattas som något avgörande bevis för skiktning — såsom särskilt framgår av en jämförelse med den i Åsgruvan studerade randningen (s. 34) — men malmen har dock en påtaglig likhet med de bankar av aktinolitskarnmalm, som pläga uppträda ihop med kvartsrandmalmerna, och uppvisar själv en viss strimmighet av kvarts, om också ej någon regelbunden randning. Till dessa drag av parallellstruktur kommer den anmärkningsvärda omständigheten, att järnhalten är i stort sett homogent fördelad inom skarnkroppen i dess helhet, samt frånvaron av varje tecken på förträngning av karbonatbergarter utom i så obetydlig skala, att den kan förklaras genom lokala reaktioner.

Också en annan grupp av malmer måste diskuteras i detta sammanhang: kalk- och skarnmalmer i Kallmorbergfältet. Förekomsten av inlagringar av malm (delvis kvartsrandig) i kalksten samt av smärre inneslutningar av kvartsrandmalm i skarnmalm inbjuda till att tillämpa en sedimentär tydning också på de större malmkropparna därstädes. Mot en dylik utsträckning av slutsatsen talar dock såväl det delvis mycket tydligt metasomatiska uppträdandet som den i vissa delar förefintliga paragenetiska anknytningen till humitmineral, såsom norbergit. En utförligare behandling av dessa frågor gives i specialbeskrivningen, s. 116.

De företeelser, som alldeles uppenbart härröra från kontaktmetasomatiska processer, äro visserligen åtskilligt spridda och sakna ej kvantitativ betydelse, men omfattningen av den järnmalmsbildning, som försiggått i detta sammanhang, kan bliva föremål för diskussion.

Dylika karakteristiska kontaktmetasomatiska parageneser äro andradit-flusspat-skarnen, Tallgruvans paragenes med bormineral och kondrodit, den ofta uppträdande kombinationen tremolit, kondrodit, norbergit och ceriummineral, samt de kis- och scheelitförande granatskarnsgångarna i Åsgruvan.

Samtliga dessa parageneser torde vara att hänföra till urgranitepoken och representera ämnen som i gasform¹ avgivits från urgraniterna. Förutom den omständigheten, att ingen annan faktor kan förklara dylika djuperuptiva processer i denna berggrund, finnas skäl som direkt eller medelbart anknyta dem till urgraniterna.

En direkt dylik anknytning indiceras i vissa fall redan av läget i närheten av den östra urgraniten. Molybdenglans uppträder i detta granitmassivs randzon N om Bondgruvan. Scheelit och molybdenglans finnas i gångkvarts införda i angränsande järnmalm (Grundskatten). Scheelit utmärker de kisrika granatskarnsgångarna i Åsgruvan, vilka även genom sin anordning vinkelrätt mot stängligheten visa, att de icke uppkommit före urgranitepoken. Granatens utpräglade zonalstruktur är ett i kontaktmetasomatiska fyndigheter vanligt drag. Molybdenglans utmärker också de flusspatrika skarnen i Bondgruvan. Tallgruvans paragenes av bormineral och kondrodit ligger helt nära granitkontakten. Den enda fullt analoga fyndighet, som är känd (94), har ett likartat läge.

För kombinationen av tremolit, humitmineral (inkl. norbergit) och ceriummineral är förbindelsen med urgraniten icke lika påtaglig. Grupperingen av de kända lokalerna för denna paragenes visar dock en tydlig anslutning till det östra massivet — blott Malmkärren kommer på något väsentligt avstånd från granitkontakten. Den rikliga förekomsten av kondrodit i samband med Tallgruvans bormineral utgör också en viktig anvisning. En mera direkt förbindelse med graniten kan i själva verket icke komma ifråga för något av de anförda mineralen, med undantag för ceriumgruppen. Och denna finna vi mycket riktigt representerad i graniten genom en visserligen till kvantiteten högst obetydlig men diagnostiskt mycket tungt vägande förekomst: i granitens randzon i Bondgruvans schakt har mikroskopiskt påvisats magnesiumortit. Ordinär ortit finnes rätt allmänt i urgraniterna, och har särskilt noterats i den natrongranofyriska randzonen vid Grundskatten, men i och för sig kan den ej anses innebära något bevis. Den karakteristiska magnesiumortiten däremot giver mera bestämt besked.

Vidare måste det ihågkommas, att de olika mineralparageneser, vilka här tolkas såsom produkter av reaktion mellan urgraniternas lättflyktiga emanationer och leptitformationens karbonatbergarter, uppvisa många drag, som förbinda dem sinsemellan. Sålunda förbindas bormineralen och ceriumparagenesen, vilka ej träffas tillsammans, genom den för båda karakteristiska paragenesen med humitmineral. Kombinationen andradit-flusspat å ena sidan samt tremolit, humitmineral och ceriummineral å den andra hava först och främst den höga fluorhalten gemensam, markerad i det förra fallet av flusspaten, i det senare av humitgruppens mineral och bland dem särskilt av norbergiten. De förefintliga olikheterna i mineralkombinationerna härröra delvis en-

¹ Man jämför Allen och Day (2) angående den ursprungliga formen för dylika emanationer. Under processens fortsatta förlopp måste man även räkna med flytande lösningar.

dast från proportionerna mellan Ca, Mg och Fe; de hava sålunda starkt influerats redan av karbonatbergartens natur av kalksten eller dolomit. Vidare visar det sig vid närmare granskning, att förenande länkar i vissa fall föreligga. Sålunda uppträder flusspat tillsammans med tremolit, norbergit, ceriummineral och molybdenglans i S:a Hackspikgruvan i Smörbergfältet, medan karakteristiska ceriummineral (ortit och ett bastnäsitartat mineral) träffas i andradit-flusspat-skarnet vid Stripåsens koppargruva.

Det är av intresse, att koncentrationen av ceriummetallen här, liksom i Riddarhyttetrakten (22) och i Filipstads Bergslag (64), befunnits sammanhålla med magnesiometasomatosen.

Den kemiska brokighet, som de här diskuterade parageneserna uppvisa, får tydligen på intet vis anses utesluta, att de haft en gemensam härkomst. Den vittnar blott därom, att processer av denna art pågått under avsevärd tid, så att vissa kemiska fraktioneringar ägt rum, och väl även förändringar i den fysikaliskt-kemiska miljön. Ett särskilt nära beroende av själva granitkontakten angives framförallt av de scheelitförande parageneserna, vilket stämmer väl överens med Magnussons resultat från Persberg (64), samt av bormineralen.

En mera medelbar bevisföring rörande sambandet med urgraniterna kan bygga på malmkvartsiterna, tolkade såsom resultatet av kemiska omsättningar, vilka i samband med urgraniternas uppträdande gått fram över delar av leptitformationen. Både i Hästefältet (Stripåsen, Skansbergsgruvan, m. fl.) och i Kallmorbergfältet, inkl. Kallmora Silvergruva, är det klart, att ett mycket nära samband föreligger mellan å ena sidan sulfider, flusspat, och i en del fall andraditgranat, å den andra almandinkvartsit och jämförliga bergarter.

Ovan har berörts sannolikheten, att det östra urgranitmassivets randzon i någon mån berörts av omvandling till en cordierit- och andalusitförande glimmerskiffer. Denna typ av omvandling — karakteristisk magnesiometasomatos — kan dock icke i sin helhet så nära anknytas till det blottade massivet ifråga. För de större områdena av dylika omvandlingsbergarter är det vida sannolikare, att underliggande eller i varje fall djupare liggande magmakroppar varit utgångspunkt för de omvandlande emanationerna.¹ Man torde böra räkna med ett jämförligt förlopp även då det gäller paragenesen av tremolit och humitmineral, etc.

Uti de nu diskuterade parageneserna synes praktiskt taget alltid något järn hava tillförts — uti andradit-flusspat-skarnen t. o. m. i betydande kvantitet — och i de flesta fall, dock vanligen icke i andraditskarnen, föreligger denna metall delvis i form av magnetit. Den stora frågan blir då, huruvida samma tolkning kan tillämpas uti någon större utsträckning på Norbergs skarnjärnmalm, eller om de kontaktmetasomatiska parageneserna äro blott underordnade detaljer.

Före denna diskussion måste emellertid understrykas, att vid vägandet av skälen för en sedimentär-metamorf eller en kontaktmetasomatisk tolkning av ett mineralaggregat beviskyldigheten icke får läggas mera på den ena sidan än på den andra. Andraditskarnen äro ett belysande exempel. Hade de större skarnmassorna i Bondgruvan saknat flusspat, så hade man nog utan vidare betraktat dem såsom reaktionsskarn, eftersom andradit av dylik uppkomst faktiskt föreligger i samma malmkropp.

Utav samtliga skarnmalmsfyndigheter i Norberg torde Malmkärra vara den, där motiveringen för att utsträcka den kontaktmetasomatiska tolkningen till hela fyndigheten ligger starkast till. Malmkärra har en påfallande zonal byggnad. Närmast kalkstenskroppens liggande av glimmerskiffer uppträder en amfibolskarn-malm (rik på mikroskopiska korn av ortit); denna övergår uppåt ställvis i en zon av ceriummineral, kondrodit och tremolit, från vilken vidare inåt kalkstensmassan sträcka sig ofikalcitiska gångzoner, delvis med magnetitstrimor i mitten. Knappast någon annan mellansvensk järnmalmsfyndighet torde i så hög grad motsvara de vanliga sulfidfyndigheterna i karbonatbergarter.

Närmast Malmkärra i dylika avseenden kommer antagligen bland Norbergsfyndigheterna den ofullständigt kända Johannagruvan.

Uti Åsgruvan och Östanmossa åter utgör paragenesen tremolit-humitmineral med ceriummineral endast underordnade delar av fyndigheterna, vanligen i form av en mer eller mindre gles impregnation (inkl. ofikalcit) eller metasomatisk genomådring (förträgningsbreccia) uti karbonatbergarten. Granatskarngångarna i Åsgruvan äro också att beteckna såsom underordnade. Huvudmassan i båda fyndigheterna utgöres av ett mycket ljus diopsidskarn, sekundärt i större eller mindre utsträckning ersatt av grön aktinolit eller stundom tremolit; inom vissa partier uppträder i diopsidens ställe såsom huvudbeståndsdel andraditgranat. Detta diopsid-amfibolskarn är det viktigaste malmförande. Gentemot kalkstenen uppträder det uppenbart metasomatiskt, såsom framgår framförallt av en jämförelse mellan fördelningen av skarn (inkl. malm) och kalksten på olika nivåer i Åsgruvan. Mot kalkstenen slutar dylikt skarn vanligen med en samlad front; något slags utspädning i form av impregnation eller ådernät förekommer knappast. Förhållandet mellan denna skarntyp och kombinationen tremolit-humitmineral etc., som uppträder utanför densamma, kan a priori sägas lämna två möjligheter öppna

¹ Dylika synpunkter hava av förf. utvecklats redan vid en diskussion om malmbildningen i Nautanenområdet (21, s. 94).

ifråga om deras relativa ålder. Antingen är tremolit-humitmineral-paragenesen den första fasen, som så att säga på spridd front rycker fram genom kalkstenen, för att senare efterföljas av en mera kompakt skarnbildning. Eller också är diopsid-granat-skarnet äldst, och den tremolitrika paragenesen representerar en senare skarnbildningsfas. Med hänsyn till att icke blott aktinolit utan också tremolit förekommer såsom omvandlingsprodukt av diopsidskarnet torde det sistnämnda alternativet vara det mest sannolika. Detta stämmer med Magnussons resultat beträffande Filipstads Bergslag (64, 65), att magnesiarikare skarn, som uppträda tillsammans med diopsid- och granatskarn, äro yngre än dessa. Emellertid får icke förbises, att Magnusson (67) i Kaveltorps sulfidfyndighet i stället påvisat ordningsföljden: humitmineral, diopsid, aktinolit. En detalj i de ifrågasvarande Norbergsgruvornas skarn, som icke kan fränkännas betydelse, är fördelningen av den i form av mikroskopiska korn uppträdande ortithalten. Under det att de större, för blotta ögat väl synliga aggregaten av ceriummineral städse sammanhånga med tremolit och humitmineral, ingå små ortitkorn tämligen regelbundet i aktinolitskarnet, men förefalla att saknas i diopsidskarnet. Även denna omständighet talar ju för ett samband mellan tremolit-humitmineral-paragenesen å ena sidan och omvandlingen av diopsidskarnet till aktinolit å den andra.

Ifråga om diopsidskarnet och dess malmkoncentrationer föreligga inga avgörande bevis för en kontakt-metasomatisk uppkomst. Sådana detaljer, som att magnetiten till stor del är pseudomorf efter järnglans, innebära visserligen överensstämmelser med typiska kontaktfyndigheter, men utesluta dock icke andra tolkningar. Det för förf. personligen mest vägande argument i dylik riktning, som föreligger, utgöres av den skäligen fullständiga överensstämmelsen med de nordsvenska skarnjärnmalmerna, som åtföljas av järnfattigt diopsid-amfibol-skarn, kondrodit, o. s. v. (31, 32). Att förefintligheten av olika skeden i skarnbildningen icke motsäger en sådan tolkning, det visas såväl av jämförelsen med dessa sistnämnda malmer som av de nyss citerade förhållandena i Kaveltorp.

Å andra sidan måste man naturligtvis hava klart för sig, att resultatet kan tänkas bli alldeles detsamma, därest emanationer av sådan art, som förmedla kontaktmetasomatosen, komme i tillfälle att omforma en redan existerande järnmalm. Man måste blott på samma gång göra sig frågan, huru en dylik äldre fyndighet från början skulle sett ut. Den skulle hava bestått av järnmineral — oxidiskt eller karbonatiskt — samt SiO_2 i stor kvantitet. Den låga manganhalten vore märklig ur den synpunkten, att järnmalmer, som uppkomma på metasomatisk väg vid relativt låg temperatur, i regel själva äro manganhaltiga (spatmalmer) eller åtföljas av manganmalmkroppar (oxidiska malmer av typerna Långban, eller Kesebol i Dalsland). Emellertid vittna kvartsrandmalmerna om förefintligheten av lösningar, som kunnat resultera i en malm av dylik sammansättning, antingen genom sedimentation tillsammans med kalksten, eller också genom metasomatisk förträngning av kalksten. De tyska järnmalmerna av typen Lahn-Dill kunna anföras i detta sammanhang, då de illustrera, att den regelbundna randningen och växellagringen icke nödvändigt förekommer i malmer av dylik kemisk och geologisk natur. Visserligen pågår ännu diskussion om vissa sidor av denna malmtyp, men meningsdivergenserna falla inom amplituden för de olika former av mera ytlig malmbildning i anslutning till vulkaniska formationer, som i diskussion om mellansvenska skarnjärnmalmer framhållits av Magnusson (64, s. 226—227). Lahn-Dillmalmerna påpekas här för att framhålla, att man, även om man förutsätter en lagerformigt uppträdande malm, ej nödvändigtvis behöver uppfatta densamma som i alla delar analog med de nu delvis i skarnform utbildade kvartsrandmalmerna.

Anmärkningsvärt är emellertid, att skarnfyndigheternas proportion $\text{SiO}_2 : \text{Fe}$ måste åtminstone i vissa fall vara vida högre än de kvartsiga malmernas. En skarnfyndighet består ofta av malmkroppar med kanske 60 % Fe_3O_4 och 20 % SiO_2 samt av större mängder av skarn med låg järnhalt (andraditskarnet är underordnat!) men över 50 % SiO_2 . Det troliga är därför, att genomsnittshalten av SiO_2 i hela fyndigheten uppgår till vida högre halter än kvartsrandmalmernas motsvarande siffror, som är 25 å 30 %.

En sida av saken, som icke får förbises, är förutsättningarna för att all SiO_2 i fyndigheten skall vid metamorfos få tillfälle till reaktion med metallföreningar, framförallt — eftersom diopsid dominerar bland de ursprungliga skarnmineralen — med dolomit. Vid fall av sedimentär växellagring bör en sådan reaktion lätt komma till stånd. Därom vittna ju även de här tidigare avhandlade reaktionsskarnen inom Norbergsområdet. Den stora skala, i vilken malmkoncentrationer och järnfattigt skarn omväxla i sådana fyndigheter som särskilt Åsgruvan, gör det emellertid föga sannolikt, att en dylik primär växellagring förelegat. För övrigt synas även kända data rörande fördelningen av skarn (inkl. malm) och kalksten göra ett ursprungligt lagerformigt uppträdande osannolikt. I händelse av ett metasomatiskt uppträdande hos en vid låg temperatur bildad primärmalm kan man visserligen få en rimlig förklaring på den ojämna fördelningen av malmmineral och SiO_2 , men man måste å andra sidan fråga sig, huru de väldiga kvartsmassor, som denna hypotes kräver, kunnat så full-

ständigt förbrukas till skarnbildning. Man nödgas förutsätta omflyttningar av sådan art, att absolut intet spår av fyndighetens ursprungliga fördelning av de olika ämnena finnes kvar.

Slutligen synes man ej böra lämna ur sikte vissa anmärkningsvärda drag i utbredningen av de företeelser, som med säkerhet kunna hänföras till kontaktmetasomatos. Kondrodit och närstående mineral uppträda i Norberg allenast tillsammans med skarnmalmsfyndigheter. Den betydande och till stora delar utmärkt väl blottade dolomit-zonen Silvtjärn-Klacken är fullständigt fri från dylikt. Därest kontaktmetasomatosen vore ett drag, som sekundärt påtryckts skarnmalmerna, borde den rimligen även träffat den nyssnämnda dolomit-zonen och dess manganrika järnmalmer, synnerligast som avståndet — vid Malmkärragruvan — är jämförelsevis obetydligt. Tänkbart är dock, att de förmodade vecköverskjutningarna kunna innebära en förklaring. Detta skulle innebära, att etagen med kalk-mangan-haltiga järnmalmer bringats till sitt nuvarande tektoniska läge först efter det att leptitformationens undre etager varit utsatta för den kontaktpåverkan, som resulterat i bildningen av bl. a. kondroditparagenesen. Då emellertid dessa överskjutningar måste föregått den östra urgranitens uppträdande (jfr s. 63), och vissa exempel av kontaktmetasomatosen visa ett förhållandevis nära beroende av denna granit (ex. Tallgruvan), synes denna tolkningsväg föga sannolik.

Dessa invändningar te sig för förf. mycket vägande, men då man ju här diskuterar geologiska företeelser av komplicerad och svårtolkad art, är det klart, att tanken på ursprungligen »lågtempererade» fyndigheter, ur vilka sedan genom metamorfos Åsgruvans, Östanmossas, m. fl. malmfyndigheter framgått, likväl icke kan eller får betecknas såsom orimlig. Vad här gällt att få fram, är i vad mån de lokala förhållandena tala för en dylik tolkning. Detta kan ej sägas vara fallet. De slutsatser, som här ovan dragits angående förefintligheten av dylika reaktionsskarnmalmer i samband med kvartsrandmalmerna ävensom rörande sannolikheten av en dylik tolkning för Långgruvans vidkommande, få sålunda icke utsträckas att gälla även den vanligaste typen av skarnjärnmalmer i Norberg. Dessa bära nu helt och hållet prägel av kontaktmetasomatos. Om deras material till någon väsentlig del förefunnits »på platsen» före den process, som bibringat dem denna karaktär, så visa de i alla händelser inga från en dylik tidigare malmbildning kvarstående drag.

För den vidare preciseringen uti frågan om Norbergs skarnmalmers uppkomst torde man bliva hänvisad till den mera mångsidiga belysning av problemet, som kan förvärfvas genom sammanförandet av erfarenheter från den mellansvenska järnmalmssprovsins i dess helhet.

Sulfidmalmer.

Under hänvisning till vad som ovan anförts i diskussionerna om glimmerskiffer och malmkvartsit, ävensom beträffande skarnjärnmalmernas uppkomst, kan framställningen rörande sulfidmalmernas göras mycket kortfattad.

Enklast och klarast ligger frågan till för sådan malm, som uppträder tillsammans med andraditgranat och flusspat. Denna typiskt kontaktmetasomatiska paragenes plägar förklaras efter en formel av typen:



Järn och kiselsyra kunna även tänkas transporterade i annan form, t. ex. kisel som fluorid, i vilket fall man även får räkna med H_2O .

Hit höra, såsom redan nämnt, sulfidförande parageneser i Kallmora Silvergruva, Stripåsens koppargruva och Bondgruvan. Nära jämförliga och till tiden knappast skilda måste de processer hava varit, som resulterat i den övriga blymalmen i Kallmora Silvergruvans streck, kopparmalmen i Kallmorafältet och den lokala kopparkisimpregnationen i Långgruvan, de sistnämnda fallen huvudsakligen i järnmalm. Såsom förut påpekats, talar åtskilligt för att ett förhållandevis nära samband föreligger mellan alla dessa sulfidförekomster och den östra urgraniten.

Säkerligen kunna åtminstone en del av de spridda sulfidförekomsterna i liten skala hänföras till samma skede, så t. ex. bornit i Kallmorafältet.

Gentemot järnmalmerna förhålla sig de samlade bly- och kopparmalmerna såsom senare bildningar, och detsamma gäller i viss utsträckning även impregnationerna i mindre skala. Det följer av sammanhangen i övrigt, att man för exempelvis Kallmorafältet och Långgruvan (med omgivning) måste räkna med den möjligheten, att tillförsehn av kopparmalm och flusspat, ävensom bildningen av malmkvartsit, tillhör ett distinkt yngre skede än järnmalmssbildningen. Likheter i dylikt hänseende mellan de båda nämnda fyndigheterna kunna inbjuda till den tankegången, att analogierna i de tidigare förloppen — inkl. järnmalmssbildningen — varit större än förf. här velat anse sannolikt. Häremot kan dock invändas, att åldersskillnaden mellan järnmalmens första

anläggning och sulfidmalmbildningen icke nödvändigtvis behöver vara lika stor i båda fallen. Slutligen får man vid diskuterandet av dessa frågor icke förglömma, att andradit-flusspat-skarnets bildning torde krävt en tillförsel av järn i betydande skala.

Diabaser.

Diabas utgör den enda postarkäiska bergartsgruppen i Norbergs berggrund. Såsom regel är i den mellansvenska urbergsterrängen, uppträda hithörande bergarter nästan uteslutande i form av regelbundna gångar med en i förhållande till mäktigheten mycket stor längd samt med brant stupning. Det enda undantaget är diabasförekomsten SO om Stripåsen. Denna synes vara att beteckna såsom en gångstock, eller en långsträckt »plugg».

Två markerat olika slag av diabas förekomma, nämligen en olivinrik diabas, som kan betecknas såsom en finkornig variant av Åsbytypen, samt en olivinfri, relativt kvartsrik typ, vilken petrografiskt sett står nära Kongatypen.

Olivindiabasen representeras inom området utav en enda gång, känd genom några blottningar mellan Bålsjöns nordöstra ände och trakten NO om Kallmora station. Gångens sidor äro ingestädes blottade. Bredden



Axel Andersson foto.

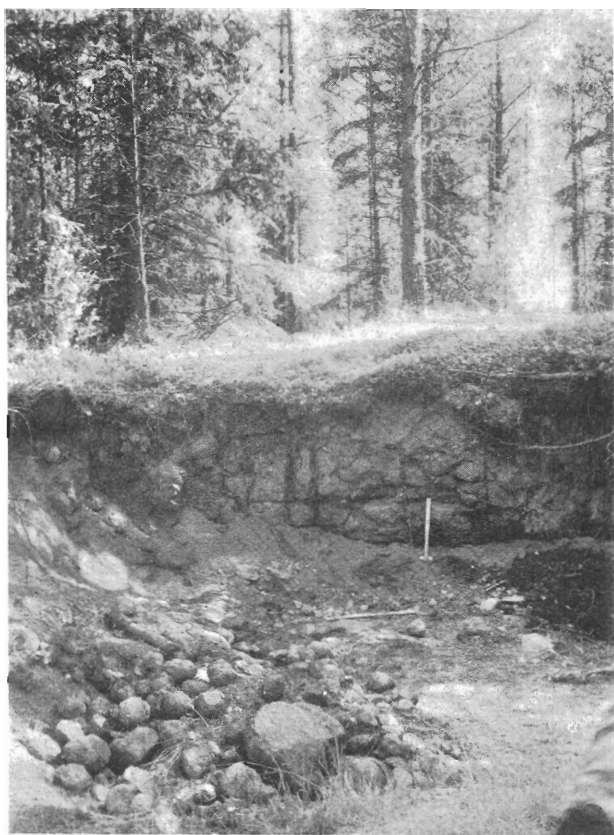
Fig. 26. Vägskärning i vittrande olivindiabas. Vägen Norberg—Hedemora (utanför kartområdet).
Road section in olivine diabase, showing post-Glacial weathering.

torde emellertid uppgå till omkring 20 m. Gången bildar — liksom flera andra mellansvenska diabasgångar av denna typ — ställvis en topografiskt framträdande rygg, låt vara föga markerad. Bergartens färg är till totalintrycket mörkgrå. Vittring ger åt partierna närmast bergytan en deciderat brun färg. Till en eller annan meters djup är diabasen utpräglad »klotvitträd» (fig. 26), med friskare kulor av ganska regelbunden sfärisk form, omgivna av koncentrisk lösare skal och därutanför av en grusig brunfärgad massa; kulornas diameter är vanligen 1 å 2 dm. På ett par ställen hava små grustag upptagits i dylik vittrad diabas (fig. 27).

Den mikroskopiska undersökningen visar följande mineral. Plagioklasen har sammansättningen c:a $Ab_{50}An_{50}$, med liten zonal variation. Pyroxenen är monoklin, så svagt färgad att dess färg i slipprov knappast kan bestämt karakteriseras, optiskt positiv med måttlig axelvinkel — sålunda att beteckna såsom en ordinär augit. Olivinen är i regel frisk, optiskt negativ (med stor axelvinkel), tydligen jämförelsevis järnrik. En del korn äro emellertid omvandlade till en finfjällig, parallellorienterad massa, starkt pleokroitisk i blågrönt och gulbrunt samt med betydande dubbelbrytning. Dylika pseudomorfoser hava tidigare anförts från diabaser av denna typ, bl. a. av förf. från Riddarhyttan (22). Produkten synes vara att beteckna såsom villarsit eller bow-

lingit. Vidare innehåller diabasen ilmenit i stora, delvis starkt förgrenade korn, mera underordnat titanomagnetit med grova ilmenitlameller, litet kvarts, biotit och hornblände, samt allmänt apatit i form av fina nålar. En typisk apatitkristall uppmättes till 2 mm längd och c:a 0.03 mm tjocklek. Strukturellt karakteriseras bergarten av den divergenta anordningen av de vanligen 1—2 mm stora plagioklastavlorna och av pyroxenens ofitiska utbildning i enhetliga fält (subofitisk enligt Krokströms terminologi, 55). Olivinen, som till kvantiteten kommer pyroxenen mycket nära, är delvis till sin form tydligt bestämd av plagioklastavlorna, men i andra fall självständigt utbildad.

Gångens förlopp har å tavla 1 angivits med endast ringa extrapolation utanför de direkta iakttagelserna. En alldeles likartad gång uppträder i dess strykningssriktning mot söder, vid Målsjön c:a 2 km Ö om Spännar-



J. Stålhed foto.

Fig. 27. Grustag i vittrande olivindiabas, Ö om Bålsjön. I förgrunden fastare diabasklot, som kvarlämnats vid grustäkten. *Gravel pit in weathered olivine diabase, E. of Lake Bålsjön. In the foreground hard spheres of diabase (waste from gravel digging).*

men talrika undantag finnas. Ut i Kallmorbergs gruvor framträda tvenne huvudriktningar, den ena nära parallell med leptitformationens strykning, den andra nära vinkelrät mot den förra. Över huvud taget framträder ett starkt beroende av mera lokala sprickriktningar, i utpräglad kontrast mot olivindiabasens storstilade spricktektoniska orientering. I samband härmed står sannolikt även magmans splittring på ett större antal smalare gångar, stundom av så ringa mäktighet, att man förväntar sig över att de kunnat behålla sin värme tillräckligt länge för att hinna upptränga i den kallare berggrunden i sådan utsträckning som skett. Man får det intrycket, att intrusionen i de flesta fall måste försiggått mycket snabbt. De allra minsta mäktigheterna träffas dock endast i apofyser från större gångar, eller i sådana gångars utspetsande. Så visar en gång i Östansmossgruvan (47 m avv.) på c:a 2 m längd ett avsmalnande från 5 cm till en uppdelning på två spetsar om resp. 2 och 1 mm. De smalaste gångar, som uppträda till synes självständigt, nå dock endast sällan mindre än 10 cm bredd. Ett par meter är ett vanligt mått, men över c:a 5 m komma knappast andra förekomster än en gång Ö om Nordansjö samt gångstocken S om Stripåsen.

¹ En likartad förekomst vid Nyhyttan i Vika s:n torde representera en nordligare parallellgång.

hyttan, och en annan blottning (fig. 26) finnes åt motsatt håll, vid landsvägen mot Hedemora, något N om Stora Fjällingstjärn, c:a 3 km från Bålsjöns nordöstra ände. Med största sannolikhet äro dessa blottningar delar av en och samma diabasgång. Den följer en mer eller mindre markerad sprickdal (jfr även fig. 1, s. 8).

Gångar av denna typ hava påträffats flerstädes i närgränsande trakter. Så t. ex. höra dit de gångar med likartat uppträdande, som påvisats vid Riddarhyttan (22) och kunnat följas över en del av kartbladet Malingsbo (49). Söker man i den nu skildrade gångens fortsättning mot NNV, så möter man, utom nyssnämnda förekomst vid Hedemoravägen, liknande diabas uti Bispbergs Klack samt, enligt en förf. meddelad uppgift, vid Hållsjön S om sjön Runn. Sistnämnda gång torde vara direkt fortsättning av den bl. a. vid Önsbacksdammen V om Falun blottade gången, som uppvisar typisk klotvittring (jfr kartor i 92 och 20). Det är naturligtvis ingalunda sagt, att alla de anförda sträckorna skulle tillhöra en och samma kontinuerliga gång, men de höra i alla händelser mycket nära tillsammans.¹ Gemensamt för alla dessa, liksom för gångarna vid Riddarhyttan, är ej blott bergartens karaktär och gångriktningen, utan också storleksordningen med avseende på gångmäktigheten (med frånvaro av smalare gångar), ävensom den i de flesta fall påvisade stora uthålligheten.

Kvartsdiabasen i Norberg har ett väsentligt annat uppträdande. Dess talrika gångar — av vilka många på grund av sin ringa bredd icke angivits på kartorna — äro visserligen också typiska sprickfyllande gångar, men de äro mindre uthålliga och gå i växlande riktningar. Visserligen synes en riktning VNV—OSO dominera,

Gångarna följa med stor regelbundenhet spricksystem i de äldre bergarterna, ofta med kastningar från en sprickriktning till en annan (fig. 28). Den genomsnittliga stupningen är dock alltid brant, vanligen nära vertikal. Diabasmagman har sålunda aldrig visat någon tendens till att lämna de genomgående, brant stående sprickorna och söka sig in längs andra svaghetsplan i berggrunden. Belysande härför är bl. a., att gångarna klart skära över den markerade stängliga förklyftningen i Risbergsfältet, ehuru denna har en så pass brant stupning som 55° à 60° (fig. 30). I några fall iakttagas man flera intrusioner längs med varandra i samma spricka, vanligen med skarpt markerad gräns emot varandra, men ej alltid med avkylningskontakt.

Uti två förekomster — en gång vid Nordansjö samt gångstocken S om Stripåsen — är bergarten så pass grov, att man kan urskilja en spräcklighet, framkallad av kontrasten mellan vit plagioklas och gröna mineral. Bergartens habitus är därvid ej riktigt vad man anser ordinarie för en postarkäisk diabas. I alla övriga gångar är bergarten till färgen gråaktigt grön. De täta salbandszonerna, som oftast äro jämförelsevis väl markerade, nå en bredd om 1 à 2 cm och kunna vara av gulgrön eller violett färg, ofta i skiftningar. I ett fall (i G:la Kolningberg)

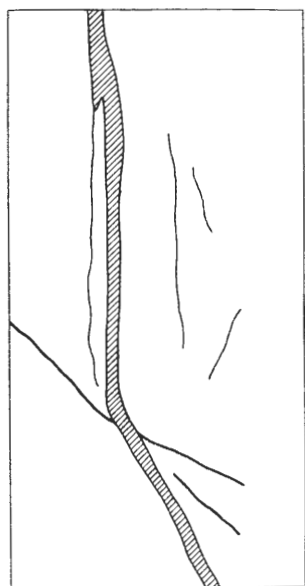


Fig. 28. Diabasgång (streckad) och sprickor. Vertikal vägg, Östanmossa dagbrott. Gångens bredd 25 cm. Diabase dike (ruled), and fissures. Vertical wall, Östanmossa open cut. Width of dike 25 cm.

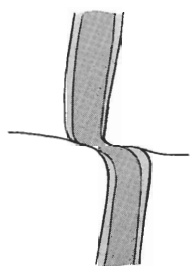


Fig. 29. Diabasgång (mörkgrå) med salbandszoner (ljusgrå), böjande längs äldre spricka i järnmalm. Vertikal vägg, Norrbergsfältet. Gångens bredd 10 cm. Diabase dike (dark gray in fig.) with chilled borders (light gray), bending along pre-existent fissure in iron ore. Vertical wall, Norrbergsfältet. Width of dike 10 cm.



P. Geijer foto.

Fig. 30. Vertikal diabasgång, överskärande stänglighet i kalileptit. Allmäningsgruvan, Risbergsfältet. Vertical diabase dike, cutting across linear structure in leptite, Risbergsfältet.

har iakttagits en ungefär halvmetersbred gång, som alltigenom är tät, med splittrigt brott och med chokladbrun färg. Den mikroskopiska undersökningen har visat, att denna gång sannolikt uppkommit genom tätt på varandra följande intrusioner i samma spricka. Den sammansättes sålunda av olika partier, vilka var för sig steltnat i analogi med de större gångarnas salbandszoner.

Ett märkligt exempel, där snabbt avkylda salbandszoner förekomma, återgives i fig. 31. Sådana zoner hava där uti ordinär utsträckning framkallats redan av en så ringa volym kallare bergart som en leptitribba av delvis blott omkring cm-tjocklek.

Endast gångstocken vid Stripåsen har grövre gränsform, jfr nedan.

Mikroskopisk undersökning av ett flertal prov av hithörande diabaser har visat, att mineralsamman-

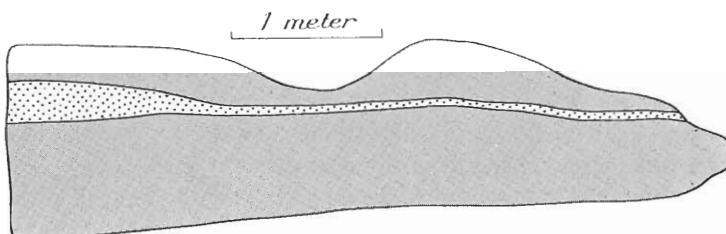


Fig. 31. Häll av diabas (grå) med leptitskiva (prickad). SO om Ungen. Outcrop of diabase (gray) with leptite slab (stippled), S.E. of Lake Ungen.

sättningen uppvisar mycket små variationer. Plagioklasen är i regel frisk men i somliga prov omvandlad, ersatt av glimmeraggregat. Bestämningarna växla mellan $\text{Ab}_{42}\text{An}_{58}$ och $\text{Ab}_{32}\text{An}_{68}$, antydande en deciderat högre An-halt än i olivindiabasen. Undantagsvis ses emellertid zonalbyggnad, med hölje av andesinkaraktär. Den i granofyrform uppträdande fältspaten har ej kunnat alldeles säkert bestämmas; det mesta torde vara en albitisk plagioklas. Diabasens huvudbeståndsdel jämte plagioklasen är en monoklin pyroxen, gulbrun till färgen i slipprov, fläckvis med fina riss // 001. Undantagsvis är den kloritiserad. Vidare förekomma i avsevärd mängd pseudomorfoser, som av formen att döma utgjorts av pyroxener. De äro uppbyggda av en finfjällig ljusgrön massa med låg dubbelbrytning och med utsläckning parallellt med pseudomorfosens gränser. Troligen har här förelegat enstatit eller pigeonit. Grönbrunt hornblände uppträder underordnat i ett par prov av grövre varianter. Det är åtminstone delvis uralitiskt. Malmmineralet är titanomagnetit, i stor utsträckning ersatt av leukoxen. Kvarts är, såsom redan nämnt, en konstant och kvantitativt betydande beståndsdel. Apatit ses också, och kalkspat i drusrum eller mandlar.

I strukturellt hänseende förekomma avsevärda variationer. Ut i de mest grovkorniga förekomsterna (Nordansjö och Stripåsen) är utbildningen följande. Plagioklasen bildar tavelformiga individ om c:a 1—1.5 mm största genomskärning. De gröna pseudomorfoserna hava form av kortprismatiska pyroxenkorn. Den gulbruna pyroxenen är tydligt intersertal i förhållande till plagioklasen, gärna såsom grupper av relativt stora korn men bildar icke de för ofitisk struktur karakteristiska stora enhetliga fälten. Den är yngre än den pseudomorfoserade pyroxenen, och ses ibland växa omkring denna. Kvarts uppträder rikligt såsom typisk mellanmassa, i stora, optiskt enhetliga fält. Delvis är den granofyriskt genomvuxen med fältspat. Anmärkningsvärt är emellertid, att dessa genomväxningar upptaga endast mindre delar av de enhetliga kvartsfälten.

De finkornigare, mera allmänna formerna avvika från den nu skildrade typen icke blott till kornstorleken. Den gulbruna pyroxenen uppträder såsom relativt smala stänglar. Den synes vara i det närmaste samtidig med plagioklasen, vilken är utbildad i lister av samma storleksordning. Man ser ofta variolitartade strukturer, i vilka kunna ingå knippen, sammansatta av båda dessa mineral. Sirliga granofyrbildningar av kvarts och fältspat uppträda såsom mellanmassa. Miarolitiska hålrum med kalkspat och klorit förekomma. Ibland äro de inramade av idiomorfa kvartskorn, vilka direkt sammanhånga med de granofyriska fältens kvartskomponent. Det föreligger sålunda direkt övergång emellan vad som plägar hänföras till den magmatiska kristallisationen, och drusmineralfasen. Ut i de mera finkorniga diabasvarieteterna träffas i stället sfäriska kalkspatmandlar, omkring 1 mm stora. Dessa ligga emellertid alltid glest; någon egentlig mandelsten utbildas sålunda icke.

Salbandszonerna, ävensom i vissa smala gångar hela bergarten, visa en kryptokristallin mörkpigmenterad massa, med fältspatsmikroliter.

Gångstocken vid Stripåsen uppvisar speciella kontaktförhållanden, som motivera en närmare beskrivning. Dess gränzoner taga ej formen av den normala avkylningsfasen, utan hava en utbildning som motsvarar vad man annars träffar på några dm avstånd från kontakten, med variolitstruktur. Egendomligt nog är vittringshuden alldeles röd, under det att kvartsdiabasen annars är mörkfärgad i hällytorna. Den angränsande urgraniten är oftast till c:a en meters avstånd från gränsen i påfallande grad förändrad. Den är nämligen ombildad till en utpräglad kvartsporfyrtyp, med starkt rödpigmenterad fältspat. Till sin habitus är den närmast jämförlig med vissa postarkäiska kvartsporfyrtyper. Kontakten mellan diabasen och denna porfyr ter sig för blotta ögat skarp. Mikroskopisk undersökning visar emellertid, att plagioklas och granofyr, vilka synas tillhöra diabasen, gå ett par mm in i graniten och blanda sig med den finkornigare massa, som i denna genom omkristallisationen granulerade bergart föreligger mellan de större kornen. En del kalkspat och klorit följer med. Längre in i graniten är den förut granulerade massan nu överförd till en ny eruptiv stelningsstruktur, huvudsakligen med granofyrutbildning. Större, ej granulerade granitplagioklaser hava, inom vagt begränsade periferiska zoner, eller alltigenom (åtminstone i snittläget), överförts till mycket fin granofyr. Blott de dubbelkornigt utbildade större kvartskornen äro i huvudsak oberörda. De te sig, vid preparatets betraktande i vanligt ljus, såsom normala, mot grundmassan skarpt avgränsade strökor, men visa vid korsade nikoller, att alla sekundärphenomen finnas kvar: uppdelning i optiskt olika orienterade fält, med typiska suturgränser, undulositet i delfälten, o. s. v. Högst märkligt är emellertid, att man ibland kan i dem iakttaga typiska korrosionsinbuktningar, fyllda med en granofyriskt struerad massa av kvarts och en starkt rödpigmenterad alkalifältspat.

Kontakteffekter av detta slag, som tydligen förutsätter en mindre snabb avkylning av magman, hava förut skildrats från flera nordiska diabaser. Hedström har anfört analoga exempel från Ronneby socken (43, s. 78), Forserum (72) och Eksjötrakten (42), Karen Callisen från Bornholm (7, s. 159), och Asklund från kartbladet Storvik (3).

Kvartsdiabasen har säkerligen en avsevärd utbredning även utanför Norbergsområdet. Törnebohm, som uti sitt klassiska arbete om Sveriges viktigare diabas- och gabbroarter (90) omnämner två av Norbergsgångarna (Klackberget och L:a Kylsbo), anför också ett flertal andra förekomster, bl. a. den massivartat uppträdande diabasen vid Köpalla N om Sala. Möjligen äro en del diabaser inom kartbladet Störvik jämförliga (3).

De uppgifter om diabaserna i Norberg, som här meddelats, kunna ju på intet sätt betraktas såsom något avslutat forskningsresultat. De giva emellertid i sin mån antydningar därom, att ett vidare studium av diabaserna i Mellan-Sverige kan förväntas giva resultat av intresse.

Yngsta förkastningar.

Såsom redan har framhållits, förekomma flerstädes inom området glidplan, längs vilka rörelser försiggått i en mer eller mindre nära anslutning till leptitformationens veckande. Emellertid förekomma också förkastningar av en annan typ och vida lägre ålder. Dessa rörelser hava träffat även kvartsdiabasgångarna, och äro sålunda att beteckna såsom postarkäiska. Någon mera preciserad åldersbestämning är ej möjlig.

Dessa yngsta förkastningar äro vanligen utbildade såsom släppskölar, utan någon nämnvärd brecciebildning men stundom med obetydligt »lera». Förloppet är i de flesta fall skäligen regelbundet. Stark krökning av förkastningsplan har dock iakttagits i Norrbergsfältet och i Kallmorbergsfältet.

Flertalet hithörande förkastningar hava blivit kända genom gruvarbeten, och kunna icke säkert spåras i bergartsfördelningen i dagen, sådan denna framgår av blottade hållar. Detta beror givetvis därpå, att förskjutningen endast uppnår jämförelsevis små mått. Söder om Ungtjärn hava dock ett par förkastningar antagits med ledning av hållfördelningen, delvis även av topografiska skäl (jfr tavla 1).

Största betydelsen nå förkastningarna i Malmkärra- och Kallmorbergsgruvorna, men de spela en viss roll även i flera andra gruvfält.

Märkligt är, att flera av förkastningarna hava konstaterats vara överskjutningar. Detta gäller rörelsen i södra delen av Norrbergsfältet, ävensom några av de mera underordnade rörelserna inom Kallmorbergsfältet.

I övrigt hänvisas till specialbeskrivningarna av de olika gruvorna.

Specialbeskrivningar över malmfyndigheterna.

Inledande anmärkningar.

Redan med hänsyn till de geologiska undersökningsresultatens praktiska utnyttjande är det nödvändigt att i anslutning till den allmänna geologiska beskrivningen av området även framlägga mera detaljerade skildringar av de lokala förhållandena vid de olika fyndigheterna. Genom en dylik uppläggning av beskrivningen erhålles även den lämpligaste formen för framläggandet av viktiga data rörande tektoniken, m. m.

Emellertid måste en serie detaljbeskrivningar av de olika malmfälten i Norberg nödvändigtvis bli mycket inhomogen. Det är ej blott fyndigheternas praktiska betydelse och geologiska intresse, som i hög grad variera, även arten och graden av vår kännedom om dem är mycket växlande. De gruvfält, som nu i någon större utsträckning varit tillgängliga för undersökning under jord, äro förhållandevis väl kända och måste givas betydligt utrymme i skildringen, varemot sådana, där beskrivningen endast kan bygga på iakttagelser i dagen och på varp, kompletterade med ett studium av gruvkartan i de fall då en sådan föreligger, alltid måste bli mera knapphändig behandlade.

Specialbeskrivningarna hava disponerats på sådant sätt, att först tages den undre etagen av kali- och natronleptiter, med början vid den sydvästligaste gruppen — Malmkärragruvan med omgivning — och fortskridande mot NO, därefter tages Hästefältet, och sist zonen Kolningberg-Klackberg-Bålsjöbergfältet. En uppdelning av den första gruppen kunde varit rimlig, med hänsyn till vad som förut anförts rörande stratigrafi och tektonik. En dylik uppdelning skulle dock även medfört vissa olägenheter.

Malmkärragruvan och närliggande fyndigheter.

Malmkärragruvan ligger relativt isolerad från övriga större skarnmalmer. I dess närhet förefinnas dock ett par smärre fyndigheter av samma typ. Det är troligt, att det kalkstenslager, i vilket Malmkärrafyndigheten uppträder, kan följas till ett par små, sedan länge övergivna gruvor 350 à 400 m längre åt NO. Åt motsatt sida åter kan ett kalkstenslager — förmodligen detsamma — genom en rad av malmskärpningar och små kalkbrott följas från St. Malmtjärns sydände c:a 500 m mot SSV. Sidostenen är där cordieritglimmerskiffer, vid Malmkärragruvan åter dels samma bergart och dels kvartsporfyrisk natronleptit, medan streckets nordöstra ände troligen faller helt inom denna leptit. Dessa variationer i sidostenens karaktär innebära emellertid intet skäl att draga i tvivelsmål de olika kalkstensblottningarnas stratigrafiska samhörighet. De kunna i stället anföras såsom illustrerande natronleptitens omvandling till glimmerskiffer. Av karbonatbergarten föreligger endast en analys, som anger en typisk dolomit (jfr ovan s. 23). Vissa underordnade, mera grovkristallina partier hava dock vid optisk undersökning befunnits vara kalksten. I enlighet med praktiskt språkbruk i dylika fall användes här i det följande termen kalksten för hela karbonatbergarten.

Malmkärragruvan¹ ligger där kalklagret är böjt uti ett skarpt, mot NO konvext veck; veckaxelstupningen är sydvästlig, mestadels 58° à 60°, mera lokalt ned till 40° och t. o. m. 35°. Vecket har sålunda synklinalform. Lagret har här en betydligt större mäktighet än annorstädes. Förmodligen beror detta åtminstone delvis på hopstukning vid veckningen. Malmen ligger i kalkstenen och bildar en icke fullt kontinuerlig zon i dennas botten, vilande på den underliggande glimmerskiffern; dessutom uppträda några smärre malmkoncentrationer litet längre in i kalkstenen, men dennas inre huvudmassa synes vara fullständigt »malmtom» (fig. 33). Flera förkastningar, med brant stupning och med strykning i huvudsak SV—NO, genomsätta fyndigheten. På grund av malmzonens ej fullt sammanhängande natur ävensom interferens mellan å ena sidan sidostupningen hos fyndigheten (i nå-

¹ Förf:s undersökningar hava huvudsakligen varit inskränkta till delar av gruvan mellan 110 och 205 m avv. (botten); de övre nivåerna äro i regel otillgängliga. Också hava en del upplysningar erhållits vid studiet av varphögarna och kvarliggande sekunda malm.

gon mån också fältstupningen), å den andra sidan förkastningsrörelserna, har fyndigheten erhållit en uppdelning på — ur brytningssynpunkt — vida skilda malmkroppar, vilkas inbördes lägen sålunda bestämmas av skäligen komplicerade faktorer. En närmare utredning av förkastningarna meddelas i det följande.

Av det malmförande kalklagrets sidosten är endast bergarten i liggandet blottad. Den är en brungrå glimmerskiffer, som på ett något växlande avstånd från gränsen mot malmen — omkr. 12 till 20 m, mätt vinkelrätt mot stupningen — övergår till en gråvit, kvartsporfyrisk natronleptit. Mellan glimmerskiffern och skarnmalmen förekommer ibland (såsom vid Lillgruvemalmen å 176 m avv.) en glimmersköl, i form av en finfjällig glimmermassa om några dm mäktighet, med inströdda stänglar av mörkt hornblände. Kalkstenen är nästan vit, vanligen finkristallin men undantagsvis grövre. De finkorniga partierna äro dolomitiska, de grövre kalksten. Ett par små glimmerskifferränder hava träffats inne i karbonatbergarten. Osäkert är, huruvida det rör sig om inlagringar eller om starkt sammanpressade inveckningar ifrån hängandet, vilket ingenstädes nåtts av gruvarbetena.

Malmen i Malmkärragruvan är en skarnjärnmalm, delvis rätt starkt uppblandad med skarnmineral men icke åtföljd av några större ofyndiga skarnmassor. Skarnet är huvudsakligen amfibol, nämligen en ljusgrön aktinolit samt — kanske ej lika allmänt — en ljusare tremolit. Bådadera synas i slipprov färglösa. Förefintligheten av Ca-fria amfiboler har tidigare förmodats, men har ej bekräftats vid den närmare undersökningen. Ett gråbrunt kondroditmineral är vanligt, dock ofta ersatt av serpentin. Det synes huvudsakligen uppträda med den järnfattigaste amfibolen, tremoliten. Vidare uppträder ibland biotit i mängd. Både amfibol- och biotitskarn kunna förekomma i randning med malm, med en randbredd om vanligen några cm. Amfibolen är då ibland utbildad i stora rosetter. Undantagsvis finnes en fint talkbandad malm. Granat har icke iakttagits i malmen. Däremot har sådan, av andradithabitus, träffats helt lokalt i kalkstenen, i form av oregelbundna klumpar, som innesluta korn av kalkspat.

Kondroditmineralet uppträder även i ofikalcitutbildning i kalken, sålunda utan att åtföljas av amfibol. Emellertid är också denna företeelse uppenbart anknuten till skarnmalmen. Den saknas fullständigt i de delar av kalkstenslagrets inre, som varit tillgängliga för undersökning. Ofikalciten uppträder såsom en någorlunda självständig zon, vilken bildar skarnmalmens omedelbara hängande, eller snarare dess översta del, eftersom den icke kan skarpt avgränsas mot skarnmalmen. Därför bildar den gångartade zoner i kalkstenen, vilka utgå från den nyssnämnda, till skarnmalmen anslutna ofikalciten och någorlunda vinkelrätt mot gränsen skjuta in i kalkstenen i hängandet. Dessa gångliknande zoner kunna följas flera meter (i ett fall 5 m) samt nå en bredd om några cm eller högst 1 dm. Kondroditmineralets gruppering inom en dylik zon tyder på tillförsel av substans längs en spricka i kalkstenen. Stundom finnes på några dm längd en mittelzon av magnetitmalm.

Närmast anknutna till den ofikalcitiska fasen äro Malmkärragruvans ceriummineral. Sålunda träffas på de djupare nivåerna uti Lillgruvans malm (kanske riktigare Lill- och Storgruvans här sammanhängande malmer) på vissa sträckor i hängandet en på cerit och ortit mycket rik zon, just i övergången mellan skarnjärnmalmen och kalkstenen. Delvis finnes där t. o. m. en halvmeterjock eller kanske ställvis mäktigare massa, som huvudsakligen består av brunröd eller rödgrå cerit och mörkbrun ortit samt i övrigt kondrodit (resp. serpentin), tremolit och flogopit. Ett prov från denna zon, som visar en serpentin- och flogopitrik magnetitmalm i kontakt med hängandets dolomit, befanns vid mikroskopisk undersökning hålla en icke obetydlig halt av törnebohmit. Ceriummineralen kunna sålunda sägas tillhöra just den zon av ofikalcit, som normalt skiljer skarnjärnmalmen från kalkstenen i hängandet. På ett par ställen ha dock även ett litet stycke ut i kalkstenen påträffats klumpar (om ett par dm storlek) av mörkbrunt, finkornigt skarn av magnesiumortit med litet cerit. Emellertid visa slipprov, att ortiten dessutom finnes spridd i järnmalmen såsom en ingalunda oväsentlig beståndsdel; dess mängd torde ofta uppgå till flera procent.

Vissa partier av malmen hava en avsevärd kishalt, huvudsakligen i form av pyrit. Lokalt har iakttagits den utbildningsformen, att pyrit förträngt karbonatet i ofikalcit. Kopparkis ses ställvis tillsammans med pyriten, samt ingår i ringa mängd i ceriumassociationen. Molybdenglans, som uppträder rätt rikligt i somliga ränder av glimmerskarn, ibland också i järnmalmen, har däremot icke observerats tillsammans med cerit.

Vad malmens struktur beträffar, så intresserar huvudsakligen — ur anrikningssynpunkt — frågan om förhållandet mellan magnetit och amfibol. Några undersökta prov antyda, att strukturen är varierande men med det genomgående draget, att magnetiten är utbildad i enkla kristaller, vanligen samlade till större aggregat, men delvis spridda i amfibolmassan. Fig. 32 illustrerar förekomsten av dylika kompakta magnetitaggregat, vilka nå 0.5 mm till några mm storlek och innehålla växlande mängder av ortit, varjämte småkorn av båda mineralen, ända ned till 0.002 mm, ligga inströdda i amfibolen. I fattigare malm förekommer, att de oktaedrisk magnetitkristallerna, med 0.01—0.05 mm storlek, i större utsträckning äro spridda i amfibolen. Ur

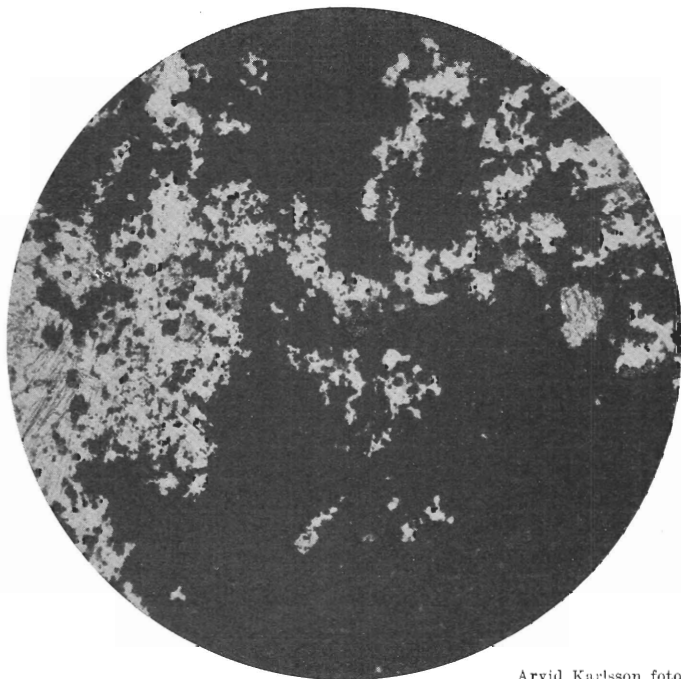
geologisk synpunkt anmärkningsvärt är, att ortiten därvid delvis intager mellanrum mellan amfibolstänglarna, och sålunda har ett annat uppträdande än magnetiten. I förstnämnda prov åter synes dess gruppering i förhållande till amfibolen ha försiggått praktiskt taget samtidigt med magnetitens.

Malmkropparna i Malmkärra indelas uti fyra enheter, nämligen, räknat från Ö mot V, Våggruvan, Stora Malmkärragruvan, Lilla gruvan och Västra gruvan. Av dessa äro emellertid de två mellersta nära förbundna; någon genom gruvans hela djup genomförd särskild skillnad dem emellan är icke möjlig. Den skillnaden kan dock konstateras, att Stora Malmkärras malm avtager starkare, och redan vid c:a 103 m avv. endast representeras av något skarn, medan Lilla gruvan — som egentligen är sammansatt av flera malmkoncentrationer — håller sig bättre. Bortsett från effekten av ett par förkastningar med ringa rörelsebelopp kunna emellertid Stora Malmkärra och Lilla gruvan betraktas såsom en tektonisk enhet, bestående av en icke fullt kontinuerlig zon av malmkoncentrationer. De båda andra enheterna, Våggruvan i Ö och Västra gruvan i V, äro genom mera betydande

förkastningar skilda från nyssnämnda komplex. Den östra förkastningen, vid Våggruvan, är en praktiskt taget vertikal släppa. Våggruvans malm synes ha varit störst å c:a 140—150 m avv., något bättre än i dagen, men avtager sedan nedåt. Västra gruvans förkastning stupar brant NV, dock med växlingar: av de tre av förf. uppmätta nivåerna visar 110 m avv. vertikal stupning, 155 m avv. 85° NV och 205 m avv. 60° NV. En till strykningen nära parallell släppa med mindre rörelse går SO om densamma.

Västra gruvans malm skall enligt gruvkartan ha brutits upp till 68 m avv., där den upptill avskars utav en flack förkastning. Man känner ingenting rörande denna förkastnings förhållande till det brantstående systemet, ej heller rörande förflyttningsriktningen längs densamma. Emellertid finnes i dagen, enligt gruvägarens magnetiska karta över fyndigheten, ett »påhåll» V om den västra förkastningen, vilket möjligen kan angiva läget av den del av Västra gruvans malm, som ligger ovanpå det flackliggande förkastningsplanet. Därest så är fallet, är stycket på förkastningens övre sida relativt förflyttat mot N eller NO, men blott obetydligt.

Övriga förkastningar i Malmkärragruvan bilda tydligen ett system med strykning NO och med vertikal till brant nordvästlig stupning. Riktningen är anmärkningsvärt nära sammanfallande med veckaxelplanets ställning. Malmkropparnas relativa lägen bero på interferens mellan sidostupningen och förkastningsrörelserna. Även fältstupningen influerar, men blott i ringa mån, eftersom förkastningarna gå nära parallellt med veckets axelplan. De relativa förskjutningarna av den skarpast markerade geologiska horisonten — gränsen mellan malmzon eller kalksten å ena sidan och underliggande glimmerskiffer å den andra — kunna geometriskt förklaras genom enbart horisontala eller enbart vertikala rörelser, ävensom genom snedrörelser med både vertikal- och horisontalkomposant. I vissa avseenden kan dock, med hänsynstagande till även andra fakta, en närmare precisering erhållas. Den anförda gränsens lägen i Våggruveblocket samt i blocket Stora Malmkärra—Lilla gruvan kan förklaras på så sätt, att det förstnämnda blocket sjunkit i förhållande till det senare. Enbart horisontell rörelse är däremot i detta fall utesluten, visserligen icke genom gränslinjens lägen men därigenom, att malmhorisonten delvis är så olika utbildad å ömse sidor om förkastningen i samma horisontalsnitt, att de avskurna delarna icke passa ihop (jfr fig. 33. Rekonstruktionen av delen Stora Malmkärra är gjord efter ett visserligen knapphändigt, men för ifrågavarande problem tillräckligt kunskapsmaterial). Vid denna förkastning måste sålunda föreligga en betydande vertikalkomposant; möjligen har rörelsen helt och hållet varit vertikal. Av analogien kan man förmoda något liknande även beträffande den förkastning, som skiljer blocket Stora



Arvid Karlsson foto.

Fig. 32. Skarnmalm, Malmkärragruvan. Slipprov, $\times 20$, vanl. ljus. Magnetit (och något ortit) svart, tremolit vit. Skarn iron ore, Malmkärragr., thin section, $\times 20$, ord. light. Magnetite (and some orthite) black, tremolite white.

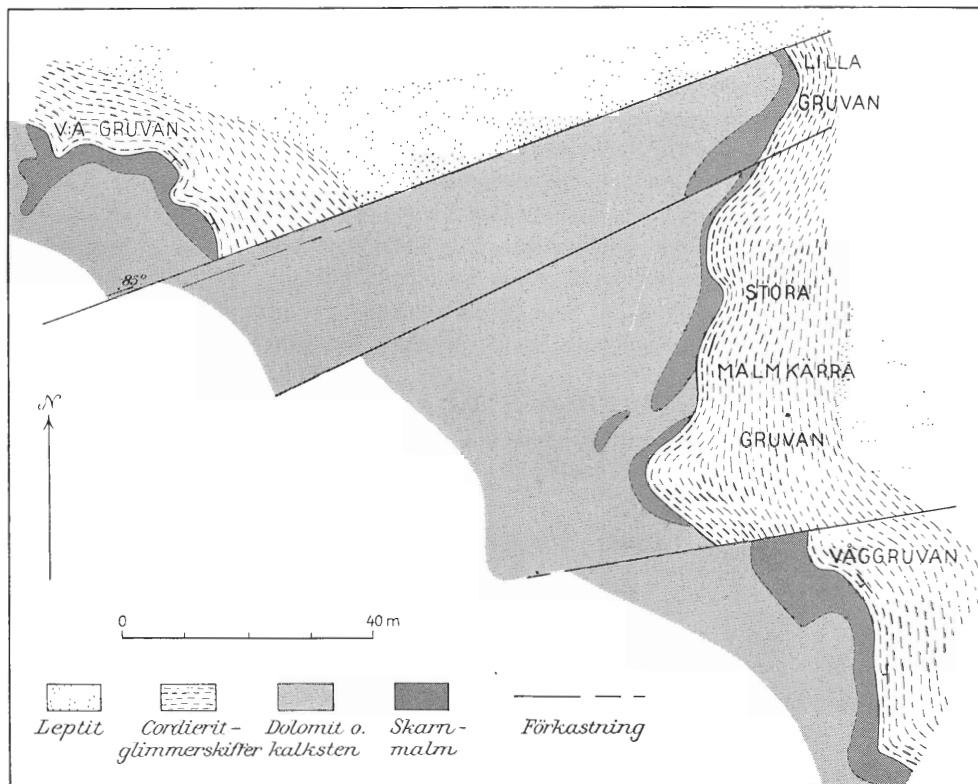


Fig. 33. Geologisk översiktskarta över Malmkärragruvan på c:a 150 m avv. (kombinerad av iakttagelser från flera nivåer). Skala 1 : 1,200. Geological survey map of the Malmkärra mine about the 150 meters level. Scale 1 : 1,200. Signs in legend are: leptite; cordierite-bearing mica schist; dolomite and limestone; skarn-bearing magnetite ore; fault.

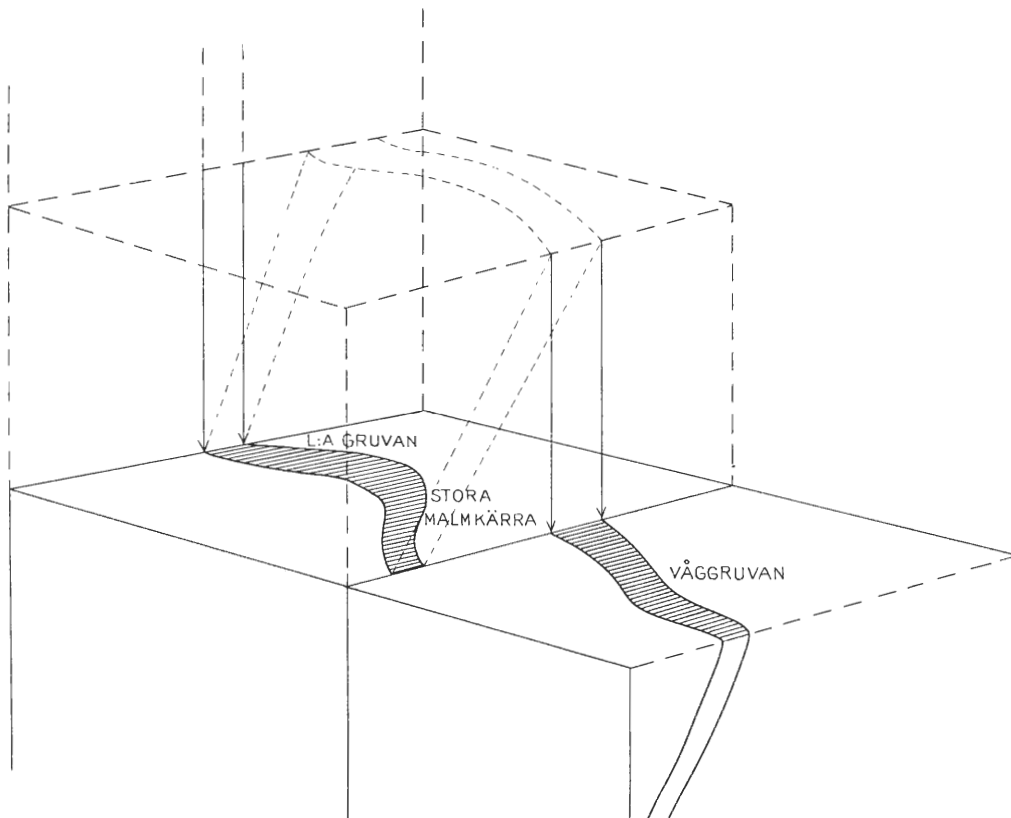


Fig. 34. Stereogram, illustrerande (i starkt schematiserad form) att fördelningen av malmkropparna i Malmkärragruvan kan förklaras genom enbart vertikala rörelser längs förkastningsplanen, i förening med malmens sidostupning. Malmareor i visst horisontalplan streckade. Stereogram to illustrate that the present position of ore bodies in the Malmkärra mine, because of their non-vertical dip, can be explained through wholly vertical faulting movements. Ore areas on a certain level marked by ruling.

Malmkärre—Lilla gruvan från Västra gruvan, varvid i så fall det förstnämnda blocket skulle sjunkit i förhållande till det senare (jfr fig. 34).

För en närmare analys av rörelsen, ett approximerande av förhållandet mellan vertikal- och horisontalförskjutning samt av rörelsens längdmått, saknas nödiga data. Man känner nämligen ej tillräckligt mycket av malmhorisontens utbildning omedelbart intill förkastningen på olika nivåer för att kunna tredimensionellt passa ihop avskärningarna. Genom några mindre undersökningsarbeten skulle möjligen dessa frågor kunna någorlunda besvaras. På gruvbrytningens nuvarande läge är det emellertid tvivelaktigt, om de praktiska vinsterna skulle motsvara kostnaderna. Den schematiska fig. 34 är konstruerad under förutsättning av enbart vertikala rörelser, och visar, att sådana kunna förklara de kända fakta.

De båda gruvöppningarna c:a 400 m NO om Malmkärregruvan hava enligt varpen brutit en amfibol-skarnförande, delvis kisig svartmalm, associerad med ofikalcit, sålunda en fyndighet likartad med Malmkärrens.

Också de skärpningar, som mellan St. Malmtjärn och malmbanan i S äro anlagda på det därstädes framgående kalkstenslagret, uppvisa svartmalm tillsammans med tremolit-kondrodit-skarn ävensom ofikalcit. Uti den malmrikaste skärpningen, närmast tjärnen, förekommer även molybdenhlans.

Fyndigheter SV om Norberg.

(Bojmossfältet m. m.)

Inom det av skiktad kalileptit upptagna området SV om »Norbergsby» uppträder ett antal malmkroppar av kvartsrandmalm, mestadels av relativt obetydliga dimensioner, samt en skarnkropp med skarnmalm. Samtliga gruvor inom området äro nedlagda och otillgängliga. Det enda gruvarbete, som här förekommit inom innevarande århundrade, är en obetydlig brytning i skarnfyndigheten (Johannagruvan) och en närbelägen kvartsrandmalm.

Kalileptiten är här alltigenom skiktad eller åtminstone tunnbankad, och ofta starkt skiffrig, stundom med vågigt förlopp.

Inom områdets sydvästra del (Bojmossfältet i mera inskränkt bemärkelse) kan man urskilja två olika stråk av kvartsrandmalm, vilka konvergera i NO (tavla 1). Detaljerna i de tektoniska sammanhangen äro svåra att utreda, trots en jämförelsevis god tillgång på blottningar. Sammanveckningen är nämligen ytterst intensiv, såsom man särskilt kan konstatera i några blottningar SV om Fredriksgruvan.

Vid en jämförelse mellan kartbilderna i Peterssons atlas (74, tabl. 2 och 6) och den här meddelade (tavla 1) framträder en högst väsentlig olikhet ifråga om malmkropparnas dimensioner. Under det att Peterssons framställning angiver malmkroppar av betydenhet, jämförliga med de största förekomsterna av samma malmtyp i exempelvis Risbergs- och Morbergsfälten, har den nya kartan en vida blygsammare bild. Det är självklart, att en dylik avvikelse från den äldre framställningen icke tillkommit utan mycket bestämda skäl. På de äldre kartorna har beteckningen malm utsträckts till att omfatta även järnglansrik leptit (inklusive i densamma förekommande inlagringar av alldeles malmfri leptit), sålunda berg, som icke under några som helst förhållanden kan bliva brytvärt. Dessutom hava iakttagelserna kombinerats på ett sätt, som ytterligare ökat malmarean. I själva verket utgör malmen blott underordnade bankar uti de områden, som tidigare åsatts beteckningen malm.

På grund av den redan berörda osäkerheten i kombinationerna är det möjligt, att den nya kartbilden i stället i någon mån underskattat förefintligheten av sammanhang inom de malmförande stråken. Någon undervärdering av malmarean i praktisk mening torde dock denna kartbild icke innebära.

Det synes endast vara på två ställen, som malmkropparna nå dimensioner av något praktiskt intresse, nämligen vid (Stora) Bojmossgruvan och vid Fredriksgruvan. Vid den förstnämnda synes emellertid den av gruvöppningarna antydda malmbredden till någon del bero på veckningar.

Malmtypen i fältet är en normal kvartsrandig blodsten, dock ofta magnetitblandad. Vid Fredriksgruvan kvarliggande malm visar en randning av rödgrå kvarts i jämförelsevis tjocka ränder, samt en utomordentligt fin och regelbunden skiktning uti malmränderna. Även förekommer därstädes blodsten med fina ränder av gul granat. Sådan malm har manganvittringshud. Att döma av Lindroths analys av granat från Assessorskan (60) samt analyser å jämförlig malm från andra fält torde dock den i dylik granat ingående manganhalten vara jämförelsevis låg.

Övriga fyndigheter av kvartsrandmalm inom området ligga mera spridda, men troligt är, att de jordtäckta områdena dölja sammanhang inom malmlagren.

Vid de SO om Karlbergs gård belägna gruvorna — Snickar- och Karlbergsgruvorna — kvarliggande berg visar kvartsrandig blodsten samt något granatskarn av den i malmer av denna typ normala färgen, ävensom gångkvarts. I en håll av leptit uppträder ett lager av aktinolitskarn med magnetit.

Den fyndighet, som ligger Ö om landsvägen Ö om Karlberg, innehåller utom blodsten även mycket svartmalm uti en ovanligt finkristallin utbildning.

Kvartsrandmalmen Ö om Johannagruvan¹ åtföljes av en omvandlad kalileptit, delvis övergående i glimmerskiffer med biotit.

Vid Krongruvorna, c:a 300 m V om Norbergs kyrka, angiva varphögarna ordinär kvartsrandig blodsten. En håll S om landsvägen består emellertid av tovigtt grönt aktinolitskarn med ränder av malmkvarts — med samma tjocklek och samma inbördes avstånd som i kvartsrandmalm — samt med låg halt av fjällig blodsten.

Munkgruvan gör intryck av att vara en föga betydande och ganska fattig fyndighet, och övriga förekomster av kvartsrandmalm inom samma nordliga stråk torde vara svagare.

Beträffande de tektoniska förhållandena inom området hänvisas till s. 57 samt tavla 1.

Förutom kvartsrandmalmen finns inom nu avsedda område också en fyndighet av skarnmalm, nämligen Johannagruvan.² Blottningarna därstädes inskränka sig till en stor dagöppning, numera vattenfylld, en c:a 2 m hög hållrygg av tremolitskarn med inneslutna partier av ofikalcitisk kalksten, samt ett nu otillgängligt schakt. Varp, inkl. anrikningsmalm, kvarligga såväl vid dagöppningen som vid schaktet. Över den förra finnes gruvkarta, upprättad 1886 av P. Wilson och senast kompletterad 1888, då gruvan nedlades. Dess största djup var då c:a 42 m under bergytan. Enligt Sveriges officiella statistik förekom emellertid brytning, även i dagbrott, under åren 1908 och 1909. Under denna period torde också schaktet hava avsänkts. Några kartuppgifter föreligga emellertid ej.

Enligt Wilsons karta skall malmen i dagöppningen ha bildat ett samlat, nära nog vertikalt stående band, omgivet av skarn eller — på norra sidan på djupare nivåer — av kalksten.

Det vid gruvorna kvarliggande berget, av vilket en del med säkerhet härstammar från dagöppningen och en annan, mindre del troligen uppfordrats genom schaktet, ger en mycket karakteristisk bild av fyndig-

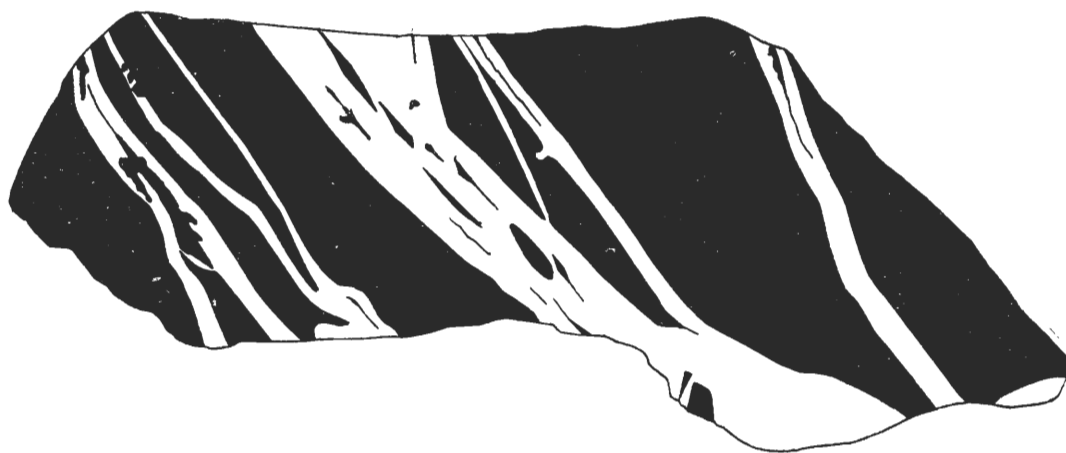


Fig. 35. Gångar av norbergit med något tremolit (vita), genomsättande tremolitförande magnetitmalm (svart). Johannagruvan. $\frac{3}{4}$ nat. storl. *Veins of norbergite and some tremolite (white), cutting tremolite-bearing magnetite ore (black). Johannagruvan. $\frac{3}{4}$ nat. size.*

heten. Skarnet är huvudsakligen tremolit av en mycket ljus grön färg, finfältigt eller t. o. m. »tätt». Magnetiten uppträder i fläckar och stripor. Den kvarliggande malmen är på det hela taget fattig, men detta utesluter naturligtvis icke, att även rikare partier förekommit. Ett friskt kondroitmineral, av brungrå färg, observeras ofta tillsammans med tremolit och magnetit. Mera sparsamt förekommer norbergit, dels såsom smärre klumpar i tremolitskarnet, i sällskap med en karakteristisk blank magnetit, dels (tillsammans med tremolit) i form av ungefär centimeterbredda gångar i tremolithaltig malm (fig. 35). Mörkt chokladbrun magnesiumortit förekommer också i skarnet. En från huvudtypen avvikande skarnmalmsform utmärkes av hög talkhalt; dess magnetit

¹ Att döma av läget torde detta vara den i bergshanteringsstatistiken för åren 1908 och 1909 omtalade Stenvretsgruvan. Över denna finnes ingen gruvkarta.

² Ekonomiska kartan (bl. Norberg) har felaktigt namnet Johannesgruvan.

är utbildad i små oktaedrar, jämnt blandade med talkmassan. Denna malmtyp förefaller att ha varit alldeles underordnad. Slutligen ingår även ofikalcitisk kalksten i riklig mängd i varpen.

Johannagruvans fyndighet är av ett stort geologiskt intresse därigenom, att den så alltigenom representerar den typiska kontaktmetasomatiska paragenesen med tremolit, humitmineral (inkl. norbergit) och ceriummineral. Däremot förefaller det, utav vad man för närvarande kan se, som om den ur praktisk synpunkt vore av ganska ringa intresse. Dock får man ej förglömma, att den bästa malmen ej torde vara representerad i det nu kvarliggande godset.

»Eskilsbacksfältet».¹

(*Prost-, Riddargärds- och Storgruvorna.*)

Dessa fyndigheter utgöra fortsättning av de båda nordligaste »strecken» av kvartsrandmalm uti nyss beskrivna fält.

Närmast NO om åns utlopp ur sjön Noren ligger Smedsgruvans fyndighet och NO om denna Prostgruvan, från vilken även de nyare underjordsarbetena på Smedsgruvans område utgå. Vidare fortsätter strecket Ö om landsvägen i Riddargärdsgruvan. Detta streck torde få sammanställas med Munkgruvans streck V om ån. Malmkropparna äro emellertid här mera betydande. Storgruvan åter motsvaras i V av Krongruvan (jfr ovan).

Då här talas om sambandet inom olika »streck» må erinras därom, att strecken ej torde markera olika lager, utan endast olika utgåenden i bergytan av en på komplicerat sätt veckad malmhorisont.

Samtliga gruvorna äro nedlagda och vattenfyllda. Över Riddargärdsgruvan finnes en gruvkarta, upprättad 1885 av G. W. Lundberg (senaste kompletteringen 1905 av J. Kempe), medan Prost-, Smeds- och Storgruvorna finnas å gemensam karta (E. Mossberg 1915, senaste kompl. 1919), ehuru Storgruvan icke är sammanbruten med de båda övriga.

Malmen inom detta fält har alltigenom varit kvartsrandig blodsten, med jämförelsevis låg magnetithalt. Under den sista brytningsperioden (1913—1919), då Prostgruvan levererade huvudparten men även Storgruvan och troligen i någon mån Smedsgruveområdet bidrogo, redovisas i den officiella statistiken den övervägande delen av produktionen såsom styckemalm, med 44—48 % Fe och 0.02—0.048 % P. Under de två år, 1915 och 1917, då produktionen nådde högst, erhöles 23,240 t styckemalm och 3,575 t anrikningsmalm, resp. 17,351 t och 9,839 t. Granat (andradit) ingår ibland i malmen. Uti malm från Storgruvan har den setts i form av regelbundna ränder, i sådan från Prostgruvan synes den mera tendera att bilda oregelbundna stripor och klumpar. I båda gruvorna synes dock större delen av malmen ha varit granatfri. I Riddargärdsgruvan angiver gruvkartan även »lagerart, mest granat», antydande större partier av granatskarn.

Malmkropparnas sidosten är jämnkornig kalileptit, till färgen gråbrun eller rödlätt, ofta vackert färgbandad, stundom förande epidotkörtlar. Den ses stundom växellagra med malm, såsom i de västligare gruvöppningarna vid Riddargärdsgruvan. Uti Prostgruvans varphögar finnes även en vit leptit, som övergår i en ljus grön gul, sericitisk glimmerskiffer. Dessa bergarter ses dock aldrig i direkt förband med malmen. Varpen vid Riddargärdsgruvan innehålla stora mängder av gångkvarts.²

I fråga om de tektoniska förhållandena kan föga iakttagas ovan jord. Man kan emellertid konstatera den nära vertikala lagerställningen vid Riddargärdsgruvorna samt den markerade ombøjningen i strykningen vid den nordöstra sidan av dessa gruvor (tavla 2). Både i ren malm och i dess växellagring med leptit framträder intensiv sammanveckning (fig. 19, s. 55).

Malmkropparnas fördelning och form har på tavl. 1 och 2 angivits med ledning av gruvkartorna.

De djupaste arbetena i Prostgruvan äro på 102 m avv. Under Smedsgruvans område går den djupaste orten på 55 m avv. Riddargärdsgruvan är bruten till 66 m djup, och Storgruvans endast till 24 m. I samtliga, utom i Smedsgruvan, äro betydande malmareor blottade på bottennivåerna. Malmkropparnas sidostupning är mycket brant. Någon fältstupning kan ej bestämt utläsas ur kartbilden, utom i så måtto, att axeln för den markerade ombøjningen i Riddargärdsfyndighetens nordöstra ände synes stå nära vertikalt. Detta passar mycket väl ihop med den allmänna tektoniska situationen, sådan denna här ovan tolkats (jämför fig. 22 och 23), och tyder på att skarnlagret vid Pryssingsgruvan är »nedstoppat» under ett fälthängande av leptit.

Övertvärande förkastningar med strykning appr. NV—SO angivas både i Riddargärdsgruvan, där flera sådana förekomma, och i Prostgruvan. Rörelsen har ägt rum både i horisontal- och vertikalplanet. Så visar

¹ Beteckningen Eskilsbacksfältet förekommer ibland såsom sammanfattning av kvartsrandmalmerna i norra delen av Norbergsgby, Ö om ån, och kan lämpligen upptagas.

² Gruvkartan över denna gruva angiver även en förekomst av pegmatit. Uppgiften torde dock få anses osäker.

förkastningen i Prostgruvan en sidledsförflyttning om 15 m (varvid det sydvästra blocket relativt förts mot SO), samtidigt som både i detta och andra fall förskjutningar i vertikal led indiceras därav, att avskurna malmpartier i samma horisontalplan ej kunna passas ihop.

»Mimersfältet» eller »Karlvagnsfältet».

Från trakten NV om Norbergs station går ett nära nog sammanhängande och påfallande rakt streck av kvartsrandmalm mot NO till Ö om Smörbergfältet; dess vidare fortsättning är den mindre regelbundna malmzonen uti Ragvaldsfältet. Strecket, som tydligen längre i SV har en fortsättning uti den ovan berörda, c:a 400 m Ö om Karlbergs gård belägna förekomsten, har under äldre tider varit mycket litet uppmärksammat. Under perioden 1908—1919 blev det emellertid föremål för brytning i stor skala. Efter företagets namn uppkom namnet »Mimersfältet», som användes på gruvkartorna, under det att den största äldre gruvan i fältet föranlett beteckningen »Karlvagnsfältet», som är den i Sveriges officiella statistik använda.

Sedan 1919 är gruvdriften nedlagd. Länshållningen har uppgivits, och gruvorna äro sålunda otillgängliga. Gruvkartan är uppdelad på tre: längst i SV »Liljagruvan» (E. Mossberg 1913, senaste kompl. 1919) i mitten »Engruvan» (Fredrik Nybom 1908, senaste kompl. E. Mossberg 1919) och i NO »Tallgruvan» (d:o d:o). Betydande varphögar föreligga.

Fyndighetens regelbundenhet har lett till att sammanhängande fältorter i stor skala kommit till utförande, särskilt på omkr. 155 m avv. Inom den sydvästra delen är största djupet för arbeten i fält 204 m, inom den mellersta 250 m och inom den nordostligaste 207 m. Malm anstår på bottennivåerna utan att antyda något avtagande.

Sidostenen är jämnkornig kalileptit, gråbrun till rödlätt, ofta tydligt skiktad, stundom biotitflasrig, tenderande mot glimmerskiffer. I mindre utsträckning, men alldeles regelbundet, ingå i varpen vit till ljusgrå natronleptit samt vit, cordieritfläckig glimmerskiffer. Arbetena under jord hava sålunda berört den av dessa bergarter uppbyggda zonen omedelbart NV om malmstrecket. Sparsamt finner man också bergarter, som kunna förmodas utgöra smärre intrusioner av urgranit (jfr ovan s. 42). Det passar bra ihop med denna tolkning, att man också ofta nog finner turmalinförande kvartsgångar, av samma art som de, vilka i Norrbergfältet uppträda i granitens randzon och i dess sidosten. Här genomsätta de leptit och glimmerskiffer.

Malmen är typiskt kvartsrandig, stundom med granat. Både blodsten och svartmalm förekomma, ävensom blandning av bådadera. Att döma av uppgifter till gruvkartorna (F. Nybom) växla proportionerna mellan de båda malmmineralen även inom en och samma malmkropp, såsom ju ofta kunnat konstateras även i andra fyndigheter av denna malmtyp. Båda malmlagren äro finkorniga, vilket är ägnat att förvåna med hänsyn till vittnesbörden om urgranitens närhet. Någon accentuering av den strukturella metamorfosen synes ej hava resulterat.

Med avseende på den producerade malmens sammansättning är man hänvisad till den officiella statistikens uppgifter. För de år, då närmare specifikation givits, med andra ord fr. o. m. år 1911, upptagas följande siffror (svavelhalten har här utelämnats):

År	Styckemalm			Anrikningsgods		
	ton	% Fe	% P	ton	% Fe	% P
1911	30,989	45.03	0.007	34,693	37.5	0.019
1912	53,915	45.60	0.007	83,419	38.45	0.007
1913	18,583	44.1	0.04	120,587	38	0.047
1914	11,948	45.44	0.04	95,572	36.27	0.047
1915	—	—	—	129,490	38.4	0.035
1916	2,723	50	0.04	112,719	39.9	0.015
1917	2,718	46	0.02	130,424	38	0.02
1918	1,179	47	0.02	123,702	37	0.02
1919	—	—	—	65,263	37	0.035

De uppgivna fosforhalterna äro högst märkliga — så märkliga till och med, att man ej kan betvivla, att de i stor utsträckning äro felaktiga. Fullt rimliga, med hänsyn till kvartsrandmalmernas egenskaper inom denna malmtrakt i övrigt, äro dock data för 1913—1915 och 1917—1919. Därest uppgifterna även i övrigt kunde godtagas, skulle man ha exempel på växlingar i fosforhalten i en skala som, för tillnärmelsevis jämförliga malm-

kvantiteter, saknar varje motstycke i mellansvenska kvartsrandmalmer. Emellertid är det uppenbart, att så icke kan vara fallet. Man jämföre t. ex. fosforhalterna i styckemalm och anrikningsmalm för åren 1911 och 1916, eller båda kvaliteterna av år 1912 med båda av år 1913. Att siffrorna för anrikningsgodset äro osäkra, är ej så mycket ägnat att förvåna. Däremot är det överraskande, att för den stora styckemalmsproduktionen 1911—1912 finna uppgiven en fosforhalt, som går betydligt under vad någon annan »torrstensgruva» i Norberg kan prestera. Med hänsyn till den i annat sammanhang här berörda frågan om växlingar uti kvartsrandmalmer-nas fosforhalt har det varit nödvändigt att här belysa de officiella data från »Mimersfältet».

Malmkropparnas form och ställning framgå tydligt och klart av gruvkartorna. De äro regelbundna, växla med »omstjärtning» på obetydligt avstånd¹ och visa helt successiva mäktighetsförändringar, med största malmbredden uppgående till 8 à 9 m; sidostupningen är brant nordvästlig. Fältstupningen framträder mycket vackert i de olika mäktiga partiernas förskjutning mot djupet. I sydvästligaste delen av fältet antydes på detta sätt en sydvästlig fältstupning av något under 40°. I nordvästra delen har, i Karlvagnsgruvans dagöppning, värdet 35° direkt avlästs på stängligheten.

Ragvaldsfältet.

Ragvaldsfältet utgör »Mimersfältets» direkta fortsättning mot NO. Den allmänna geologiska karaktären är densamma som i sistnämnda fält, och malmbredderna synas, enligt förefintliga kartor, åtminstone i de nordligare gruvorna uppnå jämförliga mått. Däremot föreligger en väsentlig olikhet i tektoniken: den förhållandevis regelbundna lagerställningen i »Mimersfältet» är här ersatt av mera intensiv veckning, som i planbilden framträder i form av starka variationer i strykningsriktningen, och som synes hava medfört avslitningar i större skala än i »Mimersfältet». Man jämföre tavla 2, för vars uppgörande även förefintliga gruvkartor utnyttjats. Sidostupningen är även här nordvästlig.

Samtliga gruvor inom detta fält äro sedan länge nedlagda. Gruvkartor föreligga emellertid över en del av dem. En av E. A. Dufva år 1868 upprättad karta över Sjustjärnsgruvorna angiver samtliga gruvöppningar utom ett schakt i södra delen av gruppen såsom vattenfyllda; schaktet ifråga, som visar växellagring av malm och leptit (glimmerskiffer enl. kartan) når ett djup av c:a 19 m (64 fot). En samma år av Dufva upprättad karta över gruvorna i västra sidan av fältets norra del (kartans titel: »Föreningsgruvan») visar följande. »Gamla Gruvan», belägen strax N om den i V—Ö tvärs över fältet gående landsvägen, var då läns till ett djup av c:a 45 m (150 fot), under det att »Stora Gruvan», omkr. 150—175 m N om vägen, var tillgänglig ända till botten på c:a 42 m djup (143 fot). Denna kartas bild av malmkropparna ligger till grund för framställningen å tavla 2.

Den inom fältet rådande bergarten är den jämnkorniga, skiktade kalileptiten, gråbrun eller ljusröd och ofta färgbandad, stundom med biotitskiffrika band. Ibland förekommer skiktvis en »förgrovning» med utveckling av rundade fältspatskorn om några mm storlek. Inom fältets norra del övergår leptiten ställvis till en fältspatfri glimmerskiffer. Dennas utbredning är dock ej tillräckligt känd för att möjliggöra ett angivande å kartan, och synes f. ö. vara ganska obetydlig.

Växellagring mellan malm och leptit förekommer i särskilt stor utsträckning vid Sjustjärnsgruvorna, där även skikt av epidotskarn rikligen ingå i lagerserien, men uppträder också, ehuru i grövre skala, uti fältets nordligare del.

Kvartsrandmalmen inom fältet är dels blodsten, dels svartmalm; stundom hava också granat och epidot iakttagits i randningen. Blodstenen är i allmänhet helt finfjällig. Svartmalmen är, såsom nästan alltid är fallet, mera grovkornig. Det förekommer t. o. m. (i varphögar strax N om tvärvägen), att magnetiten når cm-storlek, varvid randningen försvinner. Kvartsrandningen uppvisar annars växlingar i mäktigheten, som röra sig inom de för dylik malm i Norberg vanliga måtten. Exempel på mycket stark sammanveckning ses ofta.

En del av den svartmalm, som kvarligger inom fältets norra del, är starkt kisig (pyrit).

Gångkvarts ses ofta i varpen, gärna med någon halt av järn-glans eller magnetit.

En kvartsporfyrisk bergart, som kan vara att hänföra till urgraniterna, finnes i ringa mängd i varpen vid Västanforsgruvan (där stänglighet i 40° stupning observerats, tavla 2). Vid Sjustjärnsgruvorna har i varpen träffats några bitar av pegmatit, sammansatt av röd fältspat och kvarts, samt vid en av de nordligare gruvorna litet diabas.

¹ Strax SV om schakt n:o 4 är en sidledsförskjutning i stället förorsakad av en förkastning i appr. V—Ö.

Risbergsfältet.

Inledning. Inom Risbergsfältet fortsätter zonen av kvartsrandmalm, med vida mera oregelbundet förlopp än i Mimers- och Ragvaldsfälten, men också med mycket större malmbredder än där. Risbergsfältet anses vara platsen för den äldsta väsentliga järnmalsbrytningen i Norberg (8), och det är all anledning förmoda, att här ursprungligen förelagat stora blottade hållar av malm, vilka måst tilldraga sig uppmärksamhet. Fältet befinner sig i huvudsak just i bränningszonen under marina gränsen, vars betydelse för våra malmfyndigheters äldre upptäcktshistoria betonats av Sundholm (81).

Gruvdrift försiggår för närvarande endast i Bondgruvan, vilken bearbetar de malmkroppar, på vilka i dagen äro uttagna gruvöppningarna Bondgruvan och Rännilsgruvan. Inom den V därom belägna gruppen av stora malmkroppar var Mossgruvan den del, som senast var under arbete. Sista produktionen därifrån ägde rum år 1920; länshållningen avbröts år 1926 med hänsyn därtill, att samma ägare förfogade över tillräckligt stora malmreserver av motsvarande karaktär uti mera modernt utbyggda gruvor i trakten. Denna del av fältet, med pittoreska gamla dagöppningar, bildar den såsom turistattraktion bekanta »Mossgruveparken».

På grund av kunskapsmaterialets inhomogenitet disponeras den följande beskrivningen på så sätt, att först gives en väsentligen på iakttagelser ovan jord grundad översikt över fältet, därefter skildras de smågruvor, som nästan uteslutande få bedömas efter iakttagelser ovan jord, så den jämförelsevis väl kända Bondgruvan, och slutligen Mossgruvekomplexen.

Översikt. De redan berörda oregelbundenheterna i kvartsrandmalmsnivåns förlopp inom Risbergsfältet sammanhånga uppenbart med det tektoniska läget vid en markerad omsvängning i strykningen, ytterligare accentuerad genom urgranitens framträngande. Redan har framhållits, att den förhållandevis branta fältstupningen, omkring 55° , torde stå i samband med sistnämnda faktor. Det ligger nära till hands att hänföra uppkomsten av de här uppträdande stora malmbredderna till de mäktighetsförskjutningar, som påtagligen ägt rum, och vilkas andra sida representeras av fullständiga utklämningar och avslitningar. En sådan tankegång är så mycket mera rimlig, som randningens förlopp inom malmkropparna, här liksom i de flesta andra kvartsrandmalmer, angiver mycket omfattande inre deformationer. Likafullt synes det knappast tänkbart, att dylika mäktighetsförskjutningar *en s a m m a* kunna förklara de stora malmbredderna. Redan primärt måste här ha funnits relativt mäktiga partier i malmhorisonten.

Bergartsfördelningen inom fältet framgår av tavla 2. Den dominerande kalileptiten är jämnkornig, oftast brungrå eller ljusröd till färgen, delvis tydligt skiktad. Stänglig förklyftning är mångenstädes synnerligen väl utvecklad (fig. 30, s. 75). I leptit av denna typ ses flerstädes biotitskiffriga band, ibland med cordieritstänglar och rosetter av antofyllit, sålunda tillhörande den bergartstyp, som betecknats såsom »mörk cordieritglimmerskiffer». Dylik bergart bildar även två större partier, jfr tavla 2. Slutligen finnes ett område av kvartsporfyrisk kalileptit, huvudsakligen markerat genom lokala block. Beträffande granitens kontaktförhållanden är — utöver kartbilden — ifråga om de i fast berg ovan jord gjorda iakttagelserna blott att hänvisa till de s. 42 anförda detaljerna. Av diabas finnas ett par obetydliga gångar.

Malmtypen är inom de större fyndigheterna i allmänhet kvartsrandig blodsten, delvis rikligt granatrandig. Till en del är dock randmalmen utbildad såsom svartmalm. Dessutom finnes, framförallt i Bondgruvan, skarnig svartmalm i närmaste förband med randmalmen. De smalare lagren av kvartsrandmalm synas i allmänhet bestå av rätt fattig svartmalm.

Smärre gruvor på skarnmalm. I den lilla Nyhyttegruvan¹ (tavla 2) uppträder skarnmalm. Sådan synes också, enligt varphögarna, hava utgjort den fyndighet, som brutits i Grundskatten (tavla 2). Då dessa varphögar även sträcka sig söderut mot Bondgruvan, är det ej klart, huruvida de i sin helhet härstamma från Grundskatten. Fyndighetens karaktär av huvudsakligen skarnmalm är dock ställd utom allt tvivel, ehuru även kvartsrandmalm förekommer. Malmen liknar ej de former av grönskarnmalm, som normalt uppträda med kvartsrandmalmen, utan erinrar mera om exempelvis Åsgruvan eller Östanmossa. Det vanliga skarnmineralet är aktinolit, men även klumpar av diopsidskarn hava iakttagits. Intet granatskarn är förbundet med denna malm, ej heller ses kalksten. Gångar och körtlar av kvarts äro vanliga. De föra ofta aktinolit samt molybdenglans, stundom rikligt. Ibland hava även scheelitkristaller påträffats, med upp till 5 cm storlek. Ställvis är själva skarnet starkt uppblandat med kvarts. Skarnamfibolen är då ett mörkt hornblände. Vit natrongranit, mycket finkornig, finnes allmänt i varpen. Den visar vid mikroskopisk undersökning rester av granofyrisk struktur.

¹ Gruvkartan (G. W. Lundberg, 1886) visar att gruvan varit 40 m djup. Den blev igenfylld med sten 1887. Kartan angiver att skarnet gränsat mot leptit. Att döma av hållarna i dagen kan dock bredden på denna leptit endast ha varit obetydlig.

Regelbundet ses i densamma fläckar och ådror av biotit, delvis med molybdenglans. Också ortit förekommer karakteristiskt. Stundom är graniten nästan fullständigt ersatt av tätt epidotskarn.

De anförda iakttagelserna visa, att urgraniten kommer i direkt kontakt med skarnfyndigheten, och att den påverkat densamma. Särskilt upplysande är den likhet i scheelitens uppträdande, som förefinnes mellan denna fyndighet och de av Magnusson (64) skildrade malmkroppar vid Persberg, vilka ligga omedelbart intill kontakten med Horrsjögraniten.

Bondgruvan. Malmens sidosten är jämnkornig kalileptit. På ett par ställen, huvudsakligen i malmens närhet, förefinnes skiktvis en »förgrovd» form, i vilken man urskiljer rundade fältspater om några mm längd och däremellan underordnad mörk glimmer. I NO synes emellertid urgraniten skära in på malmkroppen. I de nu under jord tillgängliga delarna har dock icke kontakten mellan malmen och granitens huvudmassa varit blottad. Däremot hava i malmen iakttagits ett antal gångar av granit, växlande i mäktighet från en eller annan dm upp till, i ett fall, c:a 7 m. Någon kvantitativt betydande »genomsvärmning» förekommer dock icke. Jfr ovan s. 42.

Av diabas hava iakttagits några obetydliga gångar.

Huvudmassan av Bondgruvans malm är en typisk Norbergs torrsten, övervägande blodsten och med en rätt avsevärd halt av granatskarn uti randningen. Med avseende på alla viktigare egenskaper, inkl. uppträdandet av svartmalm, gångkvarts, m. m., motsvarar densamma den allmänna karakteristik av kvartsrandmalmen, som givits här ovan. Vissa smärre partier av malmen utmärkas av en ej obetydlig pyrithalt. Ofta åtföljes kisen av finkornigt epidotskarn. Som vanligt är det huvudsakligen svartmalm, som uppvisar nämnvärd kishalt. På c:a 180 m avv. har dock även i ett par blodstenspartier observerats pyritimpregnation längs flackliggande förklyftningssprickor. Åtskilligt talar för, att denna lokala kishalt tillkommit i anslutning till granitgångarna. Sålunda händer det, att malmen är kisig just intill en dylik gång. Betecknande är också epidotens uppträdande dels i samband med granitgångarna, dels med pyriten.

Till kvartsrandmalmen kommer emellertid en annan malmtyp, ansluten till den förra och i viss utsträckning växellagrande med densamma. Denna typ är närmast att beteckna såsom en flusspathaltig skarnmalm. Dess vanligaste utbildningsform är en löskornig svartmalm, starkt talkig och ofta även tremolithaltig samt gärna med utpräglad lineärstruktur. Mikroskopisk undersökning visar även åtskilligt flusspat. Mineralet är färglöst, och framträder oftast ej för blotta ögat. Talken är tydligen primär i så måtto, att den icke bildats såsom pseudomorfos efter något annat mineral. Magnetiten och gångarterna växla ofta i fin randning.

Uti andra varianter av denna malm blir tremoliten den dominerande gångarten. Den har i stoff en karakteristisk blågrön färg. Grovkristallina flusspatpartier ses ofta, ibland med cm-stora magnetitoktaedrar.

Såsom band i denna växling av olika malm- och skarntyper förekommer vidare ordinär kvartsrandig malm, såväl blodsten som svartmalm, samt ställvis granat-flusspat-skarn. Dettas granat är brun, av andradit-habitus, flusspaten färglös, svagt gul eller violett. Flusspaten bildar vanligen rundade korn om upp till någon cm storlek, men kan också uppträda i ända till dm-stora partier.

Kopparsulfider ingå förhållandevis ofta i dessa malm- och skarnvarieteter. Vanligast äro kopparkis och bornit. Kopparglans däremot har endast träffats såsom sällsynthet. Kopparsulfiderna iakttagas i den mer eller mindre flusspatrika skarnmalmen men även i kvartsrandig svartmalm, där de emellertid också åtföljas av flusspat och gärna uppträda i gångform, överskärande malmens randning. Uti den skarnmalmen tillhörande flusspatfels, som är blottad i en grundare del av den gamla dagöppningen, hava även iakttagits små fjäll av molybdenglans.

Lineärstruktur förekommer ofta mycket vackert utvecklad, såväl i detalj — särskilt i skarnmalmen — som i större skala i form av karakteristiskt räfflade kolvar, ofta delvis frilagda vid uttagandet av orter och rum. Riktningen är SV med en stupning vanligen mellan 45° och 60°, stundom nedgår dock stupningen till lägre värden — 37° och i ett extremt fall 12° — eller stiger till 70°.

Bondgruvans malmkroppar kunna i huvudsak uppdelas på tre olika enheter, vilka dock äro mycket nära förbundna med varandra, nämligen den rundade Bondgruvadelen, den smalare Rännilen — bådadera framträdande även å tavla 2 — och den huvudsakligen längs Rännilens nordvästra sida utsträckt »Sidomalmen». Den sistnämnda är skarnmalm (med inlagringar av kvartsrandmalm), övriga äro i stort sett alltigenom normal kvartsrandtyp. »Sidomalmen» är ställvis genom en smal leptitrand skild från Rännilen, men ligger delvis direkt an mot denna. Förhållandena i dagöppningen äro oklara i detta avseende. Den flusspatrika skarnmalm, som förekommer där, gör intryck av att skilja Bondgruve- och Rännilsdelarna från varandra (jfr tavla 2), vilket ej motsvarar vad de bättre blottningarna på större djup angiva. Slutligen har på 140 m avv. SO om Rännilens södra del träffats en svartmalmskropp, utan känt samband med övriga malmer.

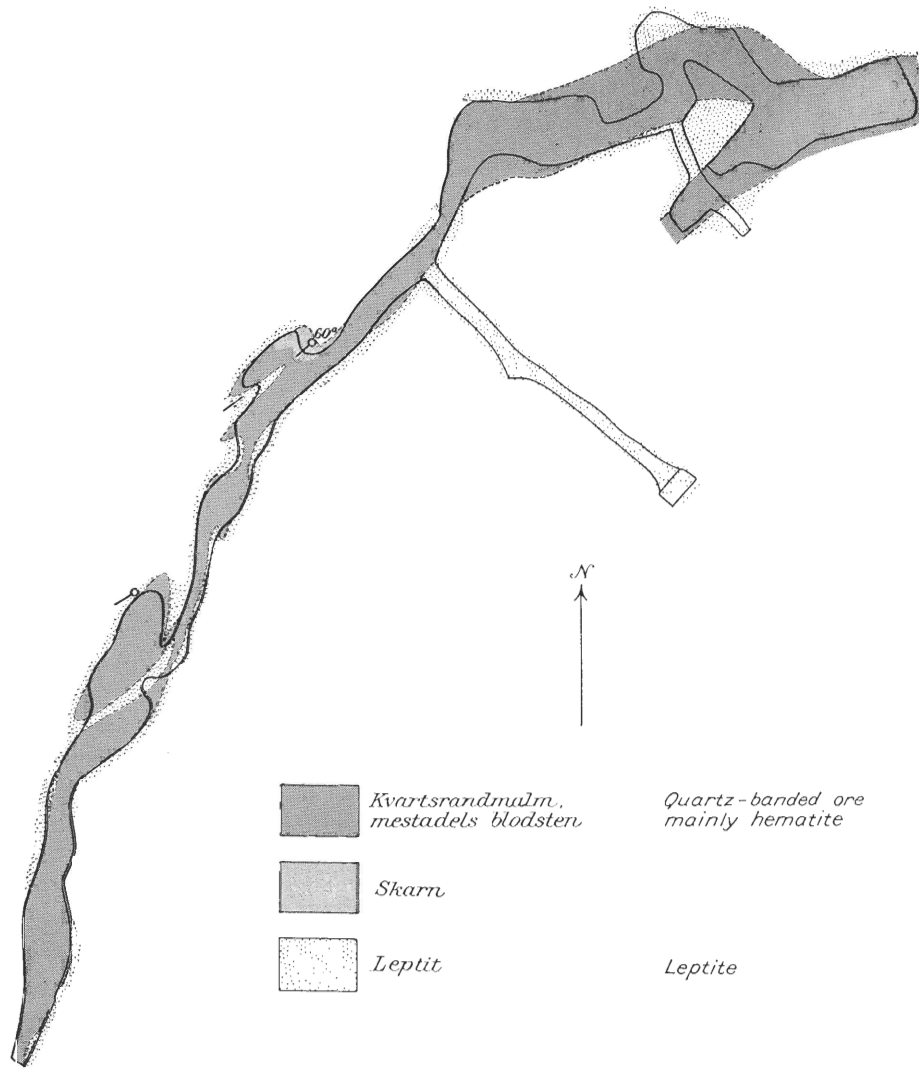


Fig. 36. Bondgruvan, 90 m avv. Rännilsmalmen och längst i NO Bondgruvedelen. (Nordöstra delen helt efter gruvkartan). Skala 1 : 1,200
Bondgruvan, 90 meters level. Scale 1 : 1,200.

Bondgruvemalmen bevarar ned till c:a 60 m avv. en i horisontalsnitt rundad form, med brant fältstupning mot SV. På 63 m avv. förekommer enligt gruvkartan¹ (området ej nu tillgängligt) en markerad uppdelning genom en i SV—NO förlöpande leptitbalk. Det är icke uteslutet, att balken ifråga utgjorts av leptitliknande urgranit, men det är också möjligt, att bergartsbeteckningen är riktig. Malmpartiet NV om balken börjar nedåt smalna av och är redan på c:a 80 m avv. en del av Rännilsmalmen, medan det sydöstra håller sig tämligen oförändrat. På 90 m avv. är balken åter försvunnen och det sydöstra malmpartiet är utdraget i SV—NO, parallellt med Rännilsmalmen. Vidare mot djupet blir emellertid sistnämnda parti återigen mera rundat, för att omkring 140 m avv. nästan fullständigt upphöra. Strax därpå ökar det igen, och å 170 m avv. föreligger åter en stor, rundad malmarea, åt ena sidan sammanhängande med Rännilsmalmen. Samma form fortsätter sedan så långt ned som arbetena hittills nått, d. v. s. omkring 180—190 m avv.

Det är uppenbart, att betydelsen av de anförda skiftningarna i malmkroppens form icke kan fastslås, då man med hänsyn till möjligheten för förväxling mellan leptit och granit vid karteringen ej kan med visshet säga, att icke granitintrusioner väsentligt bidragit att komplicera bilden.

Rännilsmalmen är starkt veckad. Dess konturer i horisontalsnitt karakteriseras av mer eller mindre regelbundna bucklor med mjuka konturer (fig. 36). Den håller i huvudsak samma form (med sydvästlig fältstupning) hela vägen från dagen till 190 m avv. »Sidomalmen» är alltför ofullständigt känd för att man

¹ Nu gällande gruvkarta är upprättad 1916 av Edvard Mueller, senaste kompletteringar av K. Köjer.

skulle kunna bedöma den i detta avseende. På det hela taget synes emellertid även den vara ganska regelbunden.

De nu anförda malmkroppsformerna erbjuda flera anmärkningsvärda drag. Rännilsmalmen är till sin form uppenbart bestämd av veckningar. Vid studiet av randningens förlopp inne i malmkroppen har det ibland varit möjligt att följa ett visst lager långa sträckor, och det har då framgått, att malmkroppens veckbestämda gränser motsvaras av betydande deformationer inne i den finskiktade massan. Man har dock ej anledning att tolka malmkroppen i dess helhet såsom ett starkt hopklämt, isoklinalt veck, utan man torde få uppfatta den såsom ett enkelt lager, vilket under veckningsrörelser blivit utsatt för genomgripande mäktighetsförskjutningar. Tolkningen av Rännilsmalmen såsom ett enkelt lager stödes också av den omständigheten, att byggnaden icke är symmetrisk — »Sidomalmen» återkommer icke på Rännilens sydöstra sida.

Det kan måhända synas långsökt att över huvud till diskussion upptaga den möjligheten, att Rännilsmalmen skulle utgöra ett hopklämt veck. Motiveringen ligger framförallt i det faktum, att till synes enkla malmkroppar av samma slags malm vid närmare undersökning hava befunnits uppvisa denna byggnad. I detta avseende hänvisas i första hand till den följande skildringen av Morbergsfältets huvudmalm (Flik-Semla-Örling). Ett annat skäl att granska denna möjlighet för Rännilsmalmens vidkommande ligger däruti, att den måste upptagas till behandling ifråga om Bondgruvedelen. Detta malmparti är påtagligen mycket starkt veckdeformerat, och det uppvisar flera drag som göra det ej orimligt, att det är att tolka såsom en av olika vecksystem utbildad synklinall malmpelare, i form av en i leptiten nedskjutande strut eller djup skål. Särskilt de egenartade inre veckformerna på c:a 180 m avv., med veckaxelstupningar lokalt om blott 12°, styrka en dylik tolkning. Detta alternativ skulle innebära, att malmkroppens djupgående sannolikt vore vida mindre än Rännilsmalmens. Den andra möjligheten åter är den, att Bondgruvedelen endast utgör en genom hopprensning framkallad väldig valk på Rännilsmalmens sida, med sannolikt ungefär samma utsträckning nedåt som den mera typiskt lagerformade malmen. Denna tolkning stödes av förhållandet mellan Bondgruve- och Rännilsmalmerna, åtminstone på omkring 170 m avv. Den passar ju också mycket bra ihop med malmkroppens allmänna läge: redan en blick på den geologiska kartan låter det ju framstå såsom sannolikt, att just här en hopskjutning av lagren ägt rum från NO, från granitsidan. Denna omständighet torde få tillmätas betydelse, ehuru utan tvivel en väsentlig del av veckningen försiggått tidigare (jfr s. 63) och de malmkroppen genomsättande granitgångarna äro yngre än småveckningen. Med hänsyn till vår bristfälliga kännedom om de geologiska förhållandena inom de övre, sedan länge utbrutna delarna av Bondgruvan kan man ej alldeles bestämt avgöra, vilketdera alternativet, som är det riktiga. Sannolikheten talar dock avgjort mest för det senare. Detta är uppenbarligen det med hänsyn till malmtillgångarnas storlek bästa alternativet. Osäkerheten i frågan manar dock till att iakttaga försiktighet vid beräkandet av det vidare djupgåendet hos det parti av fyndigheten, som här betecknats såsom Bondgruvedelen.

Den kvartsrandiga svartmalm, som på 140 m avv. träffats SO om Rännilsmalmens södra del, representerar troligen en »omstjärtning», som fortsätter mot St. Spettalsgruvan. Sistnämnda gruva, som tillhör annan ägare, är icke sammanbruten med Bondgruvesystemet, och har över huvud taget länge varit otillgänglig. Den är å tav. 1 och 2 angiven efter gruvkarta,¹ upprättad 1827 av S. G. von Zweigbergk och senast kompletterad 1868 av E. A. Dufva. Dess djup anges till c:a 90 m (290 fot). Av åtskilligt intresse är vidare den beskrivning, som åtföljer en äldre karta (1797) av Carl D. af Uhr.² Denna angiver växellagring av malm och »ställsten» samt antyder veckningar av stora mått genom att upprepade gånger tala om ställstenarnas »vridning» i väderstreck. Märk även att »malmen lagervis finnes uti berget med ställsten, och att progressionen deraf är, att där den mörka jern malmen infinner sig, är sådant alltid uti liggande väggen, räknadt ifrån Ställstens Lagret, hvilket här synes uti orten Lit. H fol. 2.³ där straxt innanföre ställstens klyften, Blodsten mött, och där densamma upphörde har den hetare malmen vidtagit». Det har ej varit möjligt att härav få fram några detaljer för kartbilden tavla 2. Förutom vad som anføres om mellanlagrande leptit (»ställsten») mellan olika malmlager bör beaktas talet om mörk järnmalm, tydligen avseende svartmalm, senare angiven såsom »den hetare malmen». Förmodligen avses härmed en svartmalm snarlik »Sidomalmen» i Bondgruvekomplexen.

Mossgruvekomplexen. Under denna beteckningen sammanfattas här de fyndigheter, som brutits i Kil-, Sandbacks-, Hästbäcks-, Pansar-,⁴ Moss- och Allmäningsgruvorna.

Vad man ovan jord kan se inom denna del av Risbergsfältet är ej mycket utöver vad som redan berörts i den allmänna översikten av fältet. I de gamla dagöppningarnas väggar finnes malm tillgänglig endast på ett

¹ Kommerskollegii Gruvkartekontor.

² Kommerskollegii Gruvkartekontor.

³ Orten går i riktning ONO från något N om mitten av gruvöppningens östra sida.

⁴ Pansargruvan omfattar en del av Mossgruvemalmen.

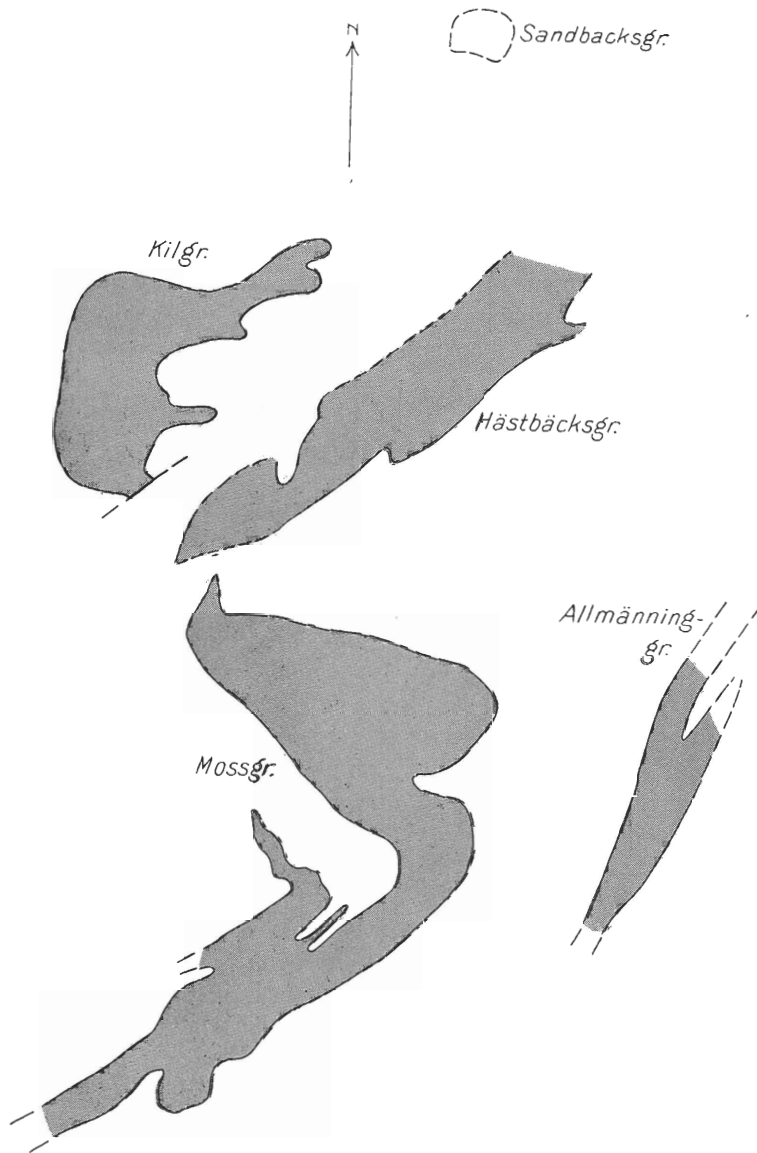


Fig. 37. Skiss över malmkroppar i Mossgruvan och angränsande delar av Risbergssället, å c:a 50 m avv. Känd malm grå ton. Skala 1 : 1,600. Efter gruvkartan. *Sketch map of ore bodies in Mossgruvan etc. (Risbergssället), about the 50 meters level. Ore shown in gray. Scale 1 : 1,600.*

fåtal ställen. Mellan Sandbacks- och Hästabäcksgruvorna finnes en bergkam kvar, som huvudsakligen består av flusspatkvartsit med kopparkis och magnetit. Denna zon svänger in i fältliggandet av Sandbacksgruvans malm, vilken närmast ovanpå är en delvis kvartsrandig, delvis starkt talkig svartmalm. Man jämföre förekomsten av talkig och flusspatrik svartmalm, delvis med kopparsulfider, i Bondgruvan.

Under jord hava gruvorna icke på senare år varit tillgängliga för undersökning. Emellertid förefinnes en uppenbarligen mycket omsorgsfullt upprättad gruvkarta över större delen av denna malmkomplex (Reinh. Dahlström, 1890). Även finnas rikliga uppgifter om malmens karaktär, analyser, o. s. v. En del malm har även kunnat studeras på upplag. Det framgår, att malmen på det hela taget är typisk Norbergs kvartsrandmalm, i regel blodsten men delvis svartmalm samt ofta granaträndig. En zon av talkig malm uppgives hava förekommit även inne i Allmänningsgruvans malmkropp. Smala leptitbankar skola enligt gruvkartebeskrivningen uppträda »i malmens mäktigare partier». Stora körtlar av gångkvarts hava icke varit sällsynta. Den enda eruptivgång, som veterligen berör någon av malmkropparna, är den smala gång av diabas, som är synlig i Allmänningsgruvans dagöppning (fig. 30, s. 75). Den i dagen i bergarterna så markerade stängligheten, med stupning omkring 55° mot SV, motsvaras enligt gruvkartan av en utpräglad fältstupning i samma riktning hos malmkropparna.

Fig. 37, uppgjord efter gruvkartan, illustrerar malmkropparnas form och lägen på en relativt väl känd

nivå. Den i gruvkartebeskrivningen framförda uppfattningen, att de olika malmkropparna ursprungligen utgjort delar av ett och samma kontinuerliga lager, synes ha all sannolikhet för sig.

Sandbacksgruvan skall enligt gruvkartan — som i denna punkt tydligen stöder sig på äldre data — utspetsa, tämligen rakt ned, redan på 44,5 m avv. I alla händelser är Kilgruvemalmen på denna nivå enligt kartan klart isolerad från Sandbacksmalmen. Mellan Kilgruve- och Hästbäcksmalmerna åter föreligger sannolikt en förkastning. Möjligen härstammar från denna en från Kilgruvan uppfordrad förkastningsbreccia, bestående av malmbrottstycken, vilka äro hopkittade av epidot, röd fältspat, kvarts, kalkspat och flusspat, delvis med »kokardbildning».

Även om förkastningar ställvis medverkat, synes dock uppdelningen på olika malmkroppar huvudsakligen hava bestämts av veckningsrörelser, varom sidostenens utpräglade stänglighet också ger anvisningar. Sandbacksgruvan erbjuder ett speciellt problem genom det måhända ringa djupgåendet. Därest nämligen malmkroppen ej fortsätter längre ned än gruvöppningen — vilket emellertid är oavgjort — kunde den tolkas såsom en grund synklinal på malmlagret. Troligast är dock, med hänsyn till fältets geologiska byggnad i övrigt, att även Sandbacksmalmens avskiljande härrör från den starkt lineärt betonade veckningsdeformationen.

Alla övriga gruvor äro drivna till större djup än Sandbacksgruvan: Hästbäcksgruvan till 118 m avv., Kil- och Allmäningsgruvorna till 132 m, Mossgruvan till 173 m. I ingen av dessa gruvor föreligger på de djupare nivåerna någon så utpräglad minskning i malmarean, att det definitiva utkilandet synes nära.

Norrbergsfältet.

Norrbergsfältet, som för kvartsrandmalm och närstående skarnig malm, består av två i det närmaste parallella malmstreck, med strykning nära S—N, nämligen Herrgruvestrecket i Ö och Tremänningsstrecket i V. I södra änden av fältet intaga vissa malmkroppar ett förmedlande läge mellan de båda markerade strecken. Fältet begränsas i SO av granit, tillhörande det östra urgranitmassivets randfacies. Malmerna genomsättas av enstaka gånger av urgranitporfyr samt av större sådana av amfibolit och diabas.

På samtliga nyss anförda delar av malmfältet finnas ett flertal äldre gruvöppningar upptagna. Dessa äro nu otillgängliga, och i många fall vattenfyllda. Nuvarande uppfordringsschakt är Bergenschölds schakt vid Herrgruvestreckets södra ände. Från detta är på 110 m avv. ort driven till och under Tremänningsstrecket, på vilket magasinbrytning påbörjats. Detta ortsystem berör även Herrgruvestrecket, i vilket emellertid icke finnas några större arbeten i fältriiktningen under 57 m avv. Förutom nyssnämnda ortsystem (fig. 38) hava under jord studerats de högre upp belägna delar av gruvan, som ligga närmast uppfordringsschaktet, ävensom Tremänningsmalmen i magasinsetagen. Herrgruvestrecket N om schaktet har däremot varit otillgängligt. Karta föreligger emellertid även över denna del (Th. Andrée, 1888). Över fältets nordligaste del (Israelsgruvan etc.) finnas inga kartuppgifter. Framställningen å tavla 2 är därför i denna del ren konstruktion.

Den malmerna åtföljande leptiten tillhör den jämnkorniga kalileptiten. Vanligen är den ljusgrå men stundom mörkare och då även kvartsrikare, mera glimmerskifferartad. Denna sistnämnda form synes, i den mån man kan döma efter det begränsade iakttagelsematerialet, huvudsakligen uppträda inom de delar av fältet, som ligga urgraniten närmast. Beträffande natronleptiten vid Israelsgruvan hänvisas till tidigare behandling (s. 12 och 14), likaså ifråga om den petrografiska karaktären hos urgraniten (s. 40) och den såsom urgranitporfyr tolkade intrusionen (s. 41). Granitens gräns mot malmen är alltid påfallande enkel. På 110 m avv. finnes på gränsen en kvartskörtelförande kloritsköl; troligen hava här rörelser försiggått efter intrusionen.

Amfibolit förekommer i dagen såsom en brantstående, fältets huvudstrykning översneddande gång, vilken skiljer från varandra Utmålsgruvans och G:la Nygruvans dagöppningar. Bergarten är där mycket lätt att igenkänna såsom amfibolit. I den artificiella belysningen under jord ställer sig saken mycket svårare; förväxling med en mörk leptit ligger nära till hands. Också saknas amfibolit på alla äldre kartor över detta fält.

På 110 m avv. genomgår transportorten en liknande amfibolitgång om 11 m bredd, förutom en smalare gren. På 45 m avv. kan samma gång konstateras, 9 m bred. Sambandet med den i dagen synliga gången är icke alldeles klart, men sannolikt.

På 110 m avv., där den bästa skärningen genom amfibolit föreligger, framträder kontrasten mot leptiten särskilt genom amfibolitens avsaknad av leptitens brantstående bankning. Amfiboliten genomdrages i stället av talrika, flackt liggande kvartsådror, med pyrit och någon kopparfärgning. Dess gränsszon mot malm är finkornigare — avkylningszonens mindre kornstorlek har sålunda överförts till den omkristalliserade formen — och visar påtaglig »fältstupningsvalkighet». Angående bergartens petrografiska egenskaper, se s. 45.

Diabasförekomsterna inom fältet tillhöra alla den kvartsförande typen (s. 74). De bilda ett system av

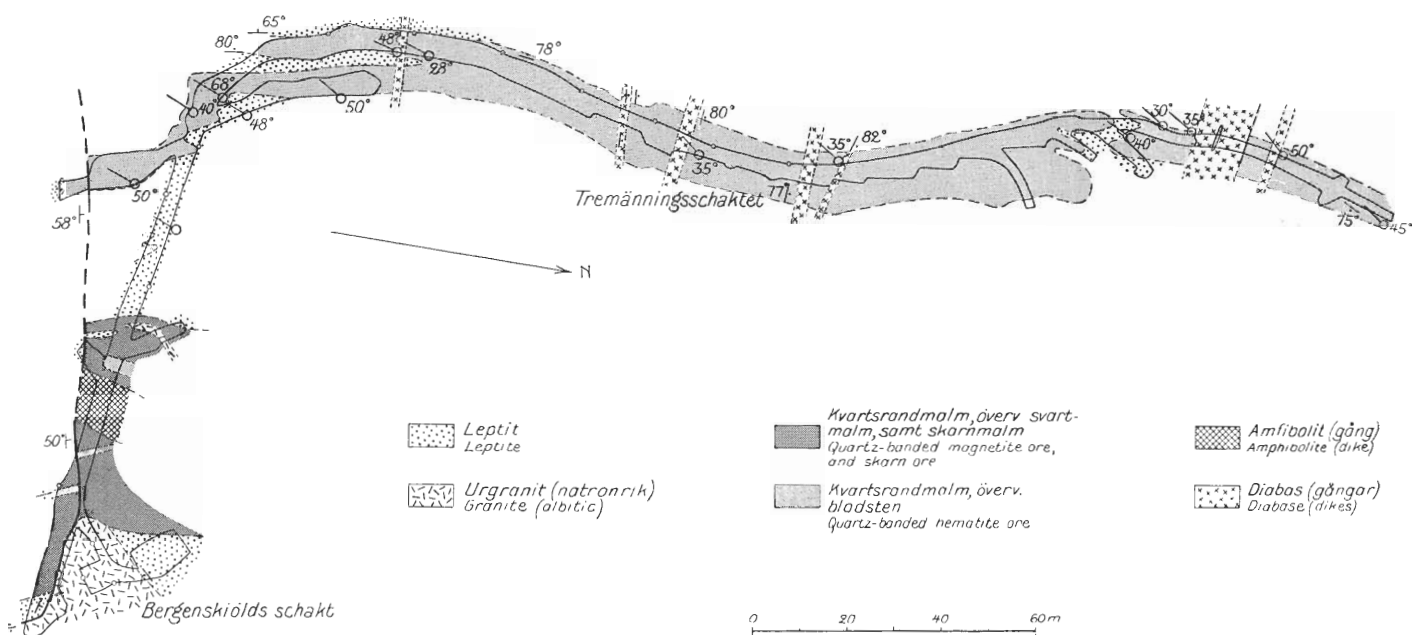


Fig. 38. Norrbergsfältet, plan å 110 m avv. Skala 1 : 1,600. Norrbergsfältet mine, 110 meters level. Scale 1 : 1,600.

approximativt parallella gångar, med strykning nästan vinkelrätt över malmstrecken och stupning brant mot N. Karakteristiska för stupningen äro de på 4 större gångar i Tremänningdelen uppmätta sidostupningarna, nämligen, från S mot N, resp. 80° N, 77° N, 82° N och 84° N. Gångarnas bredd uppgår vanligen till några meter.

Vad de inom fältet uppträdande malmernas karaktär beträffar, så är huvuddelen av Herrgruvestrecket känd endast genom begränsade blottningar i gruvan samt gruvkartan och några äldre uppgifter i annan form. Av allt att döma har malmen här i huvudsak varit en kvartsrandig svartmalm. Blodsten angives å gruvkartan inom en mindre del av en malmkropp. Även inom de nu tillgängliga sydligaste delarna av strecket förekommer kvartsrandig svartmalm i stor skala, och blodsten representeras blott av någon enstaka, i svartmalmen inlagrad bank. Till mycket stor del uppbyggas emellertid dessa malmkroppar av en skarnig, skiktad svartmalm. I allmänhet är denna en löskornig, karakteristiskt småknottrig malm med hög talkhalt och därav framkallad utpräglad lossnighet. Även amfibol framträder ibland väl synlig. Sålunda ses stora rosetter av gråbrun antofyllit uti en något kopparhaltig svartmalm, upplagd vid en gammal gruvöppning i streckets sydligaste del. Namnet »Bergenskiölds koppargruva» antyder, att kopparhalten icke varit alldeles obetydlig. Den skarniga malmen är tydligen i åtskilliga avseenden likartad med den i Bondgruvan uppträdande »Sidomalmen», samt med varianter av Långgruvans malm i Hästefältet.

Uti Tremänningstrecket ävensom i de närmast detsamma belägna malmkropparna i fältets södra del finnes endast normal kvartsrandmalm, huvudsakligen blodsten men även svartmalm. Liksom i övriga delar av Norrbergsfältet är granatens sällsynthet högst påfallande. I denna del av fältet är även aktinolit mycket underordnad. Den vanligaste malmtypen (jfr s. 28) är den fint kvartsrandiga; mindre allmänt uppträder grövre randning, stundom med gråroda kvartsränder, samt diffus »dubbelrandning». Strukturellt karakteriseras blodstenen än av kornighet, än av fjällighet. Den sistnämnda är en typisk kristallisationsskiffrighet. Från denna del av fältet torde även härstamma den blodsten med en avsevärd halt av jämnt fördelad flusspat i mikroskopiska korn, som träffats på malmupplaget. Beträffande uppträdandet av lokala rikmalmskoncentrationer, jfr s. 26 och 31.

Uti malmkropparna, framförallt i Tremänningstrecket, förekomma enstaka tunna leptitinlagringar. Under äldre tiders brytning hade man i Tremänninggruvan i flera fall uppfattat dylika leptitlager såsom representerande malmens definitiva sidogräns. Härav komma sig sådana övriga kringningar som att man senare, vid borning i den förmodade gråbergsväggen, efter ett par dm leptit passerade igenom en malmbredd av 6 m.

Malmkropparna visa regelbunden veckning, med axlar, som stupa mot SV med måttligt brant läge, 28°—50° i Tremänningstrecket, med omkr. 35° såsom det vanligaste, och 50° i de sydligare »mellanmalmerna». Dessa axelriktningar äro avlästa dels direkt på veck i malmen, dels och huvudsakligen på de med veckaxlarna parallella grova stänglar, som framträda i malmen, samt på grov »korrugering» av malmgränser. Någon mar-

kerad deformation av malmernas gränsytor synes i allmänhet icke ha ägt rum utöver dylik korrugering med en våglängd av upp till några dm.

Alla kända fakta rörande Norrbergsfältets byggnad angiva, att malmerna äro enkla lagerbildningar, vilka emellertid undergått vissa mäktighetsförskjutningar genom inre deformationer under veckningen. Mycket sannolikt, om också ej lika klart, är vidare, att de olika malmkropparna tillhöra samma nivå i lagerserien och sålunda utgöra ett enda lager, bortsett från de underordnade uppdelningar, som leptitinlagringarna innebära. Detta lager har emellertid under veckningen delvis, huvudsakligen i själva omböjningen i fältets södra del, sönderslitits och uppdelats i skilda kroppar.

En förkastning av viss betydelse genomsätter fältets södra delar, med strykning ungefär V—Ö och c:a 60° stupning mot N. Den är blottad flerstädes på 110 m avv., där den framkallat åtskillig olägenhet, bl. a. genom att förorsaka besvärande lossnighet i den talkiga malmen. Granit är där uppskjuten ett stycke på malm, varav framgår, att rörelsen haft karaktären av en överskjutning. Vertikalkomponenten kan dock ej närmare preciseras. Däremot kan man fastställa en horisontalförflyttning om c:a 7 m, varvid stycket ovanpå (N om) förkastningen förts västerut i förhållande till liggandet. Detta mått har erhållits genom en karakteristisk blodstensbanks lägen å ömse sidor om överskjutningsplanet på 110 m avv., och stämmer med vad gruvkartan angiver beträffande förkastningens inverkan i de övre delarna av gruvan. Påfallande är den starka krökningen, med samtidig ändring av stupningen, SO om Bergenschölds schakt på 110 m avv. (fig. 38).

Smörbergsfältet.

Smörbergsfältets gruvor äro alla sedan länge nedlagda, och man är för det geologiska bedömandet hänvisad till varp och ett fåtal hållar, varjämte vissa anvisningar kunna erhållas ur den magnetiska kartan.

Sidostenen är i allmänhet kalileptit, i regel jämnkornig och delvis tydligt skiktad. Ställvis övergår emellertid denna leptit till en brun eller mörkgrå glimmerskiffer, eller en till synes kvartsfri bergart av cordierit, antofyllit och biotit. Slutligen uppträder på ett ställe en metersbred bank av plagioklasleptit.

Uti fältets norra del ligger en mycket stor och hög skarnhäll, bestående huvudsakligen av grönskarn, såväl grov diopsid som aktinolit, men också med stora klumpar av brunt granatskarn och med körtlar av gångkvarts. Om malmen i den angränsande N:a Hackspikgruvan är intet bekant. Den åtkomliga delen av gruvöppningens vägg består emellertid av grönskarn.

Fältet i övrigt visar skarn och malm. Skarnet är i regel grönskarn, med de vanliga variationerna mellan diopsid och senare bildad aktinolit, den sistnämnda nog i regel övervägande. Granatskarn är sällsynt. Biotit-skarn ses också sparsamt. Magnetiten synes i regel uppträda såsom strimor i skarnet. Kalksten har icke påvisats.

Helt lokalt förekommer en egendomlig paragenes, representerad endast i S:a Hackspikgruvans varp och även där klart underordnad i förhållande till grönskarnet. Magnetit uppträder där tillsammans med vit tremolit, flusspat (ofta färglös), något norbergit, ett flertal ceriummineral (törnebohmit, cerit, ortit, bastnäsit), biotit och molybdenglans. Särskilt anmärkningsvärda äro stycken bestående av biotit, djupviolett flusspat och rikligt molybdenglans, ävensom ett decimeterstort stycke som huvudsakligen består av törnebohmit. Molybdenglans har iakttagits i påfallande mängd även på några andra ställen i Smörbergsfältet, men då i den normala skarnparagenesen.

Angående de tektoniska förhållandena i Smörbergsfältet kan endast sägas, att sidostupningen synes vara brant och fältstupningen sydvästlig med 45° à 50°, utom Ö om S:a Hackspikgruvan, där en observation visar nordöstlig riktning med 10° stupning. Av dessa fåtaliga data kan ingen tillfredsställande bild av lagerställningen erhållas. Därest Smörbergsfältets skarnhorisont är samhörig med den, som uppträder i Getbacks- och Röbergfälten, vilket synes troligt, måste man emellertid, med hänsyn till traktens stratigrafiska och tektoniska förhållanden i övrigt, uppfatta fältet såsom en komplicerad synklinal.

Getbacks- och Röbergfälten (skarnmalmen).

Översikt. Geologiskt sett synas skarnmalmsfyndigheterna i dessa båda fält kunna betraktas såsom en enhet, såtillvida att de allesamman tillhöra en åtminstone i det allra närmaste sammanhängande zon av skarn (huvudsakligen grönskarn), ställvis med kalkstensrester (tavla 2). Från Gullbergsgruvorna i NO kan zonen dels genom gruvor och hållar, dels genom magnetiska »påhåll» följas över Morgongåvan till Åsgruvorna, därifrån till Presidentgruvan, varefter den i markerad grad avsmalnar — kartbilden tavla 2 räknar därför t. o. m. med

avbrott i zonen — för att sedan åter svälla ut kring Framtäkt- och Pryssingsgruvorna. Här är den sydvästra spetsen; fortsättningen går sedan mot NNO till Östanmossa och vidare till gruvorna kring Fågeltäppan. I trakten N och NO om Fågeltäppan är emellertid förloppet oklart. Tydligt är blott, att mäktigheten måste vara jämförelsevis liten. Då detsamma är förhållandet vid Getbacksfältets ände NV om St. Gullbergsgruvan, är det möjligt, att det av de magnetiska förhållandena sannoliktgjorda avbrottet i skarnlagret helt enkelt kan bero på ett ursprungligt utkilande. Å andra sidan låter läget här, mitt för en markerad udde på urgranitmassivet, misstänka flera andra möjligheter: såväl direkt avklippning genom graniten som framförallt tektonisk avslitning på den i mekaniskt avseende starkt utsatta sträckan. Å tavla 2 har, med hänsyn till redan anförda data om lagrets mäktighet, avskärning genom graniten icke angivits.

Inom det av skarnzonen omslutna området anstår en oftast tunnbankad, jämnkornig kalileptit. Inlagringar av kvartsrandmalm, skarn, o. s. v. saknas där alldeles, utom i ett par fall i omedelbar anslutning till

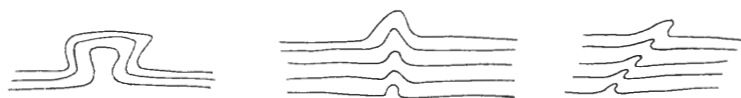


Fig. 39. Bockningsveck i tunnskiktad kalileptit; hållar vid Östanmossgruvan. *Local folding in finely stratified potash leptite; outcrops near Östanmossgruvan.*

skarnhorisonten. Vid Östanmossa framträda uti denna leptittyp egenartade veckningsföreteelser: skikten äro så att säga »bockade», med brantstående axlar (fig. 39). Denna deformation torde icke sammanhånga med veckningen i övrigt.

Utanför skarnzonen anstår överallt en kalileptit, som visserligen även den är jämnkornig och skiktad (ehuru ej så tunnbankad såsom ofta är fallet med den nyss skildrade), men som är mer eller mindre rik på inlagringar av blodstensmalm, vanligen med låg järnhalt, blodstens- eller epidot- och granatskarnskikt, o. s. v. På sträckan mellan Åsgruvan och Presidentgruvan synes ett ovanligt malmrikt bälte föreligga i denna skiktserie. De magnetiska kartorna visa nämligen en markerad attraktion, och de blottade hållarna, särskilt vid Åsgruvan, vittna om, att det rör sig om dylika inlagringar i leptiten. Bredden på den malmförande skiktserien är ungefär densamma vid Åsgruvan och vid Presidentgruvan, men är avsevärt reducerad vid Pryssingsgruvan. Utanför anstår i alla dessa fall en kvartsporfyrisk, icke skiktad, delvis glimmerskiffrig kalileptit. Även den skänkel av skarnlagret, som går från Pryssingsgruvan över Östanmossa mot Fågeltäppan, begränsas på yttre sidan av en liknande skiktserie. Bredden blir dock här större, och den kvartsporfyriska kalileptiten längre ut motsvaras delvis av andra bergarter (tavla 2). Här, V och NV om Östanmossa, är emellertid skarnhorisontens begränsning svår att fastställa. Där framgår nämligen en västligare parallell av väsentligen samma natur som det stora skarnlagret. Å kartorna har denna parallell antagits vara i jordytan fullständigt skild från det sistnämnda. Den kan tänkas vara en genom veckningen framkallad upprepning av detta, men det är också möjligt, att den representerar en annan nivå (man jämför i detta avseende den relativt malmrika zonen strax utanför skarnsträckan Åsgruvan—Presidentgruvan, vilken nyss påpekats). Vi återkomma till dessa frågor i samband med Östanmossafyndighetens tektonik. Vad angår det sist anförda alternativet, så kan särskilt betonas, att skarnbältet ifråga slutar just i den trakt, där övergångsstadier mellan skarn och kvartsrandmalm äro bäst representerade.

De enda delar av det stora skarnbältet, som förf. haft tillfälle att studera under jord, äro Åsgruvan och Östanmossa. I övrigt är man hänvisad till iakttagelser omkring de otillgängliga gruvöppningarna, ävensom varphögar. I ett par fall föreligga dock även gruvkartor.

Åsgruvan (tavla 3). Från Åsgruve schakt äro nu under jord och delvis även i dagbrott tillgängliga de delar av skarnlagret, på vilka de gamla Åsgruvorna varit upptagna.¹ Sålunda hava under jord studerats större delen av nivåerna 25 m, 85 m och 130 m avv. samt en del över dessa utfraktsnivåer belägna arbetsplatser. Dagbrotten, vilka avse såväl brytning av fyllnadsberg som malmfångst, hava också granskats.

Det av skarn, malm och kalksten sammansatta »fyndiga lagret» begränsas av jämnkornig, skiktad kalileptit. Särskilt karakteristisk är den nästan hälleflintartade, blekröda leptit med skåligt brott, som förekommer i uppföringsschaktet och en del angränsande orter. Utav de inlagringar av kvartsrandmalm, epidotskarn, granatskarn, m. m., som S om gruvan allmänt uppträda i leptiten, ser man i gruvans orter blott obetydligt. NV om skarnlagret förekomma hållar av den tunnbankade, glimmerskiffriga, från malm- och skarninlagringar fria leptit, som upptager det av skarnhorisonten omslutna området.

¹ »Lilla Åsgruvan», ett obetydligt gruvförsök beläget c:a 90 m SO om schaktet, är dock anlagd på ett blodstenslager.

Inemot skarnkroppens gränser övergår leptiten ofta till en kvartsitisk bergart. I dagbrotten är denna förändring dock ställvis helt obetydlig — inskränkt till en zon om några dm bredd — eller saknas alldeles. På ett ställe har leptiten konstaterats intill skarngränsen hålla en avsevärd biotit- och plagioklashalt, säkerligen till följd av reaktioner i gränzonen. På gruvans djupare nivåer åter kan man visserligen ställvis finna ordinär leptit ända fram till skarngränsen, men i regel uppträder där i stället en mörk kvartsit, vilken utåt successivt, vanligen efter 6 å 7 m, övergår i den normala leptiten. Kvartsiten består huvudsakligen av kvarts och biotit, vilken sistnämnda framkallar en viss skiffrighet; stundom håller den något flusspat. Där smala spetsar av leptit inveckats i skarnstocken, har omvandlingen ofta i stället resulterat i en mera glimmerrik biotitskiffer.

Det »fyndiga lagret» är böjt i relativt stora och jämnt rundade veck, vilka ställvis kunna spåras även inne i lagret. Anmärkningsvärd är en regelbundenhet i gränslinjens förlopp, som särskilt väl framträder å 85 m avv. Gränsen mellan lagret — evad detta består av skarn, malm eller kalksten — och den kvartsitomvandlade leptiten går nämligen i jämna bukter ut mot den sistnämnda, men i spetsiga uddar in mot lagret. Detta är, såsom Holmquist visat för andra fall (46), det normala förloppet för en veckdeformerad gräns mellan hårdare och mjukare element i berggrunden. Veckaxelställningen är flerstädes klart markerad, dels direkt, dels i form av stänglighet och mot denna approximativt vinkelräta tvärsprickor. Den är sydvästlig liksom i den skiktade leptiten S om Äsgruvan, men i allmänhet litet brantare än där, omkr. 50° till 60°.

Karbonatbergarten är dels kalksten, dels dolomit. Proportionerna kunna ej fixeras; möjligen överväger kalkstenen något. Den är jämförelsevis grovkristallin, i regel vit eller gråvit, stundom rödgul. Ibland ser man den rödgula formen såsom skikt växla med den andra, men stundom förekommer den såsom brottstycken i denna senare. Kalkspaten synes vara fri från isomorfa inblandningar. Dolomiten är rent vit, finkristallin. Enligt optisk bestämning utgöres den av ren dolomitspat.

Skarnet uppbygges huvudsakligen av diopsidisk pyroxen, aktinolit och andraditisk granat. Diopsiden är nästan vitaktigt grön, finkornig, utbildad i nära nog isometriska korn. Endast undantagsvis ser man en mera grovkristallin utbildning, i ända till dm-långa prismor. Redan färgen visar, att dess järnhalt måste vara låg. Diopsidskarnet förtränges i stor skala av en kraftigare grönfärgad strålsten — aktinolit — vanligen i finstänglig eller tovig utbildning. Grönskarn av diopsid och aktinolit utgör gruvans vanligaste skarnform. Det är ej möjligt att avgöra, vilkendera av dem, som överväger. Troligen äro kvantiteterna ganska nära jämförliga. Undantagsvis ses en nästan vit tremolit i aktinolitens ställe. Dylik tremolit träffas, tillsammans med kondrodit och magnetit, också fläckvis i kalkstenen.

Granaten är i regel brun, i de färgtoner, som pläga vara vanliga i andraditskarn. Redan skarnets allmänna kemiska karaktär angiver, att granaten måste till sin sammansättning väsentligen vara andradit. Bekräftelse och närmare data hava erhållits genom Lindroths analys (60, jfr även ovan s. 35). Det bruna granatskarnet är i allmänhet alldeles massivt, så att inga skilda kristallkorn kunna urskiljas. Egendomligt nog kan man dock undantagsvis påträffa ett skarn, som tydligt visar uppbyggnad av enkelt konturerade korn, växlande i storlek från ett par mm till flera cm. Kornigheten framträder på grund av en ovanligt tydlig spaltbarhet. Jämte denna ordinära form av granatskarn förekommer inom vissa delar av fyndigheten en annan, mera rödbrun till färgen och med ett gångformigt uppträdande (jfr nedan).

Beträffande fördelningen av kalksten (inkl. dolomit) och olika skarnvarieteter gäller följande: Även om man här och var påträffar smärre skarnfläckar i kalkstenen, eller något kalkstensparti inneslutet i skarn, är det dock på det hela taget påfallande, hurusom fördelningen av å ena sidan kalksten, å den andra skarn och malm, är i stora enheter. Särskilt belysande i detta avseende äro förhållandena på 130 m avv., där kalksten påvisats i vida större utsträckning än på de högre nivåerna (tavla 3, bild 3). Vad de olika skarnarternas inbördes fördelning beträffar, så äro de båda grönskarnsformerna — diopsid och aktinolit — alltför intimt blandade, för att några större drag skulle kunna urskiljas. Just i gränzonen mot angränsande kvartsit eller leptit, där tydligen ett visst substansutbyte ägt rum, förekomma mörkt hornblände, epidot och biotit. I de egentliga skarnmassorna däremot ingå icke dessa mineral. Granatskarn träffas i fyndighetens översta delar i avsevärd skala, men huvudsakligen inom ett relativt begränsat område av skarnstocken. Ett möjligen motsvarande parti är blottat å 85 m avv. På ett par ställen uppträder brunröd granat såsom en bård på gränsen mellan grönskarn och kalksten.

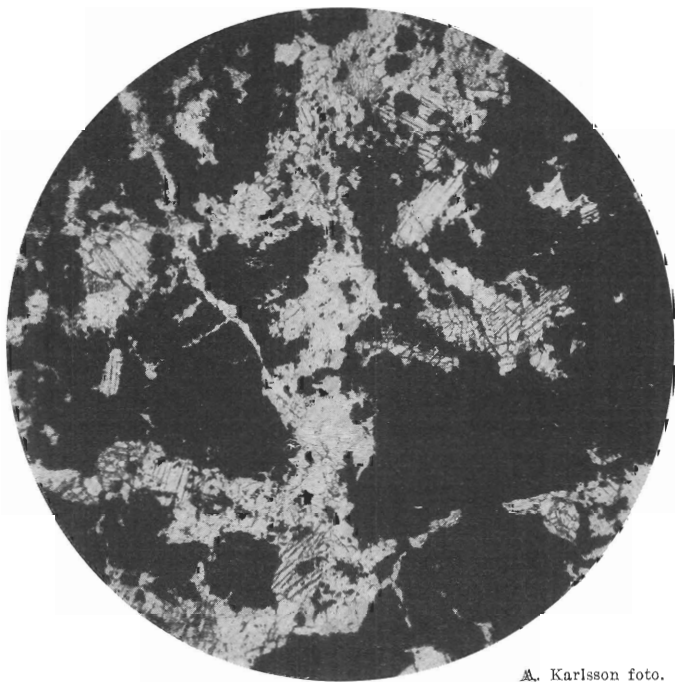
Vidare märkas de egenartade granatskarngångarna, vilkas existens redan förut berörts. Sådana uppträda flerstädes i gruvan, men de hava varit talrikast — och samtidigt bäst åtkomliga för undersökningar — inom det östligaste dagbrottets område. De framträda där såsom gångmassor av vanligtvis några dm tjocklek, icke alldeles skarpt begränsade mot omgivande grönskarn eller malm, samt inbördes i det närmaste parallella, löpande i en riktning, som står approximativt vinkelrätt mot veckaxelstupningen. De bestå

vanligen i huvudsak av rödbrun granat i grovkristallina massor, uti vilka en kornstorlek om flera cm är ordinär och upp till 2 dm förekommer. Fin zonalbandning av olika bruna färger är vanlig i granaten, och låter kornstorleken framträda även i därba massor. Mellan granatkristallerna ligger pyrit — dessa gångar äro vida mera kisrika än de vanliga skarnformerna — stundom även något kopparkis. Andra variationer äro mera massiva, eller innehålla epidot och kvarts, i vilket fall granaten gärna representeras av välutbildade smärre kristaller. Magnetit kan förekomma, i grov- eller finkristallina fläckar. Molybdenglans, som också ses i grönskarn, förekommer ibland. Slutligen är denna paragenes hemorten för scheeliten i Åsgruvan. Tidigare har endast ett av K. Johansson gjort fynd varit bekant. Enligt stuff på Riksmuseet sitter scheeliten i detta fall i ett parallellstängligt aggregat av aktinolit, varav föga upplysning kan hämtas rörande mineralets paragenetiska ställning. Det har emellertid nu visat sig, att mineralet är vanligt i granatskarngångarna, där det, i form av ända till 4 cm stora kristaller, sitter invuxet i granat eller i kvarts. Även har det i flera fall träffats i typiskt grönskarn med malm. Detta sistnämnda förekomstsätt synes dock vara inskränkt till granatskarngångarnas närhet.

Slutligen kunna i anslutning till skarnmineralen i vanlig mening även anföras de sparsamt uppträdande *ceriummineralen*. Ljusbrun magnesiumortit har träffats på flera ställen i kalksten och kalkmalm på 130 m avv., bl. a. i form av en klump om 2 dm längd. På ett ställe åtföljes ortiten av tremolit, kondrodit och mikroskopiskt påvisbar cerit. En mörk, gångliknande rand uti kalksten, minst 5 m lång och intill 15 cm tjock, består av liknande ortit i jämn blandning med magnetit, mycket finstrålig tremolit, serpentin, violett flusspat, m. m. Ortitmineralet har också konstaterats vara en allmänt spridd beståndsdel i aktinolitskarnmalmen, dock endast i för blotta ögat ej skönjbara korn.

Malmen tillhör huvudsakligen grönskarnet. Blott i undantagsfall ses några fläckar i granatskarn. Karakteristisk är fattigdomen på malm i granatskarnet å 85 m avv., under det att omgivande grönskarnmassa i stor skala är malmförande.¹ Utav kalkmalm har icke i Åsgruvan påträffats annat än ett obetydligt parti på 130 m avv. (tavla 3, bild 3).

Malmen i grönskarnet är karakteristiskt småfläckig. Större, alldeles rena ansamlingar av magnetit förekomma icke. Granskning av ett större upplag av utskrädd styckemalm, med en styckestorlek ungefär omkring 1 till 1.5 dm, visade icke en enda bit, i vilken ej skarnfläckar kunde iakttagas redan med blotta ögat. Delvis bildar magnetiten rena klumpar om upp till några få cm³ volym, delvis större, något skarnblandade fläckar. De rena magnetitaggregaten kunna vara blanka i brottet, och visa då mycket ofta ett slags klyvbarhet efter ett flackliggande plan. Ett tak av sådan skarnmalm kan därför visa magnetitfläckar med alldeles jämna, genomgångsliknande ytor, den ena fläckens fullt parallell med den andras, under det att skarnmassan emellan dem icke visar någon som helst motsvarighet till detta. I andra fall är magnetiten tydligt finkristallin, järnsvart. Såsom redan förut skildrats (s. 33), utgöres en mycket stor del av fyndighetens malm — troligen det mesta — av magnetit som är pseudomorf efter järnglans. Dit höra alla undersökta prov av den blanka malmen ävensom åtminstone en del av den övriga. Också den stundom förekommande fint randiga malmen innehåller samma slags malmmineral (s. 34). Fördelningen av olika magnetittyper på de båda slagen av grönskarn är icke alldeles tydlig. Den blanka malmen synes dock företrädesvis finnas i diopsidskarn. Typiska magnetitpseudomorfoser efter järnglans hava emellertid påvisats även i sådan malm, vars skarnmineral varit aktinolit. Slutligen kan i detta sammanhang böra påpekas, att aktinoliten ibland ses åderformigt genomsätta malmklumparna.



A. Karlsson foto.

Fig. 40. Skarnmalm, Åsgruvan. Slipprov, $\times 20$ vanl. ljus. Fördelningen av magnetit (svart) i skarnsilikat (diopsid och aktinolit, vita). Skarn ore, Åsgruvan. Thin section, $\times 20$, ord. light. Magnetite (black), diopside and actinolite (white).

¹ Här föreligger sålunda en bestämd skillnad mot förhållandet i Storgruveskarnet i Persberg, där enl. Magnusson (64) malmkoncentrationer särskilt utmärka just de granatrikaste skarnpartierna.

Vid jordytan visar Åsgruvemalmen en obetydlig, men i färgen framträdande nybildning av maghemit (s. 33).

Svavelkis (pyrit) förekommer här och var uti grönskarnsmalmen i avsevärd mängd, antingen såsom sprickfyllnader eller impregnation. Stora delar av malmkropparna äro dock tämligen fria från dylika inblandningar. Granatgångarnas höga kishalt har redan omnämnts.

Såsom ofta fallet är i skarnmalmer, innebär ordet *m a l m k r o p p* för detta fälts vidkommande knappast något geologiskt begrepp, utan enbart ett ekonomiskt och tekniskt sådant. Gränsen för vad som kan uttagas såsom malm är sålunda icke i geologiskt hänseende markerad, kanske ej ens genom något mera påfallande språng i proportionen mellan magnetit och skarnmineral. Detta gäller i lika hög grad den nuvarande brytningen, då all malm avses för anrikning, som det gällde tidigare skedens brytning av styckemalm. Gränsen får bestämmas av ekonomiska synpunkter, modifierade av sådana tekniska faktorer, som kunna ligga i den tillämpade brytningsmetodens anpassningsmöjligheter. Den metod, som länge tillämpats, har varit takbrytning med igensättning, genom vilken man kunnat relativt smidigt följa malmens förändringar. På senare tid har även magasinsbrytning kommit till användning (över 85 m avv.).

Inom Åsgruvekomplexen hava från nära dagen mot djupet följts två större malmpartier, det ena i St. Åsgruvans område (till större delen emellan de båda här senare upptagna dagbrotten), det andra i sydöstra delen av V:a Åsgruvan. Mot djupet, redan på c:a 65 m avv., hava dessa partier sammanbrutits. Malmkoncentrationerna i gruvans östligare delar synas visa större ojämnheter och oregelbundenhet.

Påfallande är den stora mängd av ren kalksten och dolomit, som är påvisad å 130 m avv., även i direkt anslutning till den största malmkoncentrationen, och som följts upp till c:a 100 m avv. Man får dock icke utan vidare taga detta såsom något tecken på, att skarn och malm även i övrigt skulle avtaga nedåt i fyndigheten.

För ett bedömande av utsikterna på större djup beträffande en fyndighet av detta slag är det nödvändigt att icke enbart känna de hittills påvisade malmkoncentrationerna utan även formen och ställningen på det fyndiga lagret i dess helhet. Detaljerna i detta avseende äro ej i tillfredsställande grad kända för Åsgruvans vidkommande. Beträffande sammanhangen i stort kan man däremot konstatera stor sannolikhet för den tolkningen, att det fyndiga lagret härstädes tillhör den ena skänkeln av en synklinal, vars andra skänkel representeras av bl. a. Östanmossafyndigheten. Om så är, kan man tydligen räkna med en stor djuputsträckning av det fyndiga lagret. Uppsökandet av brytvärda malmpartier kan likväl tänkas bliva en vanskelig uppgift, därest de nu bearbetade en gång skulle utgå.

E r u p t i v g å n g a r. Åsgruvekomplexen genomsättes av ett flertal amfibolitgångar, av vilka somliga äro berörda av skarnbildningen, men andra distinkt yngre (jfr s. 45). Längst åt NO på 130 m avv. har träffats en liten gång av diabas.

F ö r k a s t n i n g a r. Ett par relativt flacka och starkt vattenförande släppor genomdraga fyndigheten, men synas icke hava förorsakat några nämnvärda förskjutningar. Däremot finnes i schaktorten på 85 m avv. en mycket flack, starkt vågig släppa, på vilken en förskjutning om några meters belopp har ägt rum. Rörelsen, som är yngre än de yngsta amfibolitgångarna, har sannolikt skett i den riktningen, att stycket öfver släppan förts mot SV. Vid kombination av malmgränslägen el. dyl. på olika nivåer, i och för bedömning av fältstupningen, kan denna förkastning inverka missledande, om den icke tages med i räkningen.

Getbacksfältets nordöstra del (tavla 2). Att döma av varp har Morgongåvan haft samma karaktär som Åsgruvorna. Vid L:a Gullbergsgruvan har blott setts en hög av aktinolitskarn och malm. Intill St. Gullbergsgruvan ligga varp med grönskarn, granatskarn och malm, troligen från schaktet V om den stora, i huvudsak igenfyllda dagöppningen. Därstädes förekommer även skarn som är kvartsrikt och innehåller rödbrun granat. Detta står troligen i samband med granitens närhet. Samma sak gäller om den rikliga förekomsten av kvartsångar, delvis med flusspat, i leptiten strax N härom.

Skarnhorisonten söder om Åsgruvan-Östanmossa. Sydväst om Åsgruvan utbreder sig en lerslätt utan några hållar, omkring Röbergsgården. Att döma av den magnetiska kartan fortsätter emellertid skarnlagret tämligen rakt över detta område till Presidentgruvan. Denna gruvans område visar i dagen huvudsakligen ett fyllt grönt aktinolitskarn, delvis med skiktning; förskiffrade zoner äro glimmerrika. Kalksten, som enligt gruvkarta över ett schakt längst i NO¹ uppträtt såsom en brantstående bank i skarnet, finnes också representerad uti varpen. Mycket litet malm kvarligger på gruvbacken. Enligt en muntlig tradition skall även något kopparmalm ha träffats i schaktet.

¹ Karta av P. Wilson 1885, schaktets djup 21 m, endast obetydligt arbete i fält.

Vidare mot SV, på västra sidan om landsvägen, avsmalnar skarnzonen hastigt. Den pekar där emellertid rakt på Framtåktsgruvans grupp av gruvhål och hållar, c:a 180 m därifrån.¹ Sambandet antydes även av den magnetiska kartan. Framtåktsgruppens skarn är mest aktinolit. Lokalt ses dock även ljus tremolit. Enligt Peterssens karta (74) skall även kalksten hava observerats där. Vid Pryssingsgruvorna är endast litet varp att se. Enligt denna är skarnet att beteckna såsom tremolit; om malmen kan intet omdöme avgivas.

Mellan Pryssingsgruvorna och Östanmossgruvan är zonen malmfattig. I den stora hällen c:a 60 m NV om Framtåktsgruvan (tavla 2) visar skarnet skiktning av diopsid- och aktinolitskarn; även andraditskarn uppträder i stora stripor, men mycket litet malm. Veckning framträder. Närmare Östanmossa förekommer aktinolit-, tremolit- och granatskarn, stundom även epidot, och litet malm.

Östanmossgruvan. Denna gruva är numera nedlagd. Länshållningen avbröts år 1931. Då hade emellertid redan under årtionden gruvans djupaste nivåer, från schaktbotten (114.9 m avv.) upp till c:a 60 m avv., stått under vatten, och arbete pågått huvudsakligen å 25 m avv. samt i dagbrott. Fyndigheten är av ett betydande geologiskt intresse, såväl genom sina mineralparageneser som ur tektonisk synpunkt. Den praktiska betydelsen av den tektoniska tolkningen sträcker sig utöver gruvans gränser och motiverar en jämförelsevis utförlig framställning.

De geologiska huvuddragen äro desamma som i Åsgruvan. Den till skarnstocken angränsande kalileptiten är även här invid kontakten i någon utsträckning omvandlad till kvartsit.

Skarnet visar i Östanmossa samma variationer som i Åsgruvan, sålunda diopsid-, granat- och aktinolitskarn, ävensom tremolitskarn. Granatskarnet, av grönbrun färg, är även här underordnat. Aktinolit-skarnet dominerar i hög grad, i det att diopsiden för det mesta endast träffas såsom mikroskopiska rester i amfibolmassan. Aktinolitens färg är ganska skiftande, uppenbarligen beroende på växlingar i proportionen mellan Mg och Fe. Ett ljust, nästan grågrönt, finstråligt eller fint filtigt skarn, ofta skiffrigt, är vanligast, men mörkgrön aktinolit har också stor utbredning. Därjämte finnes mycket tremolitskarn, av nästan vit eller svagt gulbrun färg, gärna i radialstråliga aggregat. En flogopitartad glimmer är ofta associerad med tremoliten, likaså humitmineralen (jfr nedan).

Kalkstenen i Östanmossa är dels gråvit eller rödgul, grovkristallin, dels finkornig, vit. Den sistnämnda är tydligen en dolomit. Den grövre formen åter synes i regel bestå av ren kalkspat. Helt undantagsvis synes en liten halt av MnCO_3 ingå (jfr s. 22). I dolomiten ses mycket ofta en vacker ofikalcitutbildning. I allmänhet är humitmineralet bevarat i friskt tillstånd, med gråbrun färg. Klinohumit har identifierats, men ganska säkert förekommer även kondrodit. I en del fall äro hithörande mineral helt eller delvis serpentiniserade. Beträffande paragenesen må framhållas, att vissa gångformiga zoner av ofikalcit ibland åtföljas av magnetit, i analogi med vad som konstaterats i Malmkärrgruvan (s. 70). Vidare har ett humitmineral iakttagits gångformigt genomsätta tremolitskarn, motsvarande norbergitens förekomstsätt i Johannagruvan (s. 83). Slutligen är att erinra om den egenartade paragenesen med ceriummineral och norbergit, som redan utförligt behandlats i en särskild beskrivning (27). Till denna skildring kan tilläggas, att den på magnesiumortit rika ävensom ceritförande zonen å 47 m avv. senare befunnits även innehålla ganska rikligt av norbergit; sambandet mellan norbergiten och ceriumföreningarna är sålunda bekräftat. Även hava ytterligare belägg erhållits för det redan förut (fig. 15, s. 36) kända sambandet mellan dessa mineral och tremoliten. Ordinär ortit har påvisats dels i kalkspatådror i ceriumparagenesen, dels såsom spridda korn i aktinolitskarn och malm.

Ingen motsvarighet till Åsgruvans granatskarngångar har påträffats i Östanmossa.

Östanmossa synes snarast innehålla mindre kis än Åsgruvan. Den pyrit, som uppträder där, sitter till ej oväsentlig del i karbonatbergarten, någon gång tillsammans med flusspat. Kopparkis, som förekommer på jämförligt sätt, synes uppträda i proportionsvis större mängd än i Åsgruvan, men dess kvantitet är i alla händelser ringa och förekomsten blott helt lokal. Östanmossa skall visserligen ursprungligen hava upptagits som koppargruva, men det är tydligt, att huvudmassan av fyndigheten är fullständigt fri från kopparmineral. Med kopparkisen har vismutglans påträffats såsom stor sällsynthet. Molybdenglans ses här och var i skarnet, men aldrig i någon större mängd.

Malmen i Östanmossa tillhör företrädesvis aktinolitskarnet. Magnetitens fördelning är ungefär densamma som i Åsgruvan, inkl. en stundom uppträdande bandning av knappt centimetertjocklek. De för Åsgruvan karakteristiska blanka magnetitklumparna sakna dock full motsvarighet i Östanmossa. Den magnetitform, som är pseudomorf efter järnglans, synes här vara mera underordnad. Kalkmalm har träffats på ett par ställen. Det bästa exemplet har studerats i fyndighetens nordvästra del på 47 m avv., där relativt samlad mag-

¹ Peterssens karta (74, tavla 4) har även ett par skarnobservationer däremellan, vilka ej nu återfunnits. Möjligen har det varit fråga om hållar i åkerdiken.

netitmalm, åtföljd blott av litet tremolit o. dyl., omgives av dolomit och ses skära över skiktrandningen i den samma.

Fördelningen av skarn (med skarnmalm) och kalksten är rätt regelbunden. Sålunda uppträder karbonatbergarten ofta i form av plattor, någorlunda i konformitet med allmänna lagerställningen, vilket här innebär, att de stå i det närmaste vertikalt. Vad åter angår malmens fördelning inom skarnet, så framträder alldeles otvivelaktigt en viss tendens i liknande riktning. Lokala oregelbundenheter genom »utspädning» med skarnsilikat beslöja dock detta förhållande, och de komplicerade veckningar, som kunna spåras i skarnstockens yttre form, hava säkerligen även de bidragit till att giva fyndigheten en ganska nyckfull karaktär. Man torde för övrigt tidigare icke hava räknat med de riktlinjer i avseende på malmfördelningen, som kunna utläsas ur fältstupningsriktningarna, och har på så sätt kommit till en mera oregelbunden bild, än vad verkligheten erbjöd.

Inom fyndighetens övre delar framträda i malmfördelningen två paralleller, vilka dock uti dagbrottet förenas på mitten. Mellan dem uppträder mot båda ändarna leptit. Formen ifråga, schematiskt framställd i

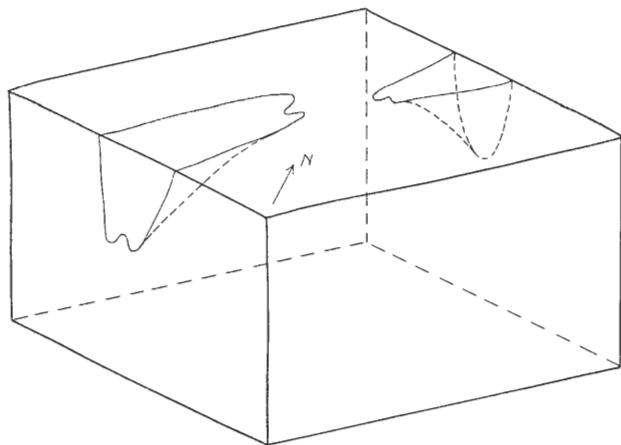


Fig. 41. Schematiskt stereogram, visande leptitsynklinalens läge i skarn-malm-kalksten-kroppen, Östanmossgruvan. *Schematic stereogram, illustrating position of leptite syncline in the body of skarn, ore, and limestone, Östanmossa.*

fig. 41, står påtagligen i samband med veckaxelförhållandena. I den nordöstra grenen av fyndigheten har i dagbrottet konstaterats en otydlig »fältstupningsvalkighet» med 30° à 40° stupning mot NO. Enligt å gruvkartan angivna borrhålsresultat har den leptitbank, vilken i dagen i NO skiljer de båda parallellerna åt, redan på c:a 47 m avv. befunnits utkilad. Som den icke träffats på större djup längre åt SV, måste den fältstupa mot NO, i överensstämmelse med den av valkigheten antydda tektoniken. Åt andra sidan finner man, i »Handskens» arbetsrum å 25 m avv., i stället en sydvästlig fältstupning om c:a 40° indicerad. Däremellan finnes blott en enda observation. Denna är om 5° à 10° NO, och antyder sålunda, att omslaget från nordöstlig till sydvästlig stupning sker genom ett horisontalläge. I fullkomlig överensstämmelse med denna uppfattning av veckaxellställningen står det förhållandet, att talrika inveckade spetsar av leptitbergart uppträda mot SV i skarnkroppen.¹

Emellertid har, enligt gruvkartan, malmfördelningen inom gruvans sydvästliga del på större djup framgått på sådant sätt, att en nordöstlig fältstupning i stället syntes sannolik. Vid en granskning av gruvans sydvästligaste delar på 56 och 47 m avv., som före länshållandets avbrytande företogs av bergsingenjör R. Westerlund och förf., befanns det emellertid, att i varje fall

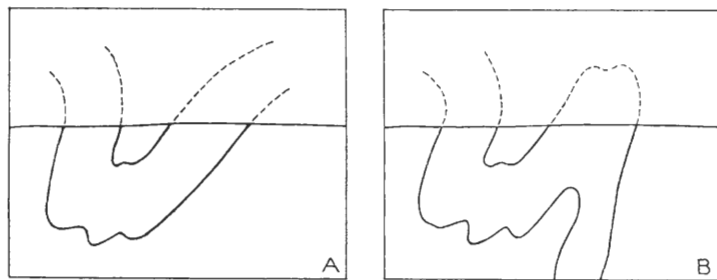


Fig. 42. Profiler i NV—SO genom Östanmossgruvan, visande alternativa tolkningar av tektoniken. Jfr texten. *Sections in N.W.—S.E. through Östanmossa, illustrating alternative interpretations of structure (B being regarded as the more probable situation).*

den östligare parallellen hade jämförelsevis rik malm kvarstående i sydvästra gaveln, och att malmfördelningen sålunda icke kunde anses markera någon fältstupning mot NO. I stället påträffades en leptitskiva i sådant läge, som passar ihop med den antagna fältstupningen mot SV. Tydligt har gruvbrytningens upphörande mot SV icke berott därpå, att något fälthängande påträffats. Möjligen kan någon mindre betydande försämring i malmens kvalitet hava varit bestämmande.

Östanmossa kan tydligen uppfattas såsom en dubbel eller ännu mera komplicerad

synklinal, vilken översneddas av en tröskel i det storvågiga vecksystemet. Denna tröskel innebär, att leptitkölen, som återfinnes å ömse sidor, här i hela sitt djup lyfts upp över den nuvarande jordytans plan (jfr fig. 41). En sammansatt synklinalbyggnad anges även av den tydligt synklinala veckformen hos en större kalkstensmassa uti dagbrottet.

¹ På grund av sin mörka färg hava dessa delvis till kvartsit omvandlade spetsar förr i somliga fall blivit uppfattade såsom varianter av skarnet och därför icke blivit urskilda på gruvkartan.

I och för sig tillåta emellertid de konstaterade tektoniska förhållandena flera olika tolkningar i vad som rör de större sammanhangen. Man jämföre de olika bilderna i fig. 42. Såsom redan förut framhållits, göra dock relationerna i stort inom Röbergs- och Getbacksfälten det mest sannolikt, att Östanmossa ligger på den nordvästra skänkeln av den i en stor synklinall veckade skarnhorisonten. Detta fall motsvaras av fig. 42 B. I övrigt åstadkomma emellertid interferens mellan »längsveckningen» i strykning SV—NO (exemplifierad av Östanmossas synklinoriekaraktär) å ena sidan, och den här mycket oregelbundet översneddande »tvärveckningen» å den andra, att ifråga om detaljer kombinationerna i horisontalplanet delvis kunna bli mycket osäkra.

Den skarnzon, som N om Östanmossgruvan framgår ungefär parallellt med skarnbältet Östanmossa-Fågeltäppan, kan möjligen representera en ny nedveckning av samma lager som Östanmossa, i form av en smal synklinalköl. Möjligheten, att den utgör ett självständigt lager, måste dock också räknas med.

Tektoniken i Östanmossatrakten visar i sina kända fakta, och därför även i sina återstående problems aspekt, påfallande likheter med vad som möter oss i Klackbergsfältet (jfr s. 136).

Då Östanmossas djupare delar äro mycket ofullständigt kända med avseende på malmfördelningen och malmhalten i skarnet, kan man icke våga något bestämt omdöme rörande utsikterna för en framtida renässans av gruvdriften därstädes. Av allt att döma är emellertid Östanmossa den plats inom det centrala Norrbergsområdet — området för kartan tavla 2 — där man har bästa utsikten att finna nya möjligheter till skarnmalmsbrytning, för den händelse att Åsgruvan och Getbacksfältet i övrigt i en framtid skulle bli utbrutna. Jfr även s. 150.

Kvartsrandmalmer i Morbergssfälten och angränsande områden.

Här avsedda område har, geologiskt sett, rätt klart framträdande gränser. Det upptages av skiktad kalileptit, med inlagringar av kvartsrandmalm och något skarn. I NO framträder även en zon av glimmerskiffer. I Ö begränsas området av det skarnbälte, i vilket Östanmossafyndigheten ligger, av Norrbergssfältet samt längre norrut av urgraniten. I V åter bildas dess gräns av en praktiskt taget malmfri komplex av kvartsporfyriska leptiter, såväl kali- som natronformer, samt cordieritglimmerskiffer. Norrbergssfältet skulle kunna räknas med till området ifråga, med hänsyn såväl till dess uppbyggnad som till sannolikheten, att det till sin stratigrafiska ställning är fullt jämförligt. Den rätt markerade tektoniska skillnaden motiverar dock att, såsom här ovan skett, behandla Norrbergssfältet för sig.

För beskrivningen uppdelas området lämpligen i följande underavdelningar:

Trakten NV om Östanmossa (Röbergsfältets västligaste del), inkl. Assessorskangruppen.

Gamla Morbergssfältet, öster om glimmerskifferzonen.

Östra sidan av Nya Morbergssfältet och av Kallmorbergssfältet.

Zonen V om glimmerskifferbältet (Hedbergsgruvorna-Kallmora Silvergruva).

Trakten NV om Östanmossgruvan, inkl. Assessorskangruppen (tavla 2).

Inom ett avstånd av c:a 400 m nordvästut från Östanmossgruvan innehåller leptiten talrika, men vanligen helt smala inlagringar av kvartsrandig blodsten. Bredden torde endast i några få fall uppgå till ett par meter. Malmens form visar ofta ett påtagligt inflytande av den veckning, som även synes ha influerat den malmförande leptitens gräns mot den kvartsporfyriska kalileptiten.

Ett särskilt intresse knyter sig till det stråk av manganhaltiga torrstenar, som i söder går fram just i områdets västra gräns, med fyndigheterna Assessorskan och Unga Assessorskan (NO om föreg.), ävensom obetydliga paralleller Ö om dessa. Vad man under senaste decennier kunnat se av dessa fyndigheter är icke mycket, i det att gruvorna stå vattenfyllda. Att döma av kvarliggande varp samt obetydliga blottningar innehåller malmen ganska mycket leptitinlagringar. Den på Peterssons karta (74, tavla 4) angivna utbredningen av malmen, med en area jämförlig med Bondgruvans och vida överträffande den, som på samma karta tillmätts Norrbergssfältet, torde därför vara missledande.

Assessorskangruppens geologi har behandlats av Lindroth (58), på basis av ungefärligen samma blottningar, som varit åtkomliga senare, under förf:s fältarbeten. Såsom redan ovan skildrats, har den fattigare malmen en utpräglad brecciekaraktär, så att kantiga stycken av ren leptit ligga i en malmrik mellanmassa. Denna blandning har, om också med någon tvekan, tolkats såsom en grovklastisk tuffavlagring, med impregnation av malmsubstans (s. 17).

Någon typisk kvartsrandmalm har icke nu iakttagits vid Assessorskangruppen. Troligen har sådan ej förekommit, utan i stället silikaträndning. All på senare tid åtkomlig malm har varit av impregnationstyp, om också ibland såsom sådan relativt rik. Huvudmineralet är järnglans. Manganhalten sitter sannolikt helt

och hållet i silikatmineral, i alla händelser gäller detta det allra mesta utav densamma. Redan för blotta ögat framträder rodonit i form av små gångar, såsom ofta ses i manganrika torrstenar. Under mikroskopet märkes, utom mycket rodonit, även gul granat och en i slippöv gul pyroxen. Granat från Assessorskan har analyserats av Lindroth (60), som fann den vara en något manganhaltig andradit.

Till belysande av malmens sammansättning anföras här ett antal analyser från Unga Assessorskan, som meddelats av Norbergs Gruvförvaltning:

		SiO ₂	Fe	Mn	P
Analyser av Reinh. Dahlström 1893:					
Generalprov av mindre malmhögar	No. 1	37.86	18.20	17.62	
	» 2	51.40	12.15	13.58	
Stuffprov	» 3	35.48	15.12	24.46	
	» 4	40.33	15.60	20.69	
	» 5	38.48	17.80	21.05	
	» 6	41.22	10.80	11.27	
	» 7	51.42	13.95	13.23	
	» 8	32.50	17.45	20.16	
Analyser av Erik Filin 1896:					
No 1 (Generalprov av ca 60 ton)		38.70	18.63	16.06	0.041
» 2 (» » 90 »)		42.5	19.0	14.1	0.039

Från gruvor i samma grupp anföras stuffprov (51):

Södra Haggruvan SiO₂ 33.86, Fe 17.1, Mn 27.8, P 0.044
Assessorskan » 48.6, » 15.8, » 11.22, » 0.01

Alldeles påfallande är den relativt måttliga växlingen i proportionen Fe:Mn, som framträder framförallt i generalproven. De större variationerna i stuffproven torde icke så mycket bero på några primära ojämnheter som fastmera på den lokala omflyttning av manganhalten, om vilken bl. a. rodonitådrorna bära vittne. Fosforhalten ligger, karakteristiskt nog, i överkanten för den för Norbergs torrstenar normala amplituden.

Gamla Morbergsfältet, öster om glimmerskifferzonen.

I S uppträda några blodstensfyndigheter, såsom Konstgruvan (tavla 2), föga mera betydande än de malmer, som ovan anförts från området mellan Östanmossa och Assessorskangruppen. Här förekomma också breda skarnbälten, vilka delvis bilda högt uppstickande hållar. De bestå av mörkgrönt aktinolitiskarn jämte klumpar och strimmor av granatskarn (andradit), föra strimmor av svartmalm och av gångkvarts samt flerstädes ränder av typisk »malmkvarts». Ibland kan man t. o. m. träffa klumpar av kvartsrandmalm, om ett par dm längd, inneslutna i skarnmassan. Dylika skarnlager äro tydligen att tolka såsom reaktionsprodukter, uppkomna genom inre omsättningar i en lagerserie av kvartsrandmalm och dolomit eller kalksten, måhända även med leptitlager. Ovisst är, om denna tolkning får tillämpas även på det stora skarnlager, som ligger mellan Östanmossgruvan och Källbergsgruvan-Konstgruvan. Dess magnetit visar i alla händelser en utpräglat randig fördelning i skarn av aktinolit med underordnad andradit. Även de tidigare brutna malmkropparna i denna trakt innehålla åtskilligt skarn. Sålunda förekommer aktinolit- och granatskarn flerstädes såsom ränder i ungefär samma frekvens som kvartsen, stundom t. o. m. övervägande. Anmärkningsvärt nog äro malmränderna även i sistnämnda fall blodsten.

Uti Hylphersgruppen angiver en lång rad av gruvöppningar en mycket regelbunden malm med rakt förlopp. Dess regelbundenhet sammanhänger troligen med det flacka veckaxelläget. Man befinner sig nämligen här just i gränzonen mellan olika veckaxelstupningar, där lägena växla kring horisontala mellanlägen.

Strecket ifråga pekar rakt på Kärrgruvan. Sambandet är icke fullt säkert bevisat. De magnetiska förhållandena synas dock antyda samma sak, men med någon försvagning på sträckan mellan gruvorna. Med hänsyn till förhållandena i Kärrgruvan (jfr nedan) låter detta förmoda, att malmhorisonten går upp så högt, att endast någon smal köl finnes kvar. På kartan tavla 2 har något direkt samband i den nuvarande bergytans plan ej angivits.

Kärrgruvan är nedlagd sedan 1885, och fullständigt otillgänglig. De obetydliga malmhögar, som kvarligga, giva inga närmare upplysningar om fyndighetens karaktär utöver den, att de bestå av ordinär kvartsrandig blodsten. Några i Jernkontorets analysamling (51) publicerade analyser angiva en sammansättning, som motsvarar Risbergsfältets och Örlinggruvans malmer. Fyndigheten hör sålunda till den i Norberg

vanligaste kemiska typen av kvartsrandmalm, från vilken endast Norrbergssfältet mera markerat avviker genom sin lägre halt av CaO. Kartbilden å tavla 2, inklusive diabasgångarna, är uppgjord efter gruvkartan. Nedläggandet av driften i Kärrgruvan förorsakades uppenbarligen därav, att den malmkropp, på vilken brytningen huvudsakligen var baserad, utgick mot djupet. Gruvkartan (P. Wilson, 1885) visar detta med all tydlighet, jfr de här återgivna profilerna (fig. 43). Den gruvkartan åtföljande beskrivningen giver en koncis och uttömmande karakteristik av malmkroppens tektonik: »Malmen, som utgöres af kvartsig blodsten omgifven af eurit, har vid omkring 50 meters djup under nollpunkten helt och hållet upphört invid en talkblandad glimmerskifferskö, som från båda väggarna böjt sig in öfver hela botten.»¹ Då de båda i fig. 43 återgivna profilerna,

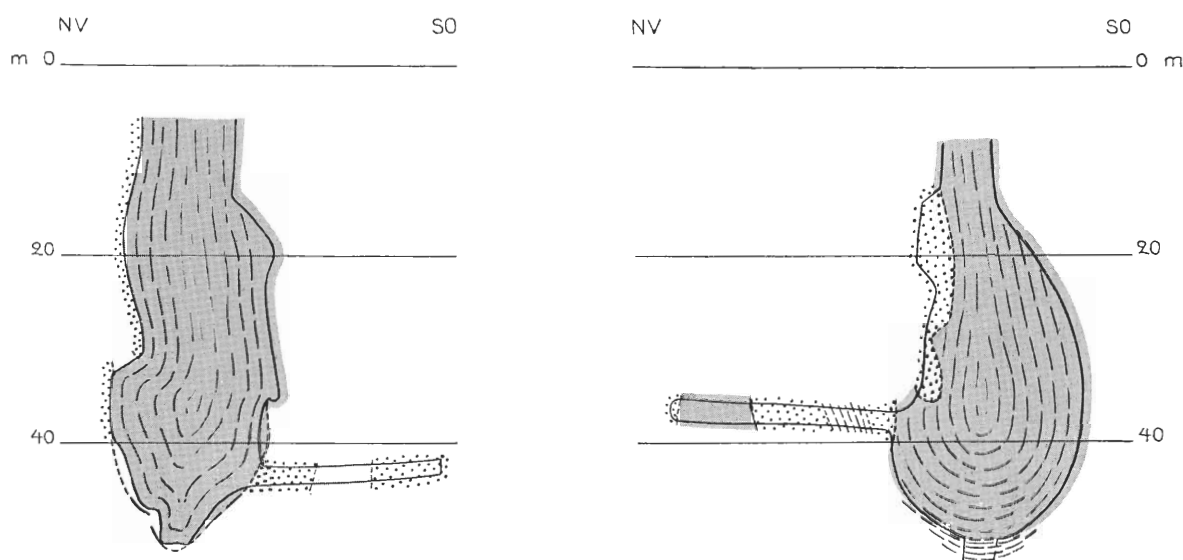


Fig. 43. Profiler genom Kärrgruvan (c:a 32 m inbördes avstånd). Grått malm, prickat leptit, streckat glimmerskiffer. Lagerställningen i malmen angiven i stora drag. Skala 1 : 800. Efter gruvkartan. *Sections through Kärrgruvan (32 meters apart). Gray is quartz-banded ore (position of banding indicated), stippled leptit, lines mica schist. Scale 1 : 800.*

med 32 m inbördes avstånd i strykningens riktningen, visa så gott som identiskt djupgående (52, resp. 50 m), är tydligen axeln för det synklinala veck, som malmen enligt anförda uppgifter utgör, i det närmaste horisontal. Härav göres ju även sannolikt, att det ovan nämnda strecket i Hylphersgruppen har samma form och jämförligt ringa djupgående. I Kärrgruvan har å vardera sidan om huvudmalmen genom tvärorter påvisats en smalare malmrand (4 à 5 m bred). Dessas relationer till huvudmalmen äro osäkra; måhända representera de ett underliggande, med huvudmalmen parallellt lager.

Nordost om järnvägslinjen fortsätter i alla händelser fyndigheten med två markerade paralleller, Storstrecket (även kallat Bygruvestrecket) i Ö och Skarpstrecket i V; mellan de båda raderna av gruvöppningar går en leptitbalk, »Svinryggen». Gruvorna i båda dessa streck äro sedan länge nedlagda och vattenfyllda. Den nutida brytningen inom Gamla Morbergssfältet är helt och hållet koncentrerad till den västligare zon, som av gammalt uppdelats på tre streck: Kockstrecket, Skarphällen och Grässtrecket. Dessa namn äro emellertid numera ur bruk. Malmzonen, som i dagen brutits i Flik-Semla-gruvan och Örlinggruvan (tavla 1) benämnes numera antingen efter sistnämnda gruva — vilket blir fallet i denna beskrivning —, efter det nutida uppföringsschaktet, Kronprins Gustaf Adolfs schakt, eller »Morbergssfältet».

Förutom de nu nämnda malmstrecken finnas inom Gamla Morbergssfältets Ö om glimmerskifferbältet belägna huvuddel ytterligare några av mindre betydelse, längst i Ö, mellan det nyss anförda Storstrecket och urgranitkontakten. Dessa malmkroppar synas i allmänhet icke vara av några större dimensioner. Det är emellertid möjligt, att de äro mera sammanhängande, än som antagits i kartbilden (tavla 1). Beträffande fyndigheternas karaktär äro endast ett par punkter att särskilt framhålla. Hammargruvan, belägen invid granitgränsen c:a 350 m N om Hoppet, har senast brutits under världskriget. Denna fyndighet är möjligen att tektoniskt sammanställa med Norrbergssfältet. Dess malm är blodsten med mycket riklig blandning av magnetit i form av grövre korn, upp till c:a 1 cm diameter. Kvartsränderna äro ofta järnkiselartade, rödgråa. I en grupp av gruvförsök och skärpningar c:a 300 m SSO om Gustaf Adolfs schakt finnes, förutom ordinär kvartsrand-

¹ Malmkroppens veckningsform här har även bekräftats genom muntliga uppgifter av disponent G. A. Granström.

malm, en fyndighet som växellagrar med leptitbankar och som jämte kvartsen innehåller gul granat i ränder och rodonit i små ådror, sålunda en motsvarighet till Assessorskan och till de i det följande (s. 110) beskrivna Fredriksgruvorna.¹

Närmast V om denna östligaste fyndighetsgrupp framgå, såsom nämnt, Storstrecket, och V om det samma Skarpstrecket, åtskilda av »Svinryggen» (tavla 2 och 1). Storstreckets långa kedja av gruvöppningar vittnar om en betydande regelbundenhet och avsevärd bredd på den därstädes uttagna malmkroppen. Det är emellertid troligt, att ras i gråbergsväggarna i någon mån vidgat brotten. Banden mellan de olika gruvöppningarna äro ställvis blottade och visa typisk kvartsrandig blodsten, delvis med leptitinlagringar; stupningen är vertikal. I flera fall synas band ha lämnats i anslutning till gångkvartskroppar, vilka följa ett vertikalt, övertvärande spricksystem (jfr även om Örlinggruvemalmen, s. 108). Påfallande är, att banden i regel äro vattentäta. De olika gruvöppningarnas vattenytor ligga trappstegsvis, så att avrinning från den ena till den andra äger rum ö v e r det mellanliggande bandet. Veckaxelställningen inom strecket markeras av en på de vertikala leptitväggarna framträdande valkighet. Den fluktuerar omkring horisontalt läge, med flack sydlig stupning i g och flack nordlig i streckets nordligare del. Streckets läge såsom direkt fortsättning av Kärrgruvans malm gör det så gott som säkert, att dess malmkropp utgjort en hopklämd synklinalköl. Veckaxelställningen angiver vidare, att även här, liksom i Kärrgruvan, djupgåendet varit tämligen likformigt. Brytningens upp-sivande kan därför förmodas bero därpå, att också här fyndigheten blivit utbruten redan på ringa djup.

Skarpstrecket skiljes från Storstrecket av »Svinryggens» leptit. Det är vida smalare än Storstrecket, men synes annars vara likartat med detta. Vattennivån ligger i allmänhet betydligt högre uti Skarpstrecket,

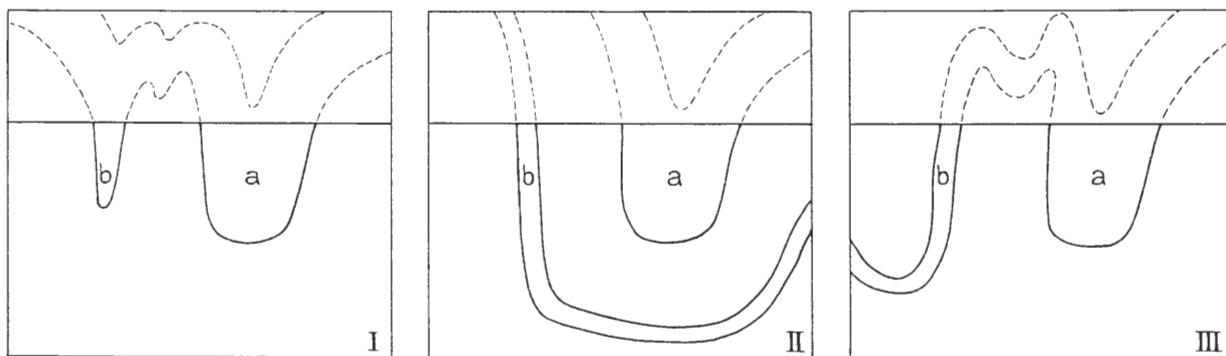


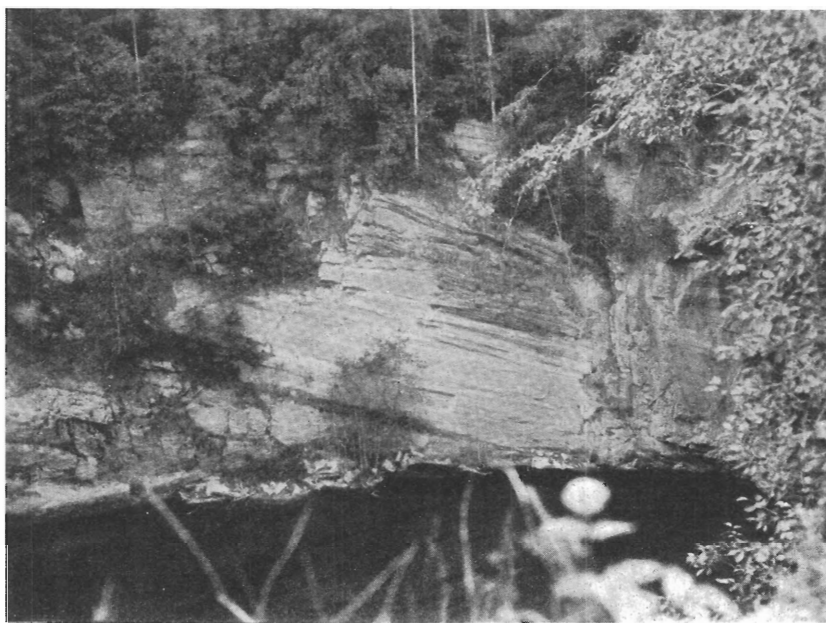
Fig. 44. Profiler i VNV—OSO vid »Svinryggen» (tavla 2), illustrerande möjliga tolkningar av tektoniken. a Storstrecket, b Skarpstrecket. Jfr texten. *Sections in W.N.W.—E.S.E. across »Svinryggen» (Pl. 2), illustrating possible interpretations of structure (I appearing most probable).*

vilket visar, att »Svinryggens» leptit icke genomdrages av några väsentliga sprickor. Trots överensstämmelsen med Storstrecket kan man ej vara säker på, att även Skarpstrecket utgör en synklinalköl. Detta är visserligen mest sannolikt, särskilt med hänsyn till traktens byggnad i övrigt, men den möjligheten står också öppen, att ett enkelt lager föreligger. I så fall skulle djupgåendet kunna vara relativt stort. Fig. 44 illustrerar olika kombinationsmöjligheter. Förf. vill i alla händelser instämma i W. Peterssons uppfattning (75) av hela Gamla Morbergfältets tektonik, enligt vilken de olika malmstrecken representera en genom veckning framkallad uppreppning av »ett eller högst två malmlager». Med »malmlager» avses härvid givetvis sådana av brytvärd märktighet. Tunnare lager, åtskilda av leptitinlagringar, kunna urskiljas i långt större antal. Undersökningen av de under senaste årtionden öppnade delarna av Örlinggruvemalmen har, såsom av det följande skall framgå, givit full bekräftelse på Peterssons principiella uppfattning av de tektoniska sammanhangen. Även variationerna i veckaxelstupningen hade vederbörligen uppmärksamrats av honom (jfr också ovan s. 57).

Örlinggruvemalmen (»Gustaf Adolfs schakt», »Morbergfältet»). I dagen markeras utgåendet av Gamla Morbergfältets största malmstreck genom de stora dagöppningarna Flik-Semla-gruvan och Örlinggruvan. Uti den etage, där brytning nu huvudsakligen pågår — 90 till 150 m avv. — ligger malmkroppen förskjuten långt mot NNO, till följd av den flacka, genomsnittligt åt detta håll riktade fältstupningen. Denna är väl markerad genom en kraftigt utbildad stänglighet i leptitväggen uti Flik-Semla-gruvans gamla dagöppning (fig. 75).

Malmen är på det hela taget typisk för Norbergs randiga torrstenar. Under hänvisning till den s. 25 givna karakteristiken av denna malmtyp, ävensom till där meddelade speciella data från denna fyndighet, skola här endast några få drag betonas. I regel är malmen blodsten, med magnetit ingående endast i form av spridda

¹ Fyndigheten skall omkr. år 1910 ha undersökts med diamantborrning. Närmare data saknas emellertid.



P. Geijer foto.

Fig. 45. Flik-Semla-gruvans gamla dagöppning, från östra randen. Leptitvägg med stänglig förklyftning i flack stupning mot NNO (den mörka ytan är vattenspegeln i gruvöppningen). *Old opening of the Flik-Semla mine, from the east. Leptite wall, with linear structure pitching N.N.E. (Dark area below is the water surface in the old pit).*

korn. Den aktinolitrandiga malmen, som uppträder i helt underordnad mängd, är dock alltigenom svartmalm. Vidare är magnetithalten högre i fyndighetens periferiska delar, särskilt nära liggväggen. Granat uppträder rätt ofta, mestadels i den även i övriga fyndigheter vanliga formen av oregelbundna, till kvartsränderna anslutna ränder. Det är dock betecknande för frekvensgraden, att i upplag av grovkrossad styckemalm det stora flertalet av styckena icke visar någon granat alls. Vidare samlar sig granaten gärna till större skarnkoncentrationer. Ut i ett ortssystem österut från huvudmalmen har på 150 m avv. träffats en betydande skarnmassa, som dels består av granat, dels av aktinolit. I övrigt finnes aktinoliten icke så allmänt som granaten. Dess uppträdande är ett annat: den förekommer enbart i randning med svartmalm, nästan utan någon kvarts, men bildar ej koncentrationer såsom granatskarnet.

Järnhalten i den utskrädda primamalmen, omkring 50 % av produktionen, håller sig vid omkr. 48 %. Anrikningsmalmens genomsnitt ligger vid 36—38 %. Beträffande fosforhalterna hänvisas till redan anförda data (s. 28—29).

Den närmast med malmen förbundna bergarten är, såsom vanligt vid denna malmtyp, en jämnkornig kalileptit, i regel finkornig, växlande i färg från ljusröd till grå, ej sällan med skiktning markerad genom en utpräglad växling av olika färgtoner. Inlagringar av skarn förekomma ibland, mestadels i form av tunna skikt av granat, epidot, m. m. Vanligen förefinnes då även en skiktfördelning av järnqlans. En vackert ljusröd, oskiktad leptitform innehåller rätt rikligt av ett tätt epidotskarn i form av stripor eller utdragna klumpar, vanligen en eller annan cm breda.¹

Till denna jämnkorniga kalileptit höra de smala inlagringar av leptit, som ställvis träffas i malmkroppen, med en mäktighet som någon enstaka gång uppgår till omkr. 1 m, men oftast är mycket mindre. Dit hör också leptiten i fyndighetens fälthängande, ävensom, av allt att döma, den som bildar dess fältliggande, samt den i Ö (liggandet) begränsande bergarten. Även i V har dylik leptit en avsevärd utbredning, såsom tavla 4 visar. Malmens gräns mot leptit är alltid distinkt, och i allmänhet utan egentlig skölbildning. Någon finare växelagring förekommer knappast vid malmkroppens gränser, däremot har i en inlagring av leptit setts några tunna lager av kvartsrandig svartmalm. Växelagring i större skala förekommer däremot, både i huvudmalmen och i parallellen i öster, jfr tavla 4. Man måste emellertid ifråga om en dylik kartbild ihågkomma, att en del av leptitbanden i malmen äro invecklingar i form av kammar och kölar uti starkt sammanklämda veck, vilka på grund av det flacka veckaxelläget te sig såsom nästan jämbreda inlagringar.

Förutom denna leptittyp äro inom gruvan påträffade en kvartsporfyrisk kalileptit, av rödgrå eller vit

¹ Jfr not s. 17.

färg, en likaledes kvartsporfyrisk, rent vit natronleptit, ävensom jämnkornig gråvit natronleptit. De kvartsporfyriska formerna likna varandra med avseende såväl på strökornens frekvens som på deras dimensioner. Det är därför svårt att utan mikroskopisk undersökning skilja på vit kalileptit och natronleptit. Båda strukturtyperna av natronleptit övergå till glimmerskifferliknande former: en tunnbladig bergart, uppdelad i lameller om c:a 2 mm tjocklek, regelbundet plana utan någon krusning. Företeelsen innebär uppkomsten av parallella tunna zoner av en i stoff vit eller svagt gröngul, i slipprov färglös glimmer. Den hör sålunda till vad som plägar förekomma i samband med överförandet av natronleptit till cordieritglimmerskiffer. Någon cordieritbildning har dock ej säkert konstaterats i föreliggande fall.

Vissa anmärkningsvärda drag i bergarternas fördelning komma att diskuteras i det följande.

Slutligen är att påpeka förekomsten av amfibolitgångar, av vilka den märkligaste är den, som på 150 m avv. träffats strax i fältliggandet av malmen (tavla 4).

Örlinggruvemalmens tektonik är av det allra största intresse. Malmens form på omkring 150 m avv. framgår av tavla 4. Dess sidostupning är brant VNV, omkr. 70° — 90° . Veckningsföreteelser kunna ofta utmärkt vackert urskiljas i randningens förlopp. Såväl genom direkta iakttagelser på dylika veck som genom den på skiktytor ofta mycket skarpt markerade valkigheten erhållas talrika upplysningar om veckaxelläget. På åtskilliga ställen hava iakttagelser uti olika snittriktningar givit klar bekräftelse på valkighetens absoluta pålitlighet såsom indikator för veckaxelriktningen.

Det kan vara lämpligt att först summariskt framlägga resultaten av den tektoniska analysen, för att sedan övergå till vissa viktigare detaljer bland iakttagelserna och till det på dem uppbyggda resonemanget.

Huvudmalmen är ett mycket starkt sammanpressat veck, med brant mot VNV stupande axelplan och ett veckaxelläge, som i detalj fluktuerar mellan stupning mot SSV och mot NNO samt på långa sträckor är horisontalt, men dock i genomsnitt för malmkroppens hela längd giver ett mycket flackt fall mot NNO. Veckningens spetsiga V-former och det flacka veckaxelläget göra, att gränsen mellan malm och leptit i fältriktningen i horisontalsnitt utmärkes av en växling av långa och smala uddar, såsom redan ovan berörts.

Å horisontala ytor, såsom i tak, framträder veckningen uti malmen sällan påtagligt. Sådana ytor ligga ju nära parallellt med veckaxlarna, varigenom de spetsiga omböjningarna lätt beslöjas. Vertikala tvärsnitt däremot visa ofta veckformen mycket tydligt. I sådana fall finner man ibland relativt »öppna» veck. Vanligare är dock, att deformationen karakteriseras av spetsiga, starkt hopklämda V-veck. Avbrott i ränderna, som kunna förmodas bero på avslitningar, äro ej ovanliga.

Vad veckaxelläget beträffar, så kan man på många ställen konstatera snabba variationer i stupningen (fig. 46). Stundom visa t. o. m. olika höjdlägen på en ortvägg olika stupning. Å andra sidan förekommer det,



Fig. 46. Kort antiklinalbåge i valkighet på skiktyta; vertikal vägg i Örlinggruvan (jfr texten). *Short anticline in linear structure in ore; vertical wall in the Örling mine; illustrating undulations of folding axis.*

att på något hundratal meters längd variationsamplituden ej överstiger några få grader. Så är t. ex. fallet i pall I och II på 150 m avv. De extremer, som uppmätts inom det vidsträckta ortsystemet å sagda nivå äro 32° SV och 40° NO. Fig. 47 visar en sammanställning (nödvändigtvis något schematiserad) av stupningsiakttagelserna på nivån ifråga samt därav gjord extrapolation av fältliggandets förlopp på större djup. Gruvkartans malmrum antyda, att fälthängandet mellan dagen och 150 m avv. har en stupning av c:a 15° NNO. Under 150 m avv. torde dock motsvarande linje gå i det närmaste horisontalt. Man får över huvud taget icke för denna fyndighets vidkommande räkna med någon generell fältstupning, om också summan av variationerna, såsom redan omnämnts, torde bliva en mycket flack stupning NNO. Synnerligen anmärkningsvärt är vidare det faktum, att ett område med särskilt flacka veckaxellägen å 90 m avv. befinner sig c:a 150 m SSV om schaktet, men att på 150 m avv. analoga förhållanden råda ungefär i jämbredd med schaktet.

Det viktigaste problemet i denna fyndighets geologi gäller givetvis innebörden av malmkroppens veckningsform. Så mycket är utan vidare tydligt, att den nuvarande mäktigheten beror på en förtjockning genom

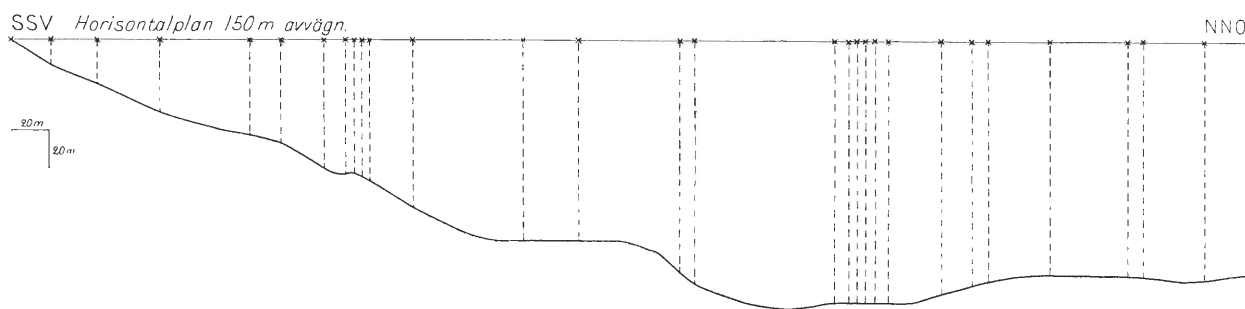


Fig. 47. Beräknad »längdprofil» av Örlinggruvemalmen under djupaste kända nivå, 150 m avv. Skala 1 : 4,000. Korsen på 150 m nivån angiva observationspunkter på veckaxelstupning eller valkighet. Den undre, vågiga linjen angiver fältliggandets förlopp, beräknat under förutsättning, att denna köllinjes stupning i varje punkt motsvarar den ovanförliggande iakttagelsen å 150 m avv. (vilket torde gälla med grov approximation). *Longitudinal section of the Örling ore body below lowest level (150 meters). Scale 1 : 4,000. Crosses indicate observations on dip of folding axes or concordant linear structure (150 meters level). The lower, undulating line shows course of syncline bottom, under the assumption that the pitch of this axis should be in every point the same as above it on the 150 meters level (which is believed to be approximately true).*

intensiv sammanveckning. Vidare är malmkroppens dimension i vertikal led — vilket icke är samma sak som djupgående i vanlig mening! — föga betydande, för den händelse att fältliggandet, såsom man har all anledning att tro, förlöper någorlunda konformt med fälthängandet. Två alternativ kunna då till en början tänkas. Malmkroppen kan vara en längs veckaxelriktningen långsträckt kolv, som uppkommit genom betydande mäktighetsförskjutningar i ett lager, eller också en veckform väsentligen i stil med den, som ovan skildrats från Kärrgruvan. Det förra alternativet förefaller osannolikt, om man tager hänsyn till omgivningens tektonik. Bättre passar det andra in i den tektoniska miljön. En synklinal i huvudsaklig analogi med Kärrgruvans, men mera hopklämd och starkare korrugerad samt med undulerande veckaxel, skulle sålunda giva en fullt plausibel förklaring av alla iakttagna tektoniska data rörande malmkroppen. Jfr fig. 48.

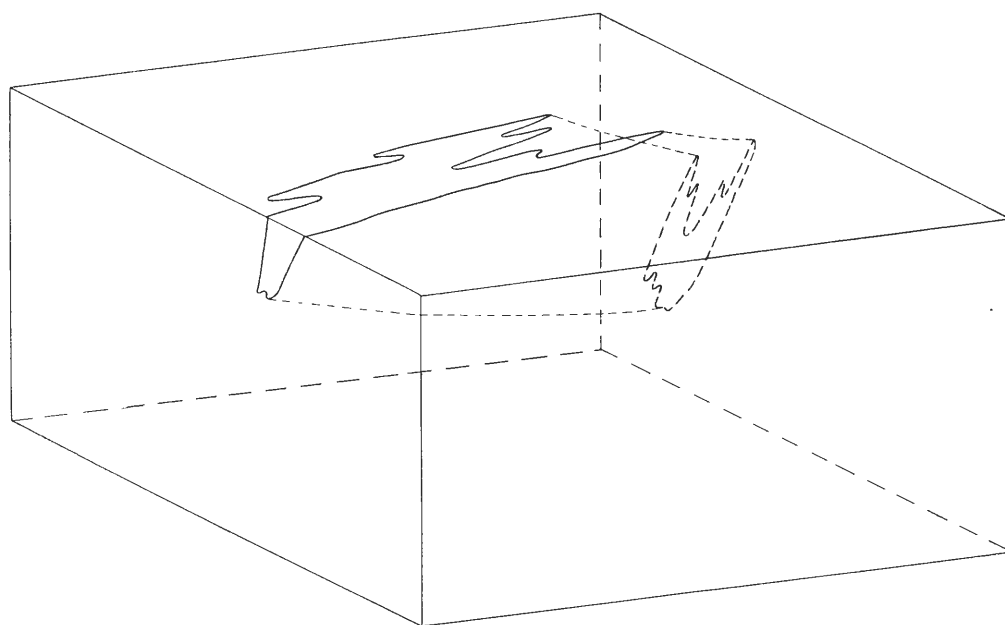


Fig. 48. Schematiskt stereogram, illustrerande malmkroppen Flik-Semla—Örling. *Stereogram to illustrate schematically the ore body Flik-Semla—Örling.*

Med utgång från denna tolkning av malmens form borde man kunna förvänta sig en möjlighet att rulla upp stratigrafien inom de närmaste omgivningarna, återfinna bestämda leptityper och malmlager i korresponderande lägen, o. s. v. Något sådant lyckas dock ej, såsom framgår redan av en blick på den påfallande osymmetriska fördelningen av leptityper och malmer i tavla 4. Ifrågavarande faktum får emellertid icke tagas till utgångspunkt för ett förkastande av den här presenterade tektoniska tolkningen av malmkroppen. Flera omständigheter kunna nämligen förklara bristen på stratigrafisk symmetri i Morbergsfältet. Leptityperna synas

växla ganska snabbt, så att en och samma nivå kan representeras av olika typer även på helt korta inbördes avstånd (jfr förhållandena NV om malmkroppen, tavla 4). Malmkropparna torde, redan i sin ursprungliga anläggning, hava uppvisat betydande växlingar i mäktigheten, och utkilanden äro att räkna med. De utpräglad tunniskiffriga zonerna i det av leptit och glimmerskiffer upptagna området mellan Örlinggruvemalmen och V:a Månsgruvans malm (tavla 4) torde markera avsevärda förskjutningar, vilka med avseende på sina relationer till lagerställningen snarast äro att jämföra med veckförkastningar.

Ifråga om den smala parallell, som å 150 m avv. påvisats på malmens sydöstra sida ungefär mitt emot Gustaf Adolfs schakt (tavla 4) har ej annat framgått, än att det med all sannolikhet verkligen rör sig om ett särskilt lager.

Slutligen må ifråga om Örlinggruvemalmen även betonas den regelbundna förklyftningen. I allmänhet domineras denna av tre, mot varandra nära nog rätvinkliga system. Det ena systemet är i det närmaste horisontalt. Det andra är en bankning, parallell med malmkroppens strykning och stupning. Det tredje systemet slutligen är en tvärförklyftning, ungefär vinkelrät mot lineärstrukturen och sålunda växlande omkring vertikalt läge. Det synes emellertid icke i detalj anpassa sig efter de mindre fluktuationerna i veckaxelställningen.

Det första systemet kunde rimligen förmodas förorsaka betydande risker för fall från taken. Lossnighet efter detsamma framträder också, mycket riktigt, i utpräglad grad inom sådana delar av gruvan, som genom brytningsåtgärder börja gå i ras. Annars kunna emellertid ovanligt rena och starka tak erhållas, såsom fallet varit i de stora pallarna å 150 m avv. (tavla 4). Det andra systemet framkallar, tack vare den branta stupningen, rena väggar. Stundom kan det dock även leda till uppkomsten av tunna släppiga zoner inuti malmen, vilkas inverkan på bergets hållfasthet emellertid synes vara skäligen ringa. Tvärsystemet har i många fall följts av förkastningsrörelser. Horisontalkomponenten uppgår vanligen ej till mer än ett par dm, den vertikala rörelsen är okänd. Stundom följa kvartsgångar efter detta system, alldeles såsom fallet är i Storstrecket.

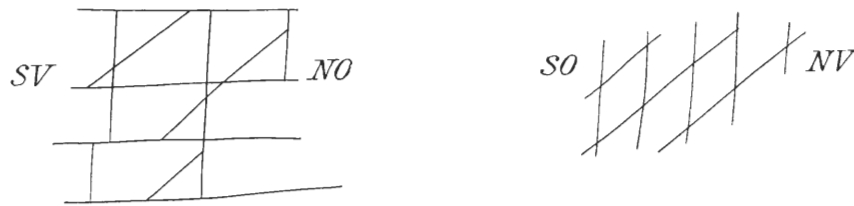


Fig. 49. Förklyftningssystem i leptit, Örlinggruvan. Vertikala snitt. *Joint systems in leptite, Örlinggruvan. Vertical sections.*

På flera håll hava även observerats andra spricksystem, huvudsakligen i två konjugerade system, såsom fig. 49 visar i olika snittplan.

En förkastning med något större rörelse än de redan anförda har träffats i södra delen av etagen 150 m, den stryker närmast N—S.

Östra sidan av Nya Morbergsfältet och av Kallmorbergsfältet.

Ifrån den senast avhandlade delen av Gamla Morbergsfältet fortsätter mot NO samma skiktade kalileptit med kvartsrandmalm. Samtliga gruvor äro här nedlagda, och man har ej tillräckliga data för att närmare analysera zonens byggnad ur stratigrafisk och tektonisk synpunkt. Man kan emellertid här, liksom inom andra områden med kvartsrandmalm, misstänka, att sambanden mellan de i gruvorna blottade malmkropparna äro mera fullständiga, än vad man lämpligen kan våga angiva i kartbilden, där inga reservationer antyda osäkerhetsmomenten. Vidare har man all anledning antaga, att byggnaden icke i något väsentligt avseende avviker från den, som utmärker östra delen av Gamla Morbergsfältet.

Sydligast i denna zon ligger Gamla Månsgruvan, mot NO följd av en rad smärre gruvöppningar (fig. 50). Dessa sistnämndas väggar visa otydligt en flackt mot SV stupande valkighet. I Kallmorbergsfältet hava några gruvor i zonen brutits så pass sent, att gruvkartor enligt gällande principer föreligga. Dessa gruvor, samtliga belägna Ö om vägen och SV om anrikningsverket, äro Gran-Knaper-gruvorna och Stålgruvan (fig. 50). Över dessa föreligger en gemensam gruvkarta, av P. Wilson 1894. Stålgruvan, som ej är sammanbruten med de övriga, slutar på 37.5 m djup, komplexen i övrigt når djupast ned till 67.6 m. Kartan visar malmen i form av regelbundna blodstenskroppar med tunna åtskiljande leptitskivor. De sistnämnda äro troligen, åtminstone i en del fall, inveckningar. Malm anstår på botten i samtliga gruvorna.

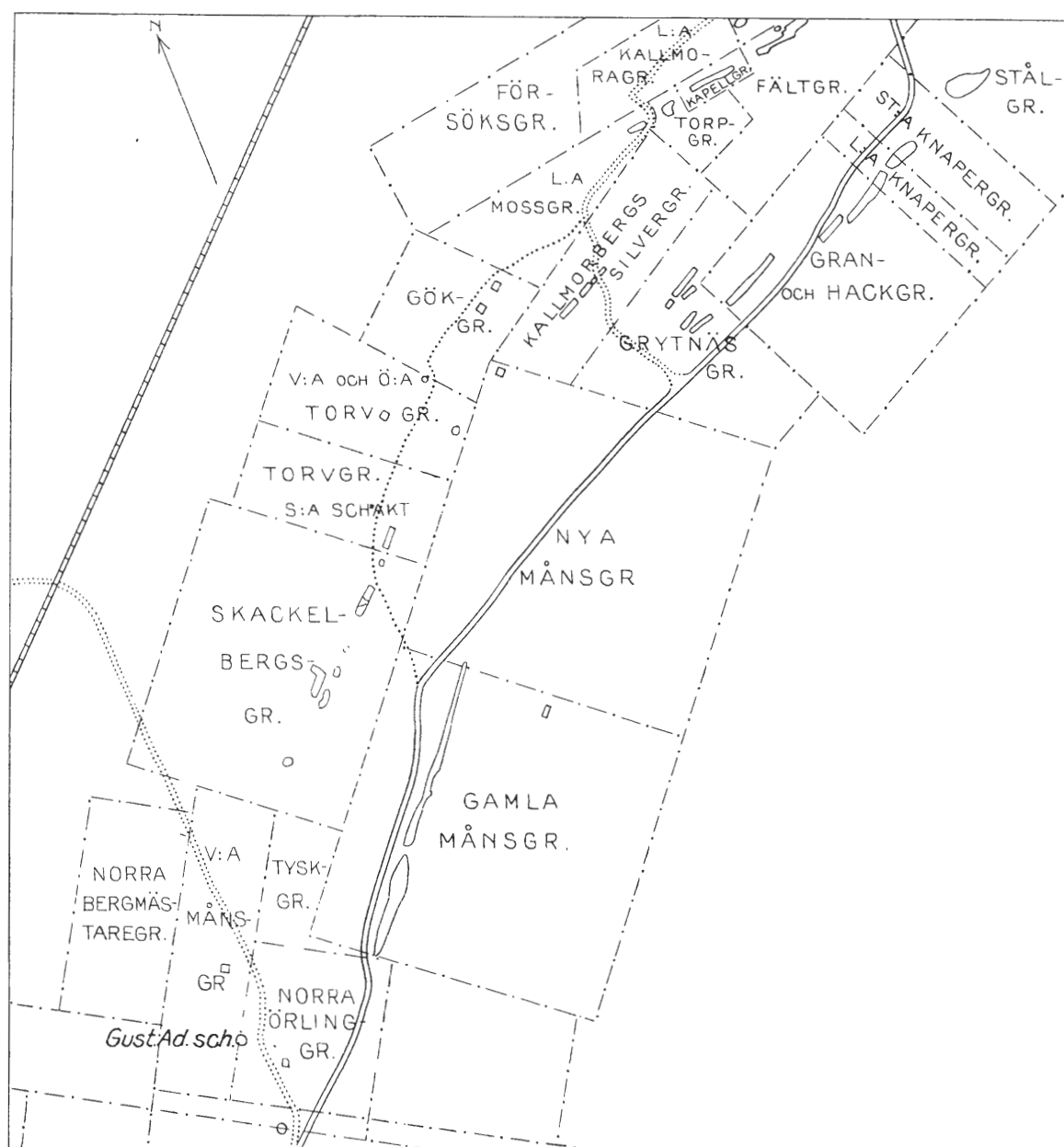


Fig. 50. Utmål och gruvöppningar i Gamla Morbergsskär, Nya Morbergsskär, och södra delen av Kallmorbergsskär. Skala 1 : 8,000. Jfr tavla 1. Claims and old mine openings between Gustaf Adolf Shaft and the Kallmorberg mines. Scale 1 : 8,000. Compare Pl. 1.

Vad man inom området ifråga kan se av hållar, varp, o. s. v., överensstämmer med förhållandena i Gamla Morbergsskärns östra del.

Zonen V om glimmerskifferbältet (Hedbergsgruvorna-Kallmora Silvergruva).

Vid valet av en beteckning för detta område har hänsyn icke tagits därtill, att det glimmerskifferbälte, som i allmänhet skiljer detsamma från den likartade zonen av kalileptit och kvartsrandmalm i Ö, troligen ej är fullt sammanhängande i jordytans plan. Längst i S förefinnes nämligen, av allt att döma, en direkt anknytning mellan Gamla Morbergsskärns malmhorisonter och det nu avsedda områdets fyndigheter. Man jämföre beträffande det följande kartbilden tavla 2! De manganrika malmerna i Assessorskangruppen ha ingen som helst motsvarighet längs den kvartsporfyriskalileptitens östra gräns vid L:a Kylsbo. Däremot uppträda tunna lager av manganhaltig malm omkr. 300 m N om gården ifråga, där den jämnkorniga kalileptiten i stället gränsar till cordieritglimmerskiffer. Sådana kunna sedan följas norrut längs denna gräns och längs den kvarts-

porfyriska leptiten. Osäkert är, om de böja runt N om dessa bergarter. Bergartsfördelningen i stort, i den mån denna framgår av förefintliga blottningar, gör det emellertid sannolikt, att så är fallet — med andra ord, att det V och N om L:a Kylsbo framgående bandet av glimmerskiffer icke i jordytans plan sammanhänger med det, som träffats V om Örlinggruvan, o. s. v.

I de djupa vikar mot SV, som den malmförande jämnkorniga kalileptiten gör S om Hedbergsgruvorna, kan den manganhaltiga nivån alltså följas. Viktigast äro här ett par smärre gruvförsök i utmålet Fredriksgruvan n:o 1, belägna 300 m SSV om Stora Hedbergsgruvan. Där upplagd malm visar blodsten, delvis kvartsrandig, delvis med ränder av gul granat. Smärre rodonitådror förekomma allmänt i malmen. Den växellagrar vackert med leptit, men är ställvis utbildad såsom breccia av leptitbitar i malm. V om Hedbergsgruvorna synes emellertid den manganhaltiga horisonten hava utkilat.

Hedbergsgruvorna äro anlagda på ordinär kvartsrandmalm, huvudsakligen blodsten, delvis jämförelsevis finfjällig. Kvartsränder av rödgrå färg hava här, liksom vid några andra fyndigheter, iakttagits uti grov magnetitrik malm. Enligt gruvkartan (P. Wilson, 1887) skall i L:a Hedbergsgruvan hava förekommit en avsevärd massa av granatskarn i malmens fälthängande (NO). På varpen ses ej sällan drusiga massor av magnetit, pyrit, kvarts och något järnglans. Möjligen är fyndet av kopparsulfider (jfr s. 29) att sammanställa med dessa bildningar. Gruvkartan omfattar endast L:a Hedbergsgruvan. Denna, som nedlades 1889, är 62 m djup. Fyndigheten visar omkring 45° fältstupning mot NO.

NV om Hedbergsgruvorna har en av almandinggranat fläckig malmkvartsit en betydande utbredning.

Närmaste fyndighet NO om Hedbergsgruvorna är i Fallgruvans utmål, NNV om Örlinggruvan. Varp visa kvartsrandmalm, både svartmalm och blodsten. Någon skarnrandning ses icke. Svartmalmen är starkt kisig — i alla händelser gäller detta för den kvarlämnade malmen. Sidostenen representeras av kvartsit, delvis med granatfläckar.

Strax NV om Gustaf Adolfs schakt ligger Västra Mångsgruvan, med ett 87 m djupt schakt. Gruvan är numera icke tillgänglig från dagen, men undersökningsorter, kommunicerande med Gustaf Adolfs schakt på 150 m avv., gå in emot fyndigheten. Enligt den äldre gruvkartan (G. E. Larsson, 1900) är gruvan avsänkt på en regelbunden blodstenskropp, sammansatt av tätt liggande »omstjärtande» partier, skilda åt av endast tunna leptitskivor. Malmen synes i någon mån avsmalna nedåt. Den visar en utpräglad fältstupning mot NO, omkring 30°. Kopparglans uppgives ha träffats särskilt i svartmalmen; malmens kopparhalt uppgives ha uppgått till 0.04—0.08 %, utan närmare data om den av analysen representerade malmkvantiteten. Mycket märklig är den förekomst av mullmalm, som träffats i denna fyndighet. Mullmalmen synes hava bestått av järnglansmull; dess järnhalt uppgives till ända till 65 %, mot den ordinära malmens c:a 49 %. Mullmalm uppträder på en längd av omkr. 15 m i horisontalplanet, upptagande största delen av malmkroppens bredd och sträckande sig mot djupet, så att den finnes ännu på schaktets botten. Den visar enligt gruvkartan en fältstupning mot NO som är mycket markerad, men brantare än den som fyndigheten i sin helhet uppvisar, 50°—60° emot c:a 30°. Då några prov ej föreligga, är det ej möjligt att jämföra denna mullmalm med andra förekomster. De här återgivna data antyda, att den är unik, såtillvida som en utlösning av kvartsen synes hava ägt rum. Fältstupningen kan också synas utgöra ett egendomligt drag. Den kan emellertid tänkas vara förorsakad därav, att nedåtgående vittring följt en sprickzon el. dyl. med ifrågavarande stupning.

I ortsystemen på 150 m avv. har hittills under V:a Mångsgruvans malm ej påvisats annat än några banker av randig blodsten, skilda åt av leptit, samt längst i Ö en starkt kisig svartmalm (tavla 4). Möjligen motsvarar detta den serie av omväxlande blodstens- och leptitlager, som enligt gruvkartan påvisats i fyndighetens övre delar, NV om huvudmalmens nordöstra ände. Uteslutet är icke, att orterna på 150 m avv. befinna sig i huvudmalmens fältliggande.

Såsom en blick på kartan, tavla 1, visar, är det mycket ont om blottningar i södra delen av det område, som faller mellan glimmerskifferbältet och järnvägslinjen från Kärrgruvan mot Krylbo. Man kan därför ej avgöra, vilken som är formationens utbildning exempelvis V om V:a Mångsgruvan. Det finnes emellertid anledning antaga, att kalksten stryker fram där. Härför talar framförallt den anmärkningsvärda förekomsten av hassel inom området ifråga. Med hänsyn till uppträdandet av sulfidmalmer i kalksten längre mot NO har denna fråga ett visst praktiskt intresse.

Närmast mot NO från V:a Mångsgruvan följer en grupp gruvor, av vilka Skackelbergsgruvan torde ha varit den förnämsta (fig. 50). Vid dessa gruvor kvarliggande malmhögar visa kvartsrandmalm med mera magnetit än blodsten. Magnetiten uppträder mestadels i jämförelsevis stora, men parallellt med skiktningen tillplattade kristaller (t. ex. diameter i skiktningensplanet 1 cm, tjocklek 4 mm). Härigenom har även en jämförelsevis fin randning kunnat bevaras, trots magnetitbildningen. Vidare är det märkligt, att röd järnkisel uppträder såsom ränder just i svartmalmen.

Skackelbergsstrecket synes fortsätta över Nya Mångsgruvan mot Kallmora Silvergruva, ehuru ej sammanhängande (fig. 50). Nordväst härom uppträder emellertid en annan, i vissa avseenden märklig grupp av fyndigheter, på vilka de gamla Torv- och Gökgruvorna äro anlagda. Beträffande detta streck finnas inga andra geologiska gruvkartor än över V:a Torvgruvan (= den nordligare gruvöppningen V om stigen). Denna karta, upprättad 1898 av Torsten Hummel-Gumælius, visar att en jämförelsevis smal blodstensrand följts till 26 m djup. Höllar strax V om Torvgruvorna visa, utom leptit (delvis med järnglansförande skikt) även ett lager av kalksten med andraditklumpar och något grönskarn. Torv- och Gökgruvorna hava blivit bekanta för sina vittningsföreteelser (mullmalmstyp, jfr 13 och 35). Av Erdmanns skildring (13) och det av honom studerade materialet, som förvaras i Sveriges geologiska undersöknings samlingar, framgår, att kvartsrandmalmen är brunröd av järnoxid, rikligt impregnerad med bergbeck samt med malmmineralet i form av fullständigt martitiserade magnetitkorn (jfr bild i 35, s. 29). Vid Torvgruvorna kvarligger ännu något av detta material. Dessutom finnes där varp av en till färg och konsistens närmast tegelliknande massa, uppfylld av små glittrande martitkorn. Under mikroskopet befinnes denna massa vara sammansatt av ett grovkristallint utbildat karbonatmineral med mycket hög ljusbrytning ($\omega > 1,727$), troligen ren järnspar, samt limonit, som i stor utsträckning ersätter karbonatet. Martiten har samma karaktär som i kvartsrandmalmen.

Den tegelliknande malmen synes hava haft samma geologiska historia som en del av mullmalmen vid Mossgruvan (Sköttgruvefältet) och Stollberg (35), så att först en reducerande vittring åstadkommit en anrikning nedåt av järnhalten i form av järnspar, varefter en oxiderande vittring satt in, vilken överfört magnetiten till martit och järnsparen till limonit. Visserligen föreligger järnsparen här icke med kolloidstrukturer, dess sekundära natur är därför ej säkert bevisad. Emellertid är det föga troligt, att järnsparhalten är primär. De primära järnhaltiga karbonat, som ingå i Kolningbergs- och Klackbergsmalmerna, hava bl. a. en högst väsentlig manganhalt, vilket ej alls synes vara fallet här, av vittringsfärgen att döma. Även relationerna mellan magnetit och karbonat äro olikartade. Vittringen i kvartsrandmalmen visar samma bild av oxidationsprocessen. Av reducerande vittring kan en sådan malm ej förväntas visa några spår, då man ju tydligen här befinner sig i denna vittrings cementationszon. Bergbecket kan måhända härröra därifrån, men också till sitt uppträdande vara bestämt enbart av den vittrade malmens porositet.

Även kalkstenslagret i V är av intresse med hänsyn till tecknen på kalkflora i motsvarande zon längre mot SV.

Öster om Torvgruvorna ligger Nya Mångsgruvan, Ö om Gökgruvorna Kallmora Silvergruva. Dessa gruvor äro anlagda på ett streck av kvartsrandmalm samt silverhaltig blymalm. Längst i S är ett schakt V om malmstrecket ifråga, inom Torvgruvans utmål (fig. 50), donlägigt avsänkt mot öster. Arbetena under jord beröra den sydligaste delen av det blymalmsförande strecket, och nå djupast ned till 193 m avv. Gruvan ifråga innefattas på samma gruvkarta som Torvgruvorna. Kallmora Silvergruva åter har två schakt, det sydligaste ligger inom Nya Mångsgruvans utmål (fig. 50). Gruvkartan är upprättad av G. W. Lundberg, 1887. Gruvans djupaste nivå är 167 m avv., botten av det nordostliga schaktet är på 174 m avv.

Angående historik över malmbrytningen härstädes hänvisas till Tegengren m. fl. (88).

För ett bedömande av den brutna fyndighetens natur är man hänvisad dels till de anförda gruvkartorna, dels till kvarliggande malmhögar och varp. Vid studiet av malmhögarna måste observeras, att malm även hitförts från andra håll i och för smältning. Sålunda ligga vid järnvägslinjen en del stycken av främmande malm. Det är emellertid, blott man ser upp, icke förenat med någon svårighet att få en korrekt bild av den för gruvorna ifråga utmärkande paragenesen. I stort sett synes karaktären hava varit densamma inom hela strecket. De olikheter i proportioner mellan olika typer, som kunna utläsas ur varphögarna o. s. v., kunna vara påverkade av tillfälligheter och böra därför ej tillmätas någon betydelse.

Malmstrecket har enligt gruvkartorna en i det närmaste vertikal stupning. Fältstupningen synes vara omkring 45° ONO. Den förkastning, som avskär malmstrecket och åstadkommit en tydlig horisontalförflyttning, står också lodrätt. Ovisst är, om någon vertikalrörelse ägt rum längs densamma.

Blymalmen åtföljes delvis av rikligt svavelkis. Enligt gruvkartorna skall denna ställvis hava dominerat i sulfidmalmen.

Sulfidmalmen är ansluten till ett lager av kvartsrandmalm och till ett med detta lager mycket nära förbundet lager av kalksten och andraditgranat. Det sistnämnda lagret är på gruvkartorna angivet såsom enbart skarn. Materialet i varpen visar emellertid, att en del kalksten ingått uti detsamma. Fyndighetens sidosten är den häromkring rådande jämnkorniga, skiktade kalileptiten. Inom det sulfidmalmsförande stråket är denna emellertid delvis omvandlad till en mörk, cordierit- och almandinförande kvartsit. Gränserna mot den normala leptiten äro vaga.

De blymalmtyper, som iakttagits bland kvarliggande berg, motsvara de båda av gruvkartorna angivna förekomstsätten, anknutna till kvartsrandig järnmalm eller till kalksten och granatskarn. Mera undantagsvis har blyglans setts i form av impregnation i kvartsit eller såsom smala, sprickfyllande gångar i leptit.

Utav blyglans i järnmalm har endast föga material varit tillgängligt för undersökning. Randmalmen synes hava varit mera svartmalm än blodsten. Blyglans ses dels såsom impregnationsstrimor, följande skiktningen, dels såsom överskärande ådror. Dylika gångar förekomma, såsom nämnt, även i leptiten. I gångarna förekomma utom blyglans även kvarts, magnetit, pyrit och kopparkis, undantagsvis flusspat. En del stycken av ren sulfidmalm härstamma sannolikt från de i järnmalmen uppträdande sulfidkoncentrationerna. De bestå av blyglans och kopparkis, båda i finkristallin utbildning, ganska rikligt pyrit i större korn, och stundom litet arsenikkis. Bornit ses rätt sällan; den förtränger kopparkisen.

Bättre representerad på gruvbacken är den andra huvudtypen av malm, andradit-flusspat-skarnet. Sambandet med kalksten framgår av enstaka stycken av en medelgrov vit dylik, i vilka ses större oregelbundna kristaller av brun andraditgranat, med invuxna flusspatkorn.

Skarnmassorna sammansätts av samma bruna granat samt en nästan alltid färglös flusspat. Kvantitativt torde granaten överväga något. Proportionerna mellan de båda komponenterna äro icke underkastade några större växlingar. Granatens sammansättning har preciserats genom analys (20), varvid bekräftats, att den är en andradit, ehuru ej ren. Anmärkningsvärd är särskilt dess halt av MnO , 2.80 %. Flusspaten bildar rundade korn, vanligen några mm eller omkr. 1 cm i diameter. Denna struktur visar, att granat och flusspat uppkommit samtidigt, eller också är flusspaten äldst. En utbildning av spridda flusspatkorn i en kalkstensmassa, utan sammanflytande till större aggregat, i den utsträckning som det sistnämnda alternativet innebär, är en föga sannolik geologisk process, varför en samtidighet mellan granat- och flusspatbildningen måste anses indicerad av strukturen. Redan har framhållits (s. 72), att ett dylikt samband även ur kemisk synpunkt är högst sannolikt. Förutom andradit kan även ett annat skarnsilikat förekomma, nämligen grön aktinolit. Denna är emellertid alldeles underordnad. Här och var finnas partier av massiv kvarts, ofta blandade med något granat. Blyglansen i skarnet är vanligen mera grovkristallin än den i järnmalmen förekommande, och sitter mestadels inklämd emellan granatkorn. Något pyrit och kopparkis förekommer också. Litet zinkblände har iakttagits i ett enda fall. Molybdenglans ses regelbundet, men blott i små mängder, och är, i motsats till övriga sulfider, proportionsvis vanligare i kvartspartierna än i det egentliga skarnet. Tämlichen grovkristallin magnetit ingår, i underordnad mängd, både i skarnet och i kvartsfläckarna.

Vad beträffar proportionen av silver i malmen, uppgives i gruvkartebeskrivningen, att malm med 57 % bly hållit 307 g silver pr ton.

Enligt gruvkartorna skall blymalm i någon utsträckning förefunnits kvar ännu på de djupaste nivåerna. Tydligt är dock, att fyndigheten på dessa djup varit så mycket svagare än högre upp, att man ansett vidare avsänkning hopplös. Nutida anrikningsmetoder kunna möjligen giva saken en annan aspekt. Emellertid synas här icke ha förekommit några större kvantiteter av relativt fattig malm. Huvudmassan torde därför hava varit brytvärd även med de anrikningsmetoder, som stodo till buds under den tid då gruvan var i drift.

Kallmorbergsfältet.

(Tavla 5.)

Inledning. Med Kallmorbergsfältet i inskränkt mening — då Silvergruvan och kvartsrandmalmerna frånräknats — avses här den komplex av inbördes mer eller mindre nära förbundna fyndigheter av skarnmalm och kalkmalm, som är blottad genom sammanhängande gruvarbeten med uppföring genom Kallmoraschaktet.¹ Fyndigheterna ifråga täckas i dagen av följande utmål (från V mot Ö): L:a Kallmoragruvan, Torpgruvan, Kappellgruvan, Fältgruvan, Kallmoragruvan, Norrgruvan, Mellangruvan och Svartbergsgruvan. Västerut fortsätter fyndigheten från Torpgruveutmålet in på L:a Mossgruvans utmål; den är emellertid där icke blottad i annan form än några äldre gruvförsök i liten skala. Jfr även fig. 50 och tavla 5.

Den djupaste nivån är 230 m avv., där fyndigheten är blottad i stor utsträckning. Därifrån finnes vidare en mindre sänkning ned till 242 m (i Tersmedenområdet kopparmalm). Förf:s undersökningar hava omfattat etagera 138—230 m avv., ävensom Norrgruveområdet (delvis) i dagbrott, varjämte en del spridda observationer kunnat göras i dagen på andra punkter. Mellan 138 m avv. och dagen är fältet numera i stort sett otillgängligt.

¹ Dessutom nedgår, 200 m längre västerut, Lernbo schakt till samma bottennivå. Detta schakt är emellertid icke inbyggt för uppföring.

Allmänna geologiska drag. Fältets dominerande bergart är kvartsporfyrisk natronleptit. Kalileptit har identifierats endast i ringa skala (jfr nedan). I norr begränsas fältet av cordieritglimmerskiffer, tillhörande den breda huvudzonen av denna bergart. Även i söder synes en jämförlig bergart föreligga, ty vit cordieritglimmerskiffer kan iakttagas Ö om Silvergruvan och mörkare dylik bergart S om Kallmora- och Norrgruvornas utmål. Detta glimmerskifferband måste dock vara förhållandevis smalt; S om detsamma kommer den skiktade kalileptiten med kvartsrandmalmer (jfr ovan, s. 108). Sidostupningen inom fältet är brant nordlig, omkring 80° — 85° . Fältstupningen är ostnordostlig. Stupningsvinkeln växlar; de i gruvan gjorda observationerna på valkighet visa i de flesta fall c:a 25° , men också upp till 40° och i ett fall, i gruvans västligaste del, ända ned till 8° . På grund av de komplikationer, som den senare förkastningstektoniken medfört, kan man icke genom jämförelse mellan karakteristiska malmkonturernas lägen på olika nivåer ernå några exakta mått på fältstupningen. De ungefärliga data, som kunna erhållas, antyda emellertid en brantare stupning, än vad valkigheten angiver — omkring 45° .

De båda väsentliga järnmalmstyperna i fältet äro grönskarnsmalm, som dominerar i de östra och mellersta delarna, samt kalkmalm, som särskilt utmärker den västra delen. Kvartsrandmalm uppträder på några ställen i liten skala, i nära förband med övriga typer.¹ Den är dels blodsten, dels svartmalm. Kopparmineral ses flerstädes i kalkmalmen, men aldrig i större mängd. Ut i skarnmalmerna synes deras förekomst vara mera lokaliserad; där uppträda de däremot på ett ställe i brytvärd mängd.² Ställvis, särskilt intill vissa skarn- och kalkmalmer, övergår leptiten — än successivt, än helt snabbt — till »malmkvartsit», vanligen relativt järnrik (almandin- och gedritkvartsit).

Skarnmalmerna visa i sin form intensiv veckning, som säkerligen på många ställen fört till avslitningar. Märkligt nog är däremot kalkmalmkroppen i väster i detalj mycket litet deformerad.

Av eruptivgångar finnas dels några få amfibolitgångar, dels diabasgångar, i stort antal och tillhörande två huvudsystem, det ena nära sammanfallande med leptitformationens strykning och det andra approximativt vinkelrätt mot densamma. Gångarna äro i allmänhet av obetydliga dimensioner och hava ej medfört några väsentliga olägenheter för gruvdriften.

Så mycket större besvär har i stället förorsakats av de inom detta fält synnerligen talrika förkastningarna.

Leptiterna. Den dominerande natronleptiten är vitgrå eller ljust gulgrå, med strökorn av kvarts och albit, vanligen nära massformig. I hållar i dagen har iakttagits den utbildning av småflisig breccia, som utmärker ett flertal av traktens förekomster av natronleptit. Typisk leptit från detta fält representeras av analys n:o I (s. 13). Inom vissa zoner är leptiten något skiffrig. Ett par prov ur en dylik zon i fältorten på 138 m avv., V om Lernbo schakt hava, överraskande nog, befunnits vara en kalileptit, också den kvartsporfyriskt utbildad. Av allt att döma rör det sig endast om en helt lokal förekomst av kalibergart. Prov av glimmerskiffrig leptit på andra punkter visa de karaktärer, som utmärka natronleptiten på övergång till glimmerskiffer (s. 14). Jämnkornig kalileptit åter har träffats i Fältgruvans liggvägg i dagen ävensom på motsvarande plats å 182 m avv. Möjligen har denna bergart större utbredning närmast S om malmerna.

Kvartsiten. Den vanligaste utbildningsformen är en mörk, nästan glasig kvartsit, utan några för blotta ögat urskiljbara beståndsdelar utom kvartsen. Ofta uppträder emellertid rikligt med gedrit, i den vanliga radialstråliga anordningen, vanligen med ett par cm diameter på »solarna». Almandingranat förekommer mycket rikligt inom vissa kvartsitpartier, i form av kvartsgenomvuxna fläckar om några cm storlek eller mera. Granatkvartsiten har ofta gedrit uti granatfläckarnas mellanrum. Magnetit ses också, ävensom biotit. I dagen har på ett ställe iakttagits kvartsit med fotslånga cordieritindivider. Mikroskopiskt hava i vissa fall konstaterats andalusit och turmalin. En jämförelsevis riklig halt av grönt hornblände samt magnetit utmärker en del kvartsitpartier. Det vill emellertid synas, som om detta endast gällde sådana områden, där mera samlade skarnmalmspartier uppträda i kvartsiten.

Gränsen mellan leptit och kvartsit utmärkes ibland av en snabb övergång, ibland åter synes kvartsitbildningen ha framgått efter spricksystem i leptiten. Angående detaljerna i övergångszonen hänvisas till s. 21. Mycket påfallande är, att kvartsiten ofta gränsar direkt mot dolomit.

Kvartsitens utbredning är i huvudsak följande. Den uppträder längs båda sidor om Kapellgruvedelens malmförande dolomit. Längre österut ingår den även såsom bankformiga inlagringar i karbonatbergarter — i alla händelser är detta förhållandet inom gruvans djupare etager. Omkring skarnmalmerna har kvartsiten

¹ Peterssons karta (74, tavla 5) angiver ett stråk av blodsten genom Stora Kallmoragruvans gruvöppningar (jfr tavla 5). Denna troligen helt obetydliga fyndighet är nu övertäckt, och man kan icke avgöra, huruvida den på något sätt avviker från de smärre malmer av denna typ, som äro anslutna till kalk- och skarnmalmerna. Troligen är det en västlig fortsättning av samma zon, som representeras av en håll av kvartsrandmalm c:a 90 m N om Kapellgruvan.

² Denna fyndighet är dock numera utbruten ned till 242 m avv.

en betydande utbredning. Dess uppträdande står dock ej i något klart beroende av dessa malmer, vilka för övrigt mycket ofta gränsa direkt mot alldeles oomvandlad leptit. Tavla 5 avser bl. a. att giva någon föreställning om relationerna i dessa avseenden.

Gångbergarter. Amfiboliten tillhör en karakteristisk typ, med uralitströkorn (s. 46). Gångarna äro fåtaliga, och i de flesta fall blott några dm breda. Diabasgångarna tillhöra samtliga den kvartsförande typen (s. 74).

Skarnmalmer. Magnetitmalm med grönskarn har utgjort gruvans viktigaste malmtyp. Skarnmineralet är en i stoff mörkt grön, i slipprov mycket svagt färgad aktinolit. Detta är H. E. Johanssons »Kallmoratyp» (54). I vissa fall närmar sig dock amfibolen hornblände, såsom framgår av dess starkare absorptionsfärger (α gulgrön, β grön, γ grönbå). I dylika fall plägar även epidot ingå i skarnet, stundom också kvarts. Diopsidskarn är sällsynt. Ett brunt granatskarn träffas ställvis, i form av klumpar uti det dominerande amfibolskarnet. Dylikt »korkberg», såsom den lokala beteckningen lyder, synes i regel icke ingå i de magnetitrika partierna. Under mikroskopet kan man ofta konstatera en avsevärd ortithalt i aktinolitskarnet och skarnmalmen. Angående flusspat och kopparkis, jfr nedan.

Magnetiten är finkristallin, dels samlad till renare klumpar, dels fint inströdd uti amfibolstänglarna. Gruvan har levererat betydande kvantiteter av rik styckemalm.

De större skarn- och skarnmalmskropparna synas utgöras av aktinolit och magnetit, och äro inom flera delar av gruvan förbundna med partier av karbonatbergart. Mera hornbländeartat skarn, delvis med epidot och kvarts, synes företrädesvis uppträda i form av smärre strimmor och band i kvartsit, eller vid skarnkropparnas gränser mot dylik bergart eller leptit. Inom Norr-Mellan-gruvornas område finner man strimmor av kvartsrandig svartmalm inne i skarnmalmen, delvis på sådant sätt, att man kan tala om en övergång mellan de båda malmtyperna. Härifrån härstamma troligen också några på varpen påträffade stycken av en finkornig, skiktad, kvartsig svartmalm, med idiomorfa granatkristaller om några mm storlek. Det berg, som i dagen kvarligger vid den nu otillgängliga Gamla Svartbergsgruvan, c:a 300 m Ö om Norrgruvan, visar grönskarnsmalm av Kallmoratyp, dock delvis kvartsig och ibland med tydlig randning av magnetit, aktinolitskarn och kvarts.

Uti Norrgruvan hava även påträffats ett par bankar av kvartsrandig blodsten inne i skarnmassan. Något västligare finnes på 230 m avv. en några dm bred rand av dylik blodsten emellan en skarnmalmskropp och ordinär natronleptit. Kvartsrandmalm ingår även uti den kalkiga malmens skiktserie, såsom nedan beskrives. Slutligen uppträder sådan, både blodsten och svartmalm, på ett par ställen utanför skarn- och kalkmalmszonen.

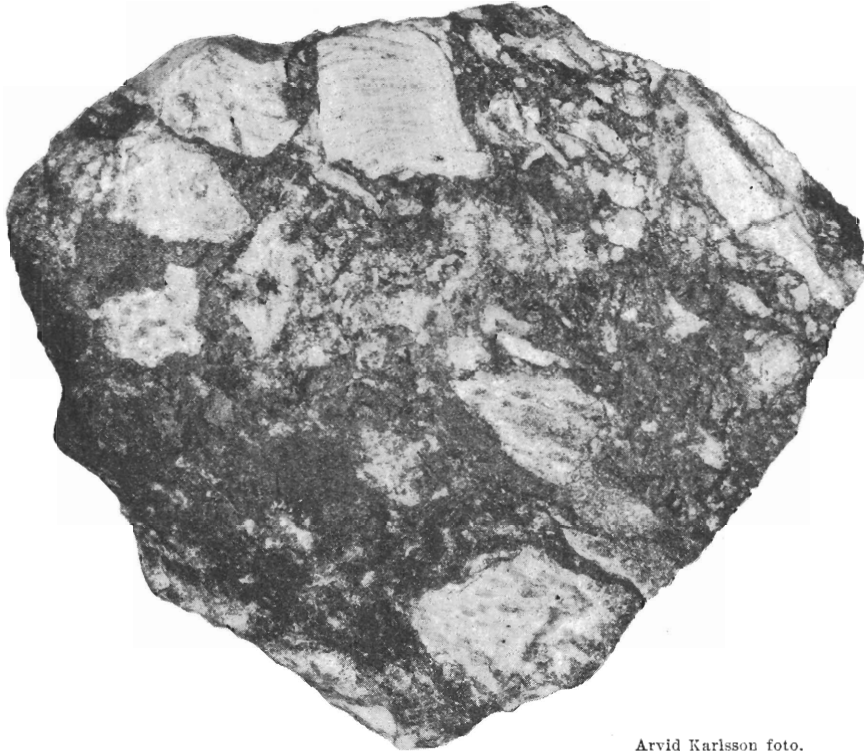
Kalkmalmer. Den största och bäst kända kalkmalmskroppen inom fältet utgöres av Kapellgruvemalmen, som är utmärkt blottad i gruvans djupare etager. Iakttagelser på varp i dagen visa, att fyndigheten — om också möjligen med några smärre avbrott — fortsätter med väsentligen samma karaktär västerut ända in i L:a Mossgruvans utmål. De här närmast följande uppgifterna avse de nu anförda delarna av fältet.

Malmen uppträder i en finkornig, vit, massformig dolomit, delvis övergående i vit kalksten. Magnetiten är finkristallin. Fyndigheten är i stor utsträckning en ren kalkmalm, såtillvida att magnetiten ej åtföljes av någon nämnvärd kvantitet av andra gångarter än sidostenens karbonat. Vanligare är dock, att malmen även har en viss halt av amfibol. Mestadels rör det sig om en i stoff ljusgrön, i slipprov färglös tremolit, men järnhalten och färgen växla, upp till den för fältets ordinära skarnmalm utmärkande mörkgröna aktinoliten. Som även proportionerna mellan magnetit och amfibol variera, kan man inom denna malmskropp finna alla stadier ifrån den rena kalkmalmen över en malm med underordnad tremolit fram till den typiska aktinolitskarnmalmen. Magnetit och amfibol följas i stort sett åt. Man finner aldrig amfibolen i form av spridda individ i karbonatmassan. Däremot uppträder ett kondroitinmineral på dylikt sätt, i form av ofikalcit. Denna är emellertid på karakteristiskt sätt knuten till malmens omedelbara närhet. Den är kvantitativt föga framträdande. Man kan säga, att amfibolen *ingår* i malmen, men ofikalciten är ansluten till densamma. Grov diopsid ses undantagsvis, och ibland rödbrunt granatskarn (lokalt med zonalbyggd granat). Norbergit har påträffats i varp från gruvöppningar V om Kapellgruvan. Den bildar där rödgråa klumpar i tremolitskarn, snarlikt förekomstsättet i Östanmossgruvan. Därjämte har den iakttagits i Kapellgruvemalmen å 230 m avv., i form av små men redan för blotta ögat märkbara blekröda korn. Den åtföljer omedelbart magnetiten, men torde ej vara utmärkande för några större delar av denna malmskropp. Uti brutet berg från malmskroppen ifråga (trol. etagen 182 m avv.) hava träffats enstaka norbergitklumpar, ett par cm stora och bruna till färgen.¹ Kopparkis och färglös flusspat

¹ Under mikroskopet har i ett prov norbergiten befunnits vara omvuxen av kondroit med karakteristisk tvillinglamellering efter 001, vilken saknas i den rombiska norbergiten. Dylik sammanväxning, men i omvänd ordning, har från Franklin Furnace beskrivits av Larsen (56).

uppträda på många ställen, särskilt i det ifrågavarande området västra delar, men aldrig i någon större mängd. De förekomma såväl i karbonatbergarten som i skarn och järnmalm. Man finner sällan den ena utan att den andra kan påvisas intill. Någon enstaka gång träffas även bornit.

Malmens (inkl. amfibolskarnets) fördelning i karbonatbergarten är uti Kapellgruvemalmen högst egenomlig. Orter och strossar i gruvans djupare etager visa med utomordentlig tydlighet malmens epigenetiska uppträdande. Den breccierar dolomiten och innesluter större och mindre stycken av densamma (fig. 51). Ehuru dessa inneslutningar i många fall äro relativt skarpkantade, har man det intrycket, att malmens inträngande väsentligen skett på metasomatisk väg. Härför talar ju f. ö. även den omständigheten, att malmen alltjämt innehåller en del av karbonatbergartens material. Ofta ses ofikalcitutbildning just i de dolomitpartier, som äro



Arvid Karlsson foto.

Fig. 51. Kalkmalm, Kapellgruvemalmen, Kallmorbergsfältet. Magnetit med inneslutningar av dolomit. $\frac{2}{3}$ nat. storl.
Magnetite ore from the Kapellgruvan ore body, Kallmorberg, with inclusions of dolomite. $\frac{2}{3}$ nat. size.

inneslutna i malmen. Smärre inneslutningar, upp till 2 cm stora, hava i vissa fall befunnits utgöras av välutbildade romboedrar. Troligen rör det sig om en omkristallisation av karbonatsubstans, som kommit i lösning. Företeelsen erinrar om de »ögon» av kalkspat, som av Alvar Högbom beskrivits från Stekenjokks svavelkisfyndighet (47).

Inom nyssnämnda etager visar Kapellgruvemalmen i regel ingen som helst antydning till skiktning. Blott lokalt, nära hängväggen på 230 m avv., har något sådant kunnat påvisas. I östra delen på samma nivå, närmare Lernbo schakt, framträder dock en viss randning. På 138 m avv. finner man däremot allmänt en rätt regelbunden randning av magnetit och amfibolskarn i karbonatbergarten, medan i stället de tydligt metasomatiska dragen träda tillbaka. Några synpunkter på den betydelse ur genetisk synpunkt, som kan böra tillmätas dessa företeelser, skola anföras i det följande.

En i vissa avseenden annan karaktär visar det till största delen icke brytvärda stråk av kalkmalm, som på 230 m avv. framgår S om skarnmalmen inom fältets mellersta del, men som på högre nivåer synes — genom Fältgruvan — bilda en länk mellan Kapellgruvemalmen och skarnmalmen (man jämföre nedan om malmkropparnas inbördes sammanhang), ävensom i några obetydliga sydligare paralleller. Där uppträder svartmalm, ensam för sig eller åtföljd av aktinolitkarn, såsom relativt regelbundna skikt i karbonatbergarten. Sådant antydes ju redan av den ovan beskrivna utbildningen av Kapellgruvemalmen på 138 m avv. Inom den nu avsedda zonen är emellertid regelbundenheten vida större. Därtill kommer, att en del tunna inlagringar i karbonat-

bergarten hava formen av typisk kvartsrandmalm. Såväl blodsten som svartmalm förekomma.¹ Även finnas tunna skikt av kvartsig svartmalm utan tydlig randning. I närheten av Kallmoraschaktet har på 182 m och 230 m avv. observerats en märklig variant, i det att kvartsrandig svartmalm delvis innehåller så rikligt av brun granat, att kvartsen helt försvinner. En viss randning framträder dock även i detta fall.

Kopparkis ses på något enstaka ställe i denna skiktserie. En bank av nästan kompakt svavelkis har övertvärats i början av den s. k. Kopparorten å 230 m avv. (tavla 5)

Kopparmalm. Förekomsten av kopparmineral i Kallmorafältet kan uppdelas på tre typer:

1) Kopparkis och något bornit i kalkig järnmalm. Åtföljes alltid av flusspat. Aldrig brytvärd.

2) Kopparkis i skarnjärnmalm. I regel flusspatrik. Hit hör den enda malmkropp, som visat sig brytvärd (jfr nedan).

3) Bornit (och obetydligt kopparkis) i kvartsigt berg. Den enda förf. bekanta förekomsten är i fältort å 182 m avv., västerut från Kallmoraschaktet. En närmare beskrivning av denna visserligen högst obetydliga men ur teoretisk synpunkt intressanta förekomst har redan givits (23). Enstaka kopparkiskorn ha också iakttagits i typisk kvartsit.

Typen »kopparkis i skarnjärnmalm» träffas på flera ställen, men huvudsakligen inom de västligare skarnmalmskropparna från omkr. 180 m avv. nedåt (Tersmedenområdet). Överst finnes där endast några impregneringsränder i skarnmalmen, bestående av kopparkis samt rikligt av färglös eller violett flusspat. Mera samlad kopparmalm har uttagits från c:a 208 m till 242 m avv., med c:a 30 m längd och upp till 2 m bredd. Den här brutna malmen har delvis varit mycket rik. Sålunda utskräddes 2,134 ton styckemalm med c:a 9 % koppar vid brytning över 230 m avv. (1915—1919), och 414 ton malm med c:a 16 % koppar från sänkningen 230—242 m avv. Dessutom erhöles närmare 4,000 ton anrikningsmalm. Den rika malmen bestod av kopparkis med ringa mängd svavelkis samt rikligt flusspat (ofta bandvis), magnetit, strålsten och kvarts. Magnetiten förekom delvis såsom inneslutna klumpar av den normala skarnmalmens struktur, men i övrigt i form av omkring cm-stora oktaedrar. Tydligt representerar den förra formen oförändrade inneslutningar uti den genom metasomatisk förträngning senare tillkomna kopparmalmen. De större magnetitkristallerna åter måste tillhöra samma paragenes som kopparkisen. Detta utesluter naturligtvis icke, att magnetitsubstansen ifråga kan vara utlöst ur den förut existerande järnmalmen. Kopparmalmen visade en oregelbunden randning i konformitet med malmkroppens ytterkonturer, och slutade på en nivå åt ONO med en rik kopparkiskörtel i kvartsit.²

Frågan om malmernas bildningssätt. Kallmorafältets alldeles särskilt komplicerade geologi gör det lämpligt att i omedelbar anslutning till här meddelade data rörande dess malmtyper också anföra några synpunkter på frågan om malmernas bildningssätt, ehuru detta problem även upptagits på annat ställe i denna monografi.

Kopparmalmen är otvivelaktigt senare tillkommen än skarnjärnmalmen, såsom nyss framhållits. Med densamma har följt framförallt flusspat. Det ligger nära till hands att antaga att kvartsitbildningen tillhör samma skede. Något alldeles omedelbart samband är dock ej konstaterat.

Gentemot kalkjärnmalmen visar kopparmalmen ej någon tydlig åldersskillnad, vilket dock ej utesluter, att skillnaden kan vara lika stor som då det gäller skarnmalmen. Man måste vidare ihågkomma, att man ej har något mått på denna senare åldersskillnad. Den kan vara mycket stor — även geologiskt sett — eller obetydlig.

Vad järnmalmerna beträffar, så finnas rent sedimentära typer representerade av de regelbundna, delvis kvartsrandiga inlagringarna i kalkstenen. Det ligger mycket nära till hands att såsom reaktionsskarn tolka ej blott det granatskarn, som kan ingå i malmränderna, utan också amfibolskarnet. Därmed utsträcker den sedimentära tolkningen till hela serien av karbonatbergart och olika malm- och skarnskikt. Full visshet kan icke uppnås, det ligger i problemets natur, men sannolikheten ter sig mycket stor.

Nu fortsätter emellertid skiktningen västerut, och förlorar sig uti Kapellgruvans malm, som metasomatiskt sprider sig i en från malminlagringar fri karbonatbergartskropp och som åtföljes av en så karakteristisk kontaktpneumatolytisk produkt som ofikalciten. Åt andra sidan finnes intet direkt dylikt samband, men Svartbergsområdet visar, både över och under jord, skiktad och delvis kvartsrandig malm »drunknande» i amfibol-skarnmalm.

Påtagligen stå här två tolkningsvägar öppna. Båda måste räkna med, att järnmalm bildats på sedimentär väg, ehuru icke i brytvärd mängd, och att de brytvärda malmkropparna uppstått genom senare metasomatiska processer och fått sin definitiva mineralsammansättning och form vid relativt hög temperatur (mot-

¹ Den anmärkningsvärda kombinationen av kvartsrandig blodsten och kalksten härstädes har först uppmärksamats av G. T. Lindroth, som 1915 för gruvförvaltningens samling tillvaratog en belysande stuff.

² Från en tidpunkt, då malmkroppen ifråga ännu var endast ofullständigt blottad, har förf. förut anfört några data om denna förekomst (20).

svarande åtminstone några hundra graders temperatur). Skillnaden ligger i följande: Enligt det ena alternativet har ansamlingen av brytvärda malmer skett genom en omflyttning av en del av de sedimentära lagrens järnhalt; denna omflyttning kan tänkas hava ägt rum redan före det stadium, som givit fyndigheterna deras prägel av högtemperaturprodukter, men antagandet av en dylik omflyttning vinner i sannolikhet, om man tänker sig densamma i direkt samband med den uppvärmning, varom mineralsällskapet vittnar. Enligt det andra alternativet åter hava de järnmängder, som ingå i de brytvärda malmkropparna, tillsammans med en del av gångartsubstanserna blivit tillförda genom de geologiska faktorer — lösningar av hög temperatur — som även enligt det förra alternativet antagas hava varit verksamma vid fyndigheternas slutliga utformande.

För det första alternativet talar framförallt det direkta sammanhang mellan de olika malmtyperna, som ovan skildrats. Även kan erinras om fall av sekundär amfibolbildning med förträngning av kvartsen uti kvartsrandig svartmalm. Sådan har av förf. konstaterats såväl i Sydvaranger (18) som vid Moose Mountain i Ontario (19). Den förstnämnda observationen föranledde en jämförelse med några iakttagelser gjorda under en kort exkursion vid Kallmora (18, s. 335). Hypotesens största svårighet gäller besvarandet av frågan, varifrån de omflyttade järnkvantiteter skulle tagits, som ingå i de brytvärda malmkropparna. Några sedimentära malmer, som berövats en dylik järnmängd, kunna nämligen icke utpekas. Det andra alternativet har ej annat emot sig än den omständigheten, att fullt bindande bevis för en dylik malmbildning i stor skala ej i övrigt kunnat presteras i Norbergstrakten.

Förf. har emellertid för sin del svårt att tro, att de egendomliga förhållandena i Kallmorafältet kunna förklaras utan att man räknar med att den senare malmbildningsepoken, till vilken man ju i alla händelser torde få förlägga uppkomsten av de verkliga, brytvärda malmkropparna, inneburit en tillförsel av bl. a. järn, och ej blott en omflyttning av fältets tidigare metallinnehåll. Denna ståndpunkt är naturligtvis i första hand baserad på de intryck, som erhållits under studiet i gruvan. Det är emellertid troligt, att densamma påverkats av förf:s erfarenheter från nordsvenska skarnjärnmalmer, särskilt Masugnsbyfälten, där en tidigare sedimentär malmbildning befunnits vara efterföljd och delvis »dränkt» av en kontaktmetasomatisk sådan.

Tektonik. Översikt av malmkropparna. Fördelningen av malmkropparna bestämmas dels av veckningen, dels av senare förkastningar. I den mån utrymmet så tillåter, skall i det följande givas en översikt av malmkropparnas gruppering och deras beroende av dessa tektoniska faktorer.

Trots vissa horisontalförskjutningar längs förkastningsplan kan man i dagen, med ledning av gruvöppningarnas lägen m. m., få en ungefärlig föreställning om malmkropparnas gruppering också i den mån densamma bestämts av veckningen. Man kan urskilja två »streck», ett sydligare med Kapell- och Fältgruvorna m. m., samt ett nordligare, som börjar V om det förras östra ände, men sträcker sig mycket längre åt Ö — i själva verket fortsätter utanför fältets gräns. Det rör sig tydligen om en typisk »omstjärtning».

De komplikationer på grund av förkastningar, som framträda i dagen, härröra från några brantstående förkastningsplan, vilka under stor vinkel skära över malmstrecken. Till förenklande av beskrivningen betecknas här dessa förkastningar och de block, i vilka de uppdelade malmfältet, på de sätt som fig. 52 anger. Förkast-

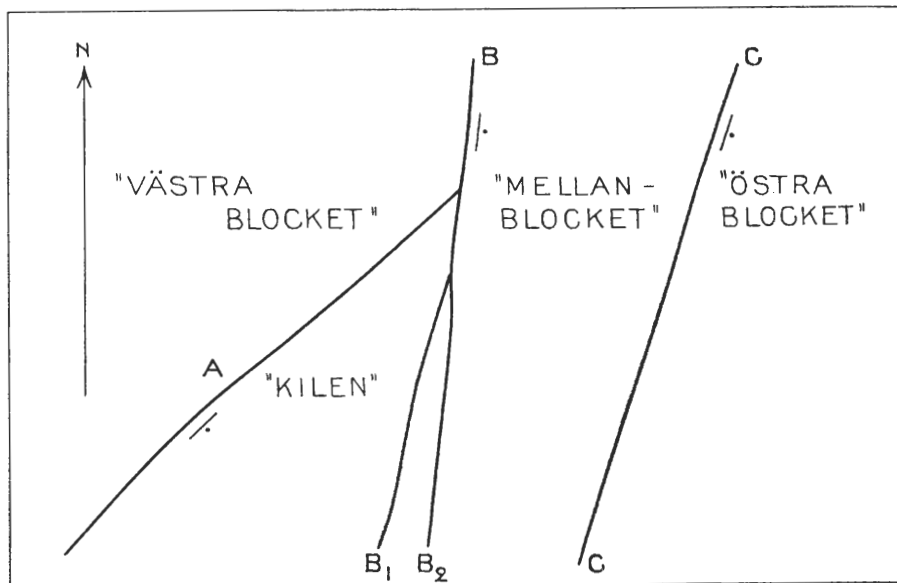


Fig. 52. Skiss (horisontalplan) över beteckningar rörande förkastningstektoniken i Kallmorbergfältet.
Sketch map to illustrate terms used in describing fault structure of the Kallmorberg mines.

ningar i mindre skala och i ett flertal olika riktningar sönderstycka vissa partier av de sålunda definierade blocken, såsom i det följande skall visas. Den komplicerade fördelningen av malmkropparna i detta fält kan sålunda skyllas dels veckningsrörelserna, vilka otvivelaktigt i flera fall även lett till avslitningar, dels de senare tillkomna förkastningarna. Såsom en ytterligare komplicerande faktor måste framhållas den interferens, som föreligger mellan fältstupning och förkastningsrörelser. Partier, som utgöra varandras fortsättning i fältstupningsriktningen, komma nu att i många fall befinna sig i olika block, åtskilda av en förkastning, längs vilken de kunna vara förskjutna i förhållande till varandra i både horisontal och vertikal led.

I dagen framgå de större, ovan i fig. 52 markerade förkastningarna på följande sätt: A går sannolikt V om Kapellgruvan, B₁ och B₂ äro påvisade såsom övertvärande Fältgruvan, medan C skiljer »V:a Schaktets» gruvöppning från Kallmoragruvan (tavla 5). De tre sistnämnda äro angivna på Peterssons karta (74, tavla 5). Petersson hade också, vid en på gruvförvaltningens uppdrag utförd geologisk undersökning under jord (omkr. år 1908), påvisat förkastningen A, och synes hava klarlagt karaktären av horisontalförskjutningen vid de viktigaste av dessa förkastningar. Däremot är det ej förf. bekant, huruvida han genomförde någon närmare analys av gruvans tektoniska problem i övrigt.

Lägena å förkastningarna A—C å 138, 182 och 230 m avv. framgå av tavla 5. På sistnämnda nivå har A, på grund av att dess stupning är flackare än B:s, försvunnit ur fältet. Den borde, eftersom den torde vara äldre än B, återfinnas norrut i Mellanblocket, men har hittills icke identifierats där. Måhända ligger den ännu på bottenivån N om de delar av fältet, som nåtts med grubarbeten.

Beträffande rörelseriktningen på A, B och C (från området mellan B₁ och B₂ bortses här) föreligga klara iakttagelser rörande horisontalkomposanten. Med hänsyn till, att malmkropparna — efter vilka rörelsen mätts — icke stå vertikalt, kan man emellertid icke därav avgöra, huruvida denna horisontalförflyttning är verklig eller skenbar (jfr diskussionen om Malmkärragruvan, s. 80). Emellertid finnas ytterligare några upplysande data. Å 230 m avv. finnes i V:a blocket en diabasgång, som vid förkastning B (där denna är enkel) avskurits med tydlig medsläpning (fig. 53). Här föreligger sålunda ett klart bevis för att Mellanblocket blivit, längs B, fört norrut i förhållande till V:a blocket. Troligen är förhållandet likartat vid C. Påvisandet av en väsentlig horisontalkomposant utesluter dock icke, att rörelse skett även i vertikal led. Säkra data i dylikt avseende saknas, men gruvkartan giver en anvisning av intresse: Inom gruvans översta delar äro blottningarna ej tillräckligt sammanhängande för att tillåta en närmare analys av rörelsen längs B, resp. B₁ och B₂. Man finner dock bestämda tecken på en horisontalförflyttning, motsvarande den nyss från 230 m avv. anförda. Den skarnmalm, som brutits i Nyströms- och Kasergruvan, har genom fältstupningen förts mot förkastningen B, så att på 102 m avv. nästan ingenting av densamma finnes kvar i V:a blocket. På andra sidan om B, i Mellanblocket sålunda, har denna malmkropp eftersökts både med ortdrivning och diamantborrning, men utan resultat. Som man vid dessa arbeten tydligen tog vederbörlig hänsyn till horisontalförflyttningen, föres man av det negativa resultatet till den slutsatsen, att V:a blocket blivit sänkt (längs B) i förhållande till Mellanblocket.

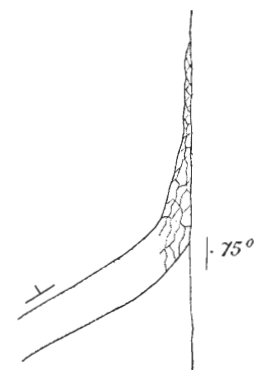


Fig. 53. Medsläpning av diabasgång (gångens bredd ca 30 cm) vid förkastning B, Kallmorberg. Horisontal yta. Drag of diabase dike (width about 30 cm) at fault, Kallmorberg mines. Horizontal surface.

Beträffande de komplikationer, som föreligga mellan B₁ och B₂, torde det vara tillräckligt att hänvisa till tavla 5.

Vid förkastningen A åter synes rörelsen huvudsakligen bestått i en nedglidning vinkelrätt mot förkastningens strykning, varvid den relativt sänkta delen representeras av »Kilen» mellan A och B. Skälet för att antaga ett dylikt förlopp utgöres i första rummet av en observation på 182 m avv., där en karakteristisk dubbel diabasgång, approx. vertikalstående och med en malmskiva emellan, med helt ringa relativ horisontalförflyttning återfinnes å ömse sidor om förkastning A. Även i fältorten på 138 m avv. erhålles en likartad anvisning.

Fördelningen av övriga förkastningar inom fältet är mycket ojämn. Inom V:a blocket finnes endast en ungefär i strykningens riktning gående släppa, som bildar hängvägg för Kapellgruvemalmen omkring Lernbo schakt. Så mycket talrikare äro förkastningar inom Mellanblocket — särskilt, vill det synas, mot djupet — och inom vissa delar av Ö:a blocket. Man kan icke bland dem finna något fullt regelbundet mönster, om också två riktningar dominera (tavla 5, bild 4). I flera fall är förloppet påfallande krokigt, vilket försvårar identifieringen från punkt till punkt. Några av dessa förkastningar utgöra överskjutningar på mycket flacka plan. Såsom exempel kan anföras en iakttagelse i Ö:a blocket ungefär rakt N om Kallmoraschaktet på 182 m avv. En släppa med omkr. 25° nordlig stupning skiljer där skarnmalm ifrån överliggande gråberg, vilket tydligen överskjutits från N. Den till sin effekt mest påfallande av dessa flacka förkastningar uppträder i Mellanblocket, inom eta-

gen 182—230 m avv., där den bidrager att ytterligare komplicera malmkropparnas mönster, i övrigt bestämt av veckningen och brantstående förkastningar.

Om man så försöker att följa de olika malmkropparna mot djupet, erhåller man följande bild av sammanhangen inom de olika etagerorna:

Dagen — 138 m avv.: Kapellgruvemalmen är känd från dagen ned till 47 m avv., därefter från 124 m avv. till bottennivån 230 m avv. Inom det okända området 47—124 m avv. torde förkastningen A skära igenom mitten av denna malmkropp. På 138 m avv. har skärningen mellan malmkroppen och förkastningen blottats; tyvärr har emellertid detta parti icke nu varit tillgängligt för undersökning.¹ Vad man på östra sidan kan se av fyndigheten giver emellertid intrycket, att densamma här övergått till utpräglad skarnmalm, under det att den längre västerut är en något skarnhaltig kalkmalm. Fältgruvemalmen åter — i betydelsen av den malm, på vilken Fältgruvan i dagen är upptagen — är följd från dagen endast till 37 m avv. På 138 m avv. finnes en liknande komplex, nämligen svartmalmsrandig kalksten och kvartsrandig svartmalm, just på östra sidan om förkastningen B, sålunda i Mellanblocket. Med hänsyn till fältstupningen och rörelsen längs B är det ej uteslutet, att detta parti motsvarar Fältgruvemalmen. Avståndet från dagen och observationernas ytterliga knapphändighet å båda nivåerna göra emellertid konnektionen mycket osäker. Man kan också tänka sig, att Fältgruvedelen här ligger nordligare och österut fortsättes av skarnmalmerna. Denna fråga får ytterligare belysning i de följande etagerorna.

Av skarnmalmerna ligger den västligaste, Nyströmsgruvan-Kaserngruvan, i dagen inom »Kilen». Den synes mot djupet på grund av fältstupningen utkila mot förkastning B, redan innan den nåtts av A. Skarnmalm i Mellanblocket är »V:a schaktets» malm i dagen. Om den ovan anförda tolkningen av rörelsen längs B är riktig, så kan det tänkas, att denna malm utgör fortsättningen i fältstupningsriktningen av Nyström-Kaserngruvemalmen, som ju antages vara sänkt i förhållande till Mellanblocket. På grund av osäkerhet rörande åldersförhållandet mellan förkastningarna A och B måste dock frågan lämnas öppen. Arbetena i Mellanblocket mellan dagen och 138 m avv. äro alltför begränsade för att möjliggöra en detaljerad identifiering av skarnmalmerna. »V:a schaktets» malm har på grund av sin fältstupning redan på c:a 70 m avv. slutat mot förkastning C; dess fortsättning återfinnes på sagda nivå uti Ö:a blocket, där den tillsammans med Kallmoragruvans malm bildar en kontinuerlig skarn- och malmkropp. De skarnmalmkroppar, som brutits från omkr. 130 m avv. nedåt (och vilkas fortsättning mot djupet utgör den brutna malmen i Mellanblocket inom de djupare etagerorna), måste sammanställas med de relativt obetydliga malmer av dylik karaktär, som i dagen fortsätta österut från Fältgruvan.

138 — 182 m avv.:

Kapellgruvemalmen fortsätter i V:a blocket som förut. Den kan identifieras även i »Kilen», samt synes ha sin fortsättning i Mellanblocket uti det parti av delvis malmrandig kalksten, som är blottat i vattenbassängen Ö om Lernbo schakt på 182 m avv. Sistnämnda parti stryker i riktning mot skarnmalmerna i Mellanblocket. Här får man sålunda intrycket, att Kapellgruvemalmen över förkastningarna kan följas till sammanhang med Mellanblockets skarnmalmer. Samma intryck erhålles av malmfördelningen i dagen vid och Ö om Fältgruvan. Uti »Kilen» finnes malmrandig kalksten samt kvartsrandmalm S om det stycke, som antagits motsvara Kapellgruvemalmen. Man jämföre ovan angående Fältgruvemalmens förmodade fortsättning på 138 m avv.!

Sambandet mellan skarnmalmerna i Mellanblocket å 138 m och 182 m avv. synes klart. På grund av fältstupningen torde emellertid den östligaste spetsen befinna sig i Ö:a blocket på sistnämnda nivå, intill förkastning C. Troligen är den ej stor. I varje fall synes någon lucka förefinnas, oavsett förkastningarna, mellan skarnmalmerna i Mellanblocket (Tersmeden-Strömfeldt) och i Ö:a blocket. Skarnmalmerna i sistnämnda block visa intet särskilt nytt.

182 — 230 m avv.:

På 230 m avv. kan man över förkastningarna B₁ och B₂ följa övergången från Kapellgruvans kalkmalm till ett kalkstensbälte med inlagringar av malm, delvis kvartsrandig. Detta bälte är följt österut till Kallmoraschaktet, men dess förlopp vidare mot Ö är okänt. Norr om detsamma ligga i Mellanblockets östra del ett antal skarnmalmkroppar, som kunnat följas ifrån föregående etage och tydligen utgöra direkt fortsättning av där brutna malmer. De äro mycket starkt veckdeformerade och styckade av ett stort antal förkastningar. Den östligaste spetsen av komplexen, som i föregående etage började flytta över till Ö:a blocket, har nu där ökat i storlek. V:a schaktet-Kallmoragruvans skarnmalm i Ö:a blocket är på denna nivå mindre fullständigt blottad. Söder om Kapellgruvemalmen är längst i V påvisad en smal »parallell» av likartad natur.

¹ Förkastningens skarpa markerande i gruvrummets södra kontur (tavla 5, bild 2) torde giva en något överdriven föreställning om rörelsens belopp.

Följande drag med avseende på malmkropparnas gruppering äro särskilt anmärkningsvärda:

Ännu på 182 m avv. synes Kapellgruvemalmen fortsättas österut av skarnmalmen. På 230 m avv. däremot är dess östra fortsättning en skiktserie av kalksten och malmer; skarnmalmen ligger N om denna skiktserie. Det jämförelsevis regelbundna förlopp, som utmärker Kapellgruvans malmkropp genom gruvans hela djup, återfinnes på 230 m avv. också i dess fortsättning österut, ända till Kallmoraschaktet, under det att skarnmalmen, såväl N därom som längre österut, alltid äro starkt veckade.

Området mellan Kallmorbergsfältet och Långgruvan i Hästefältet.

Från Svartbergsgruvorna i Kallmorbergsfältet kan man mot ONO följa skarnzonen till och över järnvägslinjen. Dess bredd är vanligen 2 à 3 m. Å ömse sidor anstår kvartsporfyrisk natronleptit av samma typ som i Kallmorbergsfältet. Den enda gruvdrift, som på senare tid försiggått här, har gällt Getgruvan, omedelbart S om järnvägslinjen. Enligt gruvkartan (P. Wilson, 1885) är gruvan 58 m djup. Fyndigheten är grönskarnsmalm av Kallmoratyp, utan kvarts. På norra sidan om järnvägen finnas några äldre gruvöppningar på samma skarnlager.

Möjligen får man med detta skarnlager jämföra fyndigheterna i Hästefältets västra del, mellan de båda Öfstjärnarna (jfr nedan).

Söder om det av natronleptit och cordieritglimmerskiffer sammansatta bälte, i vars södra del de nyss skildrade skarnfyndigheterna ligga, fortsätter från södra sidan av Kallmorbergsfältet den skiktade kalileptiten. Blodstensskikt uppträda även här, men blott i helt ringa utsträckning; också skarninlagringar förekomma. Omkring Lilla Öfstjärn synas dock blodstenslagren delvis uppnå något större dimensioner, vilka stimulerat till en del skärpningar.

Nära granitgränsen ligger Tallgruvan,¹ anlagd på ett för övrigt genom ett antal skärpningar och smärre gruvförsök blottat lager av dels dolomit, dels skarn och malm. Till sin betydelse torde denna fyndighet knappast överträffa Getgruvan. Ur geologisk synpunkt är den emellertid av ett synnerligen stort intresse genom sin karakteristiska kontaktpneumatolytiska mineralparagenes, i vilken boraten ludwigit och fluoborit särskilt förtjäna uppmärksamhet. Magnetiten åtföljes mestadels av ett utpräglat magnesiaskarn, huvudsakligen en brungrå kondroditmassa med gröna klorittavlor men också en del tremolit- och aktinolitiskarn. Andraditdiopsid-skarn är vida mera underordnat. De båda bormineralen² äro vanligen associerade med magnetit och kondrodit samt sekundärt bildad serpentin och talk. Ludwigiten finnes även, jämte kondrodit och spinell, i dolomit. Magnetiten vid Tallgruvan har delvis en ytterst utpräglad oktaederspaltning. Denna företeelse, som ofta ses i magnetitporfyroblaster i »sjustjärnsmalm» o. dyl., är annars ovanlig i skarnmalmer. Möjligen är den här inskränkt till borparagenesen. Ifråga om detaljer rörande Tallgruvans mineral hänvisas till en tidigare publikation (27).³

Nordost om Tallgruvan börjar Hästefältet. Bergartsfördelningen inom detsamma framgår av tavla 1. Beträffande gruvornas namn jfr fig. 54.

Gruvöppningarna närmast NO om Lilla Öfstjärn omgivas (enligt hällar och lokala block) av vit cordieritglimmerskiffer eller ställvis granatfläckig kvartsit. Den östligaste gruvan härstädes — Bogärde Silvergruva — synes hava varit den enda av någon betydelse. Varpen visa kalksten, magnetitstrimmig, ibland ofikalcitisk, samt grönskarn och granatskarn, båda med magnetitmalm. Granatskarnet är mera underordnat. Litet blymalm kvarligger på platsen: ganska rik blyglans, som tillsammans med pyrit uppträder i skarn, huvudsakligen i mörkgrön aktinolit. Också litet molybden-glans ses i samma association.

Söder om St. Öfstjärns östända ligga Uddnäs- och Klostergruvorna, fyndigheter av grönskarnsförande svartmalm, omgivna av natronleptit. Av allt att döma äro de helt obetydliga. Liknande är den något hundratal m längre åt ONO belägna Vegagruvan, där dock sidostenen är glimmerskifferartad.

Gränszonen mellan det sydliga bältet av skiktad kalileptit samt natronleptiten (resp. glimmerskiffern) utgör en utpräglad malmhorisont med dels kvartsrandmalm, dels skarnfyndigheter. På ett skarnbälte, som synes gå fram helt nära kalileptitens norra gräns, äro anlagda flera gruvor, enligt varpen av väsentligen samma

¹ Ej att förväxla med Tallgruvan i »Mimersfältet»!

² Ludwigiten ($3\text{MgO} : \text{B}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) är ej identifierbar med blotta ögat; den bildar svarta, fibrösa massor eller isolerade små prismor. Fluoboriten [$3\text{MgO} : \text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{Mg}(\text{F}, \text{OH})_2$] är färglös till vit och bildar hexagonala prismor, vanligen ett par mm långa.

³ I den citerade beskrivningen omnämnas bland sekundärprodukterna en klorit med abnorma interferensfärger av den art, att jämte vitt uppträda rödbruna färgtoner. Senare undersökningar hava visat att mineralet är en klorit av klinoklortyp, och att det med säkerhet är primärt (åtminstone till en del). Vidare har förf. funnit klorit med samma karakteristiska optik i flera närstående parageneser från andra delar av Bergslagen, nämligen tillsammans med järnmalm eller sulfidmalmer i dolomit eller kalksten, varvid i flera fall även kondrodit uppträder. Det rör sig tydligen om en i paragenetiskt hänseende upplysande kloritform.

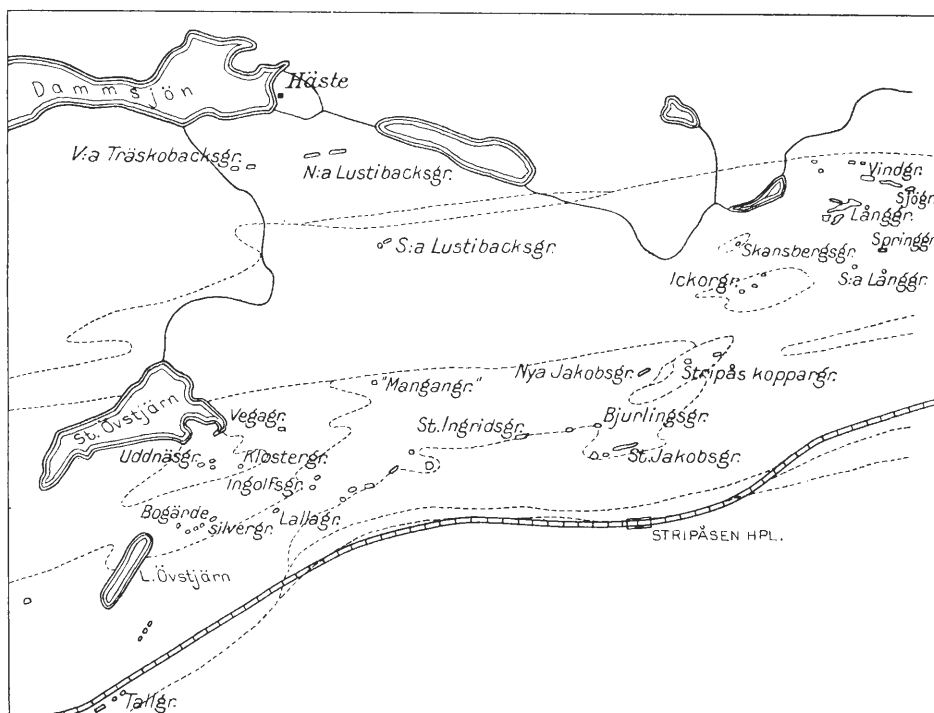


Fig. 54. Kartskiss över gruvorna i Hästefältet. Skala 1 : 20,000. Gränserna mellan större geologiska enheter angivna. Jfr tavla 1, i samma skala. Map showing names of mines in the Hästefield. Scale 1 : 20,000. Boundaries between larger geological units are indicated. Compare Pl. 1, on the same scale.

karaktär. I nordöstra delen av skarnbandet ligger Ingolfsgruvan, som enligt gruvkartan (Reinh. Dahlström, 1886) är 68 m djup, i SV Lallagruvan med endast 17 m djup (samma karta). Det mesta skarnet är mörkgrön aktinolit, i vilken magnetiten bildar stripor eller ränder. Även finnes ett grönbrunt granatskarn. Leptiten är tät, hälleflintliknande, delvis vackert färgbandad. Den innehåller skikt med järnglans, och sådana av gul granat. Gruvkartan över Ingolfsgruvan angiver t. o. m. en smal rand av blodstensmalm i fältliggandet av den mot ONO fältstupande malmen. På varpen har dock endast mera fattigt berg iakttagits. Såsom av det följande skall framgå, utgör denna blodsten, vanligen med en viss manganhalt, en i Hästefältet karakteristisk horisont.

Närmaste blottning i den norra gränzonen, en skärpning c:a 300 m NNO om Lallagruvan, visar just denna horisont.¹ Ut i ljusröd, skiktad kalileptit uppträda där inlagringar av blodsten med gul, tydligen något manganhaltig granat. Vid vägen N om Stripås koppargruva möter åter samma typ, med utpräglad manganvittringshud. Med hänsyn till sannolikheten, att en kontinuerlig zon av dylik utbildning föreligger, har på tavla 1 kvartsrandmalm blivit angiven även på den mellanliggande sträckan. Av tekniska skäl har emellertid i detta fall, liksom i en del andra, beteckningen fått formen av ett relativt brett lager, ehuru i verkligheten en upprepade växellagring av malm och leptit torde föreligga.

Väster om Stripås koppargruva ligger Nya Jakobsgruvan. Varpen visa blodstensskiktad kalileptit, utan någon som helst antydning till manganhalt. Emellertid har här i början av 1890-talet producerats en ej obetydlig mängd av verklig manganmalm. Denna skall ha hållit c:a 22 % Mn, vilken halt genom anrikning drivits upp till c:a 33 % (51). Redan dessa siffror visa, att något oxidiskt manganmineral torde ha förelegat. Detta bekräftas även av de observationer, som år 1893 gjordes här av G. Wallin.² Enligt denne var malmen kalkrandig och innehöll av mangansilikat rodonit, granat, richterit eller schefferit samt röd glimmer. Ett av Wallin taget stuffprov visar en grovkristallin blandning av braunit, granat, rodonit och schefferit. Utplockad braunit ur detta prov höll 14.5 % Fe_2O_3 och 11.7 % SiO_2 (25). Karaktären av detta stuffprov kunde låta förmoda, att den manganrika malmen utgjort en sekundär koncentration. Emellertid framgår det redan av Wallins anteckning om kalkrandning i malmen, att huvudtypen för manganmalmen varit en annan. Säkerligen representeras denna av en vid vägkanten nära gruvan ännu kvarliggande liten malmhög. Denna malm har fin skiktning av ett man-

¹ Detta är »Mangangruvan» på W. Peterssons karta (74, tabl. 6), vilket namn dock numera, med rätta, i stället brukas för Nya Jakobsgruvan (jfr nedan).

² Dagbok i Sveriges geologiska undersöknings arkiv.

ganvittrande karbonat.¹ Under mikroskopet framträda även schefferit och rodonit, men ej i någon större mängd. Det opaka malmineralet är braunit. Helt obetydligt järnglans finnes ibland sammanvuxen med densamma. Denna malm visar inga tecken på sekundära omflyttningar, tvärtom torde dess regelbundna skiktning få anses utesluta, att några sådana ägt rum i väsentlig skala.

Detta är veterligen det enda fallet inom den mellansvenska järnmalmsregionen, där en oxidisk manganmalm uppträder i samband med järn-manganförande randmalm. Det ligger nära till hands att taga upp en jämförelse med de kalk-mangan-haltiga järnmalmerna i Kolningberg-Klackberg, och med Långban. Till sådana jämförelser få vi anledning återkomma vid beskrivningen av »Bålsjöbergs Kronan» (s. 145). En väsentlig olikhet gentemot Kolningberg-Klackberg föreligger emellertid i fosforhalten, som i Nya Jakobsgruvan är c:a 0.025 % P (51), d. v. s. ungefär kvartsrandmalmernas normala, men i de kalk-mangan-haltiga järnmalmerna ej uppgår till mera än omkring en åttondel av detta värde. Bakom denna karakteristiska skillnad ligger säkerligen en viktig olikhet i uppkomstsättet.

Slutligen kan böra tillfogas, att Wallin angiver en starkt utpräglad lineärstruktur med stupning 75° V i Nya Jakobsgruvan.

Omkring 200 m VSV om Stripåsens torp är den manganhaltiga horisonten väl blottad i en hållbrant (25). Den är här utbildad såsom blodsten med skikt och ådror av rodonit ävensom gul granat och en mindre mängd av ett knebelitartat mineral. Det sistnämnda framträder först under mikroskopet, då det även visar sig, att malmen har en avsevärd mikroklinhalt. Malmbredden torde ej överstiga 2 m. Dessutom finnas en del tunna blodstensinlagringar i leptit i närheten.

Omkring 300 m längre västerut finner man åter skiktning av blodsten och gul, manganhaltig granat i leptiten. Horisonten är här tydligt skild från gränsen mellan de båda leptittyperna.

Sydväst om Stripåsen, ett hundratal m S om nyssnämnda förekomst av rodonithaltig blodsten, ligger Stora Jakobsgruvan, med varp av kvartsrandmalm (både svartmalm och blodsten) samt av grönskarn med magnetitstripor. Dylik skarnmalm har även kommit från de omedelbart i SV belägna gruvöppningarna. Av dessa fakta och av gruvkartan har antagits den gruppering av kvartsrandmalm och skarn, som tavla 1 visar.

Den västligare belägna Bjurlingsgruvan (fig. 54)² har en liten varphög av andraditskarn med strimor av finkristallin magnetitmalm och fläckar av kvarts. Paragenesen kunde låta förvänta flusspat och sulfider, men intetdera har iakttagits. Stora Ingridsgruvan (fig. 54) har antagits likaledes vara en skarnfyndighet. Varpen ge där knappast någon användbar bild av fyndighetens natur. Längre västerut ligga i samma gränsson en rad smågruvor med grönskarnsmalm.

Jämförelsevis isolerad inne i natronleptitbältets norra del ligger Södra Lustibacksgruvan (fig. 54), en liten fyndighet av svartmalm, blandad med kvarts och grönskarn. Enligt Wallin³ uppvisar den lineärstruktur stupande 50° VSV.

Uti kalileptiten S om Häste gård ligger ett malmstreck, som lämpligen kan behandlas här tillsammans med Hästefältets övriga fyndigheter, ehuru det i stratigrafiskt hänseende snarare torde vara att jämföra med fyndigheterna vid Bålsjön. I V ligga där V:a Träskobacksgruvan och Stjärngruvan,⁴ med grönskarnmalm och kalkmalm, och i Ö N:a Lustibacksgruvan, där man emellertid numera icke kan se annat än kalksten.

Emellan Stripåsens torp och Långgruvan ligga flera gruvor på fyndigheter i malmkvartsit eller närstående bergart. Närmast Stripåsen ligger den gamla koppargruva, som bär namn efter denna plats (för historik, jfr 88). Fyndigheten omges av en på almandingranat mycket rik malmkvartsit. En ungefär i V—Ö strykande rand av flusspat och andraditgranat, med sulfider, ses i norra kanten av schaktöppningen. Gruvkartan (Reinh. Dahlström, 1889) angiver, att brytningen följt den c:a 70°—75° mot S stupande zonen av kopparkishaltig kvartsit med band av skarn, utan någon förskjutning »i fält», till 110 m djup. Nedåt avsmalnar zonen tydligt. De betydande varphögarna giva ytterligare upplysningar. Gråberget är alltigenom kvartsit, oftast rik på blekröda fläckar av almandingranat och med små antofyllitsolar mellan dessa, men ibland relativt ren. I den sistnämnda formen kan man ibland se rikligt av mycket små fjäll av molybdenglans. Möjligen härstamma från detta »hårdberg» de ända till huvudstora klumpar av svavelkis, som finnas på varpen. Man får emellertid det intrycket, att k o p p a r k i s e n företrädesvis varit förbunden med en annan mineralkombination, nämligen andraditgranat och flusspat. Förmodligen har denna kombination bildat ett (eller ett par) mer eller mindre

¹ Karbonatet har $\omega = 1.683$, vilket betyder ren dolomit eller en kalkspat med c:a 17 mol. % MnCO_3 (84). Med hänsyn till vitt-ringshuden torde det senare alternativet vara det riktiga.

² Namnet efter gruvkartan över Stora Jakobsgruvan (Reinh. Dahlström, 1886).

³ Dagbok 1893, Sveriges geologiska undersöknings arkiv.

⁴ Gruvkarta finnes över V:a Träskobacksgruvan (Reinh. Dahlström, 1888). Den visar två skilda schakt om c:a 45 m djup, med en några m bred rand av skarnmalm och kalkmalm.

tydligt begränsade band i kvartsiten, i likhet med vad man ser vid schaktets rand. Flusspatrik kvartsit markerar ibland en övergångsform. Andraditgranaten är mörkt brun (mindre rödaktig än uti de likartade parageneserna vid Kallmora Silvergruva och Bondgruvan), flusspaten i regel färglös. Ibland finner man även här flusspaten i rundade korn, med tendens till idiomorfi gentemot granaten. Vanligare är dock, att den sistnämnda är den strukturellt »ledande», gärna utbildad i kristaller om ett par cm storlek, stundom zonalbyggda. Fördelningen av de båda huvudkomponenterna är ganska jämn, men man kan träffa rena flusspatstycken om flera dm genomskärning. Flusspaten är mestadels grovpatig. Den kvantitet av flusspat, som i form av varp och särskilt finare »sylta» kvarligger på gruvbacken, är ganska betydande. Förutom de båda huvudmineralen förekommer ibland litet tremolit eller grön aktinolit. Kopparkisen har tydligen blivit grundligt utskrädd; föga kan nu erfaras om dess sätt att uppträda i denna association. Småfläckar av finkristallin magnetit hava iakttagits, men äro ej vanliga. Ortit är någon gång skönjbar för blotta ögat, och kan under mikroskopet påvisas i avsevärd mängd. I ett prov finnes också rätt mycket av ett mineral, som torde vara bastnäsit eller parisit.¹ Ehuru både ortiten och det sistnämnda mineralet innehålla en hög halt av ceriumgruppens metaller, synas de i regel icke framkalla någon violett-färgning av angränsande flusspat. Intensiv färgning ses däremot intill små opaka korn, som gärna uppträda i samband med ortiten.

Den kalciumrika paragenesen av andradit, $\text{Ca}_3\text{Fe}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$, och flusspat, CaF_2 , kontrasterar i alldeles påfallande grad mot den omgivande, från kalciumhaltiga mineral nära nog fria kvartsiten. Med all sannolikhet representerar kombinationen av andradit och flusspat ett omvandlat kalkstenslager. Man jämföre Kallmora Silvergruva!

Omkring 150 m SV om Stripåsgruvan finnes, just i spetsen av granatkvartsitområdet, en skärpning på andraditskarn med något grönskarn samt förande kopparkis och svavelkis, men utan synlig flusspat.

Emellan Stripåsgruvan och den NNO om densamma belägna Skansbergsgruvan (fig. 54) ligger ett område av malmkvartsit och mörk glimmerskiffer, med flera gruvförsök. Det täckes i huvudsak av Ickorgruvans utmål. Den sydligaste skärpningen, Ö om kraftledningen (jfr tavla 1), är anlagd på en flusspatförande svavelkisrand i mörk glimmerskiffer. Något längre mot N, på samma sida om kraftledningen, är en skärpning i en delvis almandin- och gedritförande malmkvartsit, med ränder av grovkristallin flusspat och av flusspatrik svartmalm. Något längre åt NO är ett gruvförsök på liknande flusspatrik svartmalm samt andradit-flusspatskarn med kopparkis. Sidostenen är malmkvartsit, delvis med almandinfläckar. På västra sidan om kraftledningen finnes en gammal gruva med avsevärda varphögar. Även här har malmen varit en flusspatrik svartmalm. Flusspaten uppträder gärna i form av ränder om en eller ett par tums bredd. Skarn ses icke. Sidostenen är också här kvartsit, utan granat men ibland rik på gedrit. Anmärkningsvärt är uppträdandet av oregelbundna gångar av svartmalm uti kvartsiten.

Till samma egenartade grupp av flusspatrika järnmalmsfyndigheter hör Skansbergsgruvan, som emellertid, ehuru otillgänglig under jord, kan anses vara en rätt väl blottad malm, tack vare dess läge i en hög håll ävensom de rätt färska varphögarna.

Omkring 30 m N om gruvan är en liten skärpning på kvartsrandig svartmalm. Den häromkring anställande bergarten, en nästan massformig kvartsporfyrisk natronleptit, är närmast intill malmen ersatt av grå kvartsit.

Själva Skansbergsgruvans fyndighet är — enligt de mellan gruvöppningarna kvarstående partierna ävensom varpen — huvudsakligen en serie av kvartsrandig magnetit, delvis starkt veckad, av rikare ojämnt kvartshaltig magnetit samt av sådan med ränder av flusspat, vilket sistnämnda mineral kan uppgå till mer än halva volymen av malmen. Vidare ingår en bred bank av grovkristallint andradit-flusspatskarn, delvis kopparkisförande, samt gångkvarts. Även här är sidostenen kvartsit, vilken utåt, inom några meters avstånd, successivt övergår i leptiten. Närmast intill malmen är kvartsiten ibland rikligt fläckig av almandingranat och innehåller synlig turmalin i kvartsen mellan granatfläckarna.

Skansberget är en märklig fyndighet. Den erinrar i många avseenden om Myrbackstypen i Riddarhyttan (22). Förekomsten av kvartsrandig svartmalm, flusspatrandig svartmalm, kalkskarn, o. s. v., ävensom kvartsitens utbildning, allt innebär likhet med denna typ. Samtidigt uppvisar den betydande ehuru mindre fullständiga likheter med Kallmorbergsfältet i vissa delar. Obestriddligen motsvarar den tämligen exakt vad man skulle vänta sig såsom geologiskt resultat, i fall en metasomatos med tillförsel av järn, sulfider, fluorider och

¹ Mineralet är kortprismatiskt, med otydlig basal spaltning, svagt gulgrönt i slipprovet, optiskt enaxligt och positivt; ljus- och dubbelbrytning äro, i den mån de kunnat approx. bestämmas, förenliga med båda alternativen. Material för ljusbrytningsbestämning med immersion har nämligen ej förelegat, vilket skulle givit möjlighet att skilja mellan de båda angivna mineralen. Båda äro fluokarbonat av ceriummetaller, men parisit innehåller även Ca.

SiO_2 finge påverka en kvartsrandig och delvis kalk- och skarnskiktad järnmalm. Att en viss addition av järn försiggått, framgår ju av andradit-flusspat-skarnet. Vidare får man komma ihåg, att likartade processer försiggått vid flera av de nyss beskrivna, närbelägna fyndigheterna, liksom att de torde kunna spåras även i Långgruvan. Men vi sakna möjlighet att på ett tillfredsställande sätt besvara frågan, varför metasomatosen skulle satt in just på en redan existerande järnmalm och lämnat omgivande leptit oberörd, utom i den mån som denna, närmast intill järnmalmen, påverkats och överförs till malmkvartsit.

Söder om Långgruvan ligga den sannolikt obetydliga skarnmalmsfyndigheten Södra Långgruvan, samt Springgruvans fyndighet av kvartsrandig blodsten, omgiven av tät rödlätt natronleptit med delvis tydlig skiktning.

Långgruvan.¹

Inledning. Med Långgruvan avses här den grupp av malmer, som numera äro nådda av sammanhängande gruvarbeten i förbindelse med Långgruvans uppföringsschakt. I dagen hava på dessa malmer varit upptagna följande gruvor: V:a och Ö:a Långgruvan, Sjögruvan, Vindgruvorna, N:a Långgruvan, N:a Vindgruvan och Blåbärsgruvan (fig. 57, s. 126). Karaktären på malmerna är väsentligen densamma i de olika kropparna, nämligen skarnmalm, i regel med grönskarn. Sidostenen är natronleptit, stundom skiktad. På ett par ställen övergår den närmast invid malmen till en malmkvartsit. I största skala sker detta vid N:a Långgruvans malm på 111 m avv. Ett par små amfibolitgångar ha iakttagits.

Sidostupningen är mycket brant, omkring vertikal. De tektoniska förhållandena äro komplicerade genom samverkan av flera faktorer. Huvudsträckningen på malmerna är approx. V—Ö, och flera »paralleller» framträda, mer eller mindre utpräglad omstjärtande. Följande enheter kunna lämpligen urskiljas: V:a och Ö:a Långgruvornas malmer; Nygruvan—Nya Sjögruvan (vilka ej gå upp i dagen); (Gamla) Sjögruvan; Vindgruvan och slutligen N:a Långgruvan, den enda under jord åtkomliga delen av det nordligaste malmstrecket. Flera av dessa malmer markeras i dagen av mera än en gruvöppning vardera.

Leptit och malmkvartsit. Av den rådande natronleptiten kunna två huvudtyper urskiljas, vilka uppträda i någorlunda jämförlig utsträckning. Den ena typen är gråvit eller vit, gärna litet flasrig av biotit. Några strökorn framträda sällan för blotta ögat, då man blott har intryck av en något ojämn kornighet. Under mikroskopet finner man emellertid en utpräglad porfyrstruktur, med strökorn av albit och kvarts, relativt små samt även i detalj ojämnt fördelade. Det är svårt att säga, om strukturen tyder på en stelningsbergart eller en klastisk produkt (tuff). Det förra kan i viss mån anses indicerat av vissa regelbundna inhomogeniteter i grundmassans proportioner mellan albit och kvarts — ett drag, som kan tolkas såsom relict från en granofyrisk utbildning. Det senare däremot passar bättre ihop med strökornsfördelningen. Den andra typen åter är vanligen vit till blekröd, utan strökorn och med en ojämn kornstorlek, 0,03—0,25 mm. För blotta ögat ter den sig emellertid tät. Detta är samma typ, som ovan anfördes från Springgruvan. Verklig skiktning är inom nu avsedda delar av fältet ej vanlig, däremot ses ofta en bankning av den i skiktade bergarter vanliga typen. Sannolikt är bergarten att tolka såsom en tuff. De båda olika leptittyperna ses ofta bankformigt växla med varandra, vilket i sin mån talar för att även den först skildrade är av klastiskt ursprung. Utan avgörande betydelse, men också väl förenligt med ett dylikt antagande, är iakttagelsen, att ibland leptit av den täta typen ses ligga såsom skarpkantade, intill 15 cm långa brottstycken uti den andra.

En »skölighet» med utbildning av biotit ses ofta i tunna zoner i leptiten. Dess natur skall vidare diskuteras i samband med tektoniken. Ställvis förekomma reaktionszoner i liten skala mellan skarn och leptit, varvid resultatet för leptitens vidkommande innebär en invandring av hornblände. Kvantitativt viktigare, ehuru även den skäligen begränsad, är utbildningen av malmkvartsit. Sålunda visar en kort sträcka av de malmgränser i Långgruvekomplexen (i inskränkt bemärkelse), som varit åtkomliga för undersökning, en omvandling av leptiten till gedritkvartsit närmast gränsen mot skarnmalmen. Hela bredden är där blott c:a 1 meter. I större skala finnes kvartsit intill N:a Långgruvans malm på 111 m avv. Det rör sig där om en hornbländerik, mörk bergart, till stor del granatfläckig. Å 167 m avv., där ungefär motsvarande parti är blottat, ses ingen kvartsit, utan leptiten går oförändrad ända fram till skarnmalmen.

Malmens karaktär. De i Långgruvan brutna malmkropparna äro skarnmalmer. Kvartsrandmalm uppträder inom det nu avsedda området blott i form av ett par ungefär meters breda lager nära Vindgruvemalmens västra ände. Den visar föga utpräglad randning och håller mera magnetit än järnglans.²

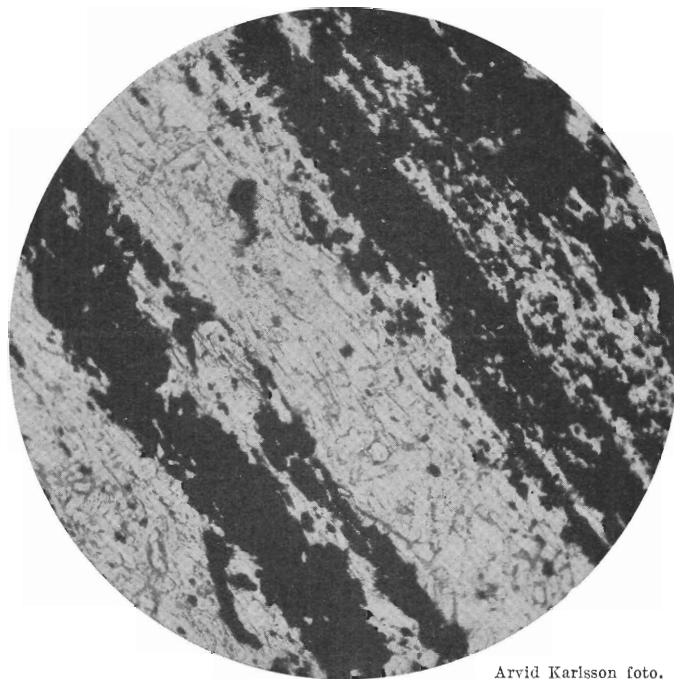
¹ Till åtskillnad från andra gruvor med samma namn plägar denna benämnas »Långgruvan i Hästefältet», eller någon gång »i Andersbenning» (efter en by NO om gruvan).

² Ett prov har under mikroskopet visat en anmärkningsvärt hög apatithalt i malmränderna.

Skarnmalmen är alltigenom svartmalm. Ett mycket påfallande drag är den i stort sett jämna järnhalten. Partier av magnetitfritt skarn, som äro vanliga uti flertalet av Norbergs skarnmalmsfyndigheter, saknas här nästan fullständigt. Skarnkropparna och malmkropparna sammanfalla därför i det närmaste till sin utsträckning. Så gott som allt, som ligger mellan leptitväggarna, uttages såsom malm och sändes igenom anrikningsverket. Någon styckemalm torde ej kunna utvinnas ur de nu brutna delarna, men under nuvarande tekniska förhållanden är detta ej heller något önskemål. Det i verket ingående godset håller omkring 36 % Fe, 0.01 % P och 0.05 % S (Off. stat.) (beträffande fullständiga analyser av Långgruvemalm, jfr 51 och 52).

Det för Långgruvan normala skarnet är en rätt mörkt grön, aktinolitisk strålsten. Fördelningen av magnetit och aktinolit är oftast, mer eller mindre tydligt, randig eller stripig. Rändernas bredd är i allmänhet omkr. 1 cm eller något lägre. Det är aldrig fråga om någon regelbunden skiktning, såsom i analogt sammansatta delar av Örlinggruvemalmen. Skillnaden är dock ej större, än att man måste räkna med att den ursprungliga karaktären kan hava varit densamma i båda fallen. Också uppträda mångenstädes stripor av glasig kvarts, men även dessa äro rätt oregelbundna. Särskilt anmärkningsvärt är, att bredden kan uppgå till c:a en halv meter, och att flusspat (violett eller färglös) gärna ingår uti dessa kvartsstrimor. Flusspaten ses emellertid även såsom ränder i skarnmalmen, utan att åtföljas av någon nämnvärd kvantitet utav kvarts. Tillsammans med flusspaten ses ej sällan litet kopparkis. Utav ett litet parti av relativt rik kopparmalm, som på sin tid utskräddes här, kvarligger ännu något vid gruvan.¹ Kisen innehåller klumpar av den normala, aktinolitförande järnmalmen, och åtföljes även i detta fall av flusspat. Bortsett från dylika kopparkisförande partier, som äro lokala och kvantitativt underordnade delar av skarnmalmkropparna, samt några kisiga delar av glimmerrik malm (jfr nedan) framträda sulfider ej mycket i Långgruvan. På de djupare nivåerna visar dock Nygruvemalmen längs sin norra gräns en utbildning av magnetitfattigt, grövre skarn av hornblände, delvis med kis insprängd eller i kvartskörtlar. En liknande utbildning förekommer i skarnet längs södra sidan av Vindgruvemalmen.

Mikroskopisk undersökning av den vanliga skarnmalmen visar knappast andra beståndsdelar än magnetit, aktinolit, underordnat kvarts och litet ortit. Aktinoliten har svag men karakteristisk pleokroism i färglöst till blågrönt (starkare blå ton än i ordinär aktinolit) och visar i somliga preparat



Arvid Karlsson foto.

Fig. 55. Ordinär malm från Långgruvan. Slipprov, $\times 20$, vanl. ljus. Magnetit (svart) och aktinolitskarn. Ordinary ore from Långgruvan, thin section, $\times 20$, ord. light. Magnetite (black), and actinolite skarn.



Arvid Karlsson foto.

Fig. 56. Antofyllitförande malm, Långgruvan. Slipprov, $\times 20$, vanl. ljus. Stänglar av antofyllit (vit) i en blandning av magnetitkristaller (svart) och litet kvarts. Anthophyllite-bearing ore, Långgruvan. Thin section, $\times 20$, ord. light. Prisms of anthophyllite (white) in a matrix of magnetite crystals (black) and a little quartz.

¹ Troligen härrör denna malm från Östra Långgruvan å c:a 160 m avv., där gruvkartan angiver en smal rand av kopparmalm i järnmalmen.

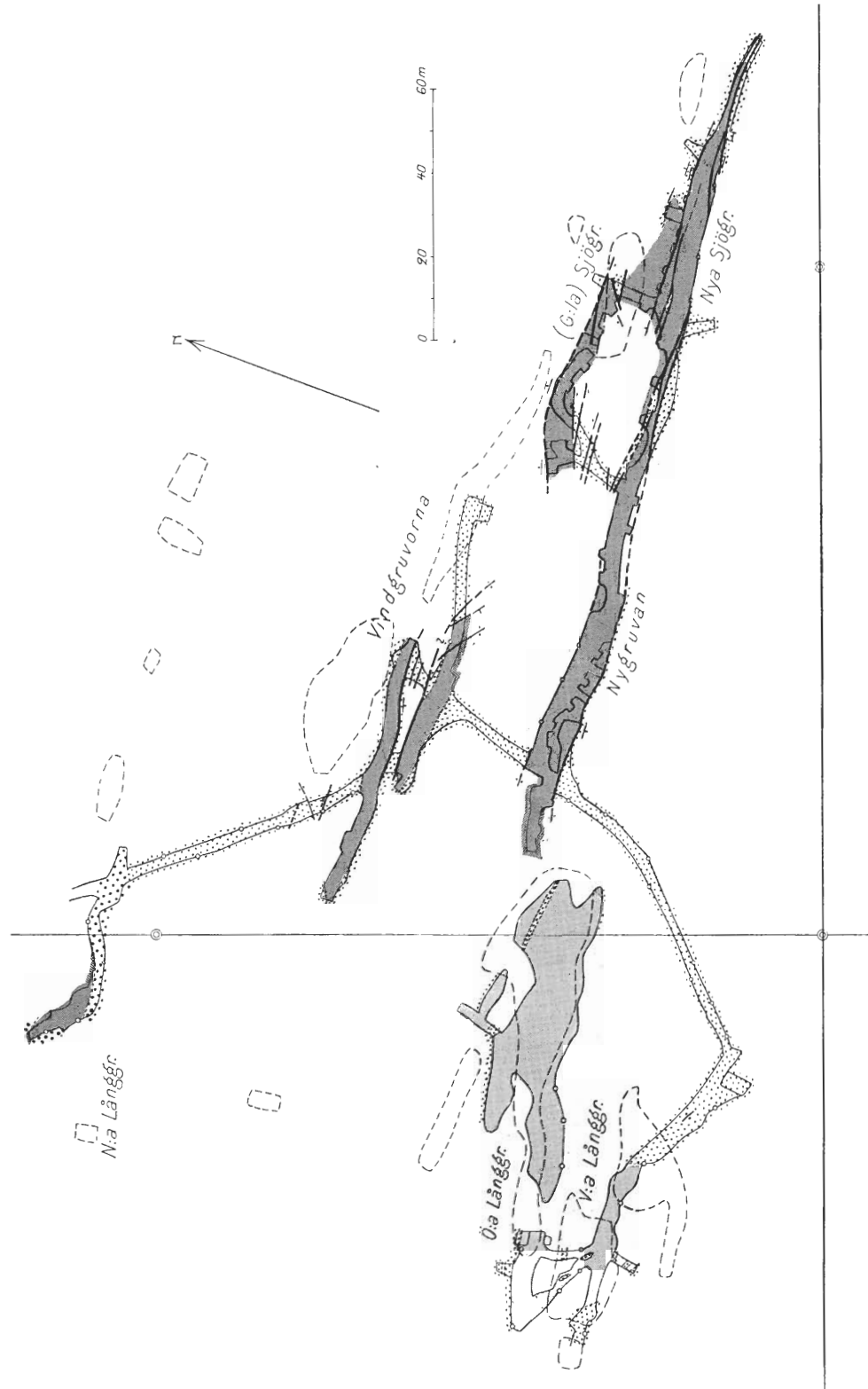


Fig. 57. Långgruvan, 111 m avv. (gruvöppningar i dagen fint streckade konturer). Skala 1 : 1,600. Beteckningar, se fig. 58. Långgruvan, 111 meters level (old surface openings shown in broken contours). Scale 1 : 1,600. For legend, see fig. 58.

en påfallande fin spaltning efter basisytan, vilket annars ej plägar förekomma hos Ca-Mg-Fe-amfiboler. Strukturen utmärkes av aktinolitens utbildning i korta stänglar, grovt parallellanordnade i strimmor. Mellan dessa ligga de huvudsakligen av magnetitkristaller sammansatta malmstrimmorna (fig. 55). Ibland bildar dock aktinoliten stänglar, som ligga inströdda i magnetitmassan. Det nyss nämnda hornbländet visar pleokroism i

samma skala som aktinoliten, men med starkare absorption, gulaktig-grön-blå. Sannolikt innehåller det både Al och något Na, erhållna från leptiten.

Jämte den dominerande aktinolitskarnmalmen finnas även andra typer. Så uppträda, huvudsakligen i särskilt starkt pressade delar av malmkropparna, varieteter med antofyllit eller med övervägande biotit. Antofyllitskarnmalm är svartgrå, i något växlande nyanser allt efter halten av den i sig själv ljusgråa amfibolen ävensom av talk. Ett undersökt prov av typisk antofyllitförande malm visar under mikroskopet stänglar

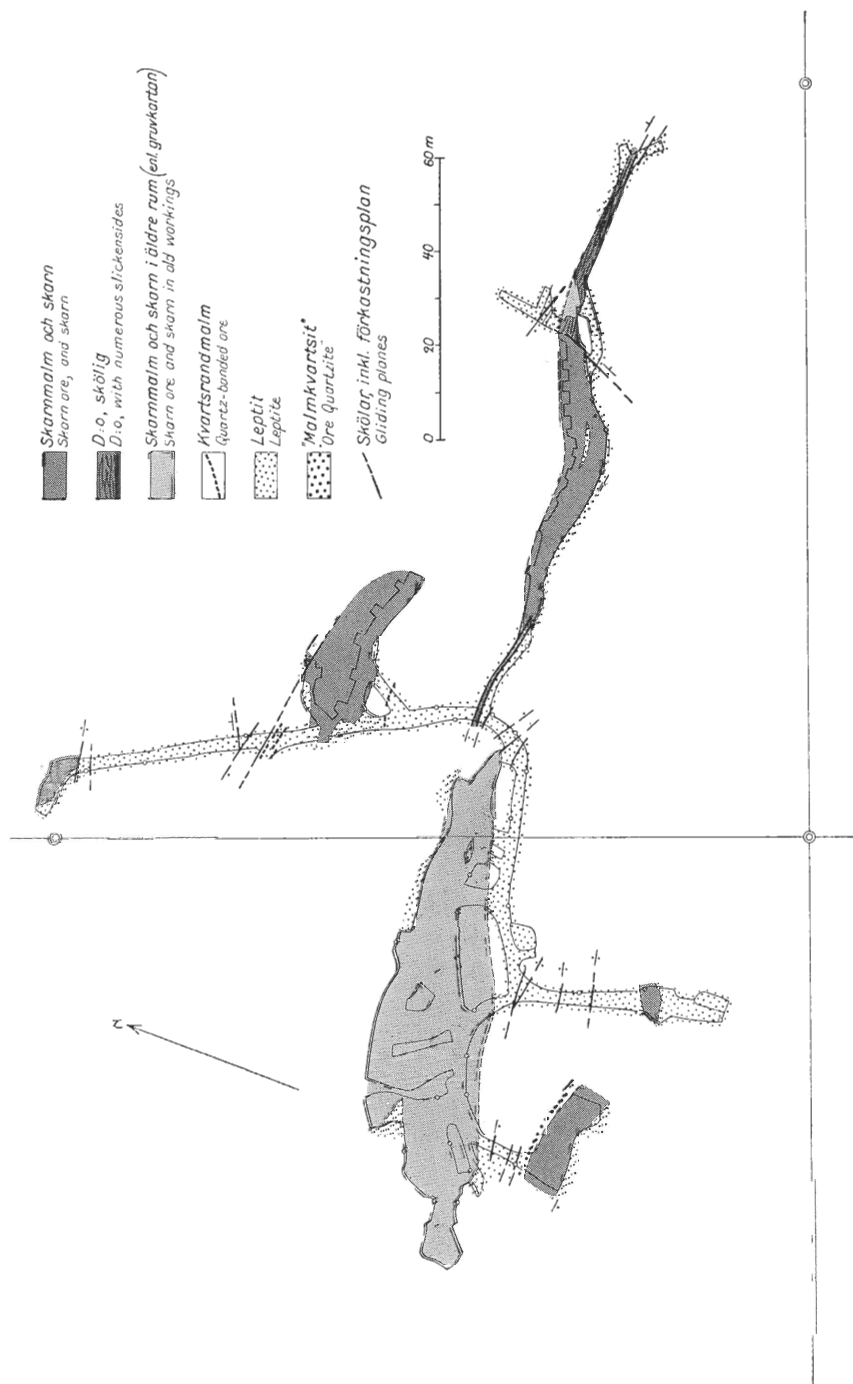


Fig. 58. Långgruvan, 167 m avv. Skala 1 : 1,600. Långgruvan, 167 meters level. Scale 1 : 1,600.

av antofyllit inströdda i en massa av små magnetitkristaller med obetydligt av kvarts emellan (fig. 56), men andra varianter uppvisa ungefär samma utbildning som den vanliga aktinolitskarnmalmen. Talken synes, åtminstone till en del, ej vara uppkommen ur antofyllit. Den biotitrika malmen slutligen är stripig och innehåller åtskilligt kvarts.

samma skala som aktinoliten, men med starkare absorption, gulaktig-grön-blå. Sannolikt innehåller det både Al och något Na, erhållna från leptiten.

Jämte den dominerande aktinolitskarnmalmen finnas även andra typer. Så uppträda, huvudsakligen i särskilt starkt pressade delar av malmkropparna, varieteter med antofyllit eller med övervägande biotit. Antofyllitskarnmalm är svartgrå, i något växlande nyanser allt efter halten av den i sig själv ljusgråa amfibolen ävensom av talk. Ett undersökt prov av typisk antofyllitförande malm visar under mikroskopet stänglar

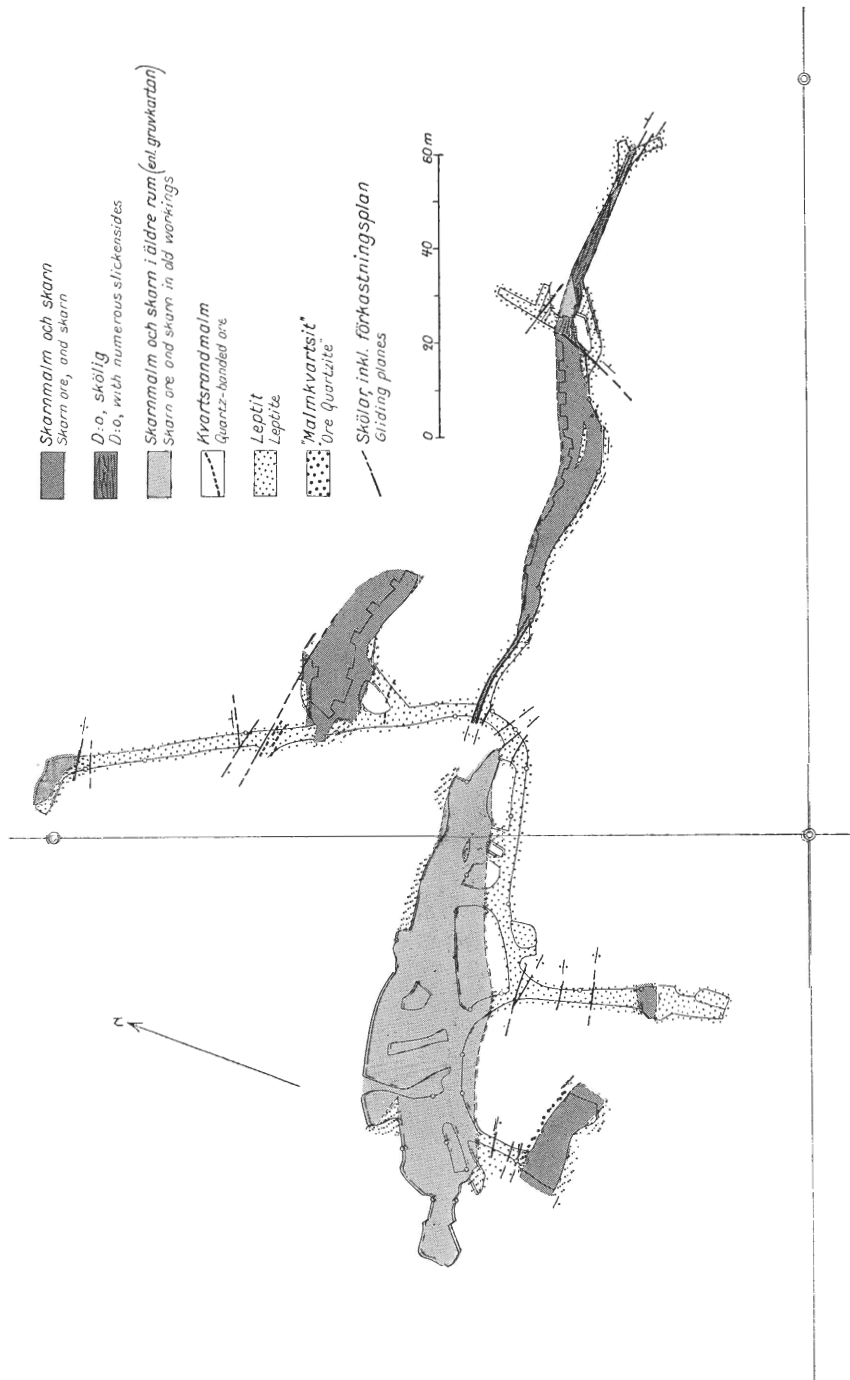


Fig. 58. Långgruvan, 167 m avv. Skala 1 : 1,600. Långgruvan, 167 meters level. Scale 1 : 1,600.

av antofyllit inströdda i en massa av små magnetitkristaller med obetydligt av kvarts emellan (fig. 56), men andra varianter uppvisa ungefär samma utbildning som den vanliga aktinolitskarnmalmen. Talken synes, åtminstone till en del, ej vara uppkommen ur antofyllit. Den biotitrika malmen slutligen är stripig och innehåller åtskilligt kvarts.

Dessa varianter av skarnmalmen föra i tankarna Magnussons resultat från Persberg (64) m. fl. fält rörande ombildningen av kalkrikare skarn till antofyllitskarn o. dyl. genom magnesiemetasomatos. Sambandet med mekaniska påfrestningar tillkommer här såsom ett mycket tydligt moment. Av analogi med Persberg skulle man vänta sig, att det magnesiumrikare skarnet skulle hålla mera flusspat och ortit än aktinolitskarnet. För flusspaten gäller dock i Långgruvan med visshet ej någon sådan regel, och för ortiten är den sannolikt ej heller för handen, i det att detta mineral är ganska vanligt även uti aktinolitskarnet.

Strukturellt utmärkas alla varianter genom magnetitens utbildning i små kristallkorn, 0,02—0,10 mm. Då emellertid dessa ofta samlas i nära nog rena aggregat, framförallt i den tydligt randiga malmen, är den ur renkrossningssynpunkt effektiva kornstorleken delvis större.

Andraditskarn med kopparkis har iakttagits i N:a Långgruvans malm. Denna om Skansbergsgruvan erinrande skarnform uppträder längs sidan av den ordinära aktinolitskarnmalmen. Varp i dagen inom denna del av fältet visa, att rätt mycket andradit finnes inblandad i aktinolitskarnet. Även flusspat ingår i samma paragenes.

På gränsen mellan leptit och skarnkroppar kan epidotrikt skarn uppträda. Leptitbankar finnas i några fall inlagrade i skarnmalmen. Egendomligt är det mera linsformade leptitparti, som uppträder i Nygruvemalmen på 167 m nivå (fig. 58).

Tektonik (fig. 57 och 58). Malmkropparnas form, fördelning och ställning äro resultat av en serie tektoniska rörelser, vilka kunna grupperas sålunda:

- 1) Veckning, med brantstående axelplan och relativt brant stupande veckaxlar.
- 2) »Blockförskjutningar», med alldeles övervägande horisontell rörelse, längs skölar.
- 3) Förkastningar, med väsentlig vertikalkomponent.

Veckningen är givetvis orsaken till malmkropparnas uppresta, i allmänhet nära vertikala lagerställning. Därjämte framträder den i vissa malmkonturer i de horisontella kartbilderna.

Talrika skölar av olika slag ådagalägga, att förskjutningar längs glidplan ägt rum senare än veckningen. Dessa förskjutningar kunna tydligen uppdelas i två grupper. Den ena, den äldre, har bestått i övervägande horisontella rörelser längs glidplan, som till sin ställning varit nära parallella med veckaxelplanen — och därmed även med lagringens ställning i den isoklinalt hopveckade lagerserien. Dessa rörelser måste hava ägt rum på en tid, då fyndigheten var belägen på stort djup, ty de ifrågavarande glidplanen visa en karakteristisk utbildning av biotitskölberg (delvis med rester av krossad leptit, ur vilken glimmern bildats), sålunda en jämförelsevis »djup» form av metamorfos.

Av mera ytliga förkastningar torde flera förekomma, men endast en av betydelse har säkert konstaterats. Denna sneddar över den äldre tektoniken, och den är utbildad såsom en typisk släppsköl, eller, där någon maktighet över huvud taget förekommer, såsom en tunn lersköl.

Det är lämpligt att först behandla det yngsta elementet i tektoniken och sedan, efter det att dess effekt konstaterats och frånräknats, studera de tidigare deformationerna.

Den nyss nämnda *förkastningen* är till sin effekt bäst känd genom de iakttagelser från Nygruvans malmkropp, som av dåvarande gruvföreståndaren, bergsingeniör H. Löwenhjelm, antecknats i 1924 års relation för Långgruvan. Enligt denna framställning är Nygruvemalmen på 57 m avv. dubblerad genom en under mycket spetsig vinkel översneddande, 60° N stupande förkastning, vars hängande sjunkit i förhållande till liggandet, varjämte — såsom kartbilden visar — hängandet förts något västerut i förhållande till liggandet. Senare tillkomna blottningar på 111 m avv. visa, att förkastningen där går igenom Vindgruvemalmen på alldeles analogt sätt (fig. 57). Dess stupning är där obetydligt brantare än vid iakttagelsen i Nygruvemalmen. På 147 m avv. återfinnes förkastningen, med vertikal ställning, såsom nordvägg i Vindgruvemagasinet. Här torde endast en högst obetydlig strimma av malmen — om ens något — befinna sig på norra sidan om förkastningen. På 167 m avv. har förkastningen träffats vertikalt under sist anförda läge (fig. 58). Förändringen i ställning har emellertid nu fortgått därhän, att stupningen blivit brant sydlig.

Det är klart, att identifieringen av förkastningens fortsättning i strykningsriktningen måste ställa sig mycket osäker, då ett flertal släppor av mer eller mindre jämförlig natur uppträda, och den varierande stupningen innebär ett extra osäkerhetsmoment. I Nya Sjögruvans malm kan man å gruvkartan icke spåra någon förskjutning, som kan ställas i samband med denna förkastning. Den bör sålunda redan på högsta kända nivå (c:a 60 m avv.) gå fram såsom nordgräns för denna malm eller ännu längre norrut. I sådant fall måste den emellertid i stället skära igenom Gamla Sjögruvans malm mellan 60 och 111 m avv. Detta område har ej varit åtkomligt vid förf:s undersökningar. Då det enligt gruvkartan är genomsett av en mångfald skölar av olika slag och riktningar, har det ej varit möjligt att med ledning av kartbilden avgöra, huruvida något av glidplanen

representerar den ifrågavarande förkastningen. På 167 m avv. kan den måhända identifieras med en släppsköl, som snuddar vid den östligaste delen av Nygruvemalmen.

Till sin allmänna karaktär jämförlig med den nu diskuterade förkastningen torde bland andra den släppa vara, som på 111 m avv. går fram i norra delen av Nya Sjögruvans malm, med en nordlig stupning om 60° à 65° . Troligen är det en rörelse längs denna släppa, som föranlett den skenbara breddökningen hos malmkroppen ifråga på en del av denna nivå. Släppans förlopp och inverkan i övrigt hava ej kunnat fastställas.

Veckformer framträda i horisontalbilderna mycket klart i V:a och Ö:a Långgruvans malmkonturer (fig. 57). Också håller i dagen just V om V:a Långgruvan, bestående av natronleptit med skarnskikt, visa mycket stark sammanveckning i samma mönster, nämligen med brantstående axelplan som stryka nära V—Ö. Påtagligen är detta veckningsmönster genomgående för gruvan. Vad åter angår veckaxlarnas riktning, så äro de fåtaliga observationerna icke alldeles överensstämmande. V:a och Ö:a Långgruvan äro ofullständigt kända, men gruvrummens lägen angiva såsom sannolik en mycket brant, kanske vertikal veckaxelställning. För Vindgruvemalmens västra ände får man emellan 111 och 167 m avv. fram en västlig fältstupning om 65° à 70° .¹ En valkighet i leptit, iakttagen nära samma malmkropp å 111 m avv., stupar 60° V. Härtill kan läggas den icke långt avlägsna Skansbergsgruvans mått 75° SV. Som sammanfattning kan därför sägas, att veckaxlarna stå brant, men troligen i allmänhet med stupning åt väster.

Någon närmare rekonstruktion av veckningssammanhangen är knappast möjlig. Blockförskjutningarna hava alltför mycket komplicerat bilden. Närmast till hands ligger det att förmoda ett sammanhang i följande mönster: Vindgruvorna—Gamla Sjögruvan—Nya Sjögruvan & Nygruvan—Ö:a & V:a Långgruvan. Ovisst är, huruvida det nordligaste strecket sammanhängt med dessa, eller utgör en verkligt självständig parallell.

»Blockförskjutningarna» måste, såsom redan nämnt, ställas i samband med uppträdandet av biotitskölar, vilka ibland tydligt visa sig vara uppkomna genom nybildning av biotit uti en skivigt uppkrossad leptit. Dessa skölar äro ofta helt tunna, ned till 1 cm tjocklek och mindre. Dylika finnas talrikt i leptit, förlöpande parallellt med dennas lagerställning. Andra, ofta vida mera mäktiga, bilda gränsskölar för skarnmalmen. Karakteristisk är Nygruvemalmens södra gräns, som på 111 m avv. flerstädes är väl blottad. I regel finnes där en några dm mäktig biotitsköl, med körtlar av gångkvarts; på sina ställen är dock gränsen skarpare. Liknande växlingar finnas också på samma malmkroppens norra gräns. En kraftigare utbildning, med mer än metersbredd, når den analoga skölbildning, som å 111 m avv. bildar nordgräns för (Gamla) Sjögruvans malm. Ibland framgå skölar av denna typ även inne i malmkropparna, i samma allmänna riktning.

De stora mått, som gränsskölarna i vissa fall uppnå, få säkerligen icke tagas såsom bevis för några särskilt betydande förflyttningar. Troligt är i stället, att de förorsakats av kontrasten mellan skarnmalm och leptit, och att den relativa förskjutningen mellan dessa båda enheter mestadels varit ganska ringa. Delvis hava dock genom rörelser i detta mönster framkallats markerade förtryckningar inom malmkropparna. Särskilt upplysande äro förhållandena vid Nygruvemalmens västra ände på 167 m avv. (fig. 58), men också de »halsar», som på flera andra ställen förbinda bredare malmpartier, illustrera samma företeelse. I nyss anförda fall visar skölväggen en valkighet med stupning c:a 25° Ö. En sköl i Gamla Sjögruvans malm å 111 m avv. visar i stället 25° V. Troligen betyda dessa detaljer, att förskjutningen längs skölplanen försiggått väsentligen i horisontal led.

Liksom skölbildningen i leptit innebär nybildning av biotit, så synas också magnesiarikare nybildningar i malmen sammanhånga med dylika rörelser. Sålunda äro de smälare »halsarna» av skarnmalm alltid utbildade med biotitskarn eller i vissa fall antofyllit. Båda dessa skarn synas här uppträda under dylika förhållanden. Möjligt är dock, att åtminstone antofylliten därjämte kan förekomma på annat sätt.

Uttrycket »blockförskjutningar» kan för Långgruvans vidkommande riskera att framkalla ett missförstånd. De berggrundsstycken, som förskjutits i förhållande till varandra, hava nämligen i regel varit jämförelsevis tunna skivor. Förskjutningarna hava till sin anläggning och sin effekt så pass mycket gemensamt med den tidigare försiggångna veckningen, att man gärna vill tänka sig dem såsom på något sätt anknutna till densamma. De kunna karakteriseras såsom en serie förskjutningar huvudsakligen i horisontal led, försiggångna längs plan, som äro i stort sett parallella med de isoklinala veckens brantstående veckaxelplan. De motsvara sålunda en viss typ av veckförkastningar.

Enligt den här framlagda tolkningen skulle sålunda de nu brutna malmkropparna (möjligen med utslutande av N:a Långgruvan) ursprungligen hava bildat ett sammanhängande lager, vilket först blivit starkt sammanveckat till nära väst—östliga strykningar och brant västlig veckaxelstupning (fältstupning), därefter

¹ Jämförelsen avser naturligtvis partier på samma sida om förkastningen.

uppdelats genom en serie större och mindre sidledsförskjutningar av veckförkastningars natur, vilka så att säga tillskräppts den genom veckningen uppkomna grupperingen, och slutligen, långt senare, träffats av några över-sneddande förkastningar. De närmast aktuella detaljfrågorna i Långgruvans tektonik gälla de båda Sjögruvemalmernas förhållande under 111 m avv. Ingendera av dem har nämligen ännu kunnat identifieras på 167 m avv. eller i mellanliggande etage. De olika möjligheter, som måste tagas med i räkningen vid en konstruktion av deras sannolika lägen, äro emellertid alltför komplicerade för att lämpligen kunna refereras här.

Kolningbergs- och Klackbergssfälten.

Inledning. De båda Kolningbergssfälten och Klackbergssfältet äro ej blott geografiskt utan också geologiskt mycket nära förbundna med varandra. Malmfyndigheterna bestå av relativt manganrik svartmalm, uppträdande i karbonatbergarter, huvudsakligen dolomit, vilka bilda ett stråk av i horisontalsnitt avlånga kroppar, omgivna av leptit. Ehuru de olika fälten uppvisa individuella geologiska drag, hava de så mycket gemensamt, att en allmän översikt bör föregå skildringen av de enskilda gruvorna.

De gruvor, som nu äro tillgängliga, äro Gröndalsgruvan och Storgruvan i Klackbergssfältet samt de båda Kolningbergssfälten, vilka vardera i nästan hela sin fältutsträckning äro åtkomliga från de nu fungerande uppföringsschakten. Brutna under så sen tid, att användbara gruvkartor finnas att tillgå, äro dessutom Näsbergs- och Johannisbergsgruvorna i Klackbergssfältet, den med Storgruvan i samma fält förbundna Granrotsgruvan, samt Nedre Larsgruvan i Kolningberg. Endast några uppenbart obetydliga gruvförsök äro ej närmare kända i vad som rör förhållandena under jord.

Leptit. Den leptit, som omgiver dolomitstråket, är i regel en kvartsporfyrisk kalileptit. Dess färg kan växla, från ljusröd genom olika nyanser av grått till mörka färgtoner. Kvartsströkornen äro vanligen 0.5—1 mm stora, stundom upp till 2 mm. Deras antal är aldrig särskilt stort, och någon skiktfordelning har ingenstädes iakttagits. Mikroklinströkornen, mera sparsamt förekommande, äro i regel ej skönjbara för blotta ögat. Ofta visar en sericitskifferartad utbildning av grundmassan redan för det obeväpnade ögat, att leptiten varit utsatt för en stark pressning. Mikroskopet visar i dylika fall även en utpräglad parallelldeformation av kvartsströkornen. I de mörka varianterna är grundmassan ofta mycket rik på epidot.

Försök att få fram en stratigrafi i leptiterna hava gjorts särskilt i G:la Kolningbergssfältet, där man uti transportorterna har goda skärningar genom leptiten närmast SO om det malmförande dolomitstråket. Det visar sig emellertid, att även de mest iögonenfallande karaktärerna — färgen och strökornsfrekvensen — icke möjliggöra uppdelningar av annat än helt lokal valör. Sålunda har man å 190 m avv. uti den c:a 55 m breda leptitzonen mellan schaktet och dolomiten först röd kvartsporfyrisk leptit, övergående till en karakteristisk strökornsfri ljusröd typ, sen mörkare kvartsporfyrisk, åter röd kvartsporfyrisk, och närmast dolomiten ännu en gång mörkare leptit. Dessa led kunna dock endast i begränsad utsträckning hållas i sär inom motsvarande område 40 m längre ned (230 m avv.), där f. ö. de båda transportorterna, som divergera med c:a 120°, visa inbördes olikheter i leptitsviten. Det synes sålunda föga hoppfullt att söka genom detaljstudier av leptiten få fram några hållpunkter för en stratigrafisk-tektonisk problemlösning.

Fint skiktad (färgbandad) leptit har iakttagits i ringa bredd intill dolomiten, dels i sydvästra delen av G:la Kolningberg och dels i Granrotsdelen av Klackberg. Den liknar i hög grad den välkända randiga hälleflintan i Dannemora. Det är, över huvud taget, mycket påfallande, huru stora likheter som leptiterna i denna zon uppvisa med Dannemoras hälleflinta, trots de avvikelser som ligga i frånvaron av all skiktning i de porfyriska formerna, m. m. Vid betraktandet av stuffprov framträda likheterna ej så mycket, i det att därvid den olika metamorfa strukturen — leptit- resp. hälleflintafacies — gör sig alltför mycket gällande. Det starkaste intrycket av överensstämmelsen får man vid granskning av taken i de relativt höga transportorterna. Möjligt är, att också den breccieartade hälleflintan i Dannemora har motsvarighet här. I Kolningberg finner man nämligen leptit-varieteter med kantiga fläckar, vanligen någon cm stora, av annan färg, mestadels blekröda i grå matrix. Även iakttages ibland under mikroskopet en inhomogenitet i bergarten, som möjligen kan härröra från en genom metamorfosen beslöjad klastisk struktur.

En speciell leptittyp är den, som bildar relativt tunna inlagringar i dolomiten. Vanligtvis rör det sig om lager med en mäktighet från någon dm upp till c:a 1 m. Dylika inlagringar äro på det hela taget ej vanliga, men synas vara allmännare i Klackberg än i Kolningberg. Det synes undantagslöst vara fråga om jämnkorniga leptiter, finkorniga, ofta av karakteristisk gråbrun eller mörkbrun färg med någon dragning åt violett. De visa gärna en markerad förklyftning i tunna skivor, vidare uppdelade av snedplan. Denna förklyftning är sannolikt ett resultat av de spänningar, som träffat de av den plastiskt deformerbara karbonatbergarten omgivna leptit-

bankarna. På grund av färgen och förklyftningen kan leptit av denna typ vid hastigt påseende lätt förväxlas med en smal diabasgång.

En omvandling av leptiten närmast den malmförande dolomiten har påvisats i en del av Klackbergsfältet. På nordvästra sidan om Gröndalsgruvan är nämligen leptiten alltifrån dolomiten och ett stycke utåt (å 205 m avv. till c:a 50 m bredd) ersatt av en svartgrå kvartsitisk bergart med något granat (almandinhabitus) och grönskarnstrimor. Under mikroskopet framträda även cordieritpseudomorfoser. Samtidigt kan man emellertid ännu urskilja de ursprungliga kvartsströkornen, vilka tydligt kontrastera emot den sekundärt kvartsrikare grundmassan. Här föreligger sålunda en alldeles tydlig omvandling av leptit till malmkvartsit. Gränsen mot dolomiten markeras av en obetydlig grönskarnsrand. Mot leptiten däremot föreligger en successiv övergång: vid förf:s kartering av det ovannämnda området på 205 m avv. upptogs en mellanzon av »kvartsitisk leptit» med c:a 15 m bredd.

Kvartsiten ifråga är i Gröndalsgruvan även blottad på 150 m avv., där dock dess bredd är inskränkt till c:a 10 m, samt i dagen, med ej närmare känd utbredning. Mot SV synes den snart upphöra. Sålunda är den å 100 m avv. obetydlig vid Victoriamalmens gräns (jfr nedan) och saknas åt Granrothållet. Lokalt finnes analog bergart även annorstädes, bl. a. på ett ställe i G:la Kolningbergsfältet. Uti Storgruvan i Klackberg finnas några bankar av denna natur såsom inlagringar i dolomiten.

Dolomit och kalksten. Den typiska karbonatbergarten i detta stråk är en rent vit, finkornig, å vittrad yta gulbrun dolomit. Ovan (s. 23) hava anförts analyser från det stora brottet vid Klacken, som visa en dolomit med smärre halter av FeCO_3 och MnCO_3 . För att ernå en fylligare bild av karbonatbergartens sammansättning hava därjämte uttagits för analys ett antal prov ur malmkropparnas omedelbara närhet men dock utan magnetit. Dessa prov hava samtliga analyserats på Sveriges geologiska undersöknings laboratorium av Dr A. Bygdén. De anföras här nedan, varvid till jämförelse citeras den redan meddelade analysen från Klackbergsbrottet (n:o 8).

	N:o 8	N:o 13	N:o 14	N:o 15	N:o 16	N:o 17
H_2O avgivet vid 105°	0.12	0.19	0.08	0.06	0.16	0.15
Glödningsförlust ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 105^\circ$) med korr. för vid oxidation av FeO upptaget O	45.28	44.69	42.57	42.56	29.73	44.21
I utspädd HCl olöslig substans, glödgad	1.08	0.80	6.77	3.15	27.33	3.03
I utspädd HCl lösliga ämnen {	SiO_2	0.25	0.24	0.58	0.37	0.48
	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	0.21	0.49	0.18	2.54	0.23
	FeO	5.30	6.54	3.51	4.22	4.63
	MnO	0.78	1.26	0.92	1.55	1.05
	MgO	17.29	15.36	15.18	14.72	16.91
	CaO	29.53	30.17	30.15	30.42	29.08
	99.84	99.74	99.74	99.59	99.77	99.77

Analys n:o 8: Dolomit, Stora brottet vid Klackberg. Stuffprov.

Analys n:o 13: Dolomit, Nya Kolningbergsfältet, 190 m avv., stuffprov.

Analys n:o 14: Dolomit, vit, Gamla Kolningbergsfältet, 190 m avv., stuffprov.

Analys n:o 15: Dolomit, grå, intill provet analys n:o 14, stuffprov.

Analys n:o 16: Kalksten, Gamla Kolningbergsfältet, 150 m avv., stuffprov.

Analys n:o 17: Dolomit, Gröndalsgruvan i Klackbergsfältet, 257 m avv., stuffprov.

Karbonatets sammansättning i molekylarprocent av ingående komponenter är följande:

	N:o 8	N:o 13	N:o 14	N:o 15	N:o 16	N:o 17
FeCO_3	7.10	8.86	5.00	5.94	1.65	6.33
MnCO_3	1.06	1.73	1.33	2.21	1.22	1.46
MgCO_3	41.23	37.06	38.59	36.96	3.78	41.24
CaCO_3	50.61	52.35	55.08	54.89	93.35	50.97

Härvid hava hela halterna av löslig FeO, MnO, MgO och CaO beräknats som karbonat. Någon osäkerhet råder om möjligen ingående Fe_3O_4 , men denna ovisshet kan icke beröra huvuddragen i bergartens karaktär. Med undantag för n:o 16 visa samtliga analyser en i stort sett dolomitisk karaktär med en bestämt högre halt av järn- och mangankarbonat än övriga karbonatbergarter inom området. Något kalkspat synes ingå. Egentlig kalksten representeras blott av analys n:o 16. Detta prov är från den södra gränsen av karbonatbergartsstråket,

SV om uppföringsschaktet i Gamla Kolningbergsfältet. Bergarten är finkristallin och lik dolomiten, men består huvudsakligen av ren kalkit, i vilken ligga inströdda små korn av kvarts. Den har identifierats på 150 m och 190 m avv. i gruvan.

Beträffande karbonaten i denna zon föreligga redan förut viktiga data genom Sundius' studie över karbonaten i de mellansvenska manganrika järnmalmerna (84). Detta arbete har ej blott bekräftat den av gammalt på grund av de kemiska analysresultaten hysta förmodan, att järn och mangan delvis uppträda i karbonatform, utan har också lett till en närmare kunskap om dessa karbonatminerals karaktär och resulterat i optiska data, vilka i hög grad underlätta vidare studier på området. Sundius undersökte även tre prov från Klackbergssfältet. Ett av dessa höll, utom ett Fe-Mn-rikt karbonat (varom mera nedan), en dolomit med 22 à 29 mol. % (Fe, Mn) CO₃. Ett annat, från Gröndalsgruvan, höll huvudsakligen kalkit med 11 mol. % (Mn, Fe)CO₃ samt i övrigt dolomit med 12 à 13 mol. % (Fe, Mn)CO₃. Det tredje provet, likaledes från Gröndal, var dolomit med c:a 19 mol. % (Fe, Mn)CO₃. Förf. har nu utfört ljusbrytningsbestämningar på ett antal prov från olika delar av stråket (inkl. de analyserade) och funnit att det rådande karbonatet är en dolomit med $\omega = 1.690-1.695$, vilket enligt Sundius motsvarar omkring 8 à 15 mol. % (Fe, Mn)CO₃. Resultatet stämmer sålunda med de utvalda analyserna. Blott i undantagsfall finnes kalksten, såsom i det redan diskuterade provet analys n:o 16. En viktigare förekomst av sådan representeras av bergarten vid Silvtjärns sydvästra ände. Denna är en medelgrov, även å vittrad yta vit kalksten, bestående av ren kalkspat, med ådror av en brunvittrande dolomit av ovan anförd typ, med 10 à 15 mol. % (Fe, Mn)CO₃. Aspekten av denna blandning angiver, att åtminstone på denna punkt dolomiten tillkommit sekundärt genom omvandling av kalkstenen. Då dolomiten vid Silvtjärn helt och hållet motsvarar den i stråket i övrigt rådande, ligger det nära till hands att utsträcka slutsatsen över hela stråket. Någon full säkerhet föreligger dock icke.

De karbonat, som uppträda såsom integrerande del i malmkropparna, komma att behandlas nedan i samband med malmerna.

Dolomitens kornstorlek uppgår i allmänhet till omkring 0.20 mm. Av andra mineral ses, utanför malmkropparna och deras närmaste omgivningar, sällan annat än en grön amfibol, i den bladiga utbildning som motiverat namnet grammatit. Spräcklighet av dylika amfibolblad är rätt vanlig, men förekommer endast inom helt begränsade partier, så att huvudmassan av bergarten praktiskt taget enbart består av karbonat. Skiktning är sällan tydligt skönjbar, men t. o. m. finskiktade partier ha lokalt iakttagits. I oskiktad dolomit ses ofta gröna kloritiska slintyor i parallell anordning och med ringa utsträckning. Uti Klackbergsbrottet förekommer med några meters mäktighet en ljus brunröd bergart med mycket fin skiktning i olika färgnyanser. Enligt den optiska bestämningen är detta en ren kalksten.

Skarn och »binda». Skarn uppträder inom dessa fält blott i helt underordnad mängd. Det kan indelas i två typer, vilka dock ej äro alldeles skarpt skilda från varandra, nämligen ordinärt skarn och »binda». Det ordinära skarnet är vanligen grönskarn (aktinolit och diopsid), stundom även med rödbrun granat. Det uppträder utan samband med malmen. Typiska förekomster av detsamma äro å ena sidan oregelbundna, gångliknande små skarnpartier i karbonatbergarten vid Silvtjärn, å den andra vissa inlagringar i Klackbergssfältets dolomit. De sistnämnda innehålla ibland även omvandlad fältspat, och torde vara uppkomna genom omkristallisation av orena lager i karbonatbergarten, eller möjligen genom reaktioner emellan leptitiska lager och angränsande karbonatmassa. Emellertid ses skarn av detta slag även ställvis på gränsen mellan dolomit och leptit, eller i form av strimor i den angränsande kvartsiten (Gröndalsgruvan), mera sällan som klumpar inne i dolomitstocken. I detta sammanhang kan böra betonas, att ofalkcit eller annan förekomst av humitgruppens mineral är något för hela detta stråk alldeles främmande. Denna omständighet är så mycket mera påfallande, som ju den av dylikt alldeles särskilt karakteriserade Malmkärragruvan ligger förhållandevis nära.

»Bindan» åter är karakteristiskt förbunden med malmen. Dess mineral äro rödbrun granat, gråbrun till gulbrun amfibol, och en i stoff nästan svart glimmer, den sistnämnda i en påfallande finfjällig utbildning. Beträffande den närmare kemiska karaktären av »bindans» mineral föreligger en undersökning av Lindroth (60), som isolerat och analyserat granat och amfibol ur denna skarntyp i Klackbergssfältet. Granaten befanns vara väsentligen karakteriserad av (Fe, Mn)O och Al₂O₃, medan amfibolen var ett manganfattigt led i serien tremolit-aktinolit. Den anförda amfibolanalysen uppvisar emellertid egendomliga proportioner emellan oxiderna, särskilt en anmärkningsvärt hög kalciumhalt, som resulterar i approximativt diopsidens formel. Förf. har icke utfört några kemiska bestämningar, men har efter de optiska data endast funnit kalciumfattiga amfiboler i »bindan». Redan den karakteristiska gråbruna färgen ger anledning misstänka Fe-Mn-Mg-amfiboler. Härmed stämma även ljusbrytningsbestämningar: en amfibol ur »binda» i G:la Kolningberg har $\gamma =$ c:a 1.685, medan en tvillinglamellerad form ur malm från Näsbergsgruvan, enligt en av Dr Sundius välvilligt meddelad bestäm-

ning, har $\gamma_{Na} = 1.663$. Förekomsten av dylika amfiboler i de manganhaltiga järnmalmerna har ju länge varit känd, och har på senare tid fått en utmärkt belysning genom Sundius' undersökningar (86). »Bindans» glimmer är i slipprov nära nog färglös (utom i pleokroitiska gårdar) och enaxlig.

»Bindans» förekomstsätt är i högsta grad karakteristiskt, i det att den normalt uppträder såsom ett slags kontaktbildning mellan malm och leptit. Fig. 59 illustrerar detta från en malmkroppens gränser mot omgivande

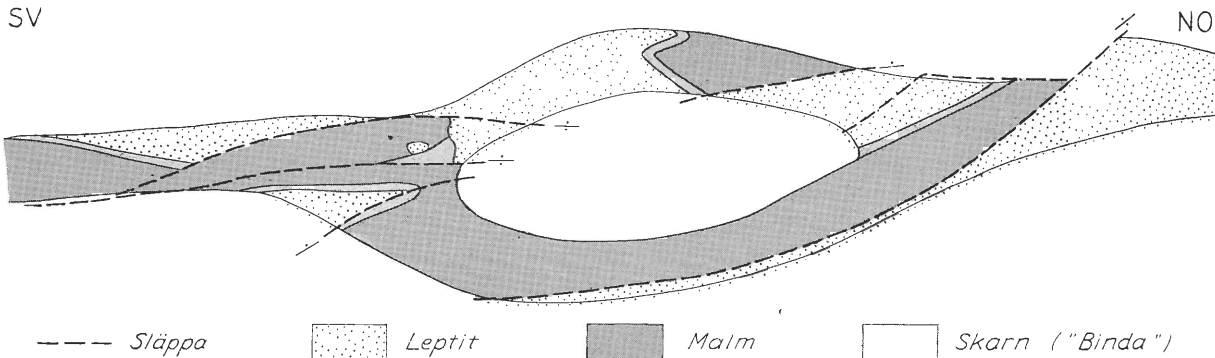


Fig. 59. Fördelningen av »binda» i ett ortssystem i sydvästra delen av Gamla Kolningberg, 190 m avv. Skala 1 : 300. Occurrence of manganese-bearing skarn (»binda»), southwestern part of Gamla Kolningberg mine, 190 meters level. Scale 1 : 300. Signs in legend are, from left to right: gliding plane; leptite; magnetite ore; skarn.

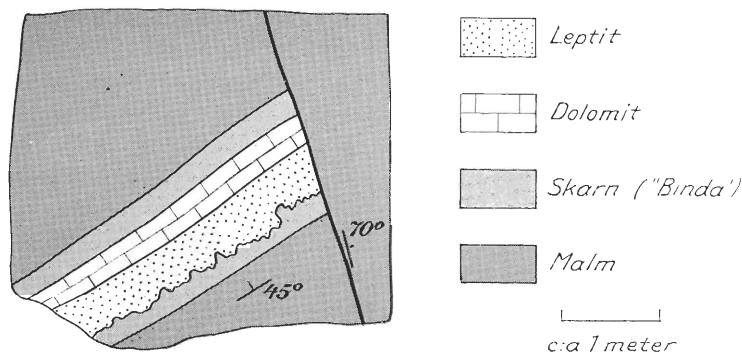


Fig. 60. Exempel på uppträdandet av »binda», Storgruvan i Klackbergssältet. Example of the occurrence of »binda», Storgruvan, Klackbergssältet. Legend: leptite; dolomite; »binda»; magnetite ore.

leptit. »Bindan» är i dessa fall granat med underordnad amfibol. Fig. 60 ger exempel på uppträdandet av »binda» — huvudsakligen granat — uti dolomitens leptitinlagringar, på sträckor där de gränsa mot malm. Beträffande särskilt dessa senare fall bör framhållas, att granatmassans gräns gentemot malmen är skarp, tydligen sammanfallande med vad som ursprungligen varit leptitbankens gräns; däremot upplöser sig granatmassan inåt leptiten i spridda korn, delvis tydligt ordnade i rader och i undantagsfall t. o. m. orienterade längs ännu skönjbara sprickor i leptiten. Slutligen finnas i malmen ofta tunna bankar utav »binda», vilka säkerligen representera fullständigt förskarnade leptitlager.

Det är av förekomstsättet tydligt, att »bindan» uppkommit av leptit genom ett substansutbyte med den angränsande malmen. Därvid hava av leptiten kvarblivit (helt eller delvis) dess halter av SiO_2 , Al_2O_3 och K_2O , medan från malmsidan tillförts framförallt FeO , MnO och MgO . Det kunde av de nu framhållna fakta i och för sig vara tänkbart, att denna process ägt rum i samband med en metasomatisk tillförsel av malmsubstansen. Med hänsyn till malmens åtminstone delvis karbonatiska karaktär synes dock en samtidig bildning av »bindans» silikat mindre sannolik än en senare reaktion vid temperaturförhöjning. Sådan skarnbildning har för denna och närstående malmtypen tidigare antytts av flera författare.

Ibland finner man även spridda korn av »bindans» mineral inne i malmen. Det är ej möjligt att avgöra, huruvida det rör sig om en med »bindans» uppkomst analog bildning, så att vissa substanser invandrat ifrån leptiten till malmen. Det förefaller dock mera troligt, att malmen här och var primärt innehållit en liten halt av kvarts, vilken vid metamorfosen konsumerats under silikatbildning.¹

¹ Däremot vittnar den i Gamla Kolningbergssältet uppträdande kvartshaltiga kalkstenen därom, att betingelserna för en reaktion mellan CaCO_3 och kvarts icke uppnåtts vid metamorfosen.

Vad åter angår det i dessa malmfält här och var uppträdande ordinära grönskarnet med granat, så kan det troligen i viss utsträckning uppfattas såsom analogt med »bindan», representerande reaktioner, vid vilka karbonatbergarten varit mera ordinärt dolomitisk. Till sitt uppträdande är det dock ej en lika tydlig reaktionsprodukt, och enstaka förekomster inne i dolomiten äro svåra att förklara på dylik väg.

Malmerna. Stråkets malmer hava genomgående karaktären av magnetitmalmer med någon uppblandning av karbonat av Fe, Mn, Mg och Ca. I de fattigare partierna tilltager den renare dolomitkomponenten. Beträffande metallhalterna föreligger någon olikhet emellan de skilda fälten. Sålunda äro halterna i generalprov av skradd malm i Gamla Kolningberg omkr. 46 å 47 % Fe, c:a 5.2 % Mn, i Nya Kolningberg c:a 45 % Fe och c:a 4.5 % Mn, samt i Klackberg enligt senaste tidens analyser 48—51 % Fe och 3.5—5.2 % Mn, med undantag för Näsbergsgruvan, varifrån blott uppgives c:a 32 % Fe och 3.5 % Mn. Därjämte förekommer emellertid svagare malm, mer eller mindre starkt utspädd med dolomit. Beträffande proportionerna mellan Fe och Mn må särskilt framhållas, att medan dessa synas variera parallellt i Kolningbergsfälten, råder ett annat förhållande i Klackberg. Tillgängliga malmanalyser därifrån angiva nämligen, att Gröndalsgruvan har i genomsnitt något högre järnhalt än Storgruvan, men i stället c:a 1 % mindre mangan.

Vidare framgår av analyserna en låg SiO_2 -halt, varierande i Kolningbergsfältet ungefär mellan 4 och 7 %, men i Klackberg normalt blott uppgående till 2.5 å 3 %. Fosforhalten är alltid mycket låg, vanligen 0.002 till 0.005 % P, sällan en eller annan enhet högre. Beträffande svavelhalten m. m. hänvisas till den i det följande givna skildringen av sulfidmineralens förekomstsätt. Slutligen bör nämnas den huvudsakligen i Kolningbergsfälten påvisade grafithalten om 1.0—1.5 % (jfr nedan). För detaljer i övrigt hänvisas till Jernkontorets analysamlingar (51, 52).¹

Den normala malmtypen inom hela stråket är en finkornig magnetitmalm, så pass karbonatblandad, att dess färg snarare kan betecknas såsom mycket mörkt svartgrå än som svart. Dylik malm ter sig för blotta ögat helt massformig, men är stundom glest plansläppig. Synnerligen karakteristiskt är dess sätt att för lätta hammarslag på en kant brytas av i små skärvor. Företeelsen kan ej på ett tillfredsställande sätt beskrivas, men är påfallande, och kan med fördel utnyttjas vid karteringen i gruvan för snabb identifiering även av fattigare malm.

En annan malmtyp, som utmärker vissa delar av Kolningbergsfältens malmkroppar och av Gröndalsområdet i Klackbergsfältet, skiljer sig från den förra genom den rikliga förekomsten av grafitklädda, vanligen starkt kupiga släppor, längs vilka åtminstone smärre glidningar ägt rum. Ibland är dylik malm relativt »storskölig». I andra fall åter kunna släpporna ligga så tätt att malmen vid brytning sönderfaller i antracitliknande småstycken. De stycken, i vilka grafitläpporna uppdelar malmen, äro vanligen oregelbundet linsformiga, med sina huvuddimensioner i malmens stryknings- och stupningsriktningar. Man får vidare, om också blott vagt, det intrycket, att glidningarna huvudsakligen ägt rum i nära horisontal led. Grafitläppighet framträder särskilt starkt uti vissa smalare malmpartier, men kan också träffas ställvis uti bredare malmkroppar. Fig. 65 illustrerar dess fördelning inom en karakteristisk nivå i Nya Kolningbergsfältet. För valet av brytningsmetod har den av grafiten framkallade »lossnigheten» varit utav en avgörande betydelse.

De mineral, som i väsentliga mängder ingå i malmerna, kunna delas i följande grupper: magnetit, karbonat, skarnsilikat, sulfider, grafit. Av dessa hava silikaten och grafiten redan behandlats.

Förhållandet mellan magnetiten och olika slag av karbonat utgör en av de viktigaste sidorna av dessa malmers variationer. Redan ovan har framhållits, att halten av Fe och Mn till en mindre del föreligger i karbonatform. Vidare omgivas malmerna av dolomit eller möjligen lokalt av kalksten.

Den närmare karaktären av Fe-Mn-karbonatet har blivit belyst genom en viktig undersökning av Sundius (84) på ett dylikt mineral ur Klackbergsmalm, vilket befanns hava en sammansättning motsvarande molekylarproportionerna FeCO_3 21.60 %, MnCO_3 44.16 %, MgCO_3 22.48 %, CaCO_3 11.76 %.

Förf:s undersökningar av malmprov från skilda delar av stråket hava givit följande resultat. Bortsett från de underordnade skarniga partierna består malmen alltid huvudsakligen av en blandning av magnetit och karbonat. Karbonaten äro i regel av två slag. Det ena har mycket hög ljusbrytning (även $\omega > 1.74$) och kan med säkerhet antagas vara i huvudsak identiskt med den av Sundius påvisade järn-mangan-spaten. Även de nedan refererade anriktningsresultaten giva vid handen, att ett karbonat med hög manganhalt allmänt ingår i hithörande malmer. Det andra åter är en dolomitspat med helt underordnad halt av järn och mangan, motsvarande sammansättningen av stråkets dolomitbergart i stort. Av dessa är järn-mangan-spaten mycket nära förbunden med magnetiten, sitter i regel tillsammans med den, och träffas ej veterligen utan sällskap av mag-

¹ Vid begagnande av den senare samlingen bör observeras, att två analyser — sid. 48, n:o 19 och sid. 50, n:o 1 — så radikalt avvika från alla övriga, att någon felaktighet måste föreligga (sannolikt så, att proven härröra från andra fyndigheter).

netit. Malmen består sålunda normalt av en blandning av magnetit och dylikt karbonat. Å vittrad yta antager järn-mangan-spaten en mörkt brunviolett färg och metallartad glans. Dolomitspaten finnes dels ibland insprängd i massan av magnetit och järn-mangan-spat, dels i större partier, som kunna betecknas såsom inneslutningar av den angränsande dolomitbergarten, dels slutligen såsom tunna sekundära ådror. Undantagsvis ses magnetit associerad blott med dylik dolomit, utan järn-mangan-spat.

Belysande för fördelningen av järn och mangan äro resultaten från Gröndals malverk, där malm från delar av hela stråket Kolningberg-Klackberg nedmales till sintringsgods, sedan efter grovkrossning gråberget avskilts på magnetiska malmskiljare. Enligt benäget meddelande av Norbergs Gruvförvaltning hava prov, tagna och analyserade av bergsingenjör R. Westerlund, givit följande resultat:

Gröndalsgruvan:	Sintringsgods	45.3 %	Fe	och	3.19 %	Mn
	Avfall	16.2 »	»	»	3.29 »	»
Kolningberg:	Sintringsgods	44.5 »	»	»	4.14 »	»
	Avfall	13.7 »	»	»	2.50 »	»

I finare avfallsgods, < 5 mm, blir Mn-halten högre, resp. 3.82 och 3.16 %. Slammet, som utgör en ringa del av det från malverket kommande godset, och som ej är uppdelat på olika fyndigheter, visar 6.51 % Mn mot 25.0 % Fe. Variationerna sammanhånga utan tvivel i första hand med den omständigheten, att manganhalten i karbonatet är högre än järnhalten.

Magnetitens fördelning i järn-mangan-spaten är i detalj, exempelvis inom ett slipprov's ytmått, mycket ojämn. I de flesta undersökta prov finner man magnetiten i form av kristallaggregat spridda i karbonatmassan men gärna sammanflytande till smala, slingrande ådror. Ofta nog bilda dylika ådror ett nätverk mellan karbonatkornen (fig. 61). Därjämte finnes emellertid, i växlande mängd men ofta rikligt, uti järn-mangan-spaten inströdda smärre magnetitkorn, ned till minimala interpositioner. Mellan dylika korn och de förut omnämnda aggregaten finnas ofta övergångsstadier i form av mellanliggande kornstorlekar. Stundom ser man i större, porfyroblastiskt framträdande karbonatkorn, att interpositionerna äro ordnade efter järn-mangan-spatens struktur (fig. 63).

Ehuru de iakttagna strukturdragen icke utesluta, att primär magnetit ingår i malmen, åtminstone i någon utsträckning, måste man konstatera, att fördelningen av magnetit och järn-mangan-spat snarare tyder på, att magnetiten »utrensats» genom partiell dissociation av järn-mangan-spaten.

Uti stora delar av Kolningbergsmalmerna och vissa partier i Klackbergsfältet tillkomma vidare sådana strukturdrag, som betingas av sekundär mekanisk påverkan. Dylik malm, makroskopiskt igenkännlig på sina grafitläppor, visar under mikroskopet en brecciestruktur i smått, som närmast kan jämföras med en för kakiritbergarter utmärkande.

De uti dessa malmer identifierade sulfiderna äro kopparkis, pyrit, magnetkis, arsenikkis, undantagsvis blyglans. Flerstädes har konstaterats, att svavelhalten är högre i malmkropparnas periferi än inuti dem. Sålunda kan »gränsbindan» vara särskilt sulfidrik, och malmkropparnas djupaste delar hava i flera fall visat sig påfallande svavelhaltiga. Sulfiderna uppträda icke i form av gångar eller tydliga sprickfyllnader, utan bilda fina impregnationer. Särskilt finfördelade äro de i vissa delar av Gröndalsgruvans malm.

Mycket intresse väckte på sin tid den förekomst av mullmalm, som påträffades i Granrotsgruvan i Klackbergsfältet och utnyttjades till framställning av ockrafärger, förutom att en del förhyttades i vanlig ordning.



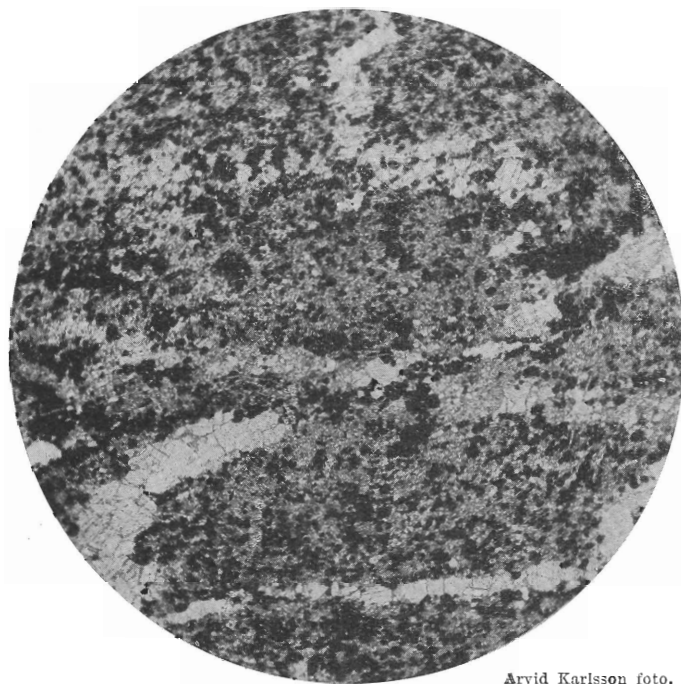
Arvid Karlsson foto.

Fig. 61. Malm från Gamla Kolningbergsfältet. Slipprov, $\times 20$, vanl. ljus. Magnetit (svart) och järn-mangan-spat. Ore from Gamla Kolningberg. Thin section, $\times 20$, ord. light. Magnetite (black), and iron-manganese carbonate.

Huvudmassan av mullmalmen bestod av limonit med växlande manganhalt, samt med inströdda magnetitkorn. Mullmalmen fortsatte från ytan ned till c:a 60 m avv. Jfr i övrigt tidigare beskrivningar (11, 35).

Då Klackbergssfältet givit nyckeln till stråkets tektoniska byggnad, lämpar det sig bäst att i den följande detaljbeskrivningen göra början med detta, ehuru skildringen i övrigt här i allmänhet förts från V mot Ö.

Klackbergssfältet. Längst åt NO ligger den nedlagda *Näsbergsgruvan*. Den gamla dagöppningen och schaktet äro nu vattenfyllda, och de på gruvbacken kvarlämnade varpen åtskilligt övervuxna. De senare visa dolomit av den vanliga typen, och i densamma strimmor av amfibolrik malm (jfr ovan om amfibolen) ävensom fattigare magnetitimpregnationer. Enligt gruvkartan (upprättad av Reinh. Dahlström 1888) är den större gruvan förd ned till c:a 60 m djup, där både kalksten och malm starkt minskat i bredd. Det SV om denna gruvöppning belägna schaktet går till 93 m djup, men de från detsamma utgående orterna hava icke förts fram till det område, där möjligen någon fortsättning av karbonatbergarten kunde finnas.



Arvid Karlsson foto.

Fig. 62. Malm från Nya Kolningberg. Slipprov, $\times 20$, vanl. ljus. Magnetit (svart), järn-mangan-spat (gra), ådror av dolomit (vit). Ore from Nya Kolningberg. Thin section, $\times 20$, ord. light. Magnetite (black), iron-manganese carbonate (gray), veinlets of dolomite (white).

Den på en nordvästligare dolomitparallell anlagda sänkning (också inom Näsbergsgruvans utmål) är likaledes vattenfylld. Varphögen, av skäligen små dimensioner, är dolomit med litet bladig tremolit samt med magnetitstripor i liten skala.

Klackbergssfältets huvuddel omfattar Gröndals-, Johannisbergs-, Stor-, Solskensbergs- och Granrotsgruvorna. Sammanhangen mellan dessa olika enheter komma här att diskuteras jämförelsevis utförligt, emedan de erbjuda ett av de ur såväl praktisk som teoretisk synpunkt mest intressanta exemplen på en i Norbergstrakten vanlig tektonisk grundtyp.

Det lämpar sig emellertid bäst att först börja med en kort karakteristik av den tektoniska typ, som här påvisats, för att sedan övergå till en skildring av huru densamma framträder i detaljer, och huru den påverkat malmkropparnas form och inbördes lägen. Såsom redan tidigare omnämnts, har dolomitkroppen befunnits äga en synklinall byggnad. Förutom den veckning (längsveckningen), som framkallat denna synklinall form, är emellertid lagret också påverkat av en annan veckning, som i förhållande till den förra kan betecknas såsom

övertvärande eller riktigare översneddande (tvärveckningen). Av interferens mellan dessa vecksystem har framgått den nuvarande formen. De delar av lagret, som nu återstå under jordytans horisontalsnitt, äro framförallt sådana, som falla inom synklinall områden inom båda vecksystemen, och deras form betingas av vinkeln mellan systemens strykningar samt av förhållandet mellan de olika veckens dimensioner. »Båtformiga» synklinaller äro ett typiskt resultat av dylik interferens.

Ett huvuddrag i denna tektonik kan man få fram redan genom observationer i dagen omkring gruvorna. Lineärstruktur i leptiten N om dolomitlagret ses nämligen i SV stupa måttligt brant mot SV, i NO mot NO (jfr tavla 1); omslaget (kulminationen) synes ligga i gränsområdet mellan Storgruvan och Johannisbergsgruvan. Emellertid finner man även i östra delen av det stora fyllnadsbergsbrottet (SO om Storgruve centralschakt) på leptitinlagringar i dolomiten veckaxlar, som stupa mot NO. Kulminationslinjen — »tvärantiklinalen» — måste därför snedda över fältets strykning under en jämförelsevis spetsig vinkel.

Sidostupningen är i allmänhet nära vertikal. Flackare lägen, omkring 60° och alltid med nordlig stupning, hava dock iakttagits ställvis i Klackbergs dolomitbrott samt på djupare nivåer uti gruvorna — i Granrotsdelen under 100 m avv.,¹ i Storgruvans södra del under c:a 200 m men i dess norra först på närmare 300 m avv. Denna förändring måste tolkas så, att veckens undre delar äro övervikta starkare än de högre belägna delarna.

¹ Nollpunktsavvägningen är gemensam för Granrots-, Solskensbergs-, Stor- och Gröndalsgruvorna. Detta system användes i det följande även för Johannisbergsgruvan, vars nollpunkt ligger 26.7 m lägre.

Malmkropparna utgöra endast mindre delar av det malmförande dolomitlagret. Förutom de större, brytvärda kropparna finnas här och var smärre malmpartier. Det är dock på det hela taget alldeles påfallande, huru malmfri dolomitkroppens huvudmassa är. Fattigare malmimpregnationer o. dyl. hava endast ringa utbredning. Dock ser man här och var i dolomiten spridda magnetitkorn om någon mm storlek.

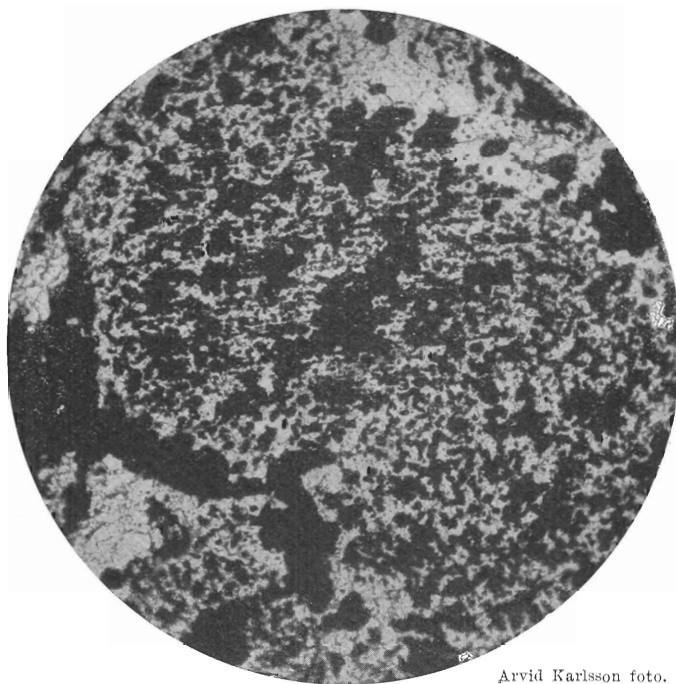
Malmkropparna äro ur teknisk synpunkt jämförelsevis bestämt begränsade. Gränser, som även ur geologisk synpunkt kunna betecknas såsom skarpt markerade, förekomma dock knappast annat än i sådana fall, där en leptitrand utgör gränsen, men ej mot dolomiten såsom sådan. Det normala är en snabb övergång till dolomiten. Ibland finner man dock en bredare övergångszon, på så sätt, att utanför den samlade malmen följer en kanske några meter bred zon, inom vilken dolomiten innehåller rikligt av malm, vanligen såsom vagt begränsade klumpar. Likaså förekomma ofta inneslutningar av dolomit uti den samlade malmen. Sådana kunna gradvis övergå uti omgivande malm, men i en del fall äro gränserna anmärkningsvärt skarpa. Exempel på det sistnämnda ger den smala dolomitrand, som i norra grenen av Storgruvans malm återfinnes genom flera etagehöjder. Liknande skall enligt gruvkartan hava förekommit uti den härtill anslutna Galtgruvemalmen i Johannisbergsgruvan.

Ett viktigt drag uti fyndighetens geologi är malmkropparnas grad av anknytning till lagerställningen. I stort sett framträder en dylik parallellism med dolomitens skiktning och gränser. Malmerna följa sålunda veckformerna. Det är dock härav ej absolut säkert, att malmerna deltagit i deformationen. De kunna även vara senare anlagda men likväl, genom att följa vissa lager, ansluta sig till den deformerade lagerställningen (jfr s. 67).

Till åskådliggörande av växlingarna i malmkropparnas konfiguration meddelas här, i nödvändigtvis schematiserad form, ett antal nivåkartor över fältet (tavla 6). Beträffande principerna för deras upprättande kräves förtydligande i en viss punkt. För nu oåtkomliga delar har gruvkartans bild följts, blott med den avvikelser, att i vissa fall sådana områden, som på densamma äro betecknade såsom skarn, nu angivits såsom »leptit och kvartsit». Till grund härför ligger den erfarenheten, att den mörka malmkvartsit, som ställvis begränsar dolomitstocken, förr av gruvmätaren i allmänhet betraktats såsom ett slags skarn och givits motsvarande beteckning. Läget, ävensom mäktigheten, vilken mångfaldigt överstiger vad man finner hos verkligt skarn (inkl. »binda») i detta fält, giva anvisningar om de fall, där en dylik justering av gruvkartans bild är nödvändig.

Granrotsgruvans malm uppträder uti en dolomitkropp, som åtminstone på djupare nivåer — förhållandena i dagen äro ej entydiga i detta avseende — är skild från fältet i övrigt. Denna dolomitkroppens form i horisontalsnitt framgår bäst av ortsystemet på 100 m avv. (tavla 6, bild 1). Den visar sig avsmalna både mot SV och NO; själva spetsarna äro dock ej blottade. Nedåt synes dolomiten, enligt diamantborrningar, utkila på c:a 150 m avv. Uti sin understa del stupar den mera flackt mot N. Den uti densamma uppträdande malmkroppen står i stort sett vertikalt, utan någon genomgående förskjutning i fält, och blir nedåt både kortare och smalare. Dolomitkroppens form motsvarar en synklinal i det dubbla veckningssystemet.

Victoriamalmen i Storgruvan, känd ned till c:a 100 m avv. (tavla 6, bild 1), ligger troligen också den uti en särskild dolomitsynklinal, men dess sammanhang med huvudlagret är bevarat under jordytans plan. Malmkroppen avtager nedåt på samma sätt som Granrotsmalmen, så att både strykningslängden och mäktigheten successivt minska. Gamla Johannisbergsgruvans malm ligger sannolikt på likartat sätt, och kan i så fall betecknas såsom ett slags fortsättning av Victoriamalmen, ehuru icke direkt sam-



Arvid Karlsson foto.

Fig. 63. Malm från Storgruvan, Klackbergsfältet. Slipprov, $\times 40$, vanl. ljus. Utbildning av magnetit (svart) längs strukturplan i stora korn av järn-mangan-spat. Öre from Klackberg. Thin section, $\times 40$, ord. light. Shows the development of magnetite (black) along structural planes in large grains of iron-manganese carbonate.

manhängande med denna. Denna malm fortsätter sedan mot Ö¹ in i G a m l a G r ö n d a l s m a l m e n. Mot djupet uppdelas den av en underifrån uppskjutande leptitrygg (tavla 6, bild 1), varefter vidare nedåt den nordöstra delen snart upphör. Denna synes sålunda, i analogi med Victoria- och Gamla Johannisbergsmalmerna, hava legat i en grund delsynklinal. Den andra delen åter »omstjärtar» med T o r b e r n B e r g m a n - m a l m e n och minskar nedåt, för att upphöra vid c:a 150 m avv. På omkring 200 m avv. har leptit norrifrån ryckt in under områden, vilka på högre nivåer upptagas av dolomit och malm (tavla 6, bild 3). Direkta iakttagelser i Gröndalsgruvans område (jfr ortkonturer i tavla 6, bild 3) ådagalägga, att gränsen mellan leptit och dolomit har ett av veckspetsar karakteriserat förlopp. Jämväl den efter Torbern Bergman benämnda malmkroppen avtager nedåt på analogt sätt med de redan beskrivna.

Medan de nu närmast skildrade malmkropparna ligga mer eller mindre nära det stora dolomitbandets norra gräns, äro övriga malmer uti detta band belägna dels nära dess mittlinje, dels närmare dess södra gräns.

S o l s k e n s b e r g s m a l m e n är skäligen obetydlig, och ger ej anledning till vidare behandling här. Jämför emellertid kartorna, tavla 6, bild 2 och 3.

S t o r g r u v a n s m a l m är inom de översta etagerna klumpig i formen och synes vara sammansatt av åtminstone två något åtskilda linser. Ungefär i dess strykningsriktning, men utan direkt samband, uppträder

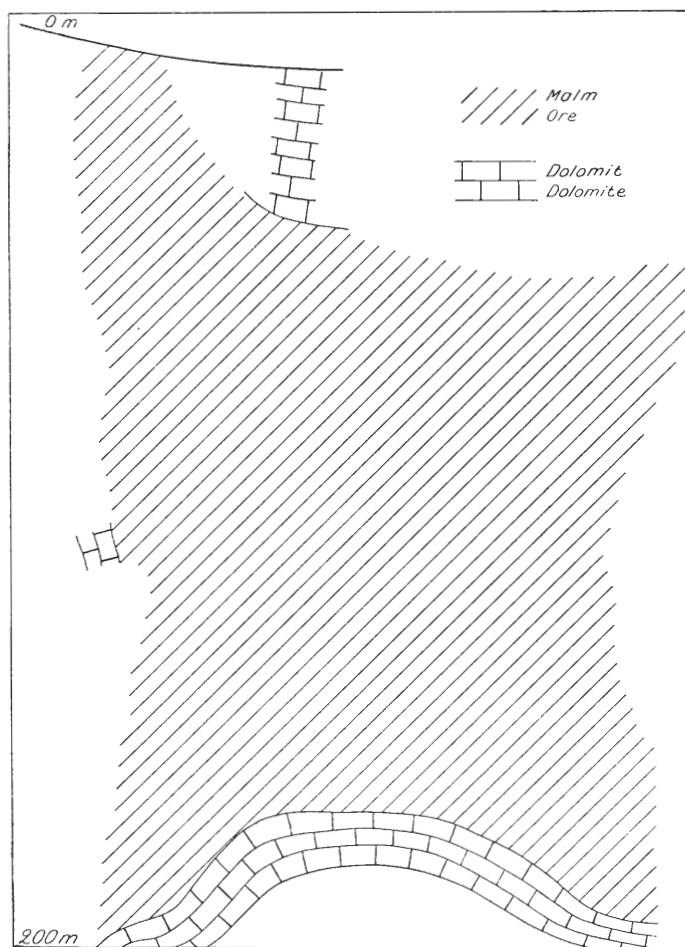


Fig. 64. Längdprofil genom Johannisbergsgruvan i Klackbergsfältet. Skala 1:1,600. (Malmens fortsättning in mot angränsande gruvor ej angiven). Avvägningssiffrorna äro Johannisbergsgruvans. Uppgjord efter gruvkartan. *Longitudinal section through the Johannisberg mine, Klackbergsfältet. Scale 1:1,600. (Does not show where ore continues into adjacent claims).*

längre åt Ö G a l t g r u v e m a l m e n i J o h a n n i s b e r g s g r u v a n, vilken direkt fortsätter in i Gröndalsgruvan såsom »P o l h e m» (tavla 6, bild 1). Denna senare malmkropp är mera jämbred och lagerliknande. Redan på omkring 120 m avv. börjar Storgruvemalmen antaga liknande form, den blir sålunda längre och smalare. Omkring 150 m avv. är sålunda hela strecket jämnt, nära kontinuerligt, och lagerliknande (tavla 6, bild 2). Under det att Storgruvedelen sedan fortsätter nedåt med till en början ungefär samma karaktär, och Polhemsdelen i huvudsak bibehåller sin form, förändras Galtgruvedelen mycket snabbt. På omkring 200 m avv. breder den ut sig till en oregelbundet uddig massa (tavla 6, bild 3), men redan några få meter djupare ned återfinnes under denna stora malmarea endast en liten malmstrimma vid vardera änden, medan malmen i övrigt dels förskjutits åt V inåt Storgruvans område, dels liksom förut fortsätter mot Ö inåt Polhemsdelen av Gröndalsgruvan. Tydligt ligger Galtgruvedelen över en tröskel i tvärveckningen, så att man där når botten för malmen redan på vida mindre djup, än vad fallet blir inom de i V och Ö angränsande delarna av Klackbergsfältet (fig. 64). Läget passar alldeles ihop med det efter observationerna i dagen beräknade förloppet av tvärantiklinalen.

Förändringarna vidare mot djupet i de båda återstående delarna, Storgruvemalmen och Polhem, te sig som följer: Från Galtgruvemalmen ansluta sig två grenar till Storgruvemalmen på dennas södra sida. Den sydligaste av dessa skjuter mot djupet sin spets alltmärka västerut, under det att den andra städse är relativt obetydlig (tavla 6, bild 4). Den sydligaste grenen har sålunda en mycket flack fältstupning västerut. Den nord-

ligaste grenen åter, den ursprungliga Storgruvemalmen, har nästan vertikal gräns åt detta håll — ja, den visar t. o. m., mellan 245 och 285 m avv., en brant fältstupning NO. Denna olikhet sammanhänger tydligen där-

¹ För enkelhets skull angives i den följande beskrivningen Ö—V, o. s. v., ehuru fältets strykning är N 50° Ö.

med, att malmens gräns i V icke är någon tektoniskt bestämd linje utan ett ursprungligt upphörande av malmkroppen. Vidare börjar malmkroppen mot djupet vika över till nordlig stupning, först och starkast i den sydligaste grenen. Detta står tydligen i samband med en dylik förändring i den malmförande dolomitens läge: gränsen mot leptit i norr, som på 285 m avv. är blottad i schaktet, förskjutes norrut, så att schaktet vidare mot djupet helt och hållet går i dolomit; samtidigt rycker den södra gränsen mellan dolomit och leptit snabbt mot norr, så att horisontalförflyttningen mellan 285 och 325 m avv. är 40 à 45 m. Storgruvemalmens olika grenar rycka samtidigt närmare varandra och avtaga i dimensioner, jfr tavla 6, bild 5 och 6.

Skillnaden i malmformen mellan Storgruvans djupaste del och Johannisbergsgruvans beror tydligen därpå, att man i förstnämnda fall befinner sig i botten av en enkel synklinal (längssynklinal), men i det sistnämnda inom det område, där samma längssynklinal upplyftes och deformeras av en översneddande anti-klinal.

På östra sidan om Johannisbergströskeln, i Gröndalsgruvan, förskjutes malmen hastigt mot NO under inflytande dels av östlig fältstupning och dels av den allmänna förskjutning mot norr som markeras av lägeförändringen för gränsen mellan dolomiten och den i söder angränsande leptiten (tavla 6, bild 5 och 6). På Gröndalsgruvans djupaste botten, 345 m avv., är malmen rätt mycket uppblandad med dolomitpartier.

Den översikt av de olika malmkropparna, som här ovan lämnats, visar, att fältets hela byggnad i allo låter sig förklaras, om man antager att malmkropparna ligga i huvudsak konformt med dolomitens lagerställning och följa dess dubbla deformationsmönster. Ovan har påpekats, hurusom veckningstektonikens huvuddrag framgå redan av lineärstrukturens ställning uti de i dagen synliga leptithällarna. Emellertid finnas under jord även andra anvisningar än malmkropparnas form och lägen, som otvetydigt peka på den här skildrade tektoniska typen. Dessa drag konstaterades vid en undersökning 1925, innan karteringen i dagen genomförts och då de djupaste nivåerna i Storgruvan och Gröndal ej ännu voro öppnade. Saken har därför, vid sidan av att den lämnar en tredje beviskedja, intresse såsom ett instruktivt exempel på de arbetsmetoder, vilka kunna komma till användning vid veckningstektoniska utredningar av denna art.

En förbindelseort mellan Storgruvemalmens båda skänklar å c:a 230—235 m avv. (tavla 6, bild 4) går i dolomit med talrika, men mestadels helt tunna leptitinlagringar. Dessa visa i vertikalsnitt veckning i V-form, vilket, sammanställt med att de båda malmskänklarna nedåt rycka varandra allt närmare, antyder en synklinal byggnad. De veckade leptitlagrens veckaxlar intaga ett flackt undulerande läge, men med övervägande västlig stupning. Vidare granskning visade, att på 150 m avv. valkighet i dolomiten antyder ett veckaxelläge, som växlar från horisontalt till en västlig stupning om c:a 20°. Medan fältets östra del (Gröndalsgruvan) visade fältstupning mot östliga väderstreck, befanns det genom senare arbeten i Storgruvans djupare etager, att fyndigheten, särskilt dess östligaste delar, uppvisade brantare västliga fältstupningar. Härmed var det uppenbart, att Galtgruvemalmen måste ligga på en tröskel i tvärveckningen. Dess egendomliga upphörande mot djupet fick på så sätt sin förklaring.

Det återstår att beröra ännu en sida av malmkropparnas växlande utbildning, nämligen malmens sämre kvalitet i de djupaste etagerarna av Storgruvan och Gröndal. Försämringen yttrar sig dels i en sänkning av den genomsnittliga järnhalten genom utspädning med dolomit, dels också, i vissa fall, i en besvärande halt av sulfid-mineral.

Fråga är, huruvida dessa drag över huvud taget kunna förklaras under antagande, att malmerna deltagit i dolomitens veckning. I sådant fall måste ju slumpen avgöra, vilken del av malmkroppen, som kommer att bilda den djupaste kölen, och det förefaller orimligt, att i båda de nämnda gruvorna en sämre malm skulle komma att intaga just detta speciella läge. Vore åter malmerna anlagda efter veckningen, så skulle ett sådant förhållande ej innebära något överraskande.

Vad först sulfidhalten beträffar, så är det mycket möjligt, att den är helt och hållet sekundär. Visserligen är det väl bekant, att en del sulfider gärna primärt åtföljas av järn-mangan-spat, men det finnes också exempel på att jämförliga kombinationer kunna uppstå genom senare sulfidtillförsel, såsom vid Dannemora. Därest en dylik sekundär sulfidinvasion föreligger i Klackbergsfältet, kan den ojämna fördelningen bero därpå, att uppstigande sulfidhaltiga lösningar till större delen utfälde sulfiderna redan i den första del av malmkroppen, som de påträffade. Den högre dolomithalten åter kan tänkas härröra från en ojämnt »korrugerad» botten i malmsynklinalen, i förbindelse med en viss spridning av malmsubstansen vid järn-mangan-spatens partiella ombildning till magnetit.

De anförda synpunkterna kunna icke eliminera möjligheten att Klackbergsmalmerna, i likhet med flertalet metasomatiska järnspatsfyndigheter, anlagts i en redan något veckad karbonatbergartskropp. Men de

visa i varje fall, att några vittgående teoretiska slutsatser icke kunna dragas av malmernas karaktär i botten-etagerna.

Det finnes emellertid ännu en omständighet, som kräver beaktande i just detta sammanhang. Ut i Gröndalsgruvan har manganhalten i de djupare etagerna successivt sjunkit, medan järnhalten i den brutna malmen kunnat hållas oförändrad. Här kan man sålunda misstänka en »primär djupzonering». Men icke heller detta förhållande innebär något avgörande bevis.

Fyndigheter mellan Klackberg och Nya Kolningberg. Väster om Granrotsgruvan och Klackbergs dolomitbrott fortsätter stråket mot Kolningberg med långsträckta dolomitlinser såväl ovanför malmbanan som mellan denna och landsvägen. Inom förstnämnda område ligger den vattenfyllda Tallrotsgruvan, en smal gruvöppning, vars varp visar dolomit, delvis med grafitläppor och litet malm. På den sydligare zonen finnes, förutom några äldre hål, ett schakt, ur vilket har uppfordrats dolomit med flammor av svartmalm, något grövre kornig än den ordinära Klackbergsmalmen.

Nya Kolningbergsfältet (tavla 1 och fig. 65). Medan Tallrotsgruvan synes markera det västligaste ledet i den nordligaste serien av dolomitkroppar, fortsätter den sydligare serien, nu åter med mera malm men i övrigt

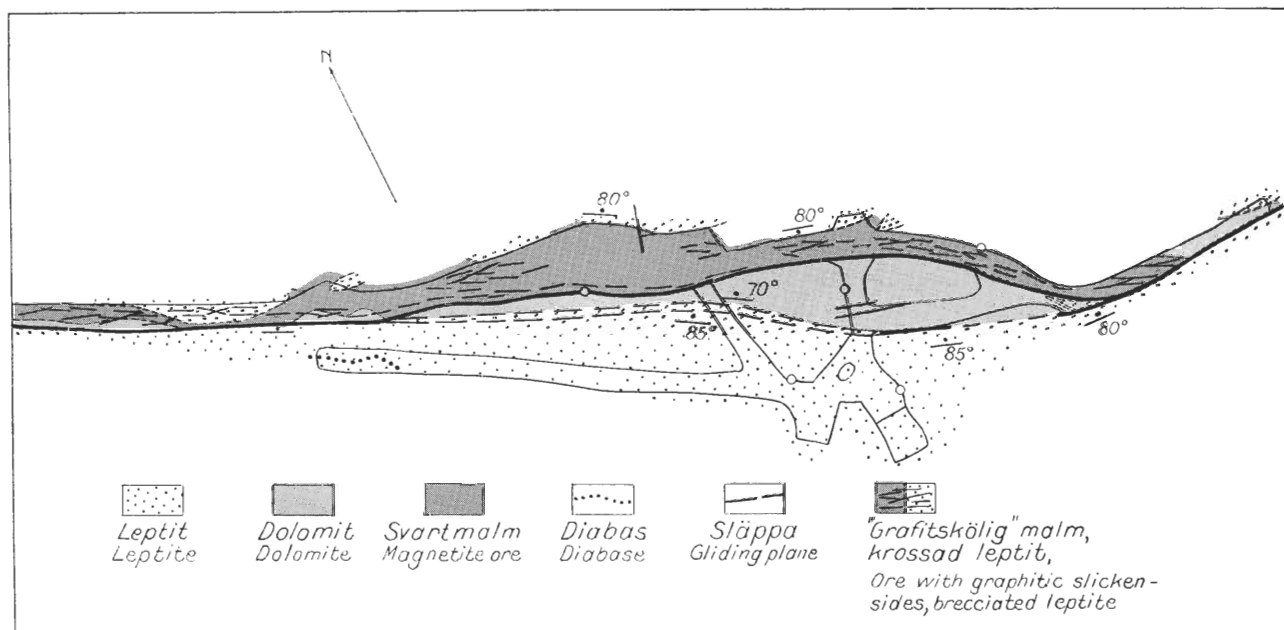


Fig. 65. Huvuddelen av Nya Kolningbergsfältet, på 190 m avv. Skala 1 : 800. Main part of the Nya Kolningberg mine, 190 meters level. Scale 1 : 800.

oförändrad karaktär, genom Kolningbergsfälten. Här träffar man först Hackbogravan, en långsmal gruvöppning i dolomit men med vertikal leptitvägg i NV. Om denna gruva är i övrigt intet närmare bekant. Hela den övriga delen av Nya Kolningbergsfältet, på några obetydliga partier när, är känd genom arbeten under jord i anslutning till det nu fungerande uppföringsschaktet. Gruvans djupaste hittills under arbete tagna etage är 190 m avv.

Denna huvuddel av fältet har en påfallande enkel byggnad. Malmzonen förlöper i horisontalsnitt uti en mot norr öppen c:a 130° vinkel, med i det närmaste vertikal stupning. Vid den tvära ombøjningen är dolomiten tjockast, och malmen likaså.¹ Denna förtjockning såsom sådan står nära vertikalt ifrån dagen ned till 150 m avv. På 190 m avv. återfinnes själva veckvinkeln förflyttad c:a 30 m västerut, och förtjockningarna såväl i dolomit som i malm äro förskjutna ännu längre åt detta håll. Åt båda sidor i horisontalplanet avsmalnar i övrigt malmen, och dolomiten proportionsvis ännu mera. Norr om denna malmförande zon äro genom tvärorter på skilda nivåer påvisade ett par smala och föga uthålliga paralleller av dolomit, delvis malmförande.

Fältet visar de mest påtagliga tecken på förskjutningar längs glidplan. Hela den malmförande zonen begränsas på bågens ytersida (sålunda i sydliga väderstreck) av en vertikalt eller brant nordligt stupande släppsköl. Utanför denna är fast och hård leptit. Närmast innanför den kommer i regel dolomit eller malm; ibland

¹ I dagen representeras partiet av de gamla gruvorna Strandgruvan och Alderbergstolften.

finnes dock något leptit emellan. Hela denna komplex innanför gränsskölen visar uppdelning och förskjutningar längs likartade glidplan. Särskilt förekomma dylika vid gränserna för dolomit och malm, men de träffas också inne i sådana kroppar och ställvis i leptiten. Till en del kunna dessa glidningar direkt ställas i samband med rörelsen längs gränsskölen (man jämför fig. 65). I andra fall äro de äldre, och avskäras av denna.

Utav detaljer kunna följande anföras från den nivå, som erbjudit de bästa sammanhängande blottningarna, nämligen 190 m avv. (fig. 65). I orterna närmast schaktet, fram till gränsskölen, är massformig leptit, i en nästan påfallande grad opåverkad av släppor och skölbildningar. Gränsskölen, som har nordlig stupning, är i den västra tvärorten dubbel: först kommer en c:a 2 dm tjock lersköl med 85° stupning och sedan en tunn, skivig sköl i 75° ; mellan dem är leptiten delvis sönderbruten. Först innanför den senare skölen träffas dolomiten. I den östra tvärorten äro de båda skölarna praktiskt taget sammansmälta till en närmare halvmeterstjock zon av söndersmulad, delvis till lera finmald leptit; inne i dolomiten framgå ett par parallella glidplan. Malmen är delvis tämligen massformig men i övrigt, särskilt där dess bredd är ringa, rikligt genomdragen av buckliga, grafitklädda släppor. En tunn men väl markerad zon med denna utbildning bildar i söder malmens gräns mot dolomiten. I norr åter är malmens gräns emot leptit dels »fastvuxen», dels släppig. Tydligt är i alla händelser, att inga väsentliga, genomgående förskjutningar ägt rum längs denna gräns. Malm och dolomit äro sålunda i norr primärt förbundna med leptiten. I söder däremot är gränsen alltid den zon av glidplan, som markeras av den redan skildrade, delvis dubbla gränsskölen. I fältorten mot NV, där skölen bildar vägg, är den fortfarande dubbel. Malm och dolomit äro där starkt sönderknådade; delvis är också leptiten lika illa åtgången. I regel ligger en dolomitstrimma mellan malm och gränssköl, men ställvis saknas den. Också fältort mot NO visar liknande; dolomit och malm, bådadera ytterligt breccierade, begränsas av släppskölen. Denna visar på ett ställe en valkighet stupande 10° SV. Detta är den enda iakttagelsen från hela gruvan beträffande riktningen av rörelsen längs gränsskölen. Det är emellertid föga troligt, att den så registrerade riktningen betecknar huvudrörelsen. Allt tyder nämligen på, att rörelsebeloppet varit betydande. Och en nästan horisontal förskjutning runt det markerade hörnet är knappast tänkbar annat än i obetydlig skala.

Gamla Kolningbergsfältet (tavla 1 och fig. 66). Denna gruva skiljes från den föregående av ett område, där förutom några äldre och obetydliga gruvförsök icke finnas andra underjordsarbeten än Nedre Larsgruvan.

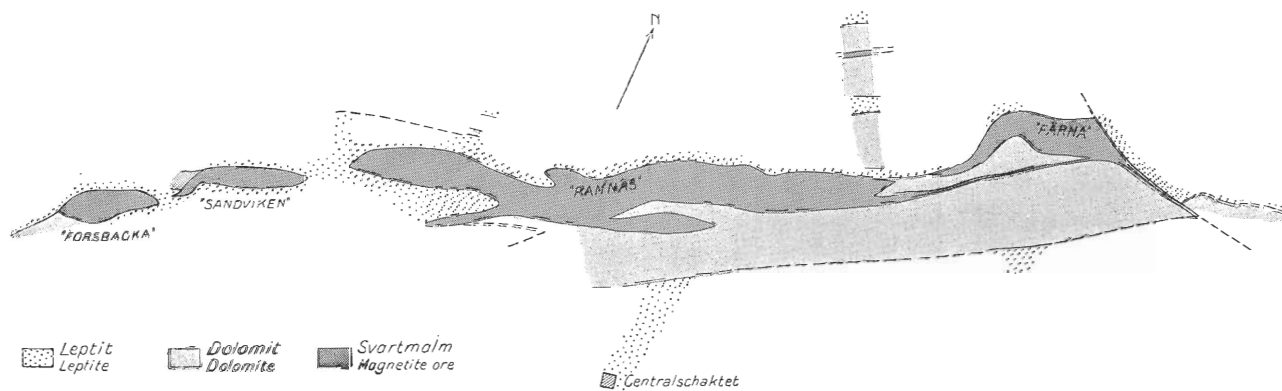


Fig. 66. Översiktskarta över Gamla Kolningbergsfältets geologi på c:a 100 m avv. Skala 1 : 2,400. Uppgjord huvudsakligen efter gruvkartan (gruvrum, utom schaktet, samt diabas och skarn ej angivna). *Geological survey map of the Gamla Kolningberg mine about the 100 meters level. Scale 1 : 2,400.*

Om denna vet man genom gruvkartan (P. Wilson, 1885), att det 55 m djupa schaktet — arbetena hava ganska liten utsträckning i horisontal led — följt en av dolomit omgiven malmkropp, som nästan utgått på detta djup; på sydöstra sidan har den till dolomiten angränsande leptiten uppnått. Arbetena på Gamla Kolningbergs malmkomplex ha visat, att Nedre Larsgruvan ligger på den genom en förkastning mot OSO förflyttade fortsättningen av förstnämnda gruvas malmförande dolomitbälte (tavla 1 och fig. 66). Förkastningen stupar brant mot NNO. Arbetena i Nedre Larsgruvan synas ingenstädes hava förts fram till densamma.

Gamla Kolningbergs djupaste fullt tillredda nivå är 190 m, men största delen av fyndigheten är känd även på 230 m avv. I stort sett kan fyndigheten karakteriseras sålunda: Ett mestadels omkring 40 m brett, nära vertikalstående till brant mot NV stupande dolomitbälte med strykning NO—SV är till större eller mindre del, särskilt längs den nordvästra sidan, ersatt av malm. I den sydvästligaste delen ligger malmen delvis direkt i leptit (fig. 59 och 66). Med hänsyn till vad som i övrigt är bekant om denna malmtyp, torde detta förekomst-

sätt få tolkas så, att dolomiten här blivit helt och hållet förträngd av malm. Uti den sydöstra gränzonen mellan dolomit och malm finner man delvis en zon av växellagring; där uppträder också den ovan beskrivna kvartshaltiga kalkstenen. På nordvästra sidan om det malmförande dolomitbältet framgår parallellt, på blott några få meters avstånd, ett liknande, vilket så vitt känt är icke innehåller några nämnvärda malmkoncentrationer. Denna zon är emellertid undersökt blott med några få orter på 100 m och 230 m avv. De magnetiska förhållandena i dagen hava tydligen icke stimulerat till någon omfattande undersökning. Det är emellertid ovisst, om det är berättigat att utsträcka de negativa slutsatserna även till större djup i gruvan.

De fåtaliga observationerna på »fältstupningsvalkighet» antyda c:a 50° SV. De sydvästligaste malmkropparna, »Forsbacka»-»Sandviken», visa approximativt samma värde; exakta siffror kunna på grund av malmkropparnas något oregelbundna natur knappast presteras. Däremot synes malmen längst i NO (»Färna»-»Iggesund») icke uppvisa någon tydlig fältstupning, utan stå i det närmaste vertikalt.

Rörelser längs glidplan hava förekommit även inom denna fyndighet, ehuru knappast i sådan skala som i Nya Kolningberg. Fig. 59 (s. 133) ger exempel på ett område med relativt få men väl markerade dylika. En karakteristisk grafitläppig zon finnes i malm nära dolomitens sydöstra gräns, nära uppföringsschaktet, på nivåerna 190 m och 230 m.

Gruvkartan angiver för de allra översta nivåerna malm endast i ganska liten skala. Förmodligen beror detta åtminstone delvis på svårigheten att vid tidpunkten för kartans upprättande förvärva tillfredsställande kännedom om malmens utbredning i de redan utbrutna rummen. I alla händelser synes den kontrast, som nu föreligger mellan gruvkartans bild av malmtillgångarna i gruvans översta delar och på något större djup, icke kunna uppfattas såsom bevis för att malmarean i väsentlig mån tillvuxit mot djupet.

Beträffande de olika malmkroppar, som urskiljas i denna fyndighet, kunna vi här lämpligen utgå från kartbilden av 100 m nivån (fig. 66). Längst i SV framträder malmkroppen »Forsbacka». Längs fältstupningen är denna malm känd uppåt till c:a 75 m avv., där dock den starkt förminskade malmarean antyder, att utspetsandet är nära. På 65 m avv. synes den också mycket riktigt saknas. Nedåt är den känd till 190 m avv., men ej ännu påvisad på 230 m avv. Närmast mot NO, och på det närmaste anknuten till »Forsbacka», följer den likartade malmkroppen »Sandviken». Denna är känd mellan c:a 65 m och 190 m avv., men har i likhet med den föregående ännu icke hunnit påvisas på 230 m avv.

Under växlande namn (»Ramnäs», »Surahammar») utan skarpt definierad innebörd har fyndighetens mellersta parti med betydande och i stort sett sammanhängande malmtillgångar följts genom hela det hittills kända djupet.

Längst mot NO, intill den åt detta håll begränsande förkastningen, ligger den malmkropp, som inom de övre etagerorna benämnts »Färna» och längre ned »Iggesund». Malmkroppens form, ävensom proportionerna mellan malm och dolomit i denna del av fyndigheten, växla något på de olika djupen, dock utan sådana skillnader som kunna motivera särskild beskrivning. Hela vägen från dagen och ned till åtminstone 190 m avv. synes malm här ligga an mot den redan omnämnda förkastningen. Man har uppenbarligen mycket starka skäl att antaga, att malmkroppen ursprungligen fortsatt längre mot NO, och att sålunda ett stycke av densamma avskurits genom förkastningen. Det kunskapsmaterial, som man i övrigt har att tillgå i och för det förkastade styckets uppsökande, är emellertid mycket magert. Genom en undersökningsort på 100 m avv., som tyvärr avbröts alltför tidigt, har man dock i alla händelser fått klart, att stycket NO om förkastningen, inkl. Nedre Larsgruvan, är i sidled förskjutet mot SO i förhållande till »Färna»-»Iggesund». Möjligen kan Nedre Larsgruvans malm utgöra fortsättning av den sistnämnda, men någon säkerhet i detta avseende föreligger icke. Om vertikalkomponentens storlek vet man intet. Därest förkastningen haft karaktären av en överskjutning, så kan det tänkas, att malmpartiet blivit tillräckligt högt uppskjutet för att i hela sin utsträckning eller till större delen senare ha fallit offer för erosionen. Har däremot förkastningens hängande sjunkit, så föreligger möjlighet för att ett malmparti kan återstå på förkastningens nordöstra sida på större djup.

Vad angår Gamla Kolningbergsfältets tektonik i stort, så är densamma givetvis bestämd av veckning. Förutom de i det föregående anförda data rörande sido- och fältstupning har man emellertid inga hållpunkter för en tektonisk tolkning. Man kan här lika litet som inom övriga fält i stråket Kolningberg-Klackberg avgöra, huruvida förskjutningarna längs de större glidplanen anslutit sig till veckningen eller representera ett mycket senare tillkommet tektoniskt moment.¹ Beträffande de större tektoniska sammanhangen hänvisas till den ovan förda diskussionen (s. 61).

¹ På grund av ofullständiga blottningar har man ej ens säkra data rörande förhållandet emellan dessa glidplan och de i fyndigheten uppträdande gångarna av amfibolit och diabas. Sammanhangen i stort låta dock förmoda, att åtminstone huvudrörelsen är äldre än diabaserna.

Under det att Klackbergssfältet lämnat möjlighet till en jämförelsevis ingående analys av tektoniken, kan tydligen för de båda Kolningbergssfältens vidkommande intet med bestämdhet utsägas rörande de tektoniska förhållanden, som äro bestämmande för malmens fortsättande mot djupet. Så mycket framgår dock redan av sambandet med Klackbergssfältet, att risk föreligger för ett skäligen begränsat djupgående. Vid en uppskattning av malmtillgångarna är det därför knappast befogat att räkna med någon väsentlig extrapolation nedåt från djupaste kända nivåer.

Silvtjärn (tavla 1). Mellan Gamla Kolningberg och Silvtjärn ligga ett par gamla kalkbrott, vilka emellertid, så vitt förf. kunnat finna, icke uppvisat någon malm. Omkring Silvtjärn angiva hällar ävensom (i SV) några gamla kalkbrott, att karbonatbergarter hava en betydande utbredning. Fördelningen av blottningarna låter förmoda, att sjöns bäcken helt och hållet ligger i dylika bergarter. Vid sydvästra änden är ett litet gruvförsök, där enligt uppgift både järnmalm och blyglans skola ha träffats. Ingen malm kan nu påvisas i det brutna berg, som kvarligger, och som består av en något tremolithaltig kalksten med ådror av brunvittrande dolomit. Både där och i några hällar i närheten iakttages dock skarn, vanligen i form av ådror och flammor. Det rör sig emellertid alltid om grönskarn jämte något granat, aldrig skarn av typen »binda». Möjligheten, att någon malm (ev. mullmalmsvittrad och omagnetisk) kan finnas dold under själva tjärnen, kan naturligtvis ej förnekas, men några som helst positiva indikationer i dylik riktning föreligga icke.

Flängagruvan.

Flängagruvan, belägen c:a 600 m NNO om Gamla Kolningberg, torde vara en helt liten fyndighet. Den har emellertid åtskilligt geologiskt intresse, som motiverar dess omnämnande såsom en självständig enhet.

Det närmast N om Gamla Kolningberg uppträdande karbonatbergartslagret har brutits i flera, nu sedan länge övergivna kalkbrott. Någon malm har icke veterligen träffats där. Med all sannolikhet är det detta lager, som representeras utav den ovan s. 23 citerade analysen av kalksten »från Flängan». Järnmalmen bildar en något nordligare parallell; på grund av malmens karaktär har å kartan tavla 1 antagits, att den uppträder i kalksten. Malmen, som är en delvis rik svartmalm, är nämligen uppblandad med tovtigt mörkgrönt aktinolit-skarn, samt innehåller några strimmor av kalksten. Magnetiten är utbildad i isometrisk, enkelt konturerade korn om några tiondels mm diameter. Den liknar ej alls de i stråket Kolningberg-Klackberg förekommande malmerna, utan är en ordinär skarnmalm, om också med ett rätt karakteristiskt utseende, som särskilt betingas av magnetiten själv. Då malmens yttre egenskaper gävo anledning förmoda, att den även med avseende på manganhalten tillhörde skarnmalmstypen, ansågs en bestämning av denna halt önskvärd. Vid en av Dr A. Bygdén (Sveriges geologiska undersöknings laboratorium) utförd analys befanns halten MnO vara endast 0.125 %.

I riktning mot sjön Kalven fortsätter stråket av kalksten, enligt en blottning vid vägen strax S om sjön.

Kylsbofälten.

Väster om Kylsbo by ligger Stora Kylsbogruvan. I NO, mellan Kylsbo och Kallmoraudden, finnes en grupp fyndigheter, som sammanfattas under beteckningen Norra Kylsbogruvan. Samtliga dessa fyndigheter äro kvartsrandmalmer. Ingen av dem har nu varit tillgänglig för undersökning under jord.

Vid »Stora Kylsbogruvan» finnas tre skilda gruvor, alla av små dimensioner. Gemensam gruvkarta föreligger (Reinh. Dahlström, 1894). Den sydligaste gruvan är själva Stora Kylsbogruvan, som är närmare 30 m djup. Gruvöppningens väggar visa valkighet med stupning 48° NO. Nordost om densamma ligger i Ö Lindholms schakt, som till 52 m djup följt två smala, parallella blodstensroppar, samt i V det blott 16 m djupa Didriks schakt, med två malmränder, av vilka den östra gränsar emot kalksten och granatskarn. Något V om gruvorna uppträder ett kalkstenslager av sannolikt betydligt större dimensioner (tavla 1).

Den malm, som kvarligger i varpen vid dessa tre gruvor, är kvartsig svartmalm jämte litet blodsten. Den är på det hela taget påfallande mager. Randning är rätt vanlig men föga markerad, skiktning dock alltid tydlig. Det är naturligtvis tänkbart, att även bättre kvalitet träffats. Det åtföljande gräberget är en mörkgrå, troligen något kvartsitomvandlad leptit, ofta med muskovittavlor på förskiffringsplanen samt med en del band av mörk glimmer.

Över »Norra Kylsbogruvan» finnes karta av Elis Mossberg 1913. Enligt denna har från Hedvretsgruvans schakt, strax S om järnvägslinjen Klacken-Kärrgruvan, på 36 m avv. drivits orter för undersökning av de närmast å ömse sidor om denna bana belägna, smala kropparna av kvartsrandmalm. Enligt varpen består mal-

men mest av svartmalm; järnglans ses huvudsakligen längs sprickor. Kvartsrandning är vanligen synlig, men ej alltid. Magnetiten är delvis mycket finkornig. Gråberget är till större delen en kvartsitisk leptit med dels vaga, dels skarpt begränsade band utav grovt »appelberg» av almandinggranat och biotit. Dessutom finnes i betydande mängd en troligen andalusitförande bergart med biotittavlor. Litet pyrit ses i glimmermassorna, och molybdenglans på skiffrighetsplanen. Med hänsyn till sidostenens karaktär är malmens ovanligt ringa kornstorlek särskilt påfallande. Beträffande sidostenens omvandling, som tydligen är vida grundligare än vid Stora Kysbogravan, ligger det nära till hands att göra en jämförelse med Fallgruvan (jfr s. 110). I övrigt kan här ovan jord ej ses annat än att malmlagrets stupning är nära vertikal och malmbredden på norra sidan om banan är 1.4 m — alltigenom blodsten. C:a 150 m SV om Hedvretsgruvan är en gammal gruvöppning med varp av kvartsig skiktad svartmalm samt av gråberg liknande Hedvretsgruvans.

Slutligen kan det förtjäna nämnas, att vid »konstkanalen» från Bålsjön till Kärrgruvetrakten finnas SV om Kallmoraudden ett par små skärpningar på några blott fingerbredda blodstensränder.

Bålsjöbergsfältet (med Vestbergsgruvorna).

Nordost om Kallmoraudden framgår mot Bålsjöns södra ände ett karbonatbergartsstråk, på vilket Nya och Gamla Vestbergsgruvan äro upptagna. Längs Bålsjöns östra strand ligger Bålsjöbergsfältet i egentlig mening. Jfr tavla 1 och fig. 67. Samtliga gruvor inom området äro nedlagda och otillgängliga.

Nya Vestbergsgruvan ligger SV om den väg, som går mellan Bålsjöverket och Kallmora by. De små varphögarna visa skarnmalm och dolomit. Skarnmalmen består av ungefär mm-kornig blank magnetit samt diopsid jämte något tremolit och ljus granat. Dolomiten är grå till vit, alltid vittrande till ljusbrun färg. Dolomitspaten har $\omega = c:a 1.690$, antydande någon halt av $(Fe, Mn)CO_3$. Bergarten står tydligen ganska nära den i Kolningberg-Klackberg uppträdande dolomiten. Skarnmalmen giver emellertid ingen som helst antydning om manganhalt.

Mot NO ligga ett par obetydliga gropar utan varp.

Närmare Bålsjön ligger Gamla Vestbergsgruvans utmål, med två större gruvöppningar. Den sydvästligare av dessa visar i väggarna otydlig valkighet med stupning måttligt brant NO. Dolomiten har i huvudsak samma karaktär som nyss skildrats, malmen däremot avviker så tillvida, att den har föga skarn; ibland ser man sålunda ådror av enbart magnetit såsom ett flätverk i dolomiten. Påfallande är, att ofikalcit alldeles saknas i hela detta streck. Uti ett varpblock har iakttagits kontakt mellan dolomit och en homogent kvartsig blodsten. Här framträder en kombination, som erinrar på en gång om St. Kysbogravan och om fyndigheterna Ö om Bålsjön (jfr nedan).

Karbonatbergartslagret fortsätter såsom en liten udde ut i Bålsjön och har dessutom konstaterats bilda en vid lågvatten uppstickande håll längre ut i sjön. I båda fallen är bergarten stripig av skarn. Uti den sistnämnda blottningen ingå även leptitinlagringar.

Öster om Bålsjöns södra del ligga utmålen S:a och N:a Badstugruvan, på ett lager av kvartsrandmalm. I den förstnämnda fyndigheten ses en valkighet i stort, med stupning c:a 60° SV. Varphögarna, som vid de norra gruvorna äro ganska betydande, innehålla mycket litet av malm och giva därför ej mycket upplysningar om fyndighetens karaktär. Anmärkningsvärt är emellertid, att man i den skiktade kalileptiten finner inlagringar såväl av homogent kvartsig, fattig blodsten som av »malmkvarts», med flera dm mäktighet och ibland själva bandade. Brunt granatskarn och gångkvarts ses också på varpen.

En fortsättning av Badstugruvorna utgör den obetydliga fyndigheten Bandgruvan.

Holmgruvan ligger vid Bålsjöns vik mot Ö på en låg strand och kringflytes vid högvatten, varav namnet. Enligt gruvkartan (G. W. Lundberg, 1886) är gruvan c:a 36 m djup och har brutit en liten fyndighet, som i NV begränsats av kalksten. Malmen är enligt kartan svartmalm, enligt beskrivningen blodsten, enligt generalprovsanalyser (51) blandning av båda i jämförliga proportioner. Fosforhalten ligger inom kvartsrandmalmernas normala amplitud (c:a 0.018 % P). Vid gruvan kvarligger skiktad malm, huvudsakligen svartmalm med väsentlig kvartshalt samt skikt av grönskarn och granatskarn.

Lilla och Stora Bålsjöbergsgruvan bilda ett streck NO om Holmgruvan. Enligt de obetydliga blottningarna och de små och oftast mycket övervuxna varphögarna har ur dessa gruvor uppförats kvartsig, skiktad malm, såväl svartmalm som blodsten, ävensom dolomit av ungefär samma typ som vid Vestbergsgruvorna, stundom med ådror sammansatta av tremolit och magnetit.

Lundbergsgruvornas väggar antyda vagt en mot SV stupande lineärstruktur. Gruvan är enligt kartan (G. W. Lundberg, 1887) c:a 36 m djup och innehåller både svartmalm och blodsten, den sistnämnda huvudsakligen

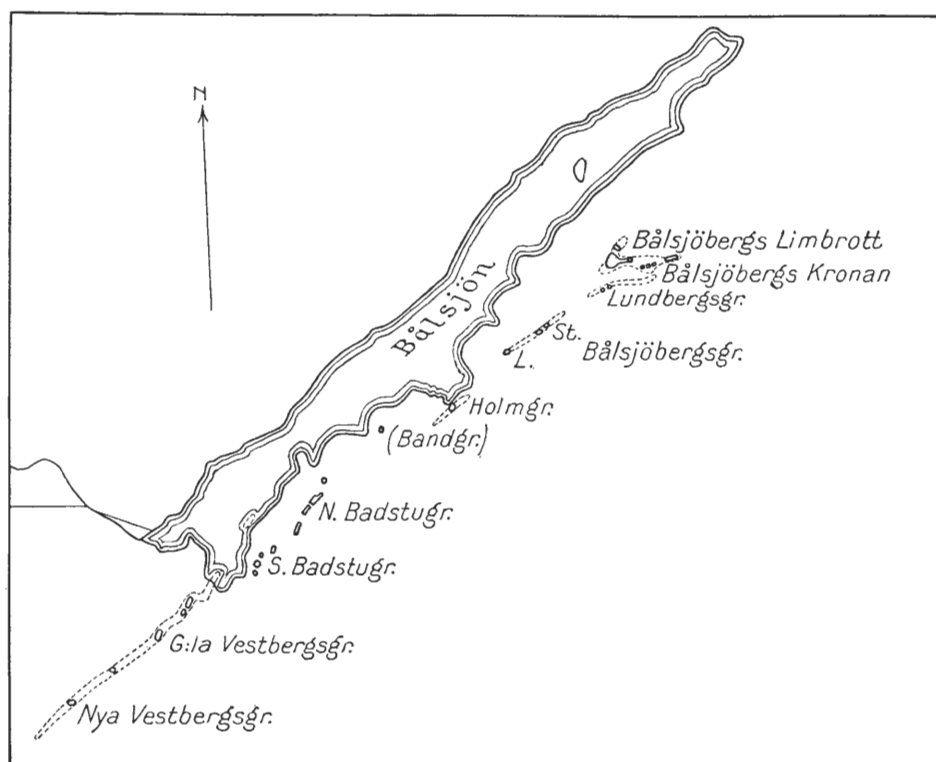


Fig. 67. Översiktskarta över gruvorna i Bålsjöbergfältet. Skala 1 : 20,000. Jfr tavla 1, i samma skala. Map of mines in the Bålsjöberg field. Scale 1 : 20,000. Compare Pl. 1, on the same scale.

längs liggandet (SO). Bådaddera malmtyperna äro enligt de i gruvkartebeskrivningen meddelade analyserna kvartsrandmalmer. Fosforhalten uppgives för svartmalmen till 0.021 % vid 56.30 % Fe och för blodstenen till 0.016 % vid 52.90 % Fe; halten av MnO är resp. 0.39 och 0.32. Varpen visa skiktad och kvartsig malm, både svartmalm och blodsten. Randning av vanlig typ ses knappast, men enstaka ränder av flintig kvarts förekomma i blodstenen. Dylik malmkvarts ses även såsom inlagringar i den åtföljande leptiten. Också ses enstaka varpblock av en gråvitt vittrande karbonatbergart.

Norr om Lundbergsgruvorna (och till större delen inom dessas utmål) ligger »Bålsjöbergs Limbrott», en grupp övergivna brott på ett betydande lager av dolomit. Väggarna antyda relativt brant fältstupning mot SV. Bergarten är finkornig, vit, med ljusbrun vittringshud, och tillhör sålunda samma typ som vi följt från Nya Vestbergsgruvan. Uti densamma ses ådror av bladig, ljusgrön tremolit, finkristallin magnetit, och ofta kvarts längs ådrornas mittellinje; en del ådror bestå huvudsakligen av pyrit. Ådrorna bilda ett glest flätverk och nå vanligen mellan några cm eller en eller annan dm i mäktighet. Troligen hava de uppträtt vida mera sparsamt i de partier av dolomiten, som varit föremål för brytning, än i de smärre blottningar, där de nu kunna studeras. Någon ofikalcitbildning förekommer icke, liksom över huvud taget ej inom hela bältet av karbonatbergarter från Silvtjärn och hit.

Bålsjöbergs Kronan (eller Jakobsgruvan) ligger Ö om dolomitbrotten, på södra gränsen för det stora dolomitlagret. Enligt gruvkartan (G. W. Lundberg, 1886) är dess djup 90 m. Längdprofilen visar en utpräglad fältstupning om c:a 70° mot V, och har, i riktning från Ö mot V, leptit, blodsten, svartmalm, kalksten. Malmkroppen, som är 2 till 6 m bred, är rätt starkt deformerad av veckning. Varpen visa skiktad kalileptit, ofta fint sericitglänsande, något blodsten, samt malmhaltig karbonatbergart av flera olika typer. Det är svårt att avgöra, huruvida någon av dessa sistnämnda till sin natur motsvarar den å gruvkartan angivna svartmalmen, eller om denna varit av annan typ. De två generalprovsanalyser, som finnas (51), representera båda relativt rik malm med övervägande blodsten. Anmärkningsvärt är emellertid, att deras fosforhalt (0.007 resp. 0.009 % P) står nära Vestbergsgruvornas analyser (0.005, resp. 0.006) och betydligt under Bålsjöbergs kvartsiga malmers.

Utav de olika typerna av malmhaltig karbonatbergart är den ena samma typ, som förut skildrats från Vestbergsgruvorna och senast från dolomitbrottet strax V om den nu avsedda gruvan. Det är sålunda en vit, finkristallin bergart, med ljusbrun eller gulbrun vittringshud (tydligen en något järnhaltig dolomit), samt förande

bladig tremolit och magnetit tillsammans i ådror. Decimeterstora klumpar av grovkristallin svavelkis, som också ses i varpen, kunna möjligen härröra från dylika ådror.

Denna typ är emellertid underordnad. Huvudmassan av karbonatbergarten i varpen har en brunviolett vittringshud, som antyder avsevärd manganhalt. Den är vanligen tämligen finkristallin, i friskt brott ljusgrå, med $\omega = c:a$ 1.68, och med en fin och regelbunden skiktning. Vanligen uppträda mörkare skikt om < 1 mm tjocklek, skilda åt av renare karbonatskikt av några mm mäktighet. De mörka skikten innehålla malmkorn, en i slipprov ljus brungrön glimmer, samt tremolit. Ibland ser man renare malmskikt av några mm tjocklek växla med silikatskikt, tillsammans bildande bankar i karbonatbergarten. Det förekommer emellertid också, att karbonatet är grövre kornigt och har en mera intensiv manganvittringshud. Spatens ω har därvid bestämts till 1.70, det rör sig sålunda om en betydande manganhalt. De malmrika skikten äro även här glimmerrika, men glimmerns karaktär är en annan än den nyss beskrivna; den har en karakteristiskt gulröd färg med måttlig absorption, $\alpha > \beta, \gamma$ (således motsatt mot biotitens), är tydligt tvåaxlig med liten axelvinkel samt har dubbelbrytning jämförlig med den för biotit normala. Tillsammans med skikt av leptitiskt material (mikroklin och något kvarts) hava iakttagits schefferit och rodonit. Glimmer med de här funna optiska egenskaperna är förut känd från de värmländska manganfyndigheterna av typen Långban. Den har där konstaterats hålla en väsentlig manganhalt och innefattas i artnamnet manganofyll. Anmärkningsvärt nog skulle dock, enligt Hamberg (41), de mest manganrika leden hava en med biotitens analog ljusabsorption; de äro ännu starkare färgade. Enligt Magnusson (66) är förhållandet mellan sammansättning och optik mera komplicerat. Glimmern från Bålsjöbergs Kronan torde i alla händelser vara att beteckna som manganofyll.¹

Konstaterandet av dessa manganmineral ävensom karbonatbergartens tydliga manganhalt innebär en överraskning, om man betänker att föreliggande analyser av järnmalm från Bålsjöbergs Kronan visa endast låga manganhalter, 0.18 resp. 0.16 % MnO.

Denna förekomst har att uppvisa uppenbara likheter med de manganhaltiga malmen i Hästefältet. Man kan finna en likhet redan i mangan- och järnhaltens uppträdande i samband med en dolomithorisont i Bålsjöberg, i anslutning till en skarnhorisont i Hästefältet. Mineralogiskt föreligger god överensstämmelse mellan utbildningen av manganassociationen i Bålsjöberg och Nya Jakobsgruvan i Häste, där ju också manganmalm uppträder tillsammans med manganfattigare järnmalm. I detta sammanhang bör även citeras Wallins anteckning (jfr s. 121) att skrädarna vid Nya Jakobsgruvans brytning utplockat skölberg av röd glimmer.

Mot Ö och NO från Kronan kunna varken karbonatbergarten eller järnmalmen följas vidare. Talrika observationer av leptithällar stänga åt dessa håll (tavla 1). Emellertid är det med all sannolikhet samma horisont, som framträder mellan Bålsjöns nordöstra ände och Givtjärnarna. Här framträda två »paralleller» av karbonatbergart, på vilka några smärre brott varit upptagna. Leptiten N om detta stråk är massformig, S om detsamma däremot skiktad. Inom sistnämnda område för den blodstensrika skikt och på några ställen smala inlagringar av egentlig blodstensmalm. Vid markerandet å tavla 1 av denna för de stratigrafiska sammanhangen belysande zon hava emellertid, på grund av reproduktionstekniska svårigheter, dessa malminlagringar kommit att framstå såsom vida mera betydande, än de i verkligheten äro.

¹ Analoga optiska egenskaper förekomma stundom hos glimmer i ultrabasisiska gångbergarter av alnöit- eller glimmerkimberlitkaraktär. Ovisst är, om de även i dessa fall bestämmas av manganhalten.

Synpunkter på malmtillgångarna.

Det praktiska syftet med en geologisk undersökning av en malmfyndighet är i de flesta fall att skapa möjligheter för bedömning av de delar av fyndigheten, vilka icke äro åtkomliga för direkt iakttagande. Vanligen gäller frågeställningen förhållandet »mot djupet»: malmens djupgående, eventuella förändringar i dess mineralsammansättning eller dess karaktär i övrigt, o. s. v. Vid mellansvenska järnmalmer, som i regel icke visa några av djupläget beroende skiftningar, vare sig primära eller sekundära (bortsett från ev. mullmalmsvittring), avser sålunda undersökningen i första rummet att skapa en fastare grund för beräkningar av fyndighetens form och utsträckning utanför redan kända delar.

Som dessa fyndigheter undantagslöst äro deformerade, måste tolkningen av tektoniken komma att spela en avgörande roll. Men det är självfallet, att uppfattningen av malmens bildningssätt också kan vara av fundamental betydelse. På detta sistnämnda område stå ännu vissa viktiga frågor öppna, och det kunde förefalla rimligt att denna omständighet skulle väsentligt minska möjligheterna av praktiska slutsatser. Dessbättre är så knappast fallet. Med den precisering av frågeställningen på hithörande områden, som här ovan relaterats, är man nämligen kommen så pass långt, att de återstående osäkerhetsmomenten icke innebära några större olägenheter. För vissa speciella frågor torde dock ytterligare praktiska fördelar stå att vinna genom en vidgad kännedom om malmernas bildningssätt. Situationen är emellertid nu en helt annan än under de första åren av innevarande århundrade, då det även från auktoritativt håll kunde göras gällande, att malmkropparna i de svenska järnmalmsprovinserna till sin anläggning och därmed även till sin utsträckning stodo i ett beroende av en till läget från den nuvarande föga skild jordyta, och synpunkter på malmtillgångar och malmpolitik baserades på detta orimliga antagande.

Några exempel kunna illustrera den positiva betydelsen av den genetiska tolkningen. Uppfattningen, att kvartsrandmalmerna äro sediment, innebär, att de ursprungligen haft en regelbunden lagerform. Alla de avvikelser från denna form, som nu kunna framträda hos malmkropparna, äro sålunda att hänföra till senare deformationer, och giva upplysningar om dessa deformationers karaktär. Uti en sådan skarnmalmsfyndighet som Åsgruvan åter äro de brytvärda malmkropparna redan till sin primära anläggning ganska oregelbundna, medan däremot »det fyndiga lagret», i vilket de ingå — d. v. s. komplexen av kalksten, skarn och malm — ursprungligen haft en regelbunden lagerform (jfr även 36). Vetskapen, att malmfördelningen åtminstone till väsentlig del bestämts genom metasomatiska processer, hjälper oss att skilja mellan primära och sekundära formdrag uti fyndigheten.

Man plägar, som bekant, vid beräkningen av malmtillgångar skilja mellan säkert påvisade kvantiteter (»ore in sight»), exempelvis vad som kvarstår emellan två undersökningsnivåer i gruvan, och sannolika tillgångar därutöver (»probable ore»), vartill kunna läggas vissa mera vagt taxerade möjligheter (»possible ore»). Den förstnämnda kategorien kan enkelt beräknas av gruvkartorna. Geologiskt omdöme ingår i en dylik kalkyl endast i så måtto, att man alltid måste göra vissa antaganden rörande malmkroppens form *e m e l l a n* de kända snitten, och några större svårigheter möta sällan.

Vid beräkningen av ytterligare »sannolika malmtillgångar» blir däremot resultatets riktighetsgrad helt och hållet beroende av, i vad mån den geologiska situationen blivit riktigt uppfattad. Det är klart, att i alla händelser en, procentuellt sett, rätt avsevärd osäkerhetsmarginal måste föreligga även i de bästa fall. Om en dylik beräkning utsträcker sig över ett stort antal fyndigheter, finnes dock en viss sannolikhet för att felen skola någorlunda kompensera varandra, så att slutsumman blir riktigare än en del av de enskilda posterna i additionen. Även de här behandlade fyndigheterna ingå uti en dylik inventering, nämligen den undersökning av mellersta och södra Sveriges järnmalmstillgångar år 1908, som av Sveriges geologiska undersökning utfördes genom F. R.

Tegengren (87). I detta fall taxerades en summa av »ore in sight» och en i allmänhet relativt försiktigt beräknad extrapolation därutöver.

Av de föregående specialbeskrivningarna har framgått, hurusom tolkningen av tektoniken för till mycket viktiga synpunkter på malmkropparnas djupgående och därmed på de förefintliga malmtillgångarnas storlek. Det synes emellertid önskvärt att ytterligare understryka dessa resultat genom en återblick, vilken lämpligen kan anknytas till inventeringsresultaten av år 1908.¹ Någon slags revision av denna inventerings olika poster, i sådan mening att nya preciserade siffror skola anföras till jämförelse, avses dock icke. Såsom vanligen är fallet i mellansvenska gruvor, förekommer intet partiellt undersökningsarbete före tillredningen, vilket kunde i kombination med geologiska synpunkter giva större stadga åt taxeringen av »sannolik malm». Om man med »sannolik» avser sådan malmtillgång, som man kan ha rätt att räkna med exempelvis vid tekniskt planerande, så kan man nu lika litet som år 1908 gå långt utanför (eller rättare under) de för brytning tillredda delarna. Avsikten med den följande framställningen är betonad genom kapitlets titel »synpunkter på malmtillgångarna». Framförallt avses att betona de stora olikheterna i tektoniken, som möta vid skilda fyndigheter, även av en och samma malmtyp, inom detta begränsade område. Man kan ej nog varna för ett schablonmässigt generaliserande av erfarenhetsrön rörande djupgåendesiffror eller dylikt.

Vid de följande jämförelserna mellan beräkningen av år 1908 och senare uppfordring är att märka, att i uppfordringen i vissa fall inräknats gods, som erhållits ur äldre varp. I några fall, där det varit förf. bekant att det rörde sig om varp från brytning före 1908, hava dylika kvantiteter utelämnats. Annars hava de medtagits, då det i alla händelser ej rört sig om några väsentliga mängder. I några fall komma speciella faktorer att påpekas. I uppfordringsstatistiken hava här styckemalm och anrikningsgods summerats.

För kvartsrandmalmen gäller följande tablå:

	Beräkn. 1908, ton	Uppfodr. 1909—1934, ton (avrundade siffror)
Bojmossfältet samt Kron- och Munkgruvorna	1,307,000	—
»Eskilsbacksfältet»	658,000	109,000
»Mimersfältet» el. »Karlavagnsfältet»	—	1,116,000
Ragvaldsfältet	322,000	—
Risbergfältet	4,723,000	337,000
Norrbergfältet	1,114,000	201,000
Gamla Morbergfältet	4,078,000	952,000
Nya Morbergfältet	365,000	—
Kallmorbergfältet (torrstenarna)	1,278,000	—
Hästefältet (d:o)	16,000	—

I beräkningen år 1908 ingår styckemalm med 125,000 t i Risbergfältet (Bondgruvan) och 16,000 t i Hästefältet, allt övrigt är angivet såsom anrikningrågods. Den senare produktionen har dock till väsentlig del bestått av styckemalm.

Några sidor i sammanställningen falla genast i ögonen. De ej obetydliga tillgångar, som beräknats i Bojmoss- och Kallmorbergfälten, hava ej alls tagits i anspråk, varemot Karlavagnsfältet, som icke upptogs i 1908 års inventering, har att uppvisa den största produktionen (om också med låg procent styckemalm). Kontrasten har uppenbarligen sin förklaring däruti, att det sistnämnda fältet drivits av ägare, som icke förfogade över några andra stora malmtillgångar i trakten. Vad åter beträffar den omständigheten, att Karlavagnsfältet ej medtagits i inventeringen, så är att märka, att fältet ifråga icke heller brutits sedan världskrigets slut. Över huvud taget kunna de åtminstone till en del relativt smala malmkroppar, som ingå i Bojmoss- och Karlavagnsfälten, icke anses ur ekonomisk synpunkt jämförliga med de mäktigare malmkropparna i Risbergs- och Norrbergfälten samt huvudmalmen i Gamla Morbergfältet,² även om de anförda olägenheterna, vad Karlavagnsfältet beträffar, delvis kompenseras av en stor regelbundenhet hos fyndigheten. Delar av Kallmorbergfältet samt Eskilsbacksfältet äro sannolikt i detta avseende att beteckna som relativt gynnsamma, måhända gäller detsamma även Nya Morbergfältet.

Vad malmkropparnas form och djupgående beträffar, så uppvisar Karlavagnsfältet, såsom nyss nämnts,

¹ Enligt Tegengren (87) hava de delar av arbetet, som behandla Norbergs malmfält, utförts av gruvingeniör K. Köjer, på basis av en beräkning, som för annat ändamål uppgjorts av prof. W. Petersson och disponenten G. A. Granström samt Köjer själv. I »Norbergs malmfält» innefattades tydligen ej Malmkärragruvan eller Hästefältets gruvor, såsom Långgruvan. Ingeniör Köjer har välvilligt lämnat förf. några kompletterande uppgifter angående sättet för beräkningens genomförande.

² Arean 6,000 m² för Bojmossfältet förefaller påfallande hög, men kompenseras i viss mån därav, att djupet räknats endast till 75 m.

särdeles regelbundna förhållanden, som göra det lämpligt att först dröja något vid detta fält. Visserligen föreligga där »omstjärtningar», men de olika delarna äro i sig själva regelbundna och ansluta sig mycket nära till varandra. Enligt den här framlagda uppfattningen av områdets veckningstektonik utgör fältet en del av ena skänkeln i en stor synklinal. Man har att förmoda samma regelbundenhet mot djupet, som hittills träffats, tills dess lagerställningen böjer om i synklinalens sannolikt starkt korrugerade botten. Uti Ragvaldsfältet föreligger samma allmänna läge, men med mindre regelbundenhet och en del betydande avslitningar mellan malmkropparna. I Risbergsfältet åter möta större mäktighetsväxlingar, troligen i viss mån beroende av tektonisk deformation, delvis fortskridna till en uppdelning av malmagret genom avslitningar. Den malmförande horisonten måste förmodas fortsätta till lika betydande djup som i de föregående fälten, men slutsatsen gäller ej lika säkert de enskilda malmkropparna. För de hittills kända större malmkropparna, Stora Spettalsgruvan, Bondgruvan-Rännilen (inkl. »Sidomalmen»), Allmänninggruvan, Mossgruvan, Hästbäcksgruvan och Kilgruvan, synes det dock vara berättigat att räkna med ett även i förhållande till de betydande malmareorna avsevärt djupgående, längs de relativt brant stupande veckaxlarna. En speciell detaljfråga avseende Bondgruvan har redan berörts.

Enligt 1908 års beräkning skulle nu i Risbergsfältet över 250 m nivån (i Bondgruvan-Rännilen 200 m) återstå c:a 4.4 milj. ton malm. Med hänsyn särskilt till vad som framkommit under de senaste årens brytning i Bondgruvan — den enda del av fältet, där brytning nu ägt rum — ävensom till tektoniken, torde man dock få förmoda, att de inom fältet förefintliga totala malmreserverna avsevärt överstiga denna siffra.

För Norrbergsfältets tektonik gäller liknande resonemang. Sammanhangen inom malmkropparna äro dock där snarast bättre bevarade än i Risbergsfältet. Veckaxelstupningen är något flackare än i sistnämnda fält. Den år 1908 beräknade malmkvantiteten, minskad med senare brytning, ger c:a 0.9 milj. ton. Numera är emellertid denna siffra alltför låg. Tremänningmalmen, som beräknats ingå med 1,500 m² i fältets sammanlagda malmarea om 3,300 m², har nämligen visat sig omkring 100 m avv. ha något över 2,000 m² (fig. 38, s. 93), samtidigt som tektoniken antyder, att det 1908 beräknade genomsnittliga djupgåendet (med oförändrad area) till 200 m avv. alltjämt innebär en försiktig uppskattning.

När man kommer till Gamla Morbergsfältet, förändras emellertid den tektoniska situationen. Veckaxlarna ligga helt flackt, och den starkt sammanveckade malmhorisonten intager ett högt läge i berggrunden. Några större djupgåenden äro ej att räkna med, förrän veckaxlarna börja sänka sig mot NNO. Där träffa vi den stora Flik-Semla-Örling-malmen, utan tvivel en av de största malmkropparna i Norberg. Begreppet malmarea kan knappast användas här — så har ej heller skett i de citerade inventeringarna, tydligen med hänsyn till den riktigt uppfattade veckaxelställningen — eftersom dess bruk såsom uttryck för en malmkroppens storlek förutsätter någorlunda likformigt brant stående malmkroppar. Även oavsett veckaxelläget och det därav framgående intrycket är emellertid, av allt att döma, den föreliggande malmkvantiteten högst betydande. Djupgåendet inom den del av fyndigheten, som efter sidostupningen faller under arbetena å den djupaste tillredda nivån, 150 m avv., ävensom där anstånde malmkvantiteter angivas till sin storleksordning av konstruktionen i fig. 47 (s. 107). Under betoning av, att denna konstruktion är baserad på vissa antaganden rörande likformighet i malmkroppens deformation, vilka endast ungefärligen äro riktiga, kan påpekas, att konstruktionen resulterar i ett största djupgående till 300 m avv. inom området ifråga, och en malmkvantitet inom samma område och under 150 m avv. om 4.0 å 5.5 milj. t. Härtill kommer emellertid, förutom ännu återstående malm över 150 m nivån, den vidare fortsättningen i axelriktningen, NNO om nuvarande arbeten. Beträffande storleken av denna fortsättning kan man ej uttala någon preciserad förmodan. Den kan emellertid mycket väl tänkas uppgå till vida större belopp än det nyss taxerade partiet.

Inom Gamla Morbergsfältet i övrigt beräknades år 1908 en malmkvantitet om 1,870,000 t. Denna har sedan dess nästan ej alls berörts av brytning. Även om en eller annan post i denna sammanräkning kan giva anledning till tveksamhet, torde slutsumman nu likaväl som då få anses rimlig.

Beträffande de år 1908 för Nya Morbergsfältet och Kallmorbergsfältets torrstenar beräknade siffrorna resp. 365,000 och 1,278,000 t., har ej heller någon anledning till nya synpunkter framkommit.

De skarnmalmsfyndigheter (och anslutna smärre kalkmalmer), som upptogos till närmare taxering vid 1908 års inventering, voro följande: Malmkärragruvan, Röbergsfältet, Getbäcksfältet, Kallmorbergsfältet samt Långgruvan (inkl. Vindgruvan). Av dessa fem ingingo Malmkärra och Långgruvan icke i Köjers taxering. Samtliga de fem enheterna hava sedan dess varit föremål för arbete. Däremot har ingen brytning ägt rum inom övriga skarnmalmsfyndigheter i trakten, ej heller hava under den geologiska undersökningen några data framkommit, som kunde motivera att vid dem fästa nya, mera preciserade förhoppningar. Synnerligast som det ej från någon av dessa fyndigheter föreligger några erfarenheter från brytning sedan man började räkna med mag-

netisk anrikning, kan man dock icke utan vidare lämna dem fullständigt ur räkningen. Positiva grunder till väsentliga förhoppningar föreligga emellertid, som sagt, icke.

För Malmkärragruvan upptogs 1908 summa 106,000 t styckemalm. Brytningen 1909—1934 (1931) omfattade 106,715 t, varav dock en mindre del varit anrikningsgods. En del malm torde ännu återstå i gruvan.

För Röbergfältet beräknades 1,087,000 t anrikningsgods, därav för Presidentgruvan 170,000 och resten för Östanmoss-, Post-, Stop- och Getåsgruvorna. Ut i Presidentgruvan synes ingen senare brytning ha ägt rum. Den kvantitetssiffra, som anförts för denna gruva, förefaller något osäker. Från Östanmossgruppen åter ha sedan 1908 uppfordrats c:a 282,000 t. Där borde således återstå c:a 635,000 t, beräknade ned till 150 m djup eller — för smärre partier — till ett något mindre djupgående. Såsom redan anförts (s. 100), befanns det också vid den undersökning, som företogs före gruvans vattenfyllande år 1931, att malm finnes kvar redan på ett relativt ringa djup i gruvan. Osäkerheten rörande vissa detaljer i tektoniken (s. 101) göra dock, att den anförda kvantiteten icke kan anses säkerställd, även om den synes mycket sannolik.

Getbacksfältet har sin tyngdpunkt i Åsgruvan, varmed då förstås de underjordsarbeten, som kommunicera med Åsgruveschaktet. Övriga delar äro föga kända och synas i alla händelser icke innehålla några mera betydande malmkoncentrationer. År 1908 beräknades för Åsgruveområdet 850,000 t anrikningsgods över 150 m nivån. Under åren 1910—1934 uppfordrades c:a 465,000 t, mest anrikningsgods men till en del styckemalm. Sålunda skulle åtminstone 375,000 t återstå.¹ Ännu återstår en avsevärd malmkvantitet över gruvans djupaste nivå, 130 m avv., vilken ju i sin tur ligger 20 m över det djup, till vilket år 1908 beräkningen utsträcktes. Med hänsyn till den betydande malmarean på 130 m avv. (tavla 3) förefaller den ovan citerade siffran innebära ett rimligt uttryck för vad man med praktiskt taget säkerhet kan räkna på. Den ökning i kalkstenens utbredning, som 130 m nivån visar i jämförelse med fyndighetens övre delar, innebär emellertid en påminnelse om de inre oregelbundenheter, som kunna vidlåda skarnmalmsfyndigheter av denna typ. Det är därför ej lämpligt att nu söka i siffror angiva storleken av förmodade malmtillgångar under 150 m avv. Å andra sidan bör uppmärksamheten också riktas på de praktiska konsekvenserna av den tidigare i detta arbete utvecklade uppfattningen av tektoniken. Därest skarnlagret i form av en djup skål sammanhänger mellan Getbacks- och Röbergfälten, finnas nämligen utsikter, att malmkoncentrationerna fortsätta till stora djup och i betydande skala. Sannolikt måste man dock även i dylikt fall räkna med avsevärda oregelbundenheter i de brytvärda partiernas fördelning, med därav följande behov av undersökningsarbeten.

För Kallmorbergfältet upptager 1908 års beräkning 115,000 t anrikningsgods. Beräkningen gällde endast till 163 m djup. Under åren 1909—1934 har uppfordringen uppgått till c:a 385,000 t, allt över 230 m avv. Skillnaden har i viss mån sin förklaring däruti, att driften förts till betydligt större djup än vad som man vid beräkningen år 1908 hade skäl att räkna med; i övrigt inverkar, att malmens tillgodogörande vid den närbelägna Spännarhyttan möjliggjort utnyttjandet även av vissa tillgångar, som 1908 ej upptogs såsom brytvärda. Vad nu återstående malmkvantiteter beträffar, så synes tillgången av skarnmalm vara mycket begränsad. Den relativt fattiga kalkmalm däremot, som utgör fyndighetens västligaste del, är regelbunden och ingiver förhoppning om ett avsevärt djupgående.

För Långgruvan (inkl. Vindgruvorna) beräknades vid Tegengrens malminventering en kvantitet om c:a 3,000,000 t anrikningsgods. Det är emellertid av data i tabellverket icke tydligt, till vilket djup denna beräkning går. Djupaste nivå, där malm var påvisad, uppgives till 155 m avv. »De vid beräkningen medtagna malmpartiernas vertikala höjd» anges till 178 m. Förmodligen avses icke därmed 178 m avv., utan djup under medeldjupet för tidigare brytning. Malmarean antogs till 6,000 m².

Brytningen 1909—1934 har uppgått till c:a 670,000 t. Av den år 1908 beräknade mängden skulle sålunda nu c:a 2,330,000 t återstå. Med hänsyn till otydligheten med avseende på djupberäkningen är det icke lämpligt att söka närmare analysera inventeringens siffra i ljuset av nutida kännedom om fyndigheten. Två omständigheter böra dock här betonas. För det första, att — trots det att vissa förut okända malmpartier blivit påvisade genom den senare brytningen — inventeringens belopp, såsom uttryck för sannolik malm inom visst begränsat djupgående, måste betecknas såsom alltför optimistiskt. För det andra, att malmarean å gruvans djupaste nivå (167 m avv., jfr fig. 58, s. 127) är c:a 3,000 m² (vilket belopp möjligen kan komma att ökas något genom nya undersökningar) och att tektoniken låter förmoda ett stort djupgående, om också en del komplikationer böra tagas med i räkningen. Av dessa sistnämnda uppgifter framgår, att den såsom normal för gruvan ansedda årsbrytningen om c:a 45,000 t berg i alla händelser bör vara säkerställd för överskådlig framtid.

Ibland områdets förekomster av kalk-mangan-haltig järnmalm beräknades Klackbergfältet år 1908

¹ Härvid har hänsyn ej tagits till det förhållandet, att utskrädningen av styckemalm troligen resulterat i en något mindre summa uppfordrad malm, än om hela den brutna kvantiteten malmhaltigt berg redovisats såsom anrikningsgods.

innehålla 485,000 t styckemalm. Som produktionen 1909—1934 uppgått till c:a 737,000 t och endast i mindre utsträckning kommit från djup under de då beräknade partierna, kan det finnas fog för omdömet, att beräkningen ifråga innebar ett markerat underskattande. Malmkropparnas karaktär på de djupaste nivåerna ävensom den påvisade tektoniken låta det emellertid framstå såsom mycket sannolikt, att inga väsentliga malm-tillgångar återstå under de djupaste nu tillredda nivåerna (325 resp. 345 m avv.).

För Nya Kolningbergsfältet beräknades år 1908, ned till 200 m avv., 298,000 t malm. Brytningen har sedan dess uppgått till c:a 200,000 t,¹ allt ovanför 190 m avv. Malm återstår ännu ovanför sistnämnda nivå, och den därstädes blottade malmarean är avsevärd (fig. 66, s. 141). Man torde därför kunna säga, att den anförda inventeringen har träffat mycket nära rätt. Vidare extrapolation nedåt måste dock framstå såsom oviss, med hänsyn till malmens delvis ringa bredd ävensom glidplansförskjutningarna.

Gamla Kolningbergsfältet representerar i 1908 års inventering den största tillgången av malm av denna typ, med 830,000 t ovanför 225 m avv. Där har efter 1908 uppfordrats omkring 460,000 t (jfr ovan om redovisningen av viss malm — summan för Kolningbergsfälten har varit 666,000 t). Malm återstår ännu över 190 m avv., och etagen 230 m är tillredd men icke bruten. Beräkningen gör sålunda även för detta fält intryck av att hava kommit verkliga förhållandet mycket nära.

Några positiva anledningar till pessimism beträffande detta fälts vidare djupgående föreligga icke. Den förut betonade osäkerheten rörande den tektoniska tolkningen innebär dock ett allvarligt observandum. Sett på längre sikt, utgör faktiskt Gamla Kolningbergsfältet Norbergs enda mera väsentliga reserv av denna malmtyp, vilken hittills tillmätts en särskild betydelse. Därest typen ifråga även för framtiden anses intaga en dylik ställning, synes det kunna ifrågasättas, huruvida fältet icke förtjänar undersökningsarbeten framskjutna före tillredningen.

¹ I några fall hava i statistiken sekunda malmkvaliteter redovisats tillsammans med produktionen från Gamla Kolningberg.

Summary.

Introduction. Norberg in Västmanland, situated at latitude $60^{\circ} 4' N.$ and longitude $15^{\circ} 56' E.$ of Greenwich, has been known as a centre of iron ore mining at least since the fourteenth century. The production in 1934, of lump ore and concentrating ore together, amounted to about 200,000 metric tons, but the technical capacity is considerably greater. The quality of the ore, which is always low in phosphorus, and the neighbourhood of some of the largest iron works of the country, give to the district a greater importance than is indicated by the mere tonnage figures.

Geologically, it derives a special interest from the close association of three among the characteristic iron ore types of the Archean of Central Sweden: quartz-banded ore, skarn ore, and manganiferous iron ore in limestone. Also, exposures are fairly good, facilitating the geological examination.

The extent of the country now geologically surveyed is shown by Pl. 1, while Pl. 2 gives a more detailed picture of a complicated area.

The rocks of the district, including the ores, belong to the Archean. The only post-Archean elements, below the covering Quaternary deposits, are a number of diabase dikes, and local traces of pre-Glacial weathering in a couple of ore bodies. The ores, as usual in this region, occur in the supracrustal leptite formation, which here forms a broad belt, flanked on both sides by granites belonging to the oldest Archean intrusive group («urgraniter»), which designation, however, implies that they are younger than the leptites, as is also, along both boundaries, clearly indicated by the contact relations. Amphibolite dikes are present but not numerous. At least the type forming the larger ones is later than the granites.¹

The Swedish text is divided into a general description, with discussion of certain features, and a series of local descriptions of the various deposits. For the purposes of this summary, it is obviously unpractical to follow the same plan. Details concerning the various mines will not be presented here, except as illustrating features of a more general interest. It may be pointed out, however, that also the figures illustrating the special chapters of the Swedish text, and the plates nos. 3—6, give examples of important geological features, especially with regard to structure.

Rocks of the leptite formation. The bulk of this formation is made up of leptites. The term is here used in the sense in which it is generally employed in geological work in Central Sweden: supracrustal rocks, approximately of the chemical composition of granites or related igneous rocks, with a recrystallized texture (apart from certain relic features) and with a size of grain that lies between 0.03—0.05 mm and 0.5(—1.0) mm, the former figure representing the boundary against hällflintas, and the latter against gneisses. Where relic grains occur, the figures quoted apply only to the recrystallized groundmass. In the Norberg leptites, about 0.08 mm is a normal upper boundary. The relic features observed there are phenocrysts of quartz and of feldspar, and stratification. Generally, stratification and porphyritic texture are not found together but exceptions occur.

With regard to the chemical composition, the following groups stand out: «soda leptites», made up of almost pure albite feldspar and quartz, with little else; «potash leptites», carrying as their dominant feldspar microcline, but not with such a preponderance as the albite of the former group, and also with quartz in «granitic» amounts; «plagioclase potash leptites», corresponding to dacites and quartz-latites; and «hornblende-bearing plagioclase leptites», a group of little quantitative importance which may be compared with andesites.

The chemical composition of the soda leptites is illustrated by analyses no. 1 and no. 2 (p. 13). No. 1, from the Kallmorberg mines, represents the most widespread type. No. 2, from near Karlvagnsgruvan, was chosen in order to obtain a quantitative expression of its potash percentage, which is remarkably high for a rock clearly belonging to the soda group. Also, this rock may have undergone certain later metasomatic changes. Most soda leptites carry phenocrysts of quartz and albite (Fig. 5, p. 12), and lack stratification. Only near Långgruvan, in the north-eastern corner of the map area, bedding occurs to any noteworthy extent in rocks of this character.

The potash rocks are represented by analyses nos. 3 and 4 (p. 15), from N.W. of St. Malmkärä (Pl. 1) and S.W. of St. Hedberggruvan (Pl. 2) respectively. Both rocks carry phenocrysts of quartz and of microcline. In the potassic group, stratified, generally non-porphyritic rocks are common besides the porphyritic types, and there are also wide areas where neither of these features is clearly present.

The «plagioclase-potash leptites» are invariably porphyritic, with phenocrysts of plagioclase (about oligoclase) and often also of quartz. The percentage of «dark» silicates is much higher than in the groups just described. Examples of the chemical variations are given by analyses no. 5 (p. 18) from the highway E. of Gäsen, and no. 6 (p. 18) from S.E. of Ungtjärn.

¹ The amphibolites, and the post-Archean diabase dikes, will not be further considered in this summary.

The leptites are interpreted as a volcanic series, made up of extruded flows and tuffs. Agglomerates are rare.

As interstratified beds in the leptites of alkaline character there appear limestone and dolomite. Among the leptites that correspond to dacites and still more calcic rocks, such intercalations are strikingly absent (Pl. 1). Near the western margin of the leptite belt there occurs a quartzite, with about 94 per cent silica. Its sedimentary origin is evident from the presence of bedding, cross-bedding, and a thin layer of iron ore containing clastic grains of zircon in a great number (Fig. 7, p. 24).

As phases of the leptite formation must also be regarded areas of cordierite-bearing mica schist and of »ore quartzites», here generally represented by rocks carrying almandine garnet. These belong typically to the set of rocks normally accompanying sulphidic mineralization in Central Sweden, where they have developed through alteration of leptites very much in the same way as sericite- or chlorite-bearing quartzites are formed in connection with certain phases of hydrothermal sulphide mineralization (14, 20, 22).¹ Observations on their contacts with leptites in the Norberg district corroborate this interpretation.

The ore types. All ore deposits of the district occur in rocks belonging to the leptite formation. Their description may, therefore, logically follow here, although the sulphide ores, and part of the iron ores, give evidence of being the results of geological processes operating after the end of the period represented by the leptite series.

As already mentioned, the iron ores belong to three types: quartz-banded ores, skarn ores, and mangiferous iron ores in limestone or dolomite.

The quartz-banded ores represent a characteristic type, known from the pre-Cambrian of many parts of the world. In Norberg, the following features are encountered. The ore mineral is crystalline hematite, or magnetite. In most ore bodies, the hematite very decidedly predominates, and the magnetite may be restricted to peripheral parts of the deposits. Ore bodies carrying only, or at least dominantly, magnetite are rare. Examples are given by the part of the Norbergfältet group that lies near the granite contact, and by a number of small deposits. There is no doubt that the character of the iron mineral is determined by metamorphism, magnetite developing, at the expense of hematite, as a sign of increased metamorphism — being presumably in the first hand regulated by temperature. Magnetite ore may be fine-grained, as is the case with the hematite, or show a characteristic porphyroblastic development.

The chief impurity is silica in the form of quartz, sometimes coloured reddish by tiny flakes of hematite. The banding is regular and the separation fairly good: the ore bands do not contain more than a quite subordinated amount of quartz, while the quartz bands may carry a little hematite or magnetite in fine distribution. The thickness of the banding varies. Most of the ore shows quartz bands below 3 mm, but also important parts may exhibit throughout quartz bands of 5 to 10 mm, or more. The ore bands generally are a little thicker than those of quartz.

Silicates are fairly common. Andradite garnet is most widespread. Its occurrence often illustrates its development as a reaction product between hematite and quartz, presumably with the consumption of thin limestone layers (compare Fig. 9, p. 27). Actinolite is also rather common, and may entirely take the place of the quartz bands. In such ore, the iron mineral is magnetite. The actinolite may be explained through reactions involving dolomite layers.

Certain smaller deposits differ from the normal type in carrying manganese in quantities equal to the iron, generally containing some fifteen odd per cent of each, as against the ordinary ores' about 45—50 per cent iron and only about 0.1 or 0.2 per cent manganese. The manganese generally forms silicates, as rhodonite or garnet, more or less consuming the silica of the quartz bands. In one deposit, the manganese percentage is so high that braunite formed the ore mineral, and a small quantity was mined as a manganese ore.

The quartz-banded ores are bed-shaped — although now often strongly deformed — and frequently alternate with leptite. Most of them occur in the stratified, non-porphyrific potash leptite, but there are a few quite small deposits in soda leptite also.

Skarn ores (and associated »limestone ores»). Since the term skarn ore designates such ores as are accompanied by and mixed with silicates of Ca, Mg, Fe, and Mn, mainly minerals belonging to the pyroxene, amphibole, garnet, and olivine groups, certain local variations of the quartz-banded ore bodies may be referred to this type. Also there occur, particularly near L:a Kysbo (Pl. 2), layers of skarn that contain remnants of quartz-banded ore. Such cases probably represent beds that once consisted of alternating layers of siliceous ore and carbonate rock, having changed through later interior reactions to their present mineral development. The same explanation applies to many thin layers of skarn, intercalated in leptites. Among the larger, workable skarn ore deposits, however, only Långgruvan (in the north-eastern corner of the map area, Pl. 1) and a portion of the Kallmorbergfältet show characteristics that invite to a similar interpretation. The others are typical metasomatic deposits, the skarn and ore bodies replacing layers of limestone and dolomite. Pl. 2 and 3 give examples of the irregularities in the distribution of these components, which are characteristic of replacement deposits.

The ore mineral is invariably magnetite, mostly developed in aggregates of more or less distinctly octahedral grains. However, most of the ore of the largest deposit of this type in the district, Åsgruvan, and part of another, exhibit a lamellar texture of the magnetite, undoubtedly indicating a pseudomorphic origin from original hematite (Figs. 12—14, pp. 33—35). In general, the distribution of the magnetite in the skarn is more or less irregular. At least a little skarn is always present in the ore, and the boundaries of the workable ore bodies are mostly quite vaguely defined.

The most common skarn minerals are a light green diopside, and actinolite. Andradite garnet also occurs, sometimes in quantity, but is not so closely associated with the magnetite. At Åsgruvan, andradite in coarsely crystalline aggregates forms veins in the »green» skarn. Other skarn silicates of importance are tremolite and minerals of the humite group (including norbergite). As is often the case in skarn deposits, actinolite is frequently seen to replace the diopside. Humite minerals do not, as a rule, occur in the more common skarn types. Instead they appear either in dolomite, un-

¹ Numbers refer to literature list.

accompanied by other silicates and forming ophicalcite, or associated with tremolite. To this paragenesis also belong the numerous cerium compounds (cerite, orthite — including magnesian varieties — törnebohmit, and bastnäsite) that are found locally in a number of skarn deposits, sometimes in a certain quantity.¹ A special form of skarn ore is represented by Tallgruvan (near the north-eastern corner of the map area) where boron minerals (ludwigite and fluoborite) occur with magnetite and humite minerals (27).

Manganiferous »limestone» ores. This ore type, represented by the Kolningberg and Klackberg fields (Pl. 1), occurs in dolomite and limestone, and mainly consists of fine-grained magnetite mixed with a carbonate rich in manganese and iron. The silica percentage is only a few per cent, in the form of skarn silicates, and the manganese-rich carbonate and admixed dolomite give the ore a basic character. The manganese contents generally amount to 4 or 5 per cent. The chief skarn type contains manganiferous silicates (amphibole and garnet) and occurs as a reaction zone between ore and leptite, which latter surrounds the ore-bearing dolomite bed or sometimes alternates with it in the form of narrow layers. Figs. 65 and 66 (pp. 140 and 141) illustrate the mode of occurrence of ores of this type, figs. 59 and 60 (p. 133) the development of reaction skarn, while figs. 61—63 show the microtexture of the ore. A characteristic feature in certain ore bodies is the frequent occurrence of graphitic gliding planes.

Sulphide ores. Regular mining on sulphide ores has been carried on at two places in the district. The »Kallmora Silver Mine» worked a deposit of argentiferous galena, which occurs partly as impregnations in a quartz-banded iron ore, partly in a kind of skarn composed of andradite garnet and fluorite, replacing a limestone layer adjacent to the iron ore. At the Stripåsen mine, a rather small quantity of chalcopryrite was mined, the ore occurring in a skarn similar to that of the deposit just described, and also in an almandite-bearing quartzite resulted from alteration of leptite.

A small body of rich chalcopryrite ore has been mined in the iron mines of the Kallmorbergsfältet. This ore body which did not reach the surface, replaces a skarn iron ore and was encountered in the course of iron mining. The chalcopryrite is accompanied by much fluorite.

Granites. There exists a very marked difference in the petrographical character of the two granite bodies on either side of the Norberg leptite belt. The eastern granite, in its normal development, represents a rather alkaline and siliceous type, with approximately equal amounts of microcline and albite (analysis no. 9, p. 39). This main type is pink-coloured, and rather strongly recrystallized. Along the contact with the leptite formation, a white (or rarely pinkish) boundary phase instead occurs, characterized by an almost complete absence of microcline, its only feldspar being a nearly pure albite (analysis no. 10, p. 40). As seen from the outcrops marked on Pl. 1 and 2, the belt of albitic granite is almost continuous. Texturally, the albitic rock is generally developed as a normal granite (Fig. 16, p. 40), although often somewhat recrystallized. More locally, there occur fine-grained phases with a granophyric texture in typical development or of the form called coral texture (37).

The contacts with the leptite formation are exceedingly simple. Cross-cutting relations were observed in a few places, but only as local features. On the whole, therefore, the granite, although quite clearly an intrusive, conforms in a remarkable degree to the structural position of the invaded supracrustal formation. In accordance with this situation, inclusions of leptite in the granite are extremely rare (Pl. 2), and granite dikes are seldom seen in the leptite. In Bondgruvan, dikes of a composition corresponding to the ordinary granite, but fine-grained and therefore texturally similar to leptites, cut the quartz-banded ore (Fig. 17, p. 42) and also show themselves to be later than the intense folding. In the mines of Norrbergsfältet (Fig. 38, p. 93) a quartz-porphyratic dike also cuts the ore and the leptite. This dike, however, more closely corresponds to the border phase of the western granite.

Some varieties of the porphyritic soda leptite can hardly be distinguished from the fine-grained forms of the albite granite. This is never the case within the main bodies of this leptite, however, but only in certain smaller areas as the one E. of V:a Djupkärra (Pl. 1).

The western granite is characterized by the combination of microcline and a plagioclase varying from calcic oligoclase to andesine, as well as by »dark» minerals in greater amounts than in the eastern granite body. The proportions vary. Even in those varieties that carry most microcline, the amount of this feldspar does not reach that of plagioclase (analysis no. 11, p. 44; rock E. of Lake Gladstjärn). With decreasing microcline, the percentage of quartz also goes down, the plagioclase increases and becomes more calcic, biotite also increases, and hornblende even more (compare analysis no. 12, p. 44; rock S. of Lake Ungen). The degree of recrystallization also varies greatly. East of Lake Gladstjärn, the primary grains of feldspar and quartz are largely preserved.

No regular boundary phase is developed. South of Lake Ungen, the granite, on approaching the contact, becomes decidedly more salic and alkaline, yet without surpassing the limits of variation in this direction represented by analysis no. 11. Just north of the map area, there is a boundary phase in the form of an oligoclase-quartz-porphyr, similar to the dike in the Norrbergsfältet mines (compare above).

The contact with the leptite formation shows some very distinctly intrusive features, as seen from Pl. 1, although there otherwise exists, also along this boundary of the leptite belt, a very marked conformity with the strike of the leptites.

Origin of the leptite formation, and the genetical relations between the leptites and the granites.

The leptites of Norberg, by their relic features, indicate that their primary nature was that of volcanic rocks. Regular bedding of fine-grained rocks of such a composition decidedly speaks for a tuffogenous origin, although a direct textural evidence — like that found by Sundius (83) in the Grythytt district — does not appear here, because of the higher degree of recrystallization in Norberg. In the same way, groundmass textures characteristic of effusive rocks are absent. The regular distribution of phenocrysts, however, indicates that lava flows build up important parts of the leptite series. Among the alkaline leptites, both flows and tuffs seem to be represented, but among the rocks of the plagioclase

¹ Some of these localities were described in an earlier publication (27).

clase-potash group there are no indications of a tuffogenous origin, apart from the local development of agglomeratic phases.

It is by no means excluded that intrusions having solidified near the surface are also represented in this volcanic series. Dikes have not been identified, however.

The limestone and dolomite beds are interpreted as interstratified sediments. Several geologists have called attention to the remarkable fact that these carbonate rocks occur with the alkaline leptites, and without the company of other »differentiated» sediments. The explanation has been sought in deposition from thermal sources, which brought the calcium of the magma to the surface in this form. The Norberg district does not supply any new arguments for this hypothesis, but the absence of limestone within the part of the formation where the plagioclase-rich leptites predominate, further emphasizes the contrast just mentioned.

The development of the cordierite-bearing mica schists and related rocks, and the origin of the ores, will be discussed in a later section of this summary.

The sedimentary quartzite appears to indicate the end of the volcanic period of the leptites. As seen from Pl. 1, there occurs a band of quartzite apparently intercalated in the leptite series, but the situation also admits of an interpretation through faulting or overthrusting. In any case, the main mass of the quartzite is later than the associated leptites, and there are reasons to believe that it is the youngest member of the supracrustal formation in the district. It is improbable that this quartzite was built up of material derived from the underlying leptites. Particularly the zircons rather point at granitic rocks as the source of this sediment. Possibly the material came from quite distant regions.

As the quartzite is intruded by the western granite (as shown by contact relations exposed in an outcrop E. of Lake Ungen), a period of normal sedimentation has intervened between the building up of the volcanic leptite series and the eruption of this granite. It is not possible to demonstrate that the eastern granite must occupy a similar position in the geological evolution of the district, but the general structure of the leptite belt makes another interpretation decidedly improbable.

Yet there exist most remarkable analogies in the chemical character of the volcanic rocks on one hand, and those of the granites on the other, indicating that these two groups of igneous rocks represent respectively the volcanic phase and the following plutonic phase of a well-defined co-magmatic province.

This view is not new. Already long ago, the common geographical distribution of the ore-bearing leptites and older Archean granites of certain types was noted by our geologists. Very important chemical analogies were pointed out, particularly by Sundius (82), while Magnusson (64) later called attention to the fact that — from such points of view — also certain characteristic sub-provinces can be distinguished. The most important new fact bearing on these questions that became known through the study of the Norberg district, lies in the presence, among the leptites, of great amounts of rocks of a dacitic, quartz-latitic, and andesitic composition. Chemically, these rocks correspond to a very important group among the older Archean granites of Central Sweden, represented within the district by the western massif. Previously, although such rocks were known to occur among the leptites (54, 22, 61), they were regarded as quite subordinated members of the formation.

Another feature of importance is the albite granite forming the contact zone of the eastern granite massif. Such contact zones are known from several other granites in Central Sweden (50, 22, 64). Although they are met with also elsewhere, they are notable as forming a counterpart, if only on a smaller scale, to the sodic leptites.

Discussion of the chemical characters of the leptites started with H. E. Johansson's important work of 1906—1907 (53). Increased knowledge of the distribution of different types, and the elimination from the discussion of certain secondary features, later modified the picture then drawn up. However, the most remarkable feature, the differentiation of the alkalis, was found to recur in most districts that were studied. As seen from the above description, this is the case also at Norberg.

This feature — the association of rocks whose feldspar is almost pure albite with dominantly potassic rocks — is undeniably a distinctive trait, without exact counterparts elsewhere. On the other hand, there has existed a certain tendency to over-emphasize these relations, and to overlook the fact that very large portions of the volcanic series are built up of normal and even quite ordinary rocks.

In seeking for analogies, it is, for obvious reasons, necessary to take up a certain volcanic sequence for comparison, and not pick out scattered analyses of rocks without close geological relations. Comparing the leptites of Norberg with analyses tabulated in Washington's well-known work (93), one finds that the Tertiary volcanics of western United States include chemical counterparts not only to the plagioclase-potash group, but also to the dominantly potassic rocks. The chief difference — and a very important one — lies in the absence (or at least the very great scarcity) of rhyolites corresponding to the soda leptites. Such rocks, instead, are represented by the quartz-keratophyres of many Paleozoic volcanic series, associated with spilites but, as a rule, not with potassic siliceous rocks.

Rocks containing albite as their only feldspar component have long occupied the interest of petrologists. The spilites form such a group, the quartz-keratophyres, albite leptites and albite granites another. Through the frequent association of spilites and quartz-keratophyres, a close connection between these two groups is indicated. The spilite problem as such will not be taken up here, however, although certain points of view deriving from the study of the spilites will be referred to in the discussion.

To illustrate the close analogies that may exist between albite-quartz rocks of different geological position and representing different provinces, there were tabulated on p. 49 the analyses of soda leptite from Kallmorbergfältet (analysis no. 1), and the contact phase of the eastern granite (analysis no. 10), with two analyses from the Paleozoic igneous sequence of S:a Storfjället in Lappland, published by Beskow (5), one representing an effusive quartz-keratophyre and the other a later granite.

Interpretations of the origin of albitic rocks have proceeded along two different lines: magmatic differentiation

in the usual sense of the term, and secondary albitization. Some authors have advocated only one of these explanations, while others maintain that both possibilities must be considered, and that different interpretations may apply to different cases, even if the final products have become almost identical.

When secondary albitization is spoken of in this connection, it is generally implied that the source of the solutions effecting this transformation was the magma itself (autolysis). Examples of albitization through entirely extraneous factors were, in fact, recognized in the leptite formation, but are unanimously regarded as exceptional cases, the interpretation of which must not be generalized. The forms of magmatic differentiation presented to explain the origin of albitic rocks are fractional crystallization, and liquation.

It is obvious that the possible interpretations are not the same in all cases. Thus the border zone of the granite might possibly have been altered through solutions coming from deeper parts of the igneous mass, but the supracrustal leptite of the same composition has had no similar connections after it reached the surface; in the latter case, therefore, the solutions, if such have been active, must have been contained in the rock itself, and the process has had the character of a magmatic resorption at comparatively low temperatures.¹

In the opinion of most petrologists, fractional crystallization plays a most important part in producing the variations exhibited by igneous rocks. For the present discussion, it is of special interest that Beskow (5) turns to this process in interpreting the albitic rocks of S:a Storfjället, which, as shown by the analyses quoted on p. 49, chemically are almost identical with those of Norberg. Goldschmidt (38) had already, when discussing plagioclase-quartz rocks of the same larger co-magmatic region, pointed out a possible origin in the following way: absorption of water in the magma caused the crystallization of biotite, later sinking of these biotite crystals left the magma poor in potash. As pointed out by Beskow, a following fractional crystallization of the plagioclase will result in an end magma of the composition of the albite-quartz rocks. No objections can be raised against the possibility of this differentiation process, or against the probability of the later stage if once potash was subtracted from the magma. But it is obvious that in the case of the Norberg rocks another explanation must be sought, as the soda granite is intimately connected with an ordinary potash-soda granite, and the soda leptite is balanced by leptites very high in potash feldspar.

Liquation offers a simple solution of this problem, as of any other problem in magmatic differentiation, since the hypothesis is little more than another form of describing the variations as found. So far the arguments for a limited miscibility in melts of, for instance, alkali feldspars and silica, lie mainly in the failure of other hypotheses to present satisfactory explanations of the relations found in nature. A very interesting case, where such an interpretation was given, is represented by certain granite aplites described by Sundius (85). On the other hand, Sundius also (82) points out that the group of the older Archean granites lacks the potassic counterparts of the extremely sodic phases.

The present writer cannot feel convinced that liquation has more than a limited application in explaining magmatic differentiation, but wishes to emphasize that, in the particular problem now under discussion, it is necessary to reckon with a process the geological results of which may approach those of a limited miscibility in the magmatic stage.

A possible explanation of the sodic rocks of Norberg (as of others belonging to the same co-magmatic region) must account for the following critical features: The occurrence of such rocks also in the form of surface flows; the boundary zone character of the soda granite; signs of a low crystallization temperature. Also it would strengthen the case, if cases of albitization through autolysis (of which there are many known) and the various, in part contrasting features of the spilites could be explained in a similar way.

Like several other petrologists that have studied albitic rocks, the writer has been forced to the conclusion that the development of a magma with a comparatively low temperature, caused by a high percentage of temperature-depressing substances, is the only possible explanation. This hypothesis admittedly has its weak points, including the difficulty of giving a detailed analysis of the process. Emphasis must be laid on the proved cases of autolytic albitization,² however, as illustrating the fact that processes of this kind have been active. Reference may also be made to an important paper by Eskola (15).

Stratigraphy and structure of the leptite formation. The leptite formation is a dominantly volcanic complex, in which stratified rocks are subordinated. This complex is deformed into strongly compressed folds, generally with steep-dipping axial planes, and with varying position of the folding axes. Studies on the stratigraphy and the structure of such a complex are obviously interdependent. Interpretation of the folding of a limited area, such as a certain mine, gives information on the stratigraphy, and these results will then be tentatively applied to other parts of the district. From the study of structural details, important data on the general pattern of the folding may be obtained.

Horizons of value as stratigraphical planes of reference are not frequent. The sedimentary quartzite, certain limestone and skarn beds, quartz-banded iron ores, and several leptites may be used for this purpose. However, most of these rocks occur at more than one level, and lack of outcrops at critical points may introduce serious sources of error in correlation.

The finely stratified members of the formation are compressed into complicated »V-shaped» folds (Fig. 19, p. 55), often with a marked tendency to isoclinal development. Sometimes, faulting has accompanied folding (Fig. 20, p. 55). Although a similar deformation pattern may be expected to mark also the larger units, this cannot be accepted without decisive proofs, as exceptions are known from other districts within the same formation. In Norberg, however, several important cases are known, particularly among the deposits of quartz-banded ores, where the same type of deformation can be traced from hand-specimen scale up to ore bodies, always with a marked parallelism of the folding axes. Similar shapes are found also in certain unstratified bodies, as the porphyritic potash leptite near L:a Kylsbo (Pl. 2), where outcrops are sufficiently frequent to permit a fairly detailed mapping of the boundary.

The position of the axial planes is always steep, generally with a dip towards N.W.

¹ Compare also Lehmann's views on the keratophyre problem (57).

² Compare Gilluly (37) and papers quoted by him.

The position of the folding axes was noted in many places, and is often indicated by linear texture and linear jointing (Figs. 30 and 45, pp. 75 and 105), many examples having proved the regular parallelism between these linear elements in the rock itself and the folding axes.

In interpreting the stratigraphy of the Norberg leptyte belt, it is appropriate to seek a comparison with other, previously studied districts where the same formation is represented. In the westernmost parts of the ore-bearing region of Central Sweden, studies by Sundius (83) and Magnusson (64), have established a certain stratigraphical sequence. There, clastic sediments form an uppermost member. Although these sediments differ considerably from the quartzite of Norberg, a similar position of the latter appears probable, not only by analogy but also from local relations. Among the leptytes, two series were distinguished, the lower one being built up of pronouncedly sodic rocks, the upper either of potassic leptytes or of various alkaline types. Of course, it is not necessary to extend this conclusion to the Norberg belt, but an analogous stratigraphy is quite consistent with our knowledge of the latter. Thus the main zone of sodic leptytes lies between a distinctly synclinal belt of stratified potassic leptytes in S.E. and, at least in the south-western part of the belt, a syncline of potash leptytes and dolomite in N.N.W. It is then natural to regard it as an anticlinal ridge of a lower member. It is not clear how many of the occurrences of sodic leptytes that are to be referred to the same horizon. The area E. of V:a Djupkärra, for instance, must be much younger.

The larger structural units, therefore, appear to be the following ones:

- 1) An eastern synclinal zone of mainly potassic leptytes, generally stratified, with intercalated beds of quartz-banded ores and of limestone, skarn, and skarn ore.
- 2) An anticlinal zone of sodic leptytes (in part replaced by cordierite-bearing mica schist).
- 3) A syncline marked by the Kolningberg and Klackberg dolomite zone (further course uncertain).
- 4) A belt of alternating plagioclase potash and ordinary potassic leptytes, topped in the west by the sedimentary quartzite.

Further discussion of the mutual relations of these units must be omitted here, and only such structural features will be described that concern the ore deposits of the first and the third unit, and also the structural position of the granite bodies.

The eastern synclinal zone is interpreted as a rather complicated synclinorium with varying axial positions. The quartz-banded ores appear to be restricted to a certain horizon, representing only a limited thickness of strata in the stratified potassic leptyte. The irregularities shown by the appearance of this horizon at the surface can all be explained through the varying pitch of the folding axes. For the wide area E. of Lake Noren, the sections Figs. 22 (p. 58) and 23 (p. 59) illustrate the interpretation.

Further north, in the southern part of Gamla Morbergsfältet, the horizon with quartz-banded ores (probably containing several beds) is uplifted through an axial culmination, where it has an undulating, almost horizontal axis, to go down again with a flat N.N.E. pitch (Fig. 45, p. 105) about the Flik-Semla mine. Structural features of this ore body are represented by illustrations p. 105—107. This eastern synclinal belt ends in Håstefältet, where soda leptyte comes up around it as a consequence of a western pitch of the axes (Pl. 1).

In the area E. of Lake Noren, the chief bodies of skarn appear to represent one horizon, somewhat above the one with quartz-banded ores. Thus a skarn syncline is indicated by the Röbergsfältet and Getbacksfältet occurrences of skarn and skarn ore (Figs. 22, p. 58, and 23, p. 59).

As to the synclinal zone of Kolningberg and Klackberg, its structural nature was established in the last-mentioned field. Referring to Pl. 1 and particularly Pl. 6, the structural interpretation can be summarized as follows: The dolomite layer is folded into a syncline; a flat anticlinal threshold crosses the axial strike of this syncline under an acute angle, uplifting the keel of the syncline in the middle part of the ore field and causing divergent pitch directions in the two mining properties (Storgruvan and Gröndalsgruvan) on either side of this threshold. A surface expression of interference between the two folding directions is the »lenticular» shape of the dolomite areas.

Such »cross folds», causing variations in the axial pitch of the longitudinal folds, were indentified over large parts of the map area. A most peculiar feature is the generally very acute angle they make with the strike of the longitudinal folds. In Gamla Morbergsfältet, this phenomenon was noted long ago by W. Petersson (75). The recent studies led to a wider knowledge of the course of this folding (Fig. 21, p. 57). The parallelism with the contact between the leptyte formation and the eastern granite is very conspicuous. It is also evident that this granite occupies an anticlinal position, and that its intrusion was immediately accompanied only by a moderate, »open» folding of the supracrustal rocks, the compressed longitudinal folding belonging to an earlier stage. The western granite, again, appears to intrude into the folded formation along its strike (and dip?), like a wide dike.

Origin of the ore deposits. The fact that the iron ores of Central Sweden always occur in the leptyte formation, and that they exhibit, directly or indirectly, a conformity to the stratigraphy of this series, made it natural to start from the working hypothesis that they were formed during the building up of the leptyte formation. A further argument of this view, and one of the greatest importance, was introduced 30 years ago by H. E. Johansson (53), when he pointed out certain chemical relations that exist between different types of ores and of leptytes. Since that time, increased knowledge of the ore-bearing region has taught us that these chemical relations are neither so regular nor so without exceptions as once believed; but these studies have also shown beyond any doubt that a sufficient regularity of this kind exists to make it one of the principal facts that must form a starting-point for a genetical interpretation of the ore deposits.

In Norberg, certain ore types conform very well in this respect with experience from other parts of the region. Other types are conspicuously irregular.

Quartz-banded ores generally occur with potassic leptytes. This is also the case in Norberg. It is of importance to remember that the type is also found locally in sodic leptytes (at Långgruvan and Kallmorbergsfältet), but the small size of these exceptional occurrences is characteristic.

Ores containing an essential amount of manganese (above two per cent) are not found in sodic leptites. This rule holds true also in Norberg.

Skarn ores low in manganese have come to be regarded as typical of sodic leptites. In Norberg, they occur both in such rocks and in the most typical potassic leptites, without preference for either of these alternatives.

Of these three ore types, the quartz-banded ores are, to a certain extent, those **most** easy to classify from a genetical point of view. Their regular stratification and alternation with bedded leptites, and their complete analogy with »banded ironstones» elsewhere, lead to the conclusion that they represent chemical sediments. More difficult to answer is the question concerning the source of the iron. Many students of these problems pointed at thermal springs or other carriers of volcanic emanations to account for this peculiar kind of sediment.

The manganiferous ores in limestone (or, more strictly, dolomite) are, in Norberg at least, metasomatically deposited. The presence of iron-manganese carbonate in ores of this type, and of graphite (which may have been formed through thermal dissociation of the carbonate), has led several Swedish geologists to the opinion that they were originally formed as carbonate ores, and later, through thermal metamorphism, incompletely changed to magnetite. The reaction character of the associated skarn supports this interpretation. It is not excluded, however, that part of the magnetite is of primary origin, representing a higher temperature stage than the carbonate. Relations of this kind were recently described from Leadville (63).

The skarn ores undoubtedly represent the most difficult problem. Of the various hypotheses that were presented to account for this important ore type in Central Sweden, there are, in the opinion of the writer, only two that can have a wide application for the region in general, and that can be discussed when the problem is limited to the Norberg district. One hypothesis is that of pyrometasomatic deposition, in connection with the intrusion of the older granite group of the Archean. This hypothesis, previously more or less distinctly formulated by others, was taken up by the writer in his treatment of the ores of Riddarhyttan, in 1923 (22). The other hypothesis, emphasizing the chemical relations between leptites and ores, and the presence of various evolutionary stages as represented in the latter, counts with an original low-temperature mineralization, by sedimentation or by metasomatal processes near the surface, and a series of metamorphic changes and re-arrangements caused by the group of granites just mentioned. This interpretation is due to Magnusson (64, 65, 66).

There is no doubt that there exist, in Norberg, ores that from their chemical and mineralogical composition must be classed as skarn ores, and that represent, in a metamorphic development, what were originally chemical sediments. The ores alluded to are the silicate-rich layers in the quartz-banded ores. There is no distinct and unbroken chain of evidence leading from these subordinated layers to whole ore bodies of workable size, but strong arguments can be presented for a similar interpretation in at least one case, that of Långgruvan, as already indicated above. It is also possible that smaller portions of the skarn ores of Kallmorbergsfältet are to be explained in this way.

For the rest of the skarn ores in this district, a sedimentary origin does not appear probable. In their present development, they present throughout the characteristics of pyrometasomatic deposits. It is obviously impossible to decide whether these features are primary, or the results of the metamorphism and working over of deposits originally formed at lower temperatures. So much is clear, however, that ore deposition by pyrometasomatism has taken place to some extent. The uncertainty concerns the quantitative importance of this process. Among the skarn ores (and associated non-manganiferous »limestone ores») of Norberg the Malmkärra mine is perhaps the one that most completely exhibits the character to be expected from a wholly pyrometasomatic deposit. It also shows the most pronounced analogies to sulphide deposits of this origin in Central Sweden. The magnetite ore of Malmkärra, with tremolite and actinolite skarn, replaces a limestone and dolomite body along its footwall (Fig. 33, p. 81). Its hanging wall boundary is vague. Cerium minerals locally form a border zone, mixed with minerals of the humite group, and tremolite. Into the carbonate rock of the hanging wall there extend zones of »ophicalcite», a sprinkling of humite minerals on both sides of a fissure, the path of which is sometimes marked by magnetite. In other skarn ore deposits, similar phenomena are found, but only as local phases. Mention must also be made of the Tallgruvan deposit and its characteristic boron minerals (compare above).

It is still more difficult to decide in which degree these views may be extended to skarn ores in other parts of Central Sweden. In any case, a variety of origin is distinctly indicated, and there seems to be no other way open to avoid the contradictions that present themselves if one tries to apply one narrowly defined interpretation to all ore bodies that, from their mineralogical development, may be classified as skarn ores. The close genetical relationship between leptites and the following granite group, to which reference was made above, also indicates the possibility, or even probability, that emanations of a somewhat similar composition may have accompanied both these phases of igneous activity.

It must also be remembered that, while iron ores were undoubtedly deposited in immediate connection with the leptite formation, sulphide ores were formed later through the action of substances emanating from the granite magma. To this very peculiar large-scale alteration of leptitic rocks, from the preponderance of magnesia termed »magnesia metasomatism», is ascribed the forming of the cordierite-bearing mica schists and the »ore quartzites», both of which rock types often are associated with skarn ores. In Norberg, there were found some good illustrations of their development through alteration of leptites. Also in Norberg, the sulphide mineralization must be ascribed to the same metasomatic action emanating from the granite magma. In general, there exist no close room relations between »magnesia metasomatism» and sulphide mineralization on one hand and the final position of granite intrusions on the other. In Norberg, the same holds true of the wide-spread magnesia metasomatism, but the sulphide ores show a striking arrangement in the neighbourhood of the eastern granite. Among the sulphide ores there are represented paragenetical combinations typical of pyrometasomatism, as the skarn-like masses of andradite garnet and fluorite that carry galena at the »silver mine» of Kallmora, and chalcopyrite at Stripåsen. At the latter place, almandite-rich »ore quartzite» shows a particularly close relation to this type of mineralization.

Register över gruvor i specialbeskrivningarna.¹

	Sid.		Sid.		Sid.
Alderbergstolften	140	Jakobsgruvan (i Bålsjöbergsfältet), se Bålsjöbergs Kronan.		Pansargruvan	90
Allmänninggruvan	90—92	Jakobsgruvan, Nya	121	Presidentgruvan	98
Assessorskangruvan	101—102	Jakobsgruvan, Stora	122	Prostgruvan	84
Badstugruvan, Södra och Norra	144	Johannagruvan	83	Pryssingsgruvan	99
Bandgruvan	144	Johannisbergsgruvan (i Klackbergsfältet)	136—139	Riddargärdsgruvan	84
Bergenschölds Koppargruva . . .	93	Kallmoragruvan	112—120	Rännilen	88—90
Bergenschölds schakt	92	Kallmora Silvergruva	111—112	Sandbacksgruvan	90—92
Bjurlingsgruvan	122	Kallmoragruvan, Stora	113 (not)	Sjustjärnsgruvorna	86
Blåbärsgruvan	124	Kallmoragruvan, Lilla	112(—120)	Sjögruvan	124(—130)
Bogärde Silvergruva	120	Kapellgruvan	112—120	Sjögruvan, Nya	124—130
Bojmossgruvan	82	Karlbergsgruvorna	83	Skackelbergsgruvan	110
Bondgruvan	88—90	Karlavagnsgruvan	85—86	Skansbergsgruvan	123
Bygruvestrecket	103—104	Kilgruvan	90—92	Skarphällen	103
Bålsjöbergsgruvan, Lilla och Stora	144	Klackbergsfältet	136—140	Smedsgruvan	84
Bålsjöbergs Kronan	145—146	Klostergruvan	120	Snickargruvan	83
Didriks schakt	143	Kockstrecket	103	Solskensbergsgruvan	136, 138
Engruvan	85	Kolningbergsfältet, Gamla	141—143	Spettalsgruvan, Stora	90
Fallgruvan	110	Kolningbergsfältet, Nya	140—141	Springgruvan	124
Flik-Semla-gruvan. 103—105(—108)		Konstgruvan	102	Stenvretsgruvan	83
Flängagruvan	143	Kronprins Gustaf Adolfs schakt	103(—108)	Stjärngruvan	122
Framtåktsgruvan	99	Kylsbogruvan, Norra	143—144	Storgruvan (i »Eskilsbacksfältet»)	84
Fredriksgruvan (i Bojmossfältet),	82	Kylsbogruvan, Stora	143	Storgruvan (i Klackbergsfältet)	136—139
Fredriksgruvan n:o 1 (i Gamla Morbergsfältet)	110	Kärrgruvan	102—103	Stora Gruvan (i Ragvaldsfältet)	86
Fältgruvan	112—120	Lallagruvan	121	Storstrecket	103—104
Föreningsgruvan	86	Larsgruvan, Nedre	141	Strandgruvan	140
Gamla Gruvan (i Ragvaldsfältet) .	86	Liljagruvan	85	Stripås Koppargruva	122
Getgruvan	120	Lilla Gruvan (Malmkärra)	80—82	Stålgruvan	108
Gran-Knaper-gruvorna	108	Lindholms schakt	143	Svartbergsgruvan	112—120
Granrotsgruvan	136—137	Lundbergsgruvorna	144—145	Tallgruvan (i »Mimersfältet»)	85
Grundskatten	87	Lustibacksgruvan, Norra	122	Tallgruvan (Ö om Kallmorberg)	120
Grässtrecket	103	Lustibacksgruvan, Södra	122	Tallrotsgruvan	140
Gröndalsgruvan	136—140	Långgruvan, Norra	124(—129)	Torpgruvan	112(—120)
Gullbergsgruvan, Lilla	98	Långgruvan, Södra	124	Torvgruvorna	111
Gullbergsgruvan, Stora	98	Långgruvan, Västra och Östra	124(—130)	Tremänningsstrecket	92—94
Gökgruvan	111	Malmkärragruvan	78—82	Träskobacksgruvan, Västra	122
Hackbogruvan	140	Malmkärragruvan, Stora	80—82	Uddnäsgruvan	120
Hackspikgruvan, Norra	94	Mellangruvan	112—120	Unga Assessorskan	101—102
Hackspikgruvan, Södra	94	Morgongåvan	98	Utmålsgruvan	92
Haggruvan, Södra	102	Mossgruvan	90—92	Vegagruvan	120
Hammargruvan	103	Månsgruvan, Gamla	108	Vestbergsgruvan, Gamla	144
Hedbergsgruvan (Lilla)	110	Månsgruvan, Nya	111	Vestbergsgruvan, Nya	144
Hedvretsgruvan	143—144	Månsgruvan, Västra	110	Vindgruvorna	124(—130)
Herrgruvestrecket	92—94	Norrgruvan	112—120	Vindgruvan, Norra	124
Holmgruvan	144	Nygruvan (i Långgruvan)	124(—130)	Våggruvan	80—81
Hylphersgruvorna	102—103	Nygruvan, Gamla	92	Västanforsgruvan	86
Hästabäcksgruvan	90—92	Nyhyttegruvan	87	Västra Gruvan (Malmkärra)	80—82
Ickorrgruvan	123	Näsbergsgruvan	136	Åsgruvan, Lilla	95
Ingolfsgruvan	121			Åsgruvan (Stora och Västra)	95—98
Israelsgruvan	92			Örlinggruvan	103—108
				Östanmossgruvan	99—101

¹ Sidohänvisningarna gälla de ställen i specialbeskrivningarna, där gruvan ifråga upptages till behandling, inkl. sådant som rör djupare, ev. från andra gruvor brutna delar av den malmkropp, på vilken den citerade gruvan upptagits i dagen. Förteckning över de olika malmfälten finnes i innehållsförteckningen.

Förteckning över citerad litteratur.

1. Allen, E. T. Neglected factors in the development of thermal springs. Nat. Acad. Sciences, Proc., Vol. 20, s. 345, 1934 (= Papers from the Geophysical Laboratory, Carnegie Inst. of Washington, no. 852).
2. Allen, E. T., and Day, Arthur L. Hot springs of the Yellowstone National Park. Proc., Fifth Pacif. Science Congr., Victoria and Vancouver, Canada, 1934, Vol. 3, s. 2275 (= Papers from the Geophysical Laboratory, Carnegie Inst. of Washington, no. 864).
3. Asklund, B. och Sandegren, R. Beskrivning till kartbladet Storvik. S. G. U., ser. Aa, n:o 176. Stockholm 1934.
4. Behrend, Fritz. Rezentur Vulkanismus und die Bildung von Eisenerzen. Zeitschr. deutsch. Geol. Gesellsch., Bd. 86, s. 360; 1934.
5. Beskow, Gunnar. Södra Storfjället im südlichen Lappland. S. G. U., ser. C, n:o 350. Stockholm 1929.
6. Braner, Wilhelm. Der Magneteisenstein der Grube Königszug bei Oberscheld und seine genetische Stellung. Bericht Oberhess. Gesellsch. Natur- und Heilkunde, Bd. 16, Naturwiss. Abteil. Giessen 1934 (också dissertation, Giessen).
7. Callisen, Karen. Das Grundgebirge von Bornholm. Danmarks Geol. Unders., II. Række. Nr. 50, Kjøbenhavn 1934.
8. Carlberg, J. O. Historiskt sammandrag om Svenska bergverkens uppkomst och utveckling etc. Stockholm 1879.
9. Collins, W. H. The Keewatin iron formations. Fennia, Bd. 50, no. 8, Helsingfors 1928.
10. Collins, W. H., Quirke, T. T., and Thomson, Ellis. Michipicoten iron ranges. Geol. Survey of Canada, mem. 147, Ottawa 1926.
11. Cronquist, A. W. Om några förvittringsprodukter i Granrotsgrufvan af Klackbergsfältet i Norbergs bergslag. Geol. Fören. Förh., Bd. 7, s. 244; 1884—1885.
12. von Eckermann, Harry. The graphite deposits of Svensbo. Geol. Fören. Förh., Bd. 49, s. 565; 1927.
13. Erdmann, E. Kolhaltig blodstensmalm från Norbergs bergslag. Geol. Fören. Förh., Bd. 2, s. 535; 1874—1875.
14. Eskola, Pentti. On the petrology of the Orijärvi region in south-western Finland. Bull. Comm. géol. Finl., n:o 40. Helsingfors 1914.
15. Eskola, Pentti. Conditions during the earliest geological times as indicated by the Archæan rocks. Ann. Acad. Sci. Fennicæ, Ser. A, Vol. 36, no. 4. Helsingfors 1932.
16. Fenner, C. N. Hydrothermal metamorphism in geyser-basins of Yellowstone Park, as shown by deep drilling. Trans., Am. Geophysical Union, Fifteenth Ann. Meeting, 1934. (= Papers from the Geophysical Laboratory, Carnegie Inst. of Washington, no. 850).
17. Geijer, Per. Igneous rocks and iron ores of Kiirunavaara, Luossavaara and Tuolluvaara. (Scientific and pract. studies in Lapland, arr. by Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag). Stockholm 1910.
18. Geijer, Per. Contributions to the geology of the Sydvaranger iron ore deposits. Geol. Fören. Förh., Bd. 33, s. 312. 1911.
19. Geijer, Per. Lake-Superior-områdetets prekambiska järnformationer. Geol. Fören. Förh., Bd. 35, s. 439, 1913.
20. Geijer, Per. Falutraktens berggrund och malmfyndigheter. S. G. U., ser. C, no. 275. Stockholm 1917.
21. Geijer, Per. Nautanenområdet. S. G. U., ser. C, n:o 283. Stockholm 1918.
22. Geijer, Per. Riddarhytte malmfält. (Geologisk beskrivning). Kungl. Kommerskollegium, Beskr. över mineralfyndigheter, n:r 1. Stockholm 1923.
23. Geijer, Per. Some Swedish occurrences of bornite and chalcocite. S. G. U., ser. C, no. 321. Stockholm 1924.
24. Geijer, Per. Ett bidrag till diskussionen om det kemiska sambandet mellan malmer och leptiter i Bergslagen. Geol. Fören. Förh., Bd. 46, s. 716; 1924.
25. Geijer, Per. Om några skiktade mangansilikatmalmer i Bergslagen. S. G. U., ser. C, no. 326. Stockholm 1925.
26. Geijer, Per. Om Persbergstraktens bidrag till de malmgenetiska problemens lösning. Geol. Fören. Förh., Bd. 47, s. 347; 1925.
27. Geijer, Per. Some Mineral Associations from the Norberg District. S. G. U., ser. C, no. 343. Stockholm 1927.
28. Geijer, Per. Stråssa och Blanka järnmalmsfält. S. G. U., ser. Ca, no. 20. Stockholm 1927.
29. Geijer, Per. Nordafrikas järnmalmer. Jernk. Annaler, vol. 82, s. 111; 1927.
30. Geijer, Per. Geological relations of the North African iron ores. Econ. Geology, vol. 22, s. 537; 1927.
31. Geijer, Per. Masugnsbyfältens geologi. S. G. U., ser. C, n:o 351. Stockholm 1929.
32. Geijer, Per. Berggrunden inom malmtrakten Kiruna-Gällivare-Pajala. S. G. U., ser. C, n:o 366. Stockholm 1931.

33. Geijer, Per. Iron ores of the Kiruna type. S. G. U., ser. C, n:o 367. Stockholm 1931.
34. Geijer, Per. Die nordschwedischen Eisenerze und verwandte Lagerstätten als Beispiele eruptiver Spaltungsprozesse. Geol. Rundschau, Bd. 26, s. 351. Stuttgart 1935.
35. Geijer, Per, och Magnusson, Nils H. Mullmalmer i svenska järngruvor. S. G. U., ser. C, n:o 338. Stockholm 1926.
36. Geijer, Per, och Magnusson, Nils H. Praktiskt geologiska arbetsuppgifter i mellansvenska järngruvor. Jernk. Annaler, Bd. 116, H. 9 $\frac{1}{2}$, s. 100; 1932.
- Gillson, Joseph L. Se 94.
37. Gilluly, James. Replacement origin of the albite granite near Sparta, Oregon. United States Geol. Survey, P. P. 175—C. Washington 1933.
38. Goldschmidt, V. M. Stammestypen der Eruptivgesteine. Vid.-Selsk. Kristiania Skrifter, I Kl., 1922 no. 10.
39. Granström, G. A. Några underrättelser om grufvorna och gruvdriften inom Norbergs bergslag. Jernk. Annaler, Bd. 31, s. 1; 1875.
40. Guild, F. N. Microscopic relations of magnetite, hematite, pyrite and chalcopyrite. Economic Geology, vol. 29, s. 107; 1934.
41. Hamberg, Axel. Mineralogische Studien. 7. Über die Manganophylle von Harstigen. Geol. Fören. Förh., Bd. 12, s. 567; 1890.
42. Hedström, Herman. Beskrivning till kartbladet Eksjö. S. G. U., ser. Aa, n:o 129. Stockholm 1917.
43. Hedström, Herman, och Wiman, C. Beskrivning till Blad 5. S. G. U., ser. A1a (Berggrundskartor i skalan 1 : 200,000). Stockholm 1906.
- Hedström, Herman. Se även 72.
44. Holmquist, P. J. The Archæan geology of the coast-regions of Stockholm. Geol. Fören. Förh., Bd. 32, s. 789; 1910 (också såsom guide, 11. intern. geologkongressen, Stockholm 1910).
45. Holmquist, P. J. Järnmalmernas struktur och metamorfos. Geol. Fören. Förh., Bd. 35, s. 233; 1913.
46. Holmquist, P. J. The relative plasticity of rock masses under the influence of dynamic deformation. Fennia, Bd. 50, no. 33; Helsingfors 1928.
47. Högbom, Alvar. Stekenjokk-Remdalens malmtrakt. S. G. U., ser. C, n:o 329. Stockholm 1925.
48. Högbom, Alvar. Om förekomst av urbergssediment på geol. kartbladet Malingsbo. Geol. Fören. Förh., Bd. 51, s. 537; 1929.
49. Högbom, Alvar och Lundqvist, G. Beskr. till kartbladet »Malingsbo». S. G. U., ser. Aa, no. 168. Stockholm 1930.
50. Högbom, Ivar. Petrografiska studier vid Nybergfältet. Geol. Fören. Förh., Bd. 42, s. 105, 1920.
51. Jernkontoret. Analyser å svenska järn- och manganmalmer, utgifna af Jernkontoret. Stockholm 1906.
52. Jernkontoret. Analyser å svenska järn- och manganmalmer samt kalkstenar, dolomiter och kvartser. II. utgivna av Jernkontoret. Stockholm 1931.
53. Johansson, H. E. Till frågan om de mellansvenska järnmalmernas bildningssätt. Geol. Fören. Förh., Bd. 28, s. 516 samt Bd. 29, s. 143 och s. 258. 1906 & 1907.
54. Johansson, H. E. Die eisenerzführende Formation in der Gegend von Grängesberg. Geol. Fören. Förh., Bd. 32, s. 239. 1910.
- 54 a. Kania, Joseph E. A. Precipitation of limestone by submarine vents, fumaroles, and lava flows. Am. Journ. of Science, 5. ser., 18, 1929, s. 347.
55. Krokström, Torsten. On the ophitic texture and the order of crystallization in basaltic magmas. Bull. Geol. Inst. Upsala, Vol. 24, n:o 4; 1932.
56. Larsen, Esper S. Norbergite from Franklin, New Jersey. American Mineralogist, vol. 13, 1928, s. 349.
57. Lehmann, E. Die magmatische Mineral- und Gesteinsprovinz im Mitteldevon des Lahn-Dillgebietes. Zeitschr. deutsch. Geol. Gesellsch., Bd. 86, s. 348; 1934.
58. Lindroth, G. T. Geologiska och petrografiska studier inom den järnmalmförande formationen omkring Ramhäll. S. G. U., ser. C, no. 266. Stockholm 1916.
59. Lindroth, G. Grafityndigheterna inom Norbergs Bergslag. Geol. Fören. Förh., Bd. 40, s. 27; 1918.
60. Lindroth, Gustaf T. Om granatens natur uti de mellansvenska malmfyndigheternas skarnbildningar. Geol. Fören. Förh., Bd. 41, s. 64; 1919.
61. Lindroth, Gustaf. Kalk- och skarnjärnmalmfyndigheter som brottstycken i Bergslagens gneisgraniter. Geol. Fören. Förh., Bd. 46, s. 56; 1924.
62. Looström, R. Nya blottningar i Exportfältet i Grängesberg. Geol. Fören. Förh., Bd. 51, s. 624; 1929.
63. Loughlin, G. F., and Behre, C. H. Jr. Zoning of ore deposits, Leadville District, Colorado. Econ. Geology, vol. 29, s. 215, 1934.
64. Magnusson, Nils H. Persbergs malmtrakt och berggrunden i de centrala delarna av Filipstads bergslag. Kungl. Kommerskollegium, Beskr. över mineralfyndigheter, Nr. 2. Stockholm 1925.
65. Magnusson, Nils H. Nordmarks malmtrakt. S. G. U., ser. Ca, no. 13. Stockholm 1929.
66. Magnusson, Nils H. Långbans malmtrakt. S. G. U., ser. Ca, n:o 23. Stockholm 1930.
67. Magnusson, Nils H. Iakttagelser angående mineralens paragenes och succession i Kaveltorp. Geol. Fören. Förh., Bd. 52, s. 407; 1930.
68. Magnusson, N. H. (Diskussionsinlägg med anledning av föredrag av P. Geijer om Stratigrafiska och tektoniska problem i Norbergstrakten). Geol. Fören. Förh., Bd. 56, s. 370; 1934.
69. Magnusson, N. H., och Lundqvist, G. Beskrivning till kartbladet Nya Kopparberget. S. G. U., ser. Aa, n:o 175. Stockholm 1932.
- Magnusson, Nils H. Se även 35 och 36.

70. Mogensen, F. De geologiska förhållandena vid grafitförekomsterna i Norberg. Geol. Fören. Förh., Bd. 56, s. 482; 1934.
71. Morozewics, J. Die Kommandorinseln (polska, Warschau 1925). Cit. efter referat i Neues Jahrb. f. Min., etc. Referate II, 1928, s. 145.
72. Munthe, Henr. och Gavelin, Axel. Beskrifning till kartbladet Jönköping. S. G. U. ser. Aa, n:o 123. Stockholm 1907 (Citatet gäller kapitel av Herman Hedström).
73. Palache, Charles. The soda-rhyolite north of Berkeley. Bull., Dept. of Geology, Univ. of California, Vol. I, s. 61. Berkeley (1893—1896).
74. Petersson, Walfr. Geologisk atlas öfver Norbergs bergslag. S. G. U., ser. Bb, no. 9. Stockholm 1900.
75. Petersson, Walfr. Die Erzfelder von Norberg. Guides des excursions en Suède. II. intern. geologkongressen, Stockholm 1910.
76. Redlich, K. Die Genesis der Pinolitmagnesite, Siderite und Ankerite der Ostalpen. Tscherm. Min. Petr. Mitteil., Bd. 26, s. 499; 1907—1908.
77. Rosenbusch, H. Elemente der Gesteinslehre. (3. uppl. Stuttgart 1910.)
78. Schneiderhöhn, Hans, und Ramdohr, Paul. Lehrbuch der Erzmikroskopie.
79. Sjögren, Hj., Johansson, H. E., and Sahlbom, N. Chemical and petrographical studies on the ore-bearing rocks of Central Sweden. Geol. Fören. Förh., Bd. 36, s. 441; 1914.
80. Stützel, Helmut. Die Erze der Grube Theodor bei Aumenau und ihr Verhältnis zum Nebengestein. Neues Jahrb. f. Min., etc., Beil. Bd. 67, Abt. A, s. 155; 1933.
81. Sundholm, Herman. Det svenska bergsbrukets ålder. Blad för Bergshandteringens Vänner, Bd. 00, s. 275; 1934.
82. Sundius, N. Några frågor rörande våra arkaiska intrusivformationer i södra och mellersta Sverige. Geol. Fören. Förh., Bd. 43, s. 548; 1921.
83. Sundius, N. Grythyttfältets geologi. S. G. U., ser. C, no. 312. Stockholm 1923.
84. Sundius, N. Über die Karbonate der mittelschwedischen manganreichen Skarn-Karbonaterze. Tscherm. Min. Petr. Mitteil., Bd. 38 (Festband F. Becke), s. 175; Wien 1925.
85. Sundius, N. On the differentiation of the alkalies in aplites and aplitic granites. S. G. U., ser. C, n:o 336. Stockholm 1926.
86. Sundius, N. Über die Mischungslücken zwischen Anthophyllit-Gedrit, Cummingtonit-Grünerit und Tremolit-Aktinolith. Tscherm. Min. Petr. Mitteil., Bd. 43, s. 422; 1933.
87. Tegengren, F. R. Järnmalmstillgångarna i mellersta och södra Sverige. S. G. U., ser. Ca, n:o 8. Stockholm 1912.
88. Tegengren, F. R., m. fl. Sveriges ädlare malmer och bergverk. S. G. U., ser. Ca, no. 17. Stockholm 1924.
89. Törnebohm, A. E. Om lagerföljden inom Norbergs malmfält. Geol. Fören. Förh., Bd. 2, s. 329; 1875.
90. Törnebohm, A. E. Om Sveriges viktigare diabas- och gabbroarter. K. Vet. Ak. Handl., Bd. 14, n:o 13. Stockholm 1877.
91. Törnebohm, A. E. Geologisk öfversiktskarta öfver Mellersta Sveriges Bergslag. Stockholm 1880—1882. (Norberg å bl. 2, 1880).
92. Törnebohm, A. E. Om Falu grufvas geologi. Geol. Fören. Förh., Bd. 15, s. 609; 1893.
93. Washington, Henry Stephens. Chemical analyses of igneous rocks. United States Geol. Survey, P. P. 99. Washington 1917.
94. Westgate, Lewis G., and Knopf, Adolph. Geology and ore deposits of the Pioche District, Nevada. United States Geol. Survey, P. P. 171. Washington 1932 (citater gäller kapitel av Joseph L. Gillson).
95. Ångman, J. F. Försök till Beskrifning om Norbergs Bergslags Härad och dess Gamla Jern-Bergslag. Westmanl. Läns Kongl. Hushålln. Sällsk. Handlingar, 1835. Westerås 1835. Ny uppl., utg. av Norbergs Bergslags Hembygdsfören., Hedemora 1925.