

NUTIDA MALMLETNING

20 ÅRS ERFARENHETER FRÅN VÄSTERBOTTENS LÄN JÄMTE KORT ÖVERSIKT AV LÄNETS BERGGRUND OCH MALMER¹

AV

ALVAR HÖGBOM

Med 31 tekstfig.

Följande framställning grundar sig i främsta rummet på mina personliga erfarenheter från Sveriges geologiska undersöknings arbeten i Skelleftefältet och i Västerbottensfjällen men även på material och upplysningar från kollegerna i Bolidens Gruv A. B. Tack vare tillmötesgående från detta bolag har jag blivit satt i tillfälle att använda det helt nyligen publicerade materialet rörande Lindblad—Malmqvists gravimeter samt en del opublicerade kartor. Då de geofysikaliska mätningar, som jag har vidrört, i allra största utsträckning för geologiska undersökningens vidkommande utförts av A. B. Elektrisk Malmletning, är det självfallet att jag i mycket stor utsträckning genom dess mätare blivit insatt i de mätningstekniska detaljerna i de olika metoderna. För mera ingående diskussioner av mätningens resultat och principfrågor har sålunda Bolagets överingenjör H. Hedström alltid beredvilligt ställt sig till förfogande. Till samtliga företag och personer framför jag mitt tack.

Innehåll.

	p.
Inledning	222
Berggrunden	223
Malmletning	237
Geologisk undersökning	238
Berggrundskarteringen	238
Blockletning och kvartärgeologisk undersökning	240
Geofysikaliska mätningar	248
Magnetiska mätningar	248
Elektriska mätningar	252
Seismiska mätningar	265
Tyngdkraftmätning	266
Geokemi	268
Blottningsarbeten	269
Avslutning	270

¹ Föredrag i Norsk geol. foren. 3. febr. 1938.

Inledning.

De talrika sulfidmalmsanledningarna inom Trondheimsfältet måste givetvis hava väckt förhoppningar om möjligheter för likartade fynd inom motsvarande miljö på svensk sida och när de stora fynden inom Grongdistriktet framkommo under perioden 1910–1918 ökades dessa förhoppningar, alldenstund Grongdistriktets geologiska fortsättning mot nordost var att söka inom norra delen av Frostvikens s:n, samt i Västerbottens läns västra del. När så krigsårens metallbrist började göra sig allt starkare gällande, var det en naturlig sak att nämnda trakter först skulle komma i åtanke, när Sveriges geologiska undersökning år 1918 igångsatte sina undersökningar, detta så mycket mer som en del malmindikationer redan tidigare voro kända i dessa trakter, ehuru ej nöjaktigt undersökta.

Den år 1918 påbörjade undersökningen utvidgades till en allmän utredning av Västerbottens fjällens geologi, vilken resulterat i en karta av QUENSEL och BACKLUND (1929) samt i ett antal specialavhandlingar (förf. 1925, Beskow 1929, Kulling 1933, Du Rietz 1935) jämte en del smärre uppsatser av Backlund 1918, 1919, 1921, 1925 och Quensel 1919, 1922, 1925, 1932.

På grund av fjälltrakternas ogynnsamma kommunikationsförhållanden och då malmindikationer framkommit i "Skelleftefältet", inom Västerbottens urbergsområde, ansåg överdirektör Gavelin det lämpligast att överflytta Sveriges geologiska undersöknings malmletningsverksamhet dit, vilket skedde på hösten 1920 och där har den sedan pågått parallellt med nuvarande Bolidens Gruv A.B:s arbeten. Bådas verksamhet pågår alltjämt, dock nu utvidgad till förberedande gruvarbeten och gruvbrytning.

Malmletningsarbetena hava varit så aktuella, att kartläggningen av de icke malmförande delarna av länet fått stå tillbaka, men nu föreligger en berggrundskarta över hela länet i tryck och beskrivningen till densamma beräknas snart kunna tryckas.

Här skall nu lämnas en kort översikt över Västerbottens läns berggrund och malmer som inledning till en sammanfattande redogörelse för en del av de erfarenheter, som samlats under de 20 år

¹ Malmletningen i fjällan återupptogs av S. G. U. år 1933. Bolidenbol. har även bedrivit prospektering i fjällen under många år.

dess malmletningar pågått. Dessa erfarenheter avse det rent geologiska arbetet samt samarbetet mellan geologer och geofysiker. Den rent tekniska sidan av det geofysikaliska arbetet har sedan många år utvecklats i sådan grad, att den bör helt ledas av tekniskt väl utbildade specialister. Dilettantism har förorsakat och förorsakar alltjämt, här som överallt annars, stora onödiga kostnader.

Berggrunden.

Vad länets berggrund beträffar, visar varje karta över densamma tvenne till sin karaktär väsentligt skilda områden, nämligen de östra två tredjedelarna, som uppbyggas av urberg eller prekambrium (jfr A. Högbom 1937), och den västra tredjedelen, utvisande ett avsnitt ur den kaledoniska fjällkedjans östra del med dess av relativt ometomorfa sediment uppbyggda östra randzon.

För Västerbottens prekambrium har jag uppställt följande åldersschema:

Diabaser (postjotniska eller jotniska).

Rapakivigranitserien.

Diabaser.

Sorselegranitserien.

Vargforsformationen, yngre prekambrika suprakrustalformationen.

Diskordans.

Revsundsgranitserien, yngre urbergsgranitserien.

Äldre grönstengångar.

Urgranitserien, äldre urbergsgranitserien.

Äldre prekambrika (arkäiska) suprakrustalformationen.

Den sistnämndas byggnad och stratigrafi framgår av fig. 1.

Hällefliint-leptitserien, en rent vulkanisk bildning med lavar, tuffer, vulkaniska breccior etc., representerar det äldsta vi känna av länets berggrund. Veckningsrörelser och åtminstone två serier av granitintrusioner i densamma hava förorsakat växlande strukturell utbildning ävensom andra omvandlingar speciellt metasomatiska sådana, varom mera nedan, hos de äldre bergarterna. Kemiskt-minerologiskt växlar serien från andesiter och daciter till sura kvartsporfyrer och från natron- till kalidominanta typer. Grönstenar uppträda både

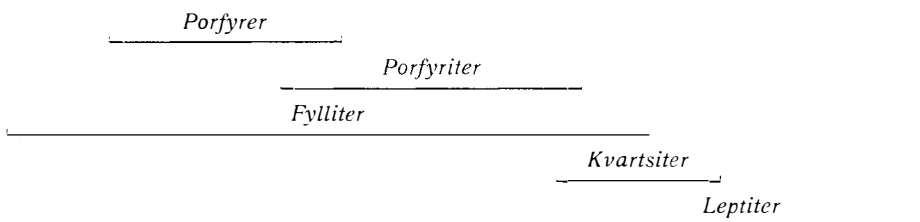


Fig. 1. Schematisk framställning av den äldre suprakrustalformationens byggnad med de olika seriernas inbördes förhållande. (Förut publ. i 17.)

såsom bäddar och som gångar. Eruptionerna torde huvudsakligen härröra från sprickor, men i en del fall synes sannolikt, att verkliga vulkaner förefunnits.

Tydligt yngre än den ovan nämnda, äldsta vulkaniska serien är en huvudsakligen av lavar och med endast underordnade tuffer uppbyggd vulkanisk serie, *porfyr-it-porfyrserien* (Arvidsjaurporfyrserien) (se Grip 1935 och A. Högbom 1931 b, 1937). Denna visar en tämligen kontinuerlig utveckling från basaltiska led över daciter och keratofyrer till sura kvartsporfyrer. Till serien höra även gångbergarter samt lokala små sedimentationsbäcken, huvudsakligen med lokalt omlagrat vulkaniskt material: konglomerat, lerskifferar, m. m. Denna formation har en bestämd utbredning, begränsad till ett höjningsområde, som i söder och öster omgives av fyllitseriens sedimentationsområden. Den vulkaniska serien är i regel blott obetydligt veckad.

Den ovannämnda *fyllitserien* utgöres av gråa eller svarta, grafitförande och oftast kisiga, fyllitiska skifferar med mycket underordnade lager av kvartsit, gråvackor och konglomerat. Kvartsitsandstenar ekvivalera delvis denna serie i de västra områdena och utgöra synbarligen en kontinentalfacies. I Skelleftefältets centrala del överlagras denna sedimentserie konkordant leptitserien i vars översta del ofta tuffer och klastiska sediment växellagra. I Bolidenområdet markera gråvackeutbildade bottenlager, att en viss diskordans gent emot underlaget föreligger och något längre norrut komma kvartsitkonglomerat och konglomerat med kvartsitbollar i grönstensmatrix samt ännu längre norrut polymikta konglomerat med bollar av Arvidsjaurfältets porfyrer såsom bottenlager. Här föreligger sålunda en transgression från söder mot norr, varigenom sedimentseriens bottenlager i norr bliva väsentligt yngre än de i sydväst. I södra delen av fyllitseriens utbredningsområde uppträda ofta grönstenslager, spilitartade

extrusioner eller ytliga intrusioner, inom seriens undre del. Längre norrut äro dessa samtida med bottenbildningarna och ännu längre norrut äldre än dessa. Porfyriterna i den yngre vulkaniska serien överlagra de understa fylliterna längst i sydväst samt ekivalera fyllitseriens grönstenar. De bilda tillika den undre delen av porfyritporfyrserien, vars porfyrer i nordost överlagras av fyllitserien. Härav framgår huru intimt egentligen dessa tre serier eller element i den äldsta suprakrustalformationen sammanhånga.

Leptit- och fyllitserierna äro ganska starkt hopskjutna och visa ofta mycket branta såväl lagerställningar som veckaxlar och stängligheter, men i stort sett är veckningen mycket flack. De branta veckaxel- och stänglighetsriktningarna markera i regel smådrag, som stå vinkelrätt mot de egentliga veckaxlarna, de som betyda något för malm bildningarnas form och utsträckning. Även porfyritporfyrserien är något veckad men i regel mycket mjukt. Branta lagerställningar förekomma där endast helt lokalt.

Denna suprakrustalformation genomslås av tvenne varandra till tiden ganska närstående granitserier, vilkas åldersskillnad dock framgår därav, att den äldre stelnat och att i dess sprickor diabasmagma uppträngt såsom ett "Nachschub", innan den yngre granitserien, Revsundsgranitserien, trängde upp och omvandlade diabasen till amfibolit, de s. k. *äldre grönstengångarna*. *Urgraniterna*, som den äldre serien betecknas, eller *Jörngraniterna* visa en hel rad differentiationsled från gabbror och ganska basiska graniter till röda saliska graniter. Deras intima samband med en bestämd veckningsperiod framgår av deras strukturella utbildning samt av deras geologiska uppträdande i antiklinaler, vilket visat sig vid de berggrundskarteringar, som utförts inom Skelleftefältet.¹ Dessa graniter äro alldeles tydligt förbundna med och orsak till de senmagmatiskt-metasomatiskt betonade processer, vilka dels omvandlat den äldre berggrunden, dels i samband därmed åstadkommit sulfidmalmsbildning.

De yngre graniterna, i regel grovporfyriska typer, åtföljas även av noritiska gabbror. Småkorniga graniter av s. k. Skellefte- eller Stockholmstyp finnas endast mera underordnat. Även denna granitserie har varit sulfidmalmsförande och dessutom är den upphov till den *migmatit* bildning, som särskilt karakteriserar kustområdena.

¹ Jfr fig. 13 där de magnetiska indikationerna markera mot V flackt stupande små antiklinala utlöpare från en större urgranitantiklinal eller -döme i Ö.

I de fall där urgraniter och leptiter genomvävts av yngre granit- och pegmatitgångar har dock ingen riktig migmatisering ägt rum, synbarligen därför att vi i Västerbotten se för ytliga snitt. Detta bestyrkes av att de egentliga migmatitområdena utgöras av de högre liggande fyllitiska sedimenten, vilka visserligen ofta blivit mycket starkt genomdränkta av yngre granitmaterial, men på grund av sin mineralogiska karaktär icke blivit så uppsmälta och granitiserade som t. ex. fallet är med materialet i de mellansvenska migmatiterrängerna (jfr Magnusson 1937 etc.). Här som alltid verkar grafithalten "hämmande" på metamorfosen.

Hela det nu skildrade komplexet, urbergets äldre avdelning, har sedan blivit starkt nedbrutet och inom en bestämd geologisk zon på gränsen mellan Arvidsjaurporfyrernas höjningsområde och fyllitseriens sedimentationsområde (fig. 2)¹ bildades en yngre suprakrustalformation, huvudsakligen av grova konglomerat men med inslag av kalksandstenar, lerskiffrar samt grönstenslager. Denna formation, *Vargforsformationen*, betecknar alltså en verkligen yngre, självständig formation, vilken stundom är ordentligt veckad. Den genomsättes av en granitserie, *Sorselegranitserien*. På denna grund är jag böjd hänföra den till urberget som en yngre avdelning före det prekambrika jotnium, till vilken dock relationerna här icke äro kända. Sorselegraniterna äro mycket friska, rapakiviliknande och uppvisa i regel porfyriska randfacies, vackra avkylningsfenomen, gent emot äldre bergarter, t. ex. Vargforskonglomerat och Revsundsgranit (se fig. i A. Högbom 1931, 1937). Serien åtföljes av diabasgångar såsom "Nachschub". Till densamma torde även höra egenartade monzonitiska-syenitiska porfyriter samt olivindiabasutbildade grönstenar av Åsbydiabastyp.

Verklig *rapakivigranit* finnes som utlöpare från Ångermanlandsområdet på en ö i sydost. Hithörande grönstenar finnes både där och på södra länsgränsen nära fjällen. Flera gånger av *Åsbydiabastyp* (troligen postjotniska) uppträda i sydost.

Urbergsområdets malmförekomster äro av de mest varierande slag. Fyllitseriens primära halter av magnetkis eller svavelkis äro väl de äldsta malmdepositionerna, men de äro överallt värdelösa ur ekonomisk synpunkt. Leptitserien däremot innehåller ett stort antal

¹ Jfr. sid. 224. Enligt Grips iakttagelser finnas med Vargforsformationen jämförliga avlagringar även öster om Arvidsjaurområdets östra gränzon.

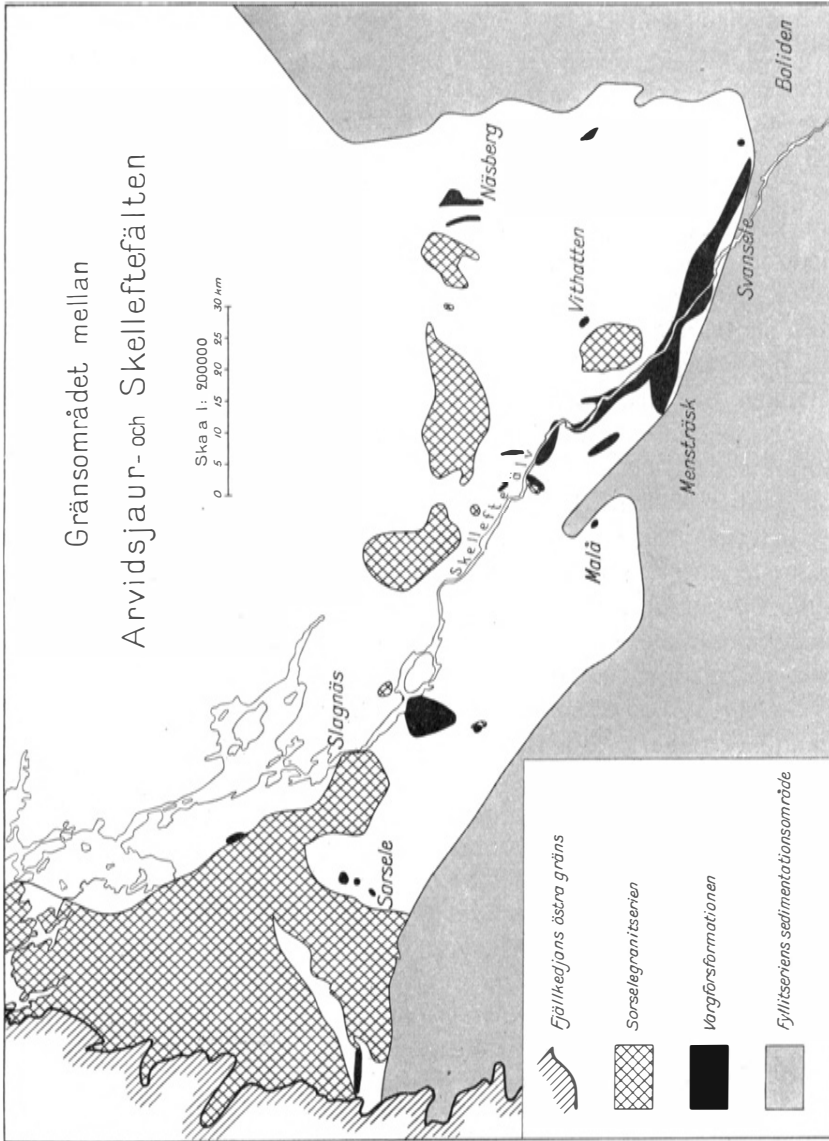


Fig. 2. Karta utvisande Vargforsformationen och Sorselegranitseriens utbredning samt deras förhållande till fyllitseriens utbredningsområde. Obetecknade områden upptagas av leptit- och porfyrserierna samt av äldre och yngre urbergsgraniter

malmkroppar eller malmdepositioner, än kompaktmalmer, än impregnationsmalmer. Ibland ligga de förra med skarpa gränser emot ganska oomvandlad leptit, ibland ligga de i omvandlingsområden och omgivas då ofta av impregnationer. Det ursprungliga bergartsmaterialets mineralogisk-kemiska karaktär och struktur, graden av mekanisk deformation samt den tektoniska positionen hava jämte temperatur- och tryckförhållandena varit bestämmande för malmbildningarnas art, form och storlek. De malmbringande lösningarnas sammansättning och karaktär äro givetvis också bestämmande för malmkaraktären. Med det otal kombinationer och variationer av dessa faktorer, som kunna tänkas, är det givet att malmbildningarna, trots att de genetiskt stå varandra mycket nära, dock kunna uppvisa en sådan rik växling ifråga om mineralparagenes, form och storlek samt i förhållandet till omgivande bergarter. De omvandlingar, som karakterisera de malmförande områdena, är bildandet av "malmkvartsiter", klorit-, sericit- och, ehuru sällan, biotitkvartsiter, antofyllit-, granat- och cordieritkvartsiter, andalusitkvartsit och andalusitfels. Ursprungsbergarternas primära karaktärer äro oftast helt utsuddade och fältspatmaterialet helt förstört. Dock kunna ibland relikta kvartsströkorn vittna om att utgångsmaterialet t. ex. till en grönstenslik klorit-kvartsit varit en dacit eller rent av kvartsporfyrr. Skarnbildningar uppträda mera sällan, men hornblände-, biotit-, diopsid- och granatskarn hava iakttagits. I skarn har även sekundär andesin iakttagits. Andra sekundära mineral äro baryt, magnetit, gahnit och korund (obs!).

Malmmineralen äro svavel-, koppar-, arsenik- och magnetkis, zinkblände, blyglans, bly-koppar-antimonmineral såsom fahlertz och bournonit samt bl. a. bly-antimonmineralen boulangerit, jamesonit och geokronit etc. Andra mineral äro gudmundit, gedigen vismut, guld, elektrum (silverrikt guld) och tennkis samt pyrargyrit, cubanit, vallerit, bornit, gedigen koppar, magnetit, ilmenit, hämatit och rutil. Den synnerligen mineralrika Bolidenmalmen är föremål för en mycket grundlig undersökning av O. ÖDMAN (1938), som nyligen framlagt de preliminära resultatet av denna. Den likaledes mineralrika Bjur-lidenmalmen paragenes har studerats av S. GAVELIN (1936). Självt har även jag tidigare sysslat med dessa malmers mineral (jfr A. Högbom 1928), en undersökning, som dock måste läggas åsido för andra arbeten.

Beträffande malmernas genesis kan anföras såsom ofrånkomligt att malmkvartsitbildning och sulfidanrikning ägt rum inom randzoner

av urgranit i tydligt samband med dennas kristallisation och veckningsrörelsers avslutande. Urgraniterna brukas betecknas såsom synrogena eller syntektoniska på grund av att deras framträngande ägt rum i direkt samband med en viss veckningsperiod. Att urgraniter sålunda alldeles bestämt varit malmbringare är säkert, men huruvida *all* egentlig malmförning av ekonomisk betydelse i Skelleftefältet enbart är ett resultat av urgraniternas verksamhet kan diskuteras, ty även Revsundsgraniterna äro åtminstone i någon mån malmbringande, vilket bl. a. framgår av observerad svavel- och arsenikkisanrikning i en porfyrisk randzon, en avkylningszon, till vanlig Revsundsgranit. I och med att malmbildningen kan ställas i så intim relation till vissa urgråniters och i senare fallet till Revsundsgraniters kristallisation och åtminstone i förra fallet till metasomatiska omvandlingar, inses att gränsen mellan vad man vill kalla en senmagmatisk och en metasomatisk process i detta fallet måste vara mycket flytande. För oss, åtminstone ännu, okända temperatur- och tryckförhållanden göra det svårt att riktigt följa den "metallurgiska" processen, men nog ligger det nära till hands att antaga, att åtminstone vissa kompakta sulfidmassor med praktiskt taget oomvandlad sidosten ganska väl kunna sägas hava karaktären av att vara inträngda i leptitserien, under det att impregnationsmalmen alldeles påtagligt äro förträngningar i densamma. Brecciebildningar inom malmkroppar och i deras omgivning visa i flera fall dessutom på sena malmomflyttningar. En del malmineral uppträda i flera generationer. En viss mineral-succession kan nog fastställas för varje malmkropp, men en mera generell sådan gällande för hela fältet är ännu osäkert om man kan finna. O. ÖDMAN har i sitt ovan nämnda arbete anfört att han ansett sig kunna konstatera trenne olika malmbildningsepoker i Bolidenmalmen.

Sulfidmalmen uppträda i mycket bestämda stråk eller nära nog med stratigrafisk regelbundenhet, ett förhållande, som varit av stor vikt för malmetningen inom Skelleftefältet. Denna regelmässighet, som jag för övrigt tidigare (1928) påtalat, uppvisar liksom malmbildningen i sin helhet mycket stora likheter med förhållandena i fjällen. På grund av malmbildningarnas förekomst omedelbart under, någon gång i själva undre kontakten på fyllitserien (fig. 24), kan malmhorisonten följas genom en kartering av fyllitstråken, vilket skett dels på hållblottningar, dels magnetiskt och elektriskt. Ett exempel på malmernas uppträdande i långa stråk ger Åsentrakten

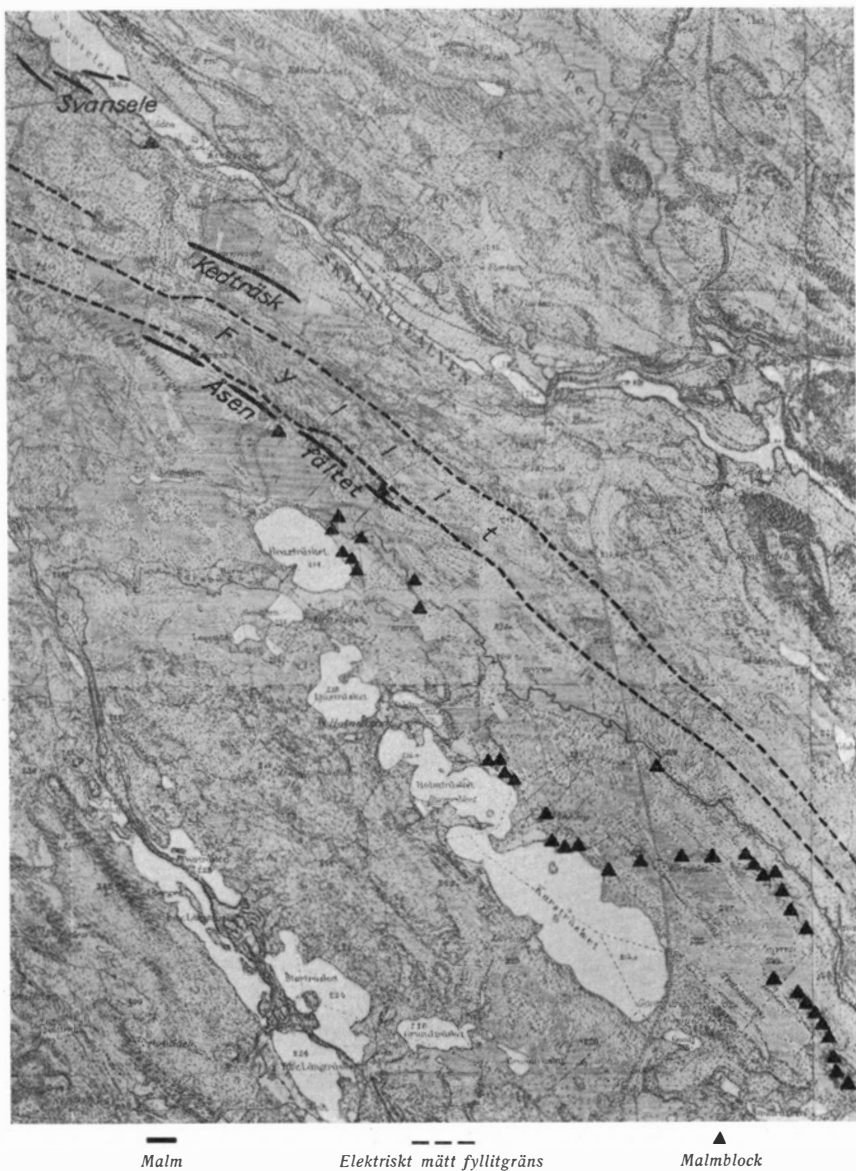


Fig. 3. Karta över Åsenområdet i Norsjö socken, utvisande malmkropparnas lägen i förhållande till fyllitstråken samt den kända blockspridningen från malmerna. (Jfr. fig. 37 i 17.)

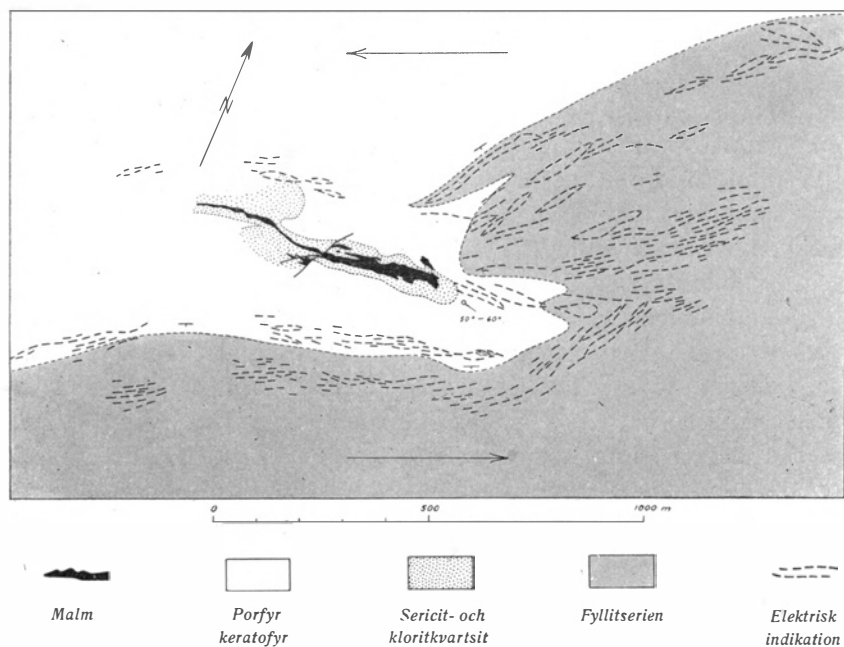


Fig. 4. Bolidenmalms läge i förhållande till den genom elektriska mätningar noggrannt karterade fyllitseriens undre gräns enl. O. Ödman.
(Förut publ. i 28, jfr. 17.)

(fig. 3). Bolidenmalmen hittades först sedan en noggrann kartering av fyllitseriens sorterat ut de elektriska störningar, som sammanhängande med denna, varigenom malmhorisontens omböjning också klarlades (fig. 4).

Den *kaledoniska fjällkedjan* har sedan gammalt inom Skandinavien uppdelats i trenne mer eller mindre tydliga, längsgående zoner: *kölizonen*, *sevezonen* och den *östra kambro-silurranden*. Den sistnämnda utgöres åtminstone inom Västerbotten av kambriska kvartsiter, lerskifferar och alunskifferar, under det att ortocer-kalksten endast påvisats från ett par ställen. Längst i söder, där randzonen är bred, hava även graptolitförande underordoviciska skifferar påvisats. Kambriums bottenlager utgöras oftast av sandstenar, medan konglomerat spela en mycket obetydlig roll. Dessa bottenlager vila överallt längs östranden på urberg. Ovanpå dessa lager av normal eller östlig kambro-silur vila i regel skällor av kvartsit, Strömskvartsit, eller av

sparagmit, skjutna västerifrån ut över kambro-siluren. Genom docent KULLINGS arbeten inom Västerbotten år 1936 har mera generellt bevisats att dessa skållor hava en regional karaktär. Dessa element, *sparagmitserien* och *Strömskvartitserien*, utgöra den undre resp. övre komplexen i en såsom eokambrisk betecknad formation, ursprungligen utbildad direkt på urberget och överlagrad av normal, marin underkambrium. På grund av sitt geografiska uppträdande och sin ofrånkomliga anknytning till fjällkedjesynklinalens östra rand hava dessa bildningar betecknats såsom fjällrandbildningar eller geosynklinalrandbildningar. Geosynklinalbildningen har tydligen påbörjats mycket tidigt. Den gamla TÖRNEBOHMSKA beteckningen på dem var "klastisk seve". Den understa delen utgöres av röda sparagmiter, fältspatsandstenar, samt konglomerat. De gråa sparagmiterna äro i stort sett tryckmetamorfa derivat av de röda, i det att den röda färgen försvunnit och klorit- och annan mineralnybildning framkallat den gröngrå färgen. I sparagmitserien ingå stundom karbonatstenar samt i deras övre delar tilliter och varvskiffrar, påträffade av O. KULLING, som inom kort kommer att publicera en ingående redogörelse för Västerbottens sparagmit-kvartsit-område, som han karterat under år 1936. Den nu nämnda randzonens tektonik karakteriseras i främsta rummet av överskjutna skållor, dels ganska långa, regionala, sådana, dels mindre, nästan taktegelartat sammanskjutna, eller ock av veck- och vecköverskjutningar. Underliggande urberg har flerstädes såväl inom randzonen som i dess östra kant ryckts med i överskjutningarna eller ock uppveckats.

Kölizonen utgöres till största delen av fylliter, grafitfylliter, kvarts- och kalkfylliter samt kalkstenar och konglomerat, huvudsakligen kvartsitkonglomerat. Redan för länge sedan hava i Trondheimsfältet talrika fossilfynd visat den ordovicisk-siluriska åldern av denna serie. På svensk sida förelågo endast crinoidéfynd tills KULLING (1925 och 1933) kunde påvisa en hel del siluriska fossil. Den horisont, som jag tidigare (1925) använt mig av för en uppdelning av fylliterna i en äldre och en yngre avdelning (fig. 5), hade jag på grund av parallelliseringar med norska förhållanden, bl. a. VOGT 1922, antagit vara av mellanordovicisk ålder. Enligt KULLING skulle den emellertid beteckna gränsen mellan ordovicium och silur. Horisonten i fråga markeras av ett kvartsitkonglomerat, "Vojtkonglomeratet", med direkt överlagrande crinoidéförande kalksten. Under denna gräns

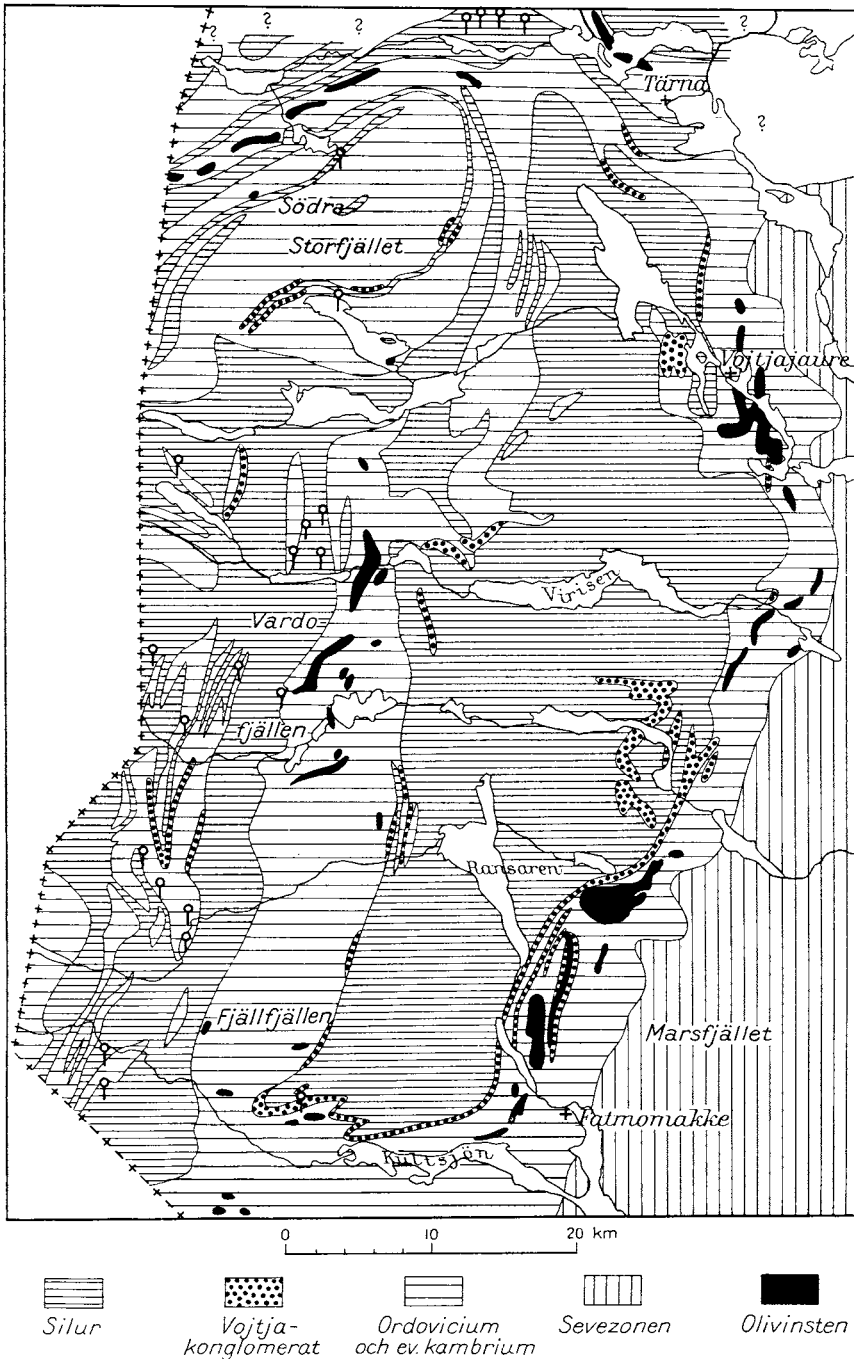


Fig. 5. Karta över fördelningen i stort mellan silur och ordovicium samt ev. äldre lager inklusive olivinstenarna i sydöstra delen av Västerbottens fjälltrakter. Övriga eruptiv hava här icke medtagits. Skala 1 : 400 000.

ligga övervägande kvartsiga fylliter samt grafitfylliter. Över densamma dominera kalkfylliter, kalksandstenar och svarta lerskiffrar. De senare äro äldre än kalkfylliterna men ej alltid utbildade. Denna crinoidéförande kalkstenshorisont är dock icke direkt följd in i det av KULLING (1933) funna fossilförande området. I kölizonens övre del ingå även gabbrogrönstenar, tuffartade sediment samt intrusioner av Trondheimitisk karaktär, utlöpare från St. Børgefjelds stora granitmassiv. Ibland äro dessa lagerintrusioner av granulitiska ibland mera bandade, mylonitartade, extremt kvartsrika derivat (Högbom 1925). I undre delen av serien dit även *kärvskiffrarna*, porfyroblastskiffrarna, höra, ingå här och var effusiva grönstenar med keratofyrer, den s. k. *Mesketserien*, samt kvartsporfyre. Kärvskiffrarna hava utgått från såväl sedimentärt som eruptivt material, men utgångsmaterialet är i de mera metamorfa utbildningarna stundom svårt att identifiera.

Den egentliga *sevezonen*, "den kristallina seven", med sina granatglimmerskiffrar, granatgnejser, injektionsgnejser, amfibolitmassor och sura eruptiv är ett högmetamorft och svårtolkat komplex. I väster synas kärvskiffrarna åtminstone i regel direkt överlagra och nedåt övergå i seveskiffrar. I öster ligger denna sevezon skjuten ut över randbildningarna mot vilka sålunda inga säkert primära kontakter föreligga. Emellertid synes det ofrånkomligt, att i sevezonen ingå dels högmetomorfa derivat av sparagmit-kvartssitserien, dels högmetomorfa derivat av kölizonens bergarter. Amfiboliterna hava genombrutit denna komplex och i sin tur uppladats av sura eruptiv, vilka på flera håll så injicerats i de omgivande sedimenten, att migmatiter, injektionsgnejser, och helt granitiserade bergarter uppstått.

Olivinstenarna med sin växlande utbildning äro alltid äldre än Vojtjakonglomeratet och synas bilda en bestämd horisont inom de undre fylliterna och kärvskiffrarna. Peridotiter av samma karaktär finnas dock även i sevezonen och i amfibolitmassiven. En viss halt av krom förefinnes oftast i dessa peridotiter, men den uppgår endast till några få 10-dels procent och är sålunda alldeles värdelös.

Fjällkedjans malmer utgöras med undantag för en del obetydliga sulfidmalms- eller titanomagnetitförekomster i sevezonen av sulfidmalmer knutna till den övre fyllitseriens gabbro- och Trondheimitintrusioner. Lika visst som i dessa eruptiv föreligger en hel serie av differentiat från normala gabbror till kvartsdioriter och natronbetonade sura led, Trondheimiter, lika visst är att sulfidmalmen

hava sina speciella karaktärer, allt efter det de äro mer eller mindre direkt knutna till det ena eller andra differentiatet. Ena ändledet är nickel-magnetkistypen dit den kompakta svavel-koppar-magnetkistypen närmast torde höra, d. v. s. den s. k. Sulitälmatypen. I Västerbotten anser jag i varje fall, att Remdalsmalmen (A. Högbom 1925) är en dylik, men in situ liggande, ortotektisk sulfidmalmsutsöndring i gabbron och som därför liksom denna uppvisar mylonitstrukturer. Andra kismalmer, t. ex. nyfynden från sommaren 1937, visa samband med surare grönstenar och därmed samhöriga derivat. De hava också sina speciella karaktärer. Sist i serien kommer den pneumotektiska Stekenjokktypen (A. Högbom 1925, 1928), den mest lågtempererade malmen, bildad genom metasomatiska processer, dels inom, dels i omedelbar anknytning till en Trondheimitisk, granulitisk lagerintrusions utkilande och kristallisation. Sulfidmalmsdepositionen har här skett samtidigt med sericitkvartsitbildning och kalcitutfällning i omedelbar anslutning till veckningsrörelsernas avslutande. Stora ogranulerade kalkspat-“ögon“ inuti malmen visa, att ingen egentlig pressning träffat malmen sedan dessa bildats.

Malmmineralen i dessa malmer utgöras av svavel-, koppar- och magnetkis, zinkblände och mera sällan blyglans. I vissa typer förekommer även rätt mycket magnetit, tillhörande samma bildningsepok som sulfiderna. En helt obetydlig guldhalt har påvisats i malm från Stekenjokk.

En speciell typ av malm representeras av Grinntjärn- eller Kamgruvestråket vid Tängvattnet i Tärna s:n. Här föreligger öster om tjärnen en stor kvartskropp intruderad i fylliterna men utan kishalt. Väster om tjärnen finnes ett 20-tal kvartsgångar (fig. 6) av vilka de östligaste visa höga men ojämna halter av blyglans, zinkblände och stundom även guld och silver. Kiser saknas nästan alldeles. Ju längre mot väster desto fattigare och värdelösare kvartsgångar. Deras bredd är max. 1,5 meter, varför det ekonomiska värdet är lågt. Ett par värdelösa bornitförekomstar i olivinsten samt av antimonfahlerts inom Tärna socken må även nämnas.

Av speciellt intresse för malmetningen, här liksom i Skelleftefältet, är att malmerna uppträda med nära nog stratigrafisk regelbundenhet i närheten av den ovan nämnda crinoidéhorisonten samt dessutom inom en av tektonikens huvudzoner, nämligen den av grönstens- och Trondheimitintrusioner karakteriserade västra kölizonen,

KAMGRUVORNAS KVARTS-SULFIDMALMSGÅNGAR
vid Tångvattnet i Tärna s:n

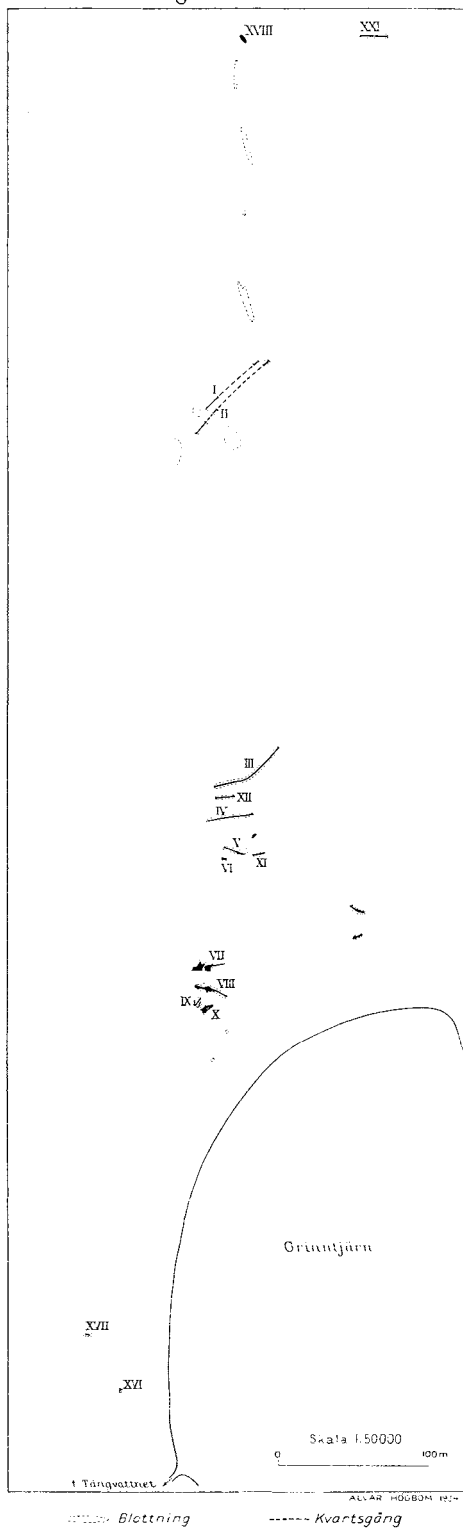


Fig. 6. Karta över
de sulfidmalms-
förande kvartsgångarna N om
Tångvattnet
i Tärna socken.

som i stort sett är av synklinal karaktär. Detta framgår av fig. 5, där ett försök gjorts till uppdelning av köliskiffarna i en äldre och en yngre avdelning, vilket i regel har skett genom följandet av den tidigare angivna gränzonen, men inom mindre områden genom följandet av grafitfyllit- eller kalkfyllitstråk. I det senare fallet kan icke med säkerhet avgöras, om t. ex. grafitfylliterna äro ordoviciska och äldre eller om de äro av silurisk ålder. Försöket torde i varje fall visa vissa tektoniska huvuddrag samt även huru de stora dragen stundom lösts upp i en del små syn- och antiklinaler. De stratigrafiskt regelbundet uppträdande olivinstenarna hava inlagts, men för övrigt har det bortsetts från eruptiven. Så utgöres t. ex. Fjällfjällens antiklinal nästan huvudsakligen av s. k. eruptiva kvartsiter och granulerade graniter men endast obetydligt av grafitfylliter. Eruptiven höra dock här till den undre grafitfyllitzonen.

Malmfyndens regionala fördelning framgår även av figuren. Denna stratigrafiska och tektoniska fördelning har förf. tidigare påtalat vid flera tillfällen (1921, 1925 och 1928), tidigast i anslutning till ett föredrag av professor Th. Vogt i Stockholm år 1921.

I sevezonen förekomma här och var till och med ganska utbredda impregnationer av kopparkis i amfibolit och andra bergarter samt även små järnmalmskoncentrationer, både med och utan titanhalt. En titanhaltig, helt obetydlig koncentration uppträdde i en egenartad eruptiv, extremt kvartsrik bergart. Ingen av förekomsterna i denna zon har hittills visat sig vara av ekonomisk betydelse.

Malmletning.

Malmletning efter moderna principer och i verkligt systematiserad form innebär berggrundskartering, blockletning i samband med kvartärgeologisk undersökning, geofysikaliska mätningar, tolkning av vunna resultat samt blottningsarbeten.

Erfarenheterna både i Västerbotten och på andra håll hava visat att geologin är "a" och "o" i all malmletning och att ledningen av sådan verksamhet bör läggas i händerna på en verkligt skolad och dessutom praktiskt inriktad geolog. Denne skall för geofysikern angiva eventuella arbetsuppgifter och han skall sedan tillsammans med den senare tolka resultaten av mätningarna och dirigera blottningsarbetena.

Geologisk undersökning.

Berggrundskarтерingen. När malmletning tages upp inom ett område, bör först och främst genom översiktsrekognoscering vara avgjort, om det överhuvudtaget inom detsamma förekommer sådan berggrund, som kan vara malmförande. Om så är fallet, igångsättes en så detaljerad kartläggning av de aktuella partierna, som blottningarna medgiva. I områden, som äro särskilt dåligt blottade, kan det vara nödvändigt att här och var gräva sig ned till berggrunden för att få några hållpunkter på densamma. I allmänhet är det lämpligt att kartera i så stor skala som möjligt. Sammanställningar i mindre skala 1:20 000 eller 1:50 000 t. ex. äro dock nödvändiga för översiktligheten. I första hand användes tillgängligt kartmaterial såsom topografiska kartor, gärna uppförstorade, lantmäteri- och skogskartor. Då detta kartmaterial icke är till fyllest, får man göra sig kartor själv. I Västerbotten hava i stor utsträckning hantlangare tagna bland orsbefolkningen kommit till användning för detta ändamål och med synnerligen goda resultat. Omdömet gäller såväl Skelleftefältet som fjälltrakterna. Man låter helt enkelt ett "lag" gå linjer med kompass och stegning på t. ex. var 100-de meter mellan stakade och noggrant uppmätta baslinjer på 1 à 2 kilometers avstånd från varandra. En man sköter t. ex. kompass och stegning, en annan ritar in hållar, myrkonturer, malmblock, ägo gränser och eventuellt lämplig topografi, varjämte 2 man, en på var sida, hjälpa till med instegning av konturerna, leta block samt taga prov av blottningarna. Prov och berghållar åsättas samma nummer. I allmänhet hava dessa kartläggningar skett i skalan 1:2 000, 1:4 000 eller 1:8 000, de senare vanliga skogs- och lantmäteriskalor. Stundom hinner man staka upp området för den geofysiska mätningen och då är det ju bekvämt och lämpligt, att inlägga detaljerna i geologin i förhållande till detta staknät, varigenom konnektionen med mätningsresultaten är lätt att göra. Det bör framhållas att dessa stakningar, som avse att åstadkomma ett vinkelrätt rutnät, ofta ske på ackord, varvid farten uppdrives till förmån för antalet per dag stakade kilometer men till förfång för noggrannheten. Stakningen bör därför kontrolleras så att det hela icke blir skevt, ty då kunde mätresultaten, som alltid inläggas på rutpapper med räta vinklar, giva en felaktig bild, förutom det att konnektion med andra kartor blir felaktig. Detta är faktiskt viktigare än

man vill tro, ty vid mycket stora stakningar bliva felen stundom ganska stora.

Under senare tid har kartläggning genom flygfotografering vunnit alltmera terräng och det är ju intet tvivel om att man i dessa flygfotokartor fått ett utomordentligt gott kartmaterial för prospekteringsändamål. Exempel härpå kan ju kanske främst uppvisas från Norge, där ju dylik kartläggning skett speciellt för prospektering i ett par områden.

A. B. Elektrisk Malmletning i Stockholm har bland sina verksamhetsgrenar upptagit prospektering från luften. Denna kan dock endast bedrivas i vegetationslösa områden såsom öknar, fjälltrakter ovan trädgränsen samt i frispolade kustområden. I skogsområden eller i trakter, där annan vegetation i större utsträckning täcker marken, kan man icke se någonting av värde utav berggrunden. Detta har jag egen erfarenhet av från Sverige, Balkan och Alaska. Särskilt i sistnämnda land hade jag tillfälle att under mer än en månad pröva prospektering från luften, då jag under denna tid disponerade ett flygplan för detta ändamål.

Förutom att bergartsstråken karteras upp genom detaljarbeten, skola vid dessa strykning och stupningsförhållanden, veckaxlar och stängligheter inläggas. För en ordentlig utredning av tektoniken, som icke blott är bestämmande för malmernas geologiska läge utan även för deras form och storlek, är det nödvändigt, att man har klart för sig huru det område, man malmlerar, fogar sig in i den stora tektoniken. Det är sålunda nödvändigt med en regional kännedom om ett större område.

Såsom förut framhållits uppträda sulfidmalmen såväl inom Skelleftefältet som i fjällkedjans kölizon med en viss stratigrafisk regelbundenhet. I Skelleftefältet följer malmzonen fyllitseriens undre gräns, vilken i sin tur i regel kan följas såväl elektriskt som magnetiskt. I fjällen utgöres ledhorisonten av gränssonen mellan ordovicium och silur, vilken där markeras av en crinoidéförande kalksten samt ett direkt underlagrande kvartsitkonglomerat. Denna gräns är mestadels följbär kilometer efter kilometer och utgör liksom förut angivna fyllitigräns en utomordentligt god ledhorisont för malmletningen. Kartläggningen av dessa horisonter medför också att man därigenom samtidigt får fram viktiga tektoniska ledlinjer.

Vid bedömandet av de tektoniska förhållandena måste framhållas faran av att på grund av brant stående små veckaxlar eller stängligheter antaga stora djupgåenden på eventuella malmer. Såväl i Skellefte-

fältet som i fjällen har det visat sig att hela tektoniken, sedd i stort, är mycket flack och förhållandevis grund. Vertikala lagerställningar och vertikala stängligheter äro emellertid mycket vanliga. De sistnämnda äro dock ett slags sekundär- eller andrahandsfenomen, som ofta stå vinkelrätt mot den egentliga fältriktningen eller mot de stora veckaxlarna. Här som över allt i bergskedjor åstadkommer bergskedjetrycket icke blott en serie longitudinella, mot nämnda tryck vinkelräta veck, utan på grund av inhomogeniteter även tvärveckningar med axelkulminationer resp. -depressioner i de stora longitudinella vecken. Härvid bildas även dessa stängligheter eller småveck. De representera sålunda icke en senare veckningsrörelse. På fig. 3 visas huru malmer grupperat sig på ömse sidor av ett genom hållar, elektriska mätningar och diamanborrning kartlagt fyllitstråk. På södra sidan ligga Åsenmalmen i en rad med nästan horisontell fältutsträckning, men enligt kända blottningar med ofta mycket utpräglad vertikal stänglighet. På norra sidan ligger den 1100 meter långa Kedträskmalmen. I leptitserien inom detta område återfinns man denna flacka tektonik. Väster om det på fig. 30 visade området vidtager det s. k. Malånäsområdet, där staten har en hel rad fyndigheter liggande i ett långt stråk. Även här visar den allmänna geologin, att fältstupningen måste vara mycket flack, och att sålunda malmen icke kunna förväntas hava några större djupgåenden, vilket även senare blottningsarbeten bestyrkt på flera ställen. Endast i vissa, ur tektonisk synpunkt gynnsammare områden hava malmen djupgåenden, som mera motsvara deras storlek i dagen t. ex. Boliden.

Blockletning och kvartärgeologisk undersökning. En övervägande del av upptäckterna av Skelleftefältets malmer har skett på grund av uppgifter från ortsbefolkningen. I en del fall har nära nog moderklyften direkt påvisats, men de flesta fynden hava gjorts med utgångspunkt ifrån av befolkningen uppvisade malmblock i morän. Då ett fynd av malmblock anmälts, gäller det att få se fyndplatsen för att kunna avgöra, huruvida blocket är funnet i morän och i så fall om det är en primärt avlagrad sådan. Block i glacifluviala avlagringar äro praktiskt taget utan värde, likaså block som ligga i moränflottar, alltså i moränpartier avlastade av något isberg. Det sistnämnda förekommer ej endast under högsta marina gränsen, M. G., utan även i områden, som varit intagna av isdämda sjöar. Sådana hava förekommit rikligt i fjälltrakterna men även här och där öster om fjällen.

I fjälldalar, vilka delvis utfyllts av issjosediment eller andra glacifluviala avlagringar genom vilka bäckar skurit sig ned, förefaller det ofta som om bäckbottnen utgöres av stenig morän, varför denna göres till föremål för blockletning. Emellertid är detta ofta felaktigt, ty stenigheten är beroende på anrikning av ur de övervägande fin-korniga sedimenten utsköljt material. Malmblock i sådan miljö äro sålunda ingenting att rätta sig efter. Å andra sidan kan man trots ivrigt letande i dylika bäckar icke finna ett enda malmblock, trots att hela blocksamlingar hittats på dalsidorna strax intill, t. ex. i strandlinjernas urspolningar. Detta negativa resultat får icke fattas så, att moderklyften till blocken skall ligga emellan bäcken och blocksamlingen, om transporten gått över bäcken mot det område, där blocken hittats. Har blocktransporten å andra sidan gått i motsatt riktning, får man gå över till motsatta dalsidan för att hava några utsikter att hitta flera block. Det negativa utslaget av letningen i bäcken får sålunda icke tolkas så, att blocken icke transporterats så långt.

I samband med blockletningen, som ju gärna sker samtidigt med berggrundsundersökningen, ehuru intensifierad, om den givit positiva resultat, måste geologen göra sig mycket förtrogen med områdets allmänna kvartärgeologiska förhållanden såsom isrörelser, isavsmältning, förekomsten av isdämda sjöar, högsta marina gränsens läge, de lösa avlagringarnas karaktär av morän, omlagrad morän, isälvsavlagring, issjosediment eller fjordsediment. Ej heller har blocktransporten alltid ägt rum efter den isrörelse, som registrerats i nu iakttagbara isrepor.

Inom Skelleftefältet äro i regel endast yngre räfflor bevarade, om än dessa visa en del variationer i fråga om riktningen. En närmare granskning av hållarna brukar dock här och var resultera i fynd av korsande räfflor, i regel visande en äldre isrörelse från, i stort sett, västnordväst och en yngre från nordväst. I allmänhet synas blocktransporterna nog hava skett med den äldre.

I fjälltrakterna äro isrörelserna och avsmältningförhållandena långt mera komplicerade. Lokala starka avvikelser på grund av skarpa markerade topografiska drag möta en och annan gång även i länets nedre delar, men i fjällen äro förhållandena besvärligare att utreda och där måste alla möjliga data tagas till hjälp för att utreda isens rörelser under olika skeden. Se vi på södra delen av Västerbottensfjällen kan där först och främst en äldsta isrörelse från väster mot öster konstateras, dels genom mot väster vända stöt-

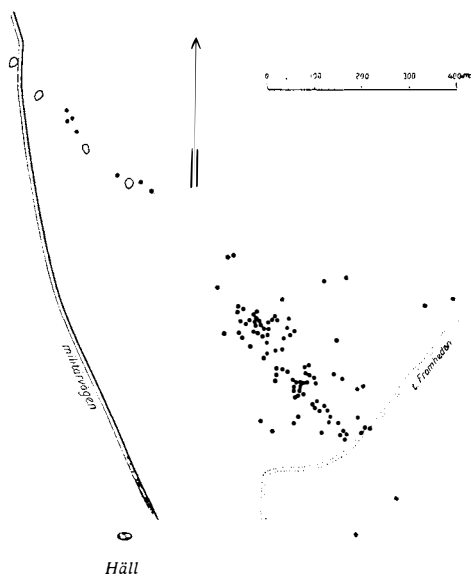


Fig. 7. Karta över blockspridningen från ett smalt stråk av kisimpregnerad leptit vid Fromheden i Norsjö socken.

(Förut publ. i 15.)

sidor, dels genom från norsk sida otvivelaktigt härstammande bergartsblock. Dessa rörelser härröra från de stora Børgesfjeldsglaciärerna, som i istidens början rörde sig in mot Sverige. Sedan den stora sammanhängande landisen bildats, blev det i dessa trakter en rörelse från öster mot väster och denna kan fastställas däri-genom att isdelaren då låg så långt öster om fjällen, att urbergsbergarter från öster transporterades långt västerut in i fjällen. Under avsmältnings-skedet erhöll isen en rörelse från sydost mot nordväst och ännu senare uppstodo tunna flacka skällor, som här och var sköto fram i olika riktningar,

ofta från söder mot norr. Slutligen visar det sig med bestämdhet, att smärre blocksamlingar, ofta ganska koncentrerade och liggande så att säga ovanpå det egentliga moräntäcket, härstamma från lokala glaciärer i sen- eller postglacial tid. När det då visar sig, att malmblock transporterats med alla dessa riktningar, dock oftast i varje enskilt fall endast med en eller två, förstås lätt, huru viktigt det är att de glacialgeologiska förhållandena från början utredas ordentligt. Ibland kan det hända att en första blocktransport skett med en äldre isrörelse men att sedan en yngre flyttat på dessa block till ett sekundärt läge. Då räfflor från en äldre rörelse ofta ut-suddas genom en yngre, kan man vanligen få leta mycket, innan man genom fynd av korsande räfflor kommer på lösningen av problemet.

Emellertid finnes det en hel del andra saker, som kunna krångla till förhållandena, då man genom blockletning söker komma moder-klyften så nära som möjligt, innan man sätter igång med geofysika-liska mätningar. I trakter med blockfattiga moränytor eller då dessa äro moss- och risbevuxna, bör man tillgripa grävandet av särskilda blockgröpar, gärna djupa, eller också långa, grunda diken för att på

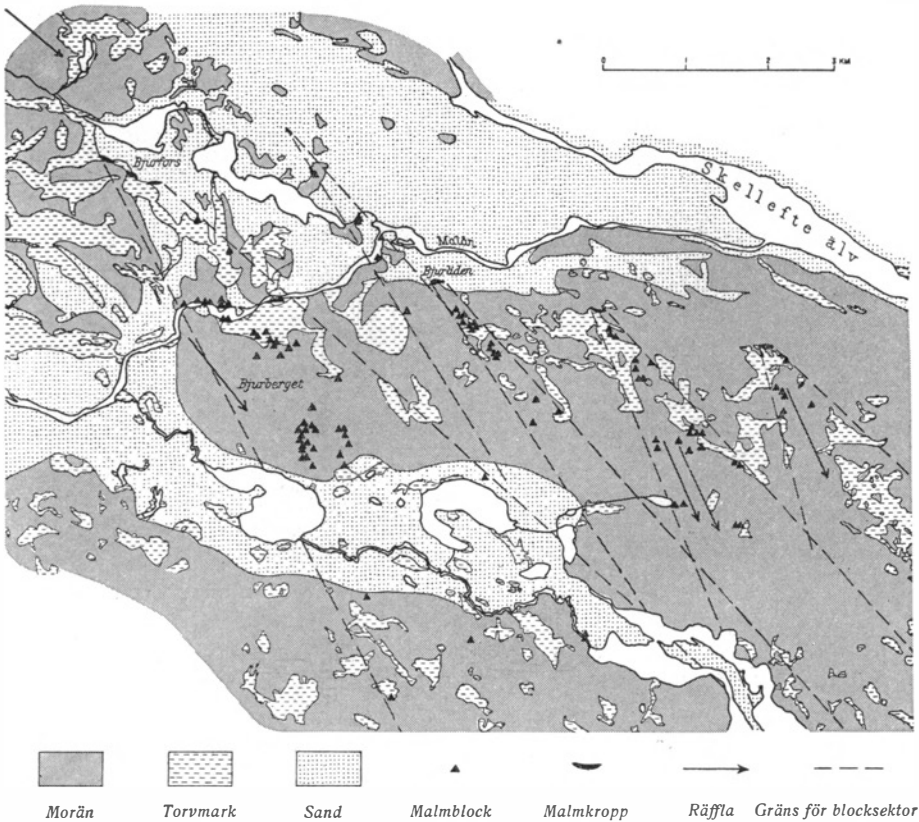


Fig. 8. Karta över blockspridningen från några malmer i Malänäsfältet i Norsjö socken. (Förut publ. i 15 och 17.)

så sätt öka chanserna till blockfynd. Ibland kan en blockräkning hjälpa till att avgöra, varifrån moränen härstammar, men beträffande malmblocken gäller att varenda ett, stort eller litet, registreras och inlägges på en karta. Då blocken spridas alltmera ju längre de komma från sin moderklyft, uppstår en blockspridningssektor, vars spets pekar på blockens moderklyft, alltså den punkt varifrån blocken härstamma och varest bissektisen till denna sektor utvisar transportriktningen. Fig. 7 visar ett område med en vacker spridningssektor från ett smalt stråk av en mycket karakteristisk, kisig leptit. Området uppvisar synnerligen blockrik morän och all vegetation var vid kartläggningen avlägsnad genom en skogsbrand. I områden, där flera malmer förekomma nära intill varandra, kan man ofta särskilja be-



Fig. 9. Stort block av kopparrik svavelkis från Vilhelminafjällen.
Meterstockarna angiva storleken. (A. Högbom foto.)

stämda malmtyper och på så sätt hålla de olika malmernas block skilda, även om spridningssektorerna griper in över varandra. Ett dylikt fall kan anföras från "Malånäset", fig. 8, där man har 7 malmkroppar vilkas blockspridning griper in i varandra, men vilka också samtliga var och en hava sina speciella mineralogiska karaktärer, så att blocken från de olika fyndigheterna icke blandas ihop.

Det var för övrigt på de sedan sekelskiftet kända blocken på Bjurbergets nordsida (se fig. 8), som S. G. U. tog upp malmletningen i Skelleftefältet. De längst bort anträffade, från dessa malmer säkert härstammande blocken hava transporterats över 8 kilometer.

I allmänhet torde man kunna påstå att malmblocken icke uppträda så särskilt långt från sin moderklyft, men i ett fall har jag en samling malmblock, som på grund av sin särdeles karakteristiska utbildning kunnat identifieras och vilkas transportlängd kunnat fastslås till 35 kilometer. Det kan i detta fall tänkas att det från början varit ett enda mycket stort block och att detta under transporten gått sönder och att de olika delarna avlastats litet spridda. Beträffande storleken på malmblocken är den givetvis mycket varierande. De största block, som hittills anträffats, torde uppgå till 15 à 20 ton (fig. 9).

I en del områden visar det sig att man har att göra med två skilda moräntäcken, ett undre av lokal natur och ett övre med mera långtransporterat material. Ett sådant fall föreligger i Adak-Kuorbevarerområdet. Där anträffades vid en dikesgrävning toppen av ett block av kopparhårdmalm. Den blottade moränen visade ett mycket enhetligt blockmaterial av Vargforskonglomerat och måste vara transporterat minst 16 kilometer. Till denna moränsemble kunde blocket absolut icke höra. När sedan hela blocket grävdes fram, visade det sig att det tillhörde en undre morän, vars material bar helt lokal prägel och att blocket på grund av sin storlek kommit att skjuta upp i den övre, "främmande" moränen.

Ett annat fall med två moräner, men av helt annan art, har mötts i Vindelgransele. Här hade gjorts ett fynd av malmblock. Med utgångspunkt från den för trakten vanliga

isrörelsen från nordväst företogs här magnetiska och elektriska mätningar samt sedermera några grävningar på de erhållna indikationerna. Några visade sig vara förorsakade av grafitisk fyllit (i fält oftast kallad "svart skiffer"), men ingen malm. I stället kom det fram att blocken tillhörde en starkt rostig övre morän, som genom ett jordskred åkt ut över den andra rost- och blockfria moränen ungefär vinkelrätt mot istransportriktningen. Genom nya mätningar

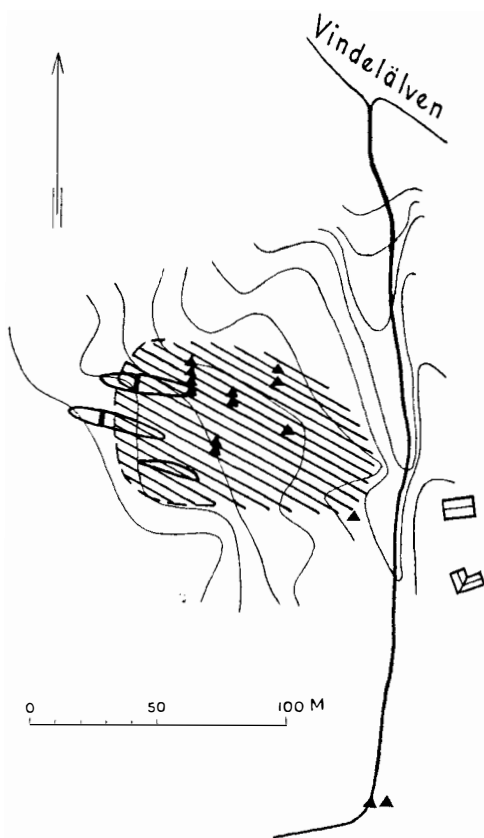


Fig. 10. Malmblockspridningen med blocken i sekundärt läge vid Vindelgransele i Lycksele socken. Streckat område betecknar jordskredet, trianglar beteckna malmblock.

Isrörelseriktningen är från nordväst.

(Förut publ. i 15.)

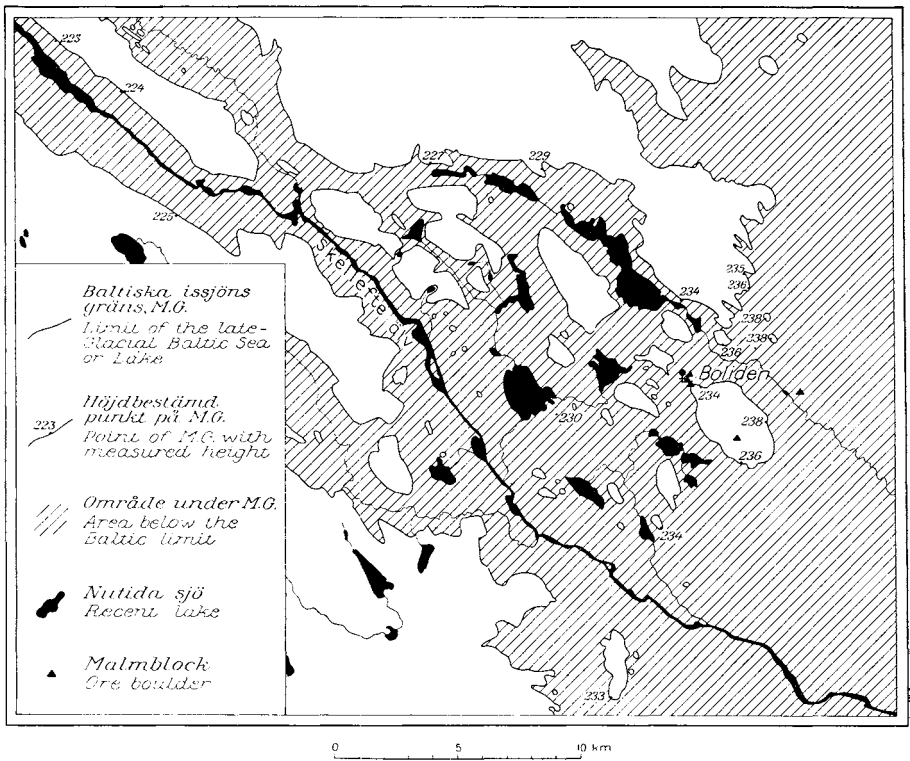


Fig. 11. Karta över havets största utbredning i Bolidentrakten upprättad 1933 av Erik Nilsson. (Förut publ. i 17.)

och grävningar något ovanför, väster om, de föregående blottades sedan den malm, vars moderklyft söktes (fig. 10).

Det i Bolidenområdet först anträffade malmblocket, som föranledde mätningar mot nordväst, visade sig vid närmare undersökning ligga under högsta marina gränsen, M. G., och tillhöra en s. k. moränflotte, som avlastats av ett strandat isberg. På grund av andra blockfynd kom sedan letningen in på rätt bog (fig. 11).

I Mensträskets grunda östra del anträffades en stor samling vackra kisblock. Denna koncentration av block berodde dels på att en del av blocken frispolats ur en strandvall, som sammanskjutits av is, dels på att en del block genom isskjutningen förts från sin ursprungliga avlastningsplats österut mot den strand, där de nu observerats (fig. 12).

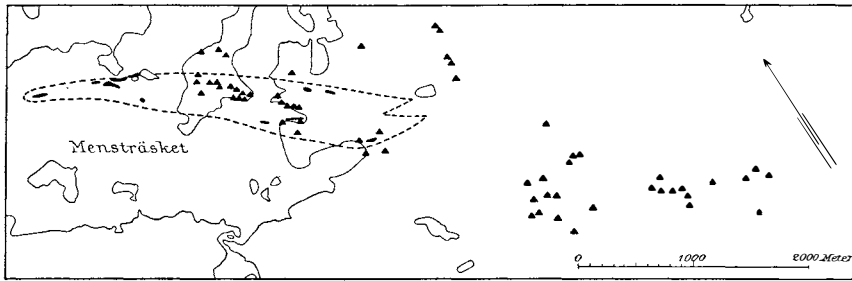


Fig. 12. Karta över malmblockspridningen i och vid sjön Mensträsk. Inom den streckade linjen den malmförande leptitantiklinalen, där malmerma också utmärkts. (Jfr. fig. 38 i 17.)

I en del fall har det visat sig att malmblock, som kommit upp i markytan vittrat sönder, så att dylika block endast träffas genom grävning. Exempel på lättvittrande block äro arsenikkisblocken vid Rakkejaure, som efter det de framgrävts och slagits sönder med hammare, på några få år vittrat sönder till skorodit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{As}_2\text{O}_5 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$) samt att magnetkis-svavelkisblock, som genom markasit- eller svavelkisnybildning alldeles vittra sönder på mycket kort tid.

En mången gång besvärlig sak, särskilt i områden som man inte hunnit sig lära känna fullständigt, äro de blockfynd som uppvisas av "intresserade" blockletare och vilka senare i själva verket äro gruvskojare. Sådana dyka alltid upp, när malmletning kommit igång i en trakt. Gäller det ett första fynd, som kan förväntas giva anledning till upptagandet av malmletning i ett nytt område, bör den ansvarige geologen själv så vitt möjligt bese blocket i dess ursprungliga läge och noggrant se efter att det är ett moränblock samt att det icke är ditburet. Alltför stor godtrogenhet gent emot okända blockletare kan stundom förorsaka tidsödande och kostsamma undersökningar, innan man kommer under fund med att det hela är utan utsikt till positivt resultat.

Ingående studier av moränen i allmänhet, ibland i förening med blockräkningar, måste i regel tillgripas för att i hållfattiga områden kunna få någon uppfattning om berggrundens fördelning. En väl fältränad geolog, som därtill är förtrogen med det område han arbetar i, reagerar nästan automatiskt för moränens variationer och kan då också bedöma från fall till fall, om moränen har en lokal prägel eller ej.

Geofysikaliska mätningar.

I allra äldsta tider skedde malmupptäckterna tack vare att man fann malmernas utgåenden i dagen. Under 1600-talet började man använda den svenska gruvkompassen för att leta fram magnetiska malmer, i första hand magnetitmalmer. Under 1800-talet framkom magnetometern, som sedermera utvecklats ganska mycket och uppträtt i flera konstruktioner. De allra första elektriska malmletningsförsöken hänföra sig till 1829, i Sverige till 1906, men man kan gott säga att först år 1918 kom det egentliga genombrottet för de elektriska mätningsmetoderna, som då kunde tagas i praktiskt bruk. Utvecklingen av de geofysikaliska metoderna under tiden 1918–1938 har skildrats av en hel del fackmän i en rikhaltig litteratur (se 22) på vilken dock här icke skall ingås. Meningen är blott att i korthet redogöra för den utsträckning i vilken geofysikaliska metoder kommit till användning och för en del av erfarenheterna, huru dessa metoder verka.

Det kan då vara lämpligt framhålla att vid användandet av magnetiska och elektriska metoder det ofta är synnerligen förmånligt om laboratorieförsök kunna utföras på de malmtyper, som skola eftersökas, för att utröna just *de* malmernas speciella magnetiska och elektriska egenskaper. Dylika prov förutsätts kunna erhållas från lösa malmblock.

Magnetiska mätningar.

Magnetiska mätningar hava tidigare i regel endast kommit till användning för mätning på magnetiska järnmalmer och hava dessa mätningar i regel utförts med Tiberg-Thaléns inklinationsvåg med användande av stativ. Under arbetena i Västerbotten stod det genast klart att ett dylikt förfaringsätt vore alltför tidsödande för att vara av värde för undersökning av de vidsträckta arealer, det där var frågan om. Magnetometermätningen utfördes alltså som handmetod i det att instrumentet helt enkelt hölls i handen. För dessa mätningar hava i mycket stor utsträckning använts hantlangare tagna från ortsbefolkningen och hava dessa nått en sådan skicklighet att de göra avläsningar med en noggrannhet ned till en halv grad. De allra lägsta värdena måste dock med hänsyn till instrumentets egenskaper anses osäkra.

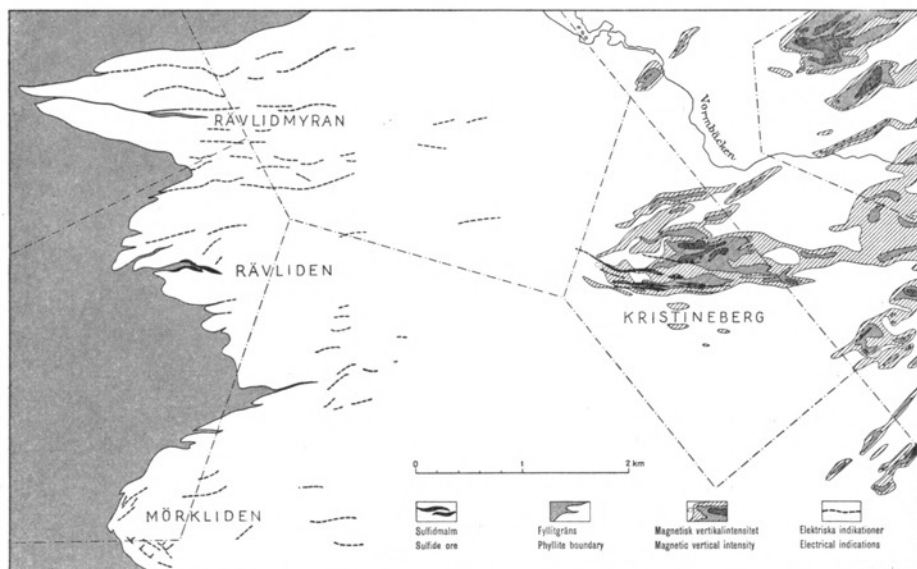


Fig. 13. Karta över Rävliiden—Kristinebergsområdet (Malå och Lycksele socknar) med magnetiskt och elektriskt karterade bergartsgränser, i väster fyllitseriens undre gräns, i öster en urgranitantiklinalns utfingrande gräns mot väster. (Förut publ. i 17.)

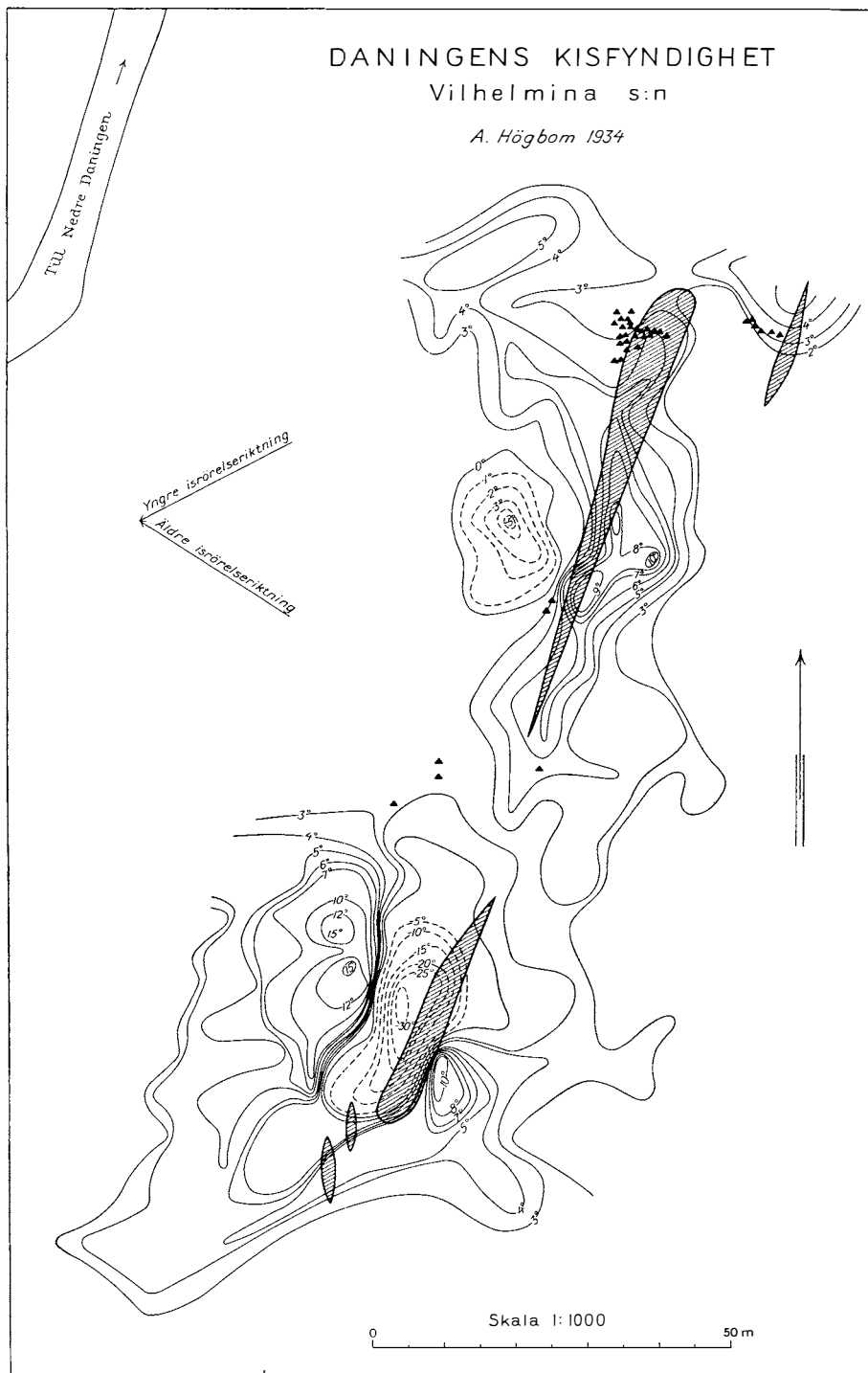
Dylika mätningar hava inom Skelleftefältet använts på sulfidmalmer överhuvud taget, då i regel dessa alltid hålla något magnetkis eller också magnetit. Genom undersökningar av Värynen har påvisats att magnetkisens magnetiska egenskaper variera med dess kemiska sammansättning och det har i praktiken visat sig att stora kroppar av helskäft magnetkis kunna vara nästan omagnetiska, under det att fattiga impregnationer av magnetkis kunna giva relativt stora magnetiska indikationer även av anmärkningsvärd styrka.


De svarta skiffernas eller grafitfylliternas magnetkishalt är i regel tillräcklig för att giva magnetiska indikationer. Då denna kiskörning i regel är bunden till bottenlagren av fyllitserien eller i alla händelser till denna series understa zon, har detta givit anledning till att denna karterats magnetiskt över långa sträckor. Då den egentliga malmzonen i regel följer denna gräns, ehuru något djupare, inses vilken fördel det innebär, att kunna använda magnetiska mätningar för detta ändamål. Härigenom blir det också möjligt att dela upp de elektriska indikationerna i magnetiska och icke magnetiska. (Se nedan beträffande Boliden p. 262). Även andra bergartskontakter hava

DANINGENS KISFYNDIGHET

Vilhelmina s:n

A. Högbom 1934



 Blottad malmlins


 Block av rik kismalm

Fig. 14. Magnetisk karta över Daningens magnetit-sulfidmalmsförekomst i Vilhelmina socken. H 1,0.

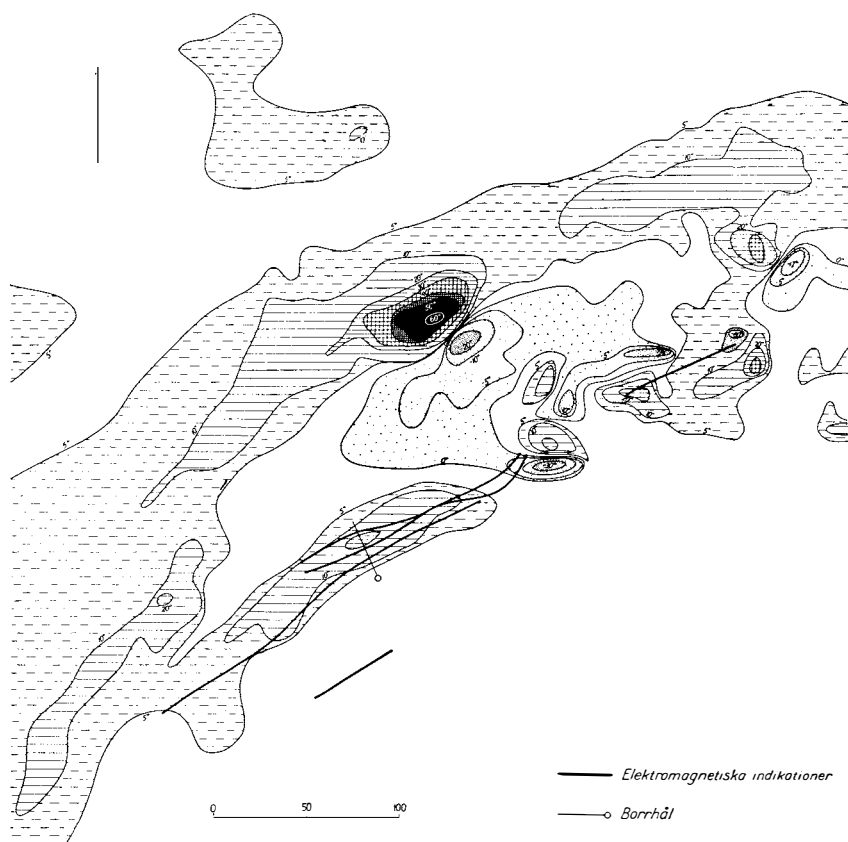


Fig. 15. Jämförelse mellan magnetisk och elektromagnetisk mätning vid Heden i Norsjö socken. (Förut publ. i 17.) $H = 1.0$.

kunnat följas magnetiskt såsom urgranitkontakten i Kristinebergsområdet (fig. 13).

I fig. 14 visas exempel på en magnetit-sulfidmalmsförekomst i fjällkedjan framtagen enbart genom magnetisk mätning. Vid Heden i Skelleftefältet visade det sig, att det fanns en liten dômeartad upp-buckling av leptitserien just i undre zonen av fyllitserien, som här karterats magnetiskt. En del magnetkis-svavelkisblock läto förmoda att deras anstående skulle vara att söka i anslutning till denna dôme, varför en elektromagnetisk mätning utfördes. En sammanställning av resultaten framgår av fig. 15. Ett diamantborrhål på den elektriska indikationen angav skarn, men moderklyften till blocken är icke anträffad.

Under senaste tiden har den Schmidtska vertikalvariometern tagits i bruk även för malmletningsändamål, givetvis för mätning på svagmagnetiska ledare. Även dessa mätningar hava i viss utsträckning anförtratts åt hantlangare med flerårig träning från andra mätningar. Även om mätastigheten med detta instrument icke kommer upp till den, som kan nås med Tiberg-Thalénvågen, så har dock Schmidtvågen visat sig verkligt praktiskt användbar såsom rekognosceringsinstrument och icke endast för kontroll av tidigare utförda elektriska mätningar. Under sensommaren 1938 har Schmidts våg använts av S. G. U. för rekognoscering sedan först en mera detaljerad "översiktsmätning" gjorts för att komplettera den jordmagnetiska översiktsmätningen av Sverige. Hela tiden hava de dagliga variationerna, som kunna bliva ganska stora, följts genom ett stationärt instrument.

Tolkningen av de magnetiska mätningsresultaten kan ju mestadels förefalla enkel, men torde dock icke böra överlätas åt vem som helst. Det är som ovan redan anförts icke rätt att av en stor stark indikation a priori antaga förekomsten av en stor rik malm, lika litet som en liten svag störning behöver betyda en obetydlig malm eller fattig impregnation. Förekomsten av bergarter, vilka på grund av obetydlig halt av magnetit eller magnetkis äro ordentligt magnetiska, måste alltid ihågkommas. En liten rund gabbrointrusion kan sålunda förorsaka en magnetisk störning, som på grund av form och storlek kan misstänkas vara en malm. Andra magnetiska bergarter äro t. ex. diabaser samt magnetitrika graniter, de senare ofta med stor utbredning. Den nu fullbordade jordmagnetiska kartläggningen av Sverige visar otvetydigt att berggrunden, även dess struktur i stort, orsakar stora anomalier.

Elektriska mätningar.

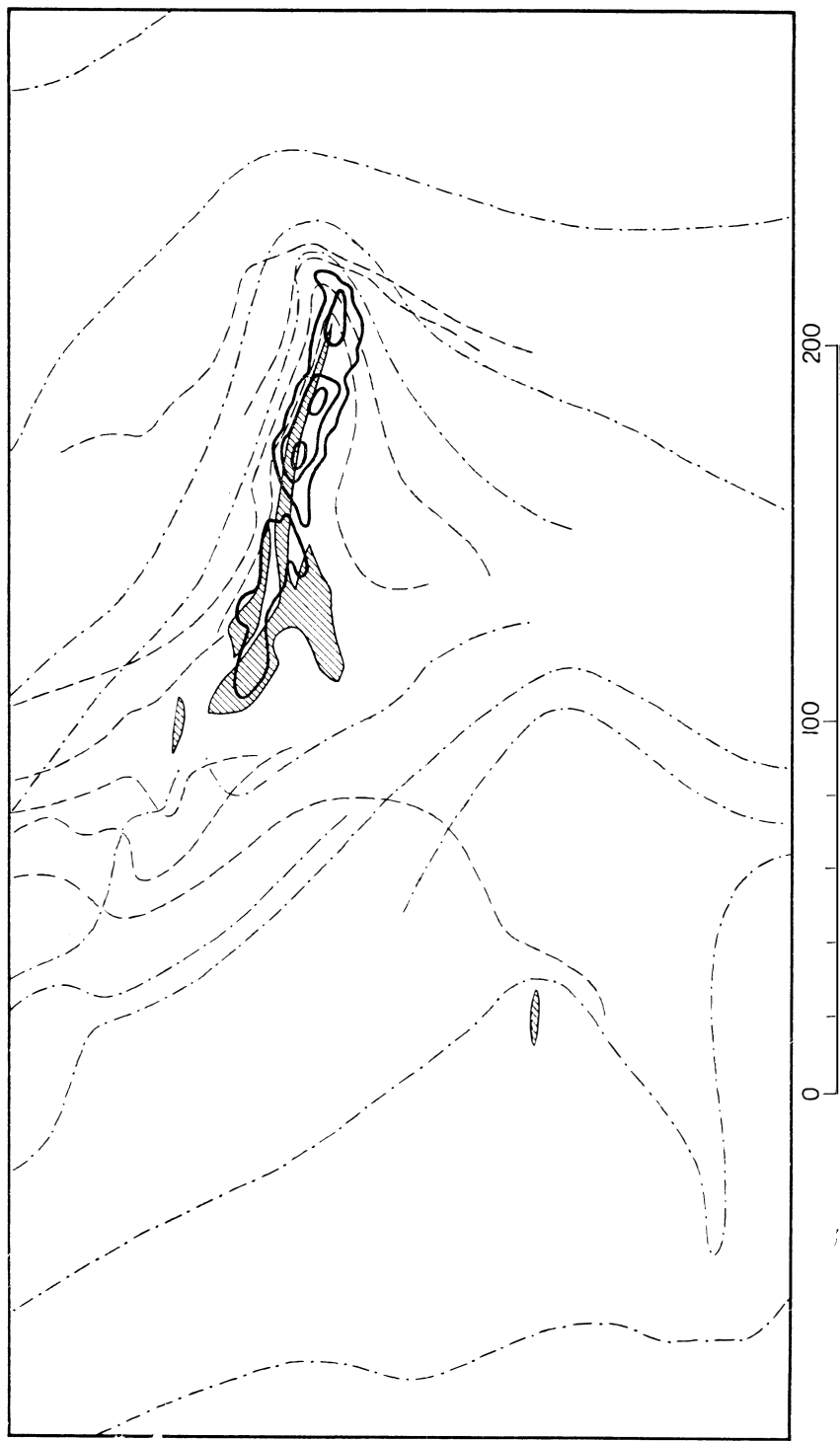
Elektriska metoder hava tidigare prövats vid flera tillfällen för geofysikaliska undersökningar och malmletning, men med mycket liten framgång. I Sverige skedde det i början på 1900-talet genom Jernkontoret 1906 och Sveriges geologiska undersökning 1913. År 1918 kom emellertid den Lundberg-Nathorstskas ekvipotentiallinjemetoden med raka linjeelektroder i bruk och den visade sig ganska fort innebära ett avsevärt framsteg, varför man kan säga att därmed började den moderna geoelektriska malmletningens epok. Dennas

första del sammanfaller med Skelleftefältets första utforskande och upptäckt såsom en sulfidmalmsbergslag. Upptäckterna av Stekenjokks och Remdalens kismalmer i fjällen 1919 1920¹ samt av Kristinebergsfältet i Skelleftefältet 1918 1919, sporrade överdirektör Gavelin att giva den elektriska malmletningen sitt stöd, varigenom tilltron till dess användbarhet även väcktes hos andra. Säkert är att upptäckterna av de många malmerna i Skelleftefältet samt konkurrensen mellan staten å ena sidan och Centralgruppens Emissionsaktiebolag, numera Bolidens Gruvaktiebolag, å den andra i allra högsta grad hava befrämjat de geoelektriska malmletningsmetodernas snabba utveckling.

De geoelektriska metoderna äro dels galvaniska, dels induktiva.

Den Lundberg-Nathorstska ekvipotentiallinjemetoden är en galvanisk metod, där växelström nedsändes genom tvenne parallella med jorden förbundna linjeelektroder. Strömfördelningen i marken uppmättes genom uppgåendet av de mot strömlinjerna vinkelräta potentiallinjerna. Detta sker genom en enkel strömkrets, en vanlig hörtelefon inkopplad till tvenne metallstavar. Den ena av dessa sättes i jorden och med den andra söker man tills ljudet i telefonen upphör. Då har man samma potential i de båda punkter stavarna befinna sig. Genom successiv förflyttning från punkt till punkt erhålles så en linje med samma spänning, en ekvipotentiallinje. Så gås den ena efter den andra upp. Är den strömförande marken homogen bliva ekvipotentiallinjerna raka och parallella med elektroderna. Finnes en "ledare" eller en kropp, som i ena eller andra riktningen avviker i ledningsförmåga från omgivande berggrund, blir strömfördelningen annorlunda och ekvipotentiallinjerna bliva krokiga (fig. 16, 17). Denna metod hade från början en enkel apparatur och var lätt att använda, men det visade sig att tolkningen av mätningsresultaten, särskilt där flera störningar uppträda intill varandra, var svår och lätt blev subjektiv och vilseledande, om ej hållblottningar kunde användas som håll- eller utgångspunkter. Metoden förbättrades dock så tillvida att strömtillförseln blev jämnare, när en bensinmotordriven generator ersatte den handdrivna; ljudförstärkning infördes, varjämte elektrodernas längd och inbördes avstånd ökades från 100 m upp till 1,5 km. Dock kvarstodo tolkningssvårigheterna. Till en början försöktes då magnetiska mätningar för att åtminstone lokalisera de störningar, eventuellt malmer, som voro magnetiska (fig. 16). Sedermera började

¹ Genom mätningar utförda av förf. med en mycket enkel utrustning.



Magnetiska kurror



Malm

Ekvipotentiallinje 200 m.s. elektroavstånd

Ekvipotentiallinje 1000 m.s. elektroavstånd

Fig. 16. Jämförelse mellan tvenne ekvipotentiallinjemätningar och magnetisk mätning vid Bjurråskgruvan i Norsjö socken. (Förut publ. i 17.)

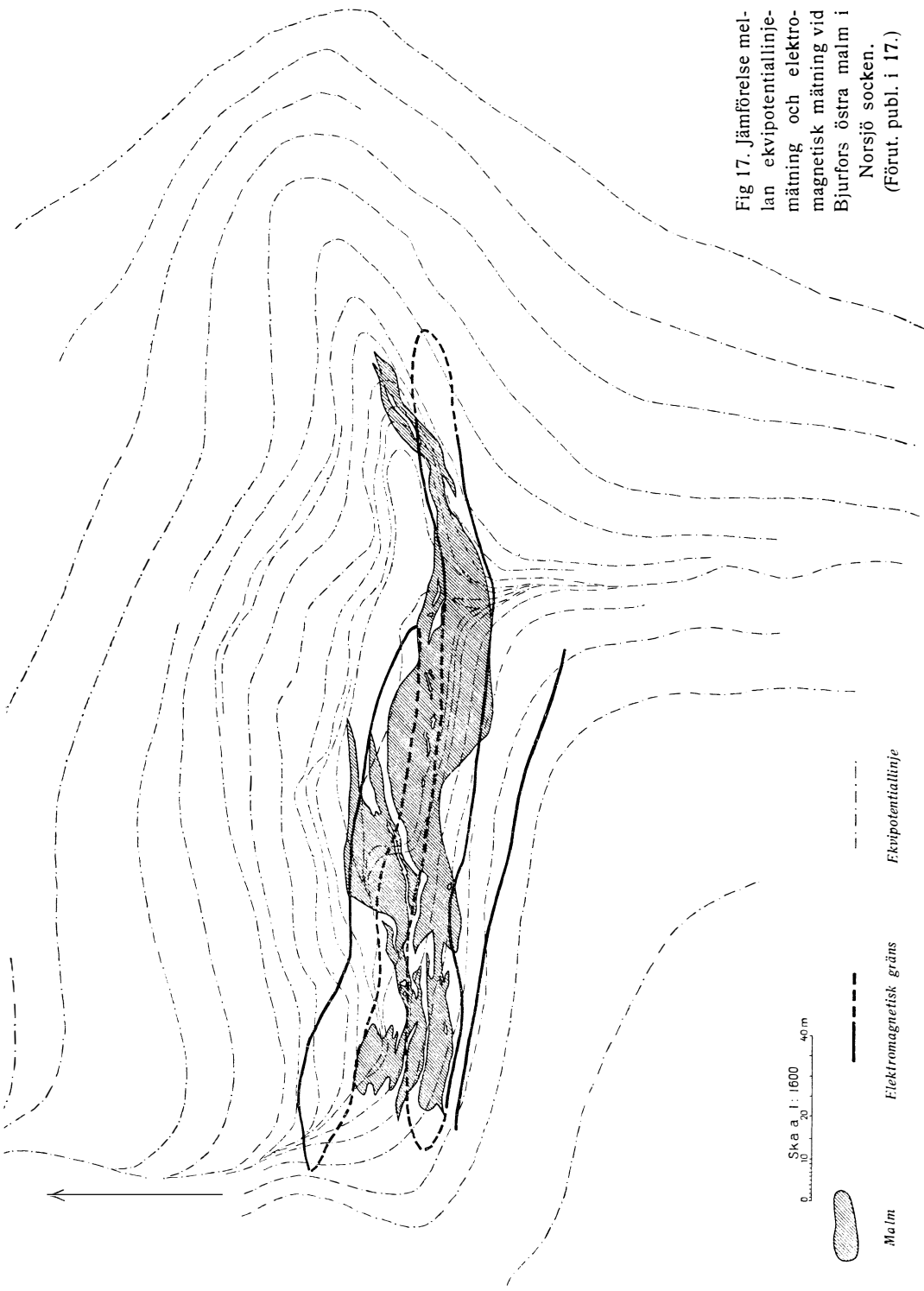


Fig 17. Jämförelse mellan ekvipotentiallinjemätning och elektromagnetisk mätning vid Bjurfors östra malm i Norsjö socken. (Förut. publ. i 17.)



Fig. 18. Turammätning.

man komplettera ekvipotentialmätningen med elektro-magnetiska mätningar (fig. 17). Metoden användes fortfarande för en del rekognosceringsmätningar samt med fördel, då det gäller utredandet av smärre detaljer eller att följa stråk eller malmer, vilkas utgående man känner. Den är dock mycket beroende på elektrodernas jordning och kan sägas vara oanvändbar vintertid med snötäckt och frusen mark samt då ett mäktigare lager av torrt grus överlagrar morän och berggrund.

Beträffande kartläggningen av resultaten må nämnas att detta i regel skett med mätbord, men på senare tid har Sveriges

geologiska undersökning låtit hantlangare gå med kompass mellan stakade baslinjer och på det sättet mäta in punkterna. Den förra metoden är, ehuru långsammare, givetvis att föredraga.

För en så speciell sak som följandet av guldkvartsgångar har A. B. Elektrisk Malmletning använt sig av en annan galvanisk metod, där potentialmätning med användande av trenne stavar och en brygganordning utföres i stakade profiler. Metoden har med framgång prövats för detaljmätningssändamål även inom Skelleftefältet t. ex. då en kompakt malm ligger i en impregnation. Här erhålles med elektro-magnetisk mätning en indikation på kompaktmalmen men med potentialmetoden gräns även för impregnationen.

De metoder, som alltmer trätt i förgrunden, äro emellertid elektromagnetiska och då dels med galvanisk strömtillförsel genom jordad kabel, dels med induktiv strömtillförsel genom en från jorden isolerad strömslinga. Uppmätningen av det på ena eller andra sättet alstrade magnetiska fältet kan ske med flera metoder, vilka dock äro de samma i båda fallen. Med den galvaniska strömtillförseln kan större känslighet erhållas.

De första försöken med induktiva metoder i Västerbotten gjordes år 1921 då en s. k. integralströmlinje-metod prövades. Med en triangel-formad ram mättes det elektromagnetiska fältets riktning vinkelrätt mot strömlinjerna. De härvid erhållna resultaten kunde närmast jämföras med dem man fick genom ekvipotentiallinjemetoden. År 1923 togs ett nytt steg framåt i det att man genom den s. k. 2-ram-metoden började mäta ej blott det elektromagnetiska fältets riktning (lutning) utan även dess styrka eller intensitet. Ett par år efteråt infördes kompensatormätning, men då härvid erfordrades kabelförbindelser med den strömförande "primärkabeln" blev en sådan mätning bunden till primärkabelns närhet. För mätning på större avstånd blir det för mycket kabel att hantera och mätningen i så måtto "klumpig".

Hittills hade man alltså mätt det elektromagnetiska fältets lutning och riktning samt dess intensitet eller styrka. År 1931 innebar åter en stor förbättring i det att man genom den s. k. turammätningen även kunde mäta fältets fäskjutning. Genom denna snabba, lätthanterliga och känsliga metod kunna sålunda det elektromagnetiska fältets *alla* olika element mätas, och mera kan knappast begäras.

Alla dessa mätningar ske utefter tvärlinjer stakade mellan huvud- och hjälplinjer. Beträffande stakningarna se sid. 238.

Mätningarna med 2-ram- och turammätningarna ske givetvis bäst så vinkelrätt som möjligt mot den allmänna strykningen och från båda hållen för att få eventuella malmers gränser så noggrant som möjligt. Föreliggande omböjningar kunna omläggningar av slingor och mätlinjeriktning vara av nöden. I varje fall böra en del med baslinjen parallella och sålunda mot de ordinarie mätlinjerna vinkelräta linjer även mätas. Ett exempel på vad som kan komma fram vid turammätning (fig. 18) i tvenne mot varandra vinkelräta linjesystem

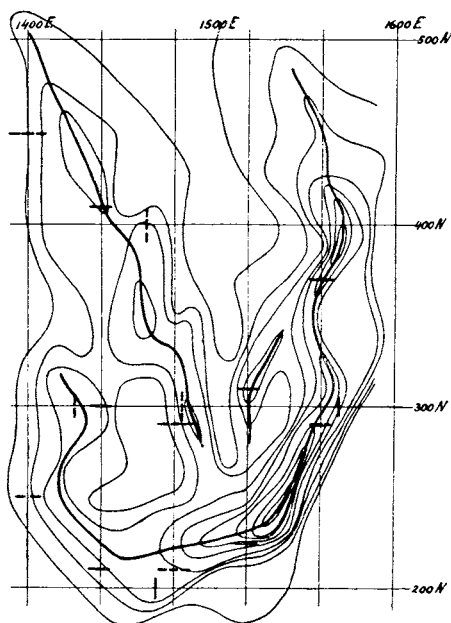


Fig. 19. Kurvor med lika fäsdifferens erhållna vid turammätning i tvenne mot varandra vinkelräta riktningar. (Förut publ. i 11.)

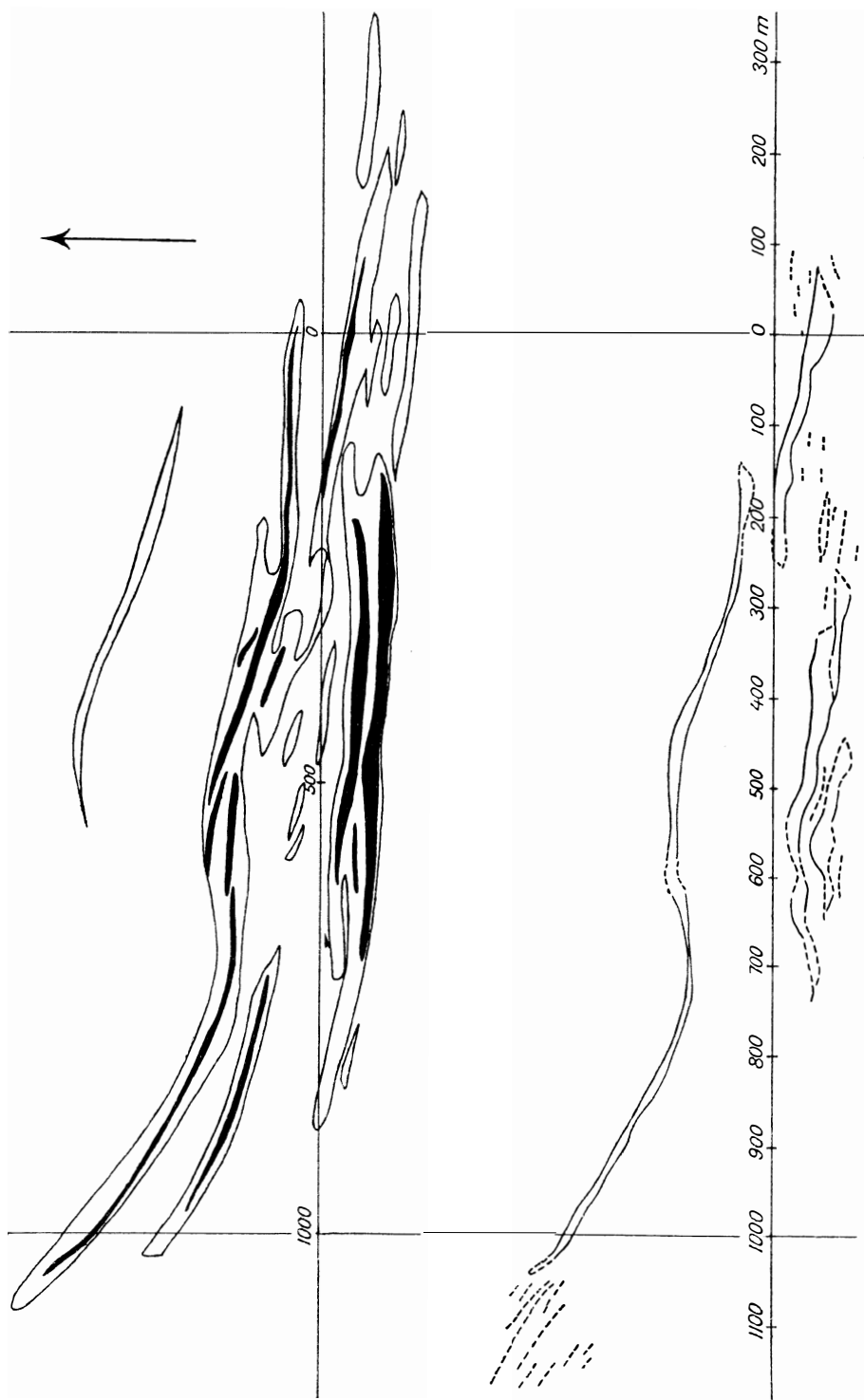
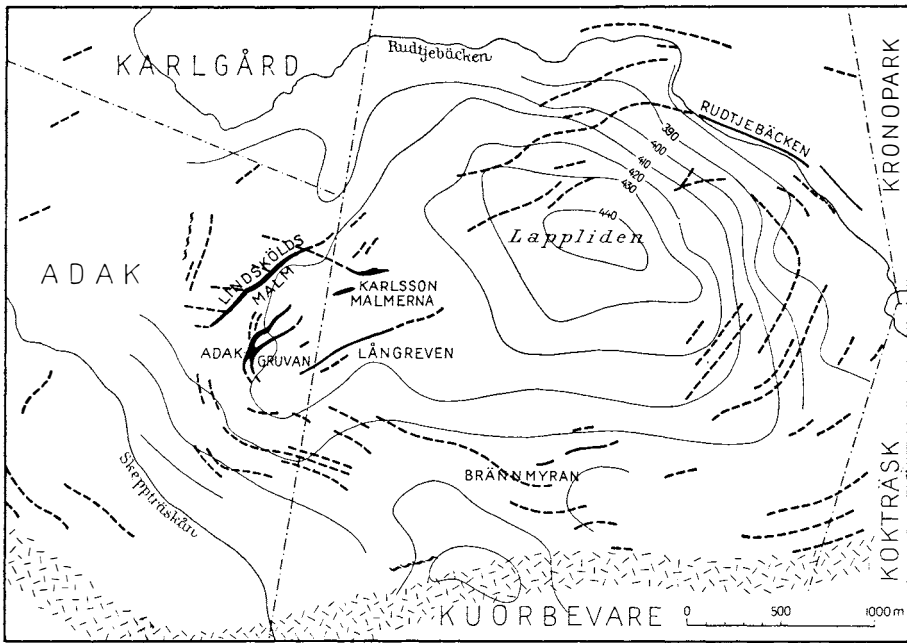


Fig 20. Jämförelse mellan indikationer erhållna genom tolkning av ekvipotentiallinjemätning och elektromagnetisk mätning. Överst indikationer, starka och svaga, enligt ekvipotentiallinjemätning utförd av Hans Lundberg 1918—1919 på Kristinebergs malmförekomst, den första som hittats med modern elektrisk mätning Därunder elektromagnetiska indikationer erhållna genom mätning utförd 1931 av T. Kättström och O Proos. (Förut publ. i 17.)







 Elektriska och magnetiska indikationer orsakade av
Kopparmalm
 Svavel- och magnetit
 Fyllit
 Granit

Fig. 21. Karta över Kuorbevarerömdet i Malå socken med elektriska och magnetiska indikationer. (Förut publ. i 17.)

visas av fig. 19. Mättningsresultat med 2-rammetod framgå av fig. 17, 22, 24 etc., varvid fig. 17 visar ekvipotentiallinjemätning med linjesystemet uttritad samt kompletterad med elektromagnetisk mätning. I fig. 20 har vederbörande mätare tolkat en ekvipotentiallinjemätning och urskiljt dels svagare störningar eller "drag", dels starkare sådana inom de förra. Detta är egentligen den första ordentliga fältmässiga ekvipotentialmätningen med linjeelektroder. Att tolkningen i detta fall var mycket lyckad framgår dels av de med anledning av densamma gjorda blottningarna, dels av jämförelsen med en senare utförd 2-rammätning, som icke gav något väsentligt utöver den första mätningen. En annan jämförelse mellan ekvipotentialmätning och elektromagnetisk mätning är gjord i fig. 17.

I fig. 21 visas en översiktsskarta över ett magnetiskt och elektriskt mätt område, där indikationerna till stor del förorsakats av koppar-

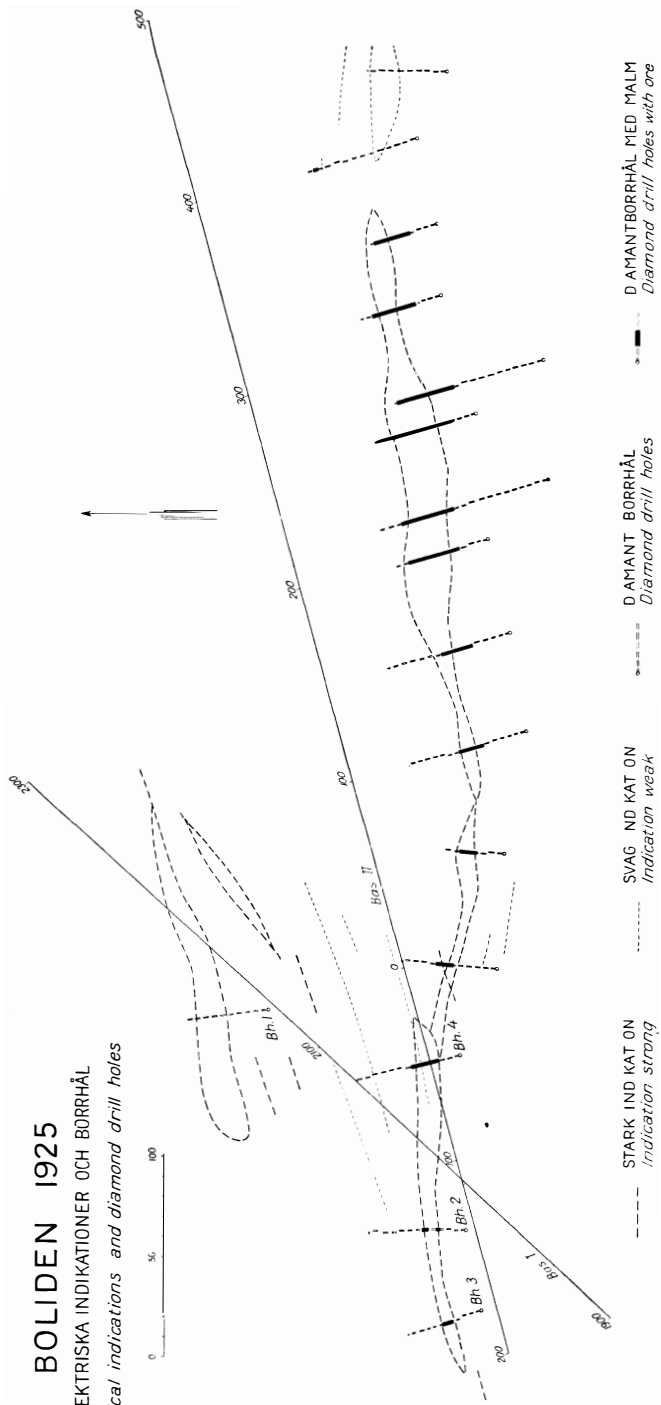


Fig 22. Karta över den elektromagnetiska indikationen på Bolidenmalmen samt de första borrhålen på densamma.
 (Förut publ. i 17).

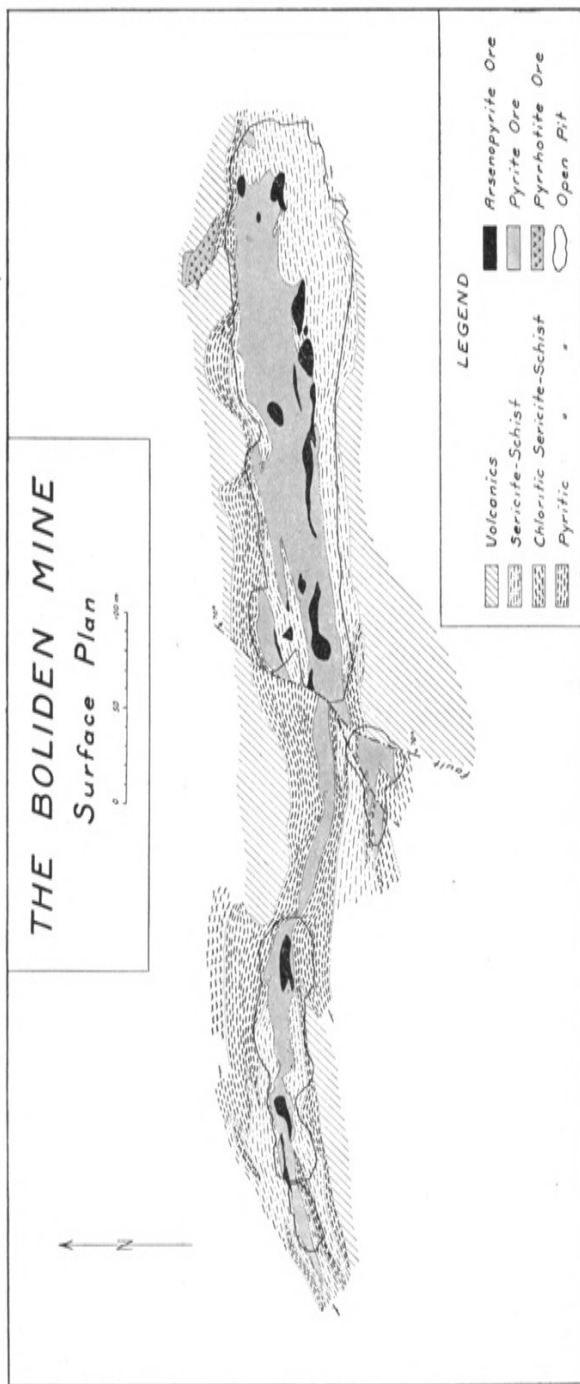


Fig. 23. Bolidenmalmen i dagen enl. O. Ödman. (Förut publ. i 28 jfr. 17.)

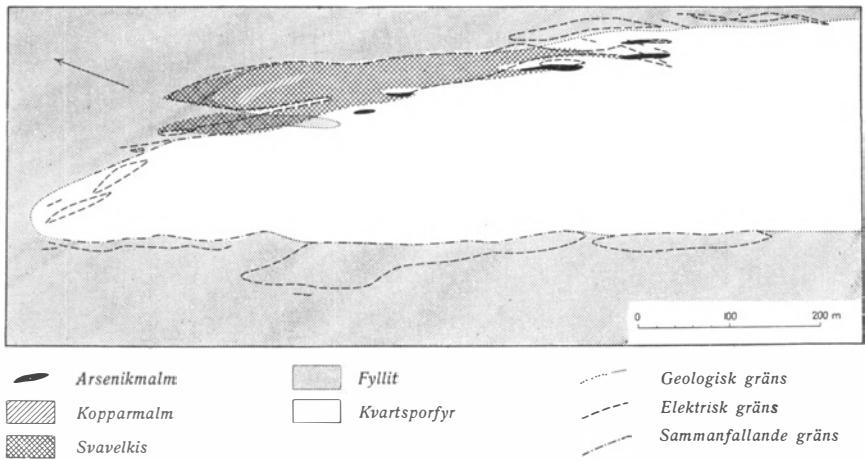


Fig. 24. Karta över de elektromagnetiska indikationerna på Rakkejaurmalm samt på fyllitseriens undre gräns intill denna, visar den mycket goda överensstämmelsen mellan indikationer och geologiska gränser.
(Jfr. fig. 39 i 17.)

hårdmalmer och impregnationer eller av grafitförande fyllit. Höjdkurvorna visa områdets kupolartade karaktär och indikationernas gruppering sammanhänger med dess geologiska struktur, som är av dömetypp. Huru långt man kan komma i ett på hållar fritt område vid "kartering" med geofysikaliska metoder framgår av fig. 13. Där har å ena sidan gränsen mellan grafitförande fyllit och leptit uppdragits på grundval av elektriska och magnetiska mätningar, som utgått från ett område, där denna gräns var geologiskt fastställd. Genom blottningsarbeten har gränsen fixerats på några ställen. I östra delen av området har den i öster befintliga urgranitdöms mot väster flikiga gräns givit upphov till magnetiska störningar, ofta markerande små mot väster flackt stupande antiklinalryggar.

Bolidens så berömda guld- och arsenikrika malm ligger i ett område med ett stort antal elektriska störningar (fig. 4) varav en del hänföra sig till grafitförande fyllit, andra till impregnationer och slutligen en begränsad grupp (fig. 22) till malmen, vars utseende framgår av fig. 23. Den elektriska mätningen är utförd elektromagnetiskt. I regel visa de elektromagnetiska mätningarna mycket goda överensstämmelser med de geologiska förhållandena, då dessa bliva kända t. ex. genom diamantborrning eller grävning. Utöver

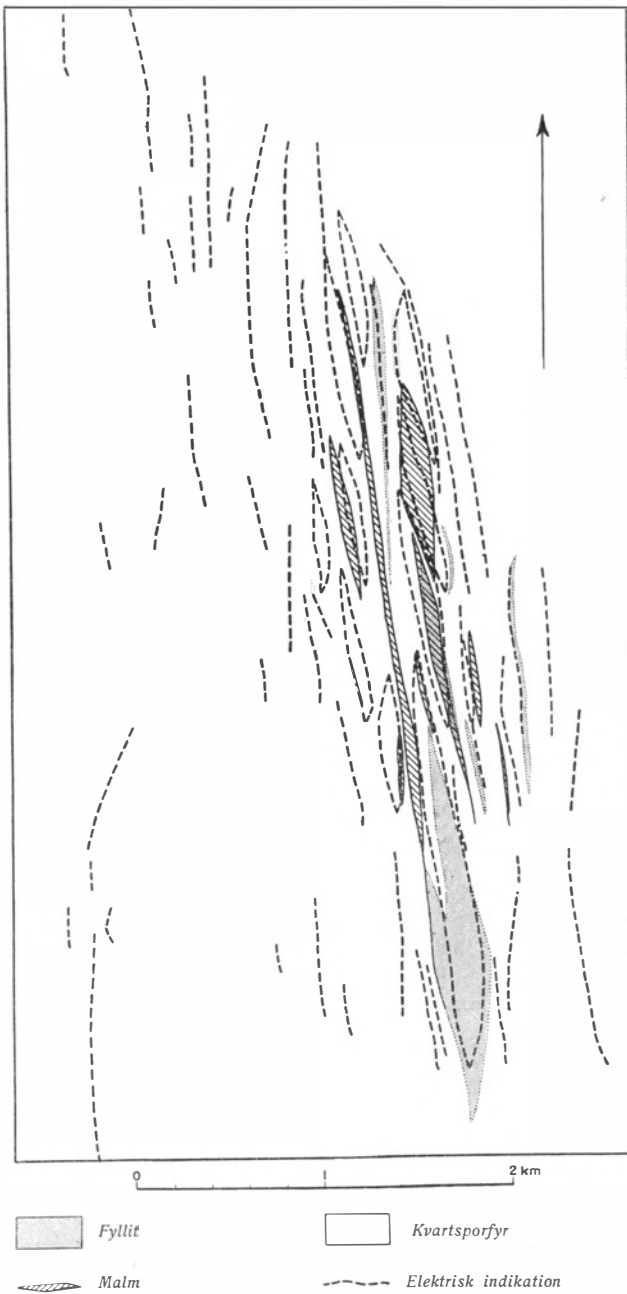


Fig. 25. Karta över de elektromagnetiska indikationerna vid Näslidens kisförekomst i Malå socken med kiskropparna liggande tillsammans med små fyllitinsler.

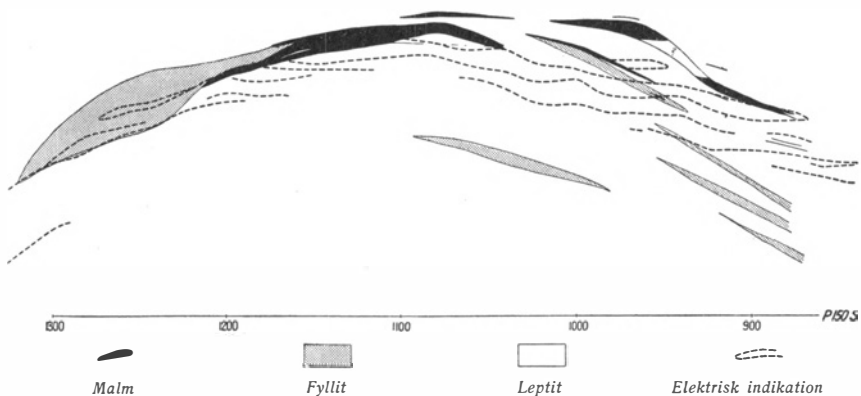


Fig. 26. Karta över de elektromagnetiska indikationerna vid Långsele kismalmsförekomst i Skellefteå socken med en serie fyllitlinser på ena sidan av kiskropparna.

föregående bilder kunna här angivas ett par andra fall t. ex. vid Rakkejaure (fig. 24), där malmen ligger huvudsakligen i leptit invid kontakten till grafitförande fyllit men delvis även inuti denna. Vid Näsliden (fig. 25) lågo malmlinser och små grafitfyllitlinser om varandra förorsakande en hel serie störningar, men där gick det bra att finna malmerna. I ett annat fall (fig. 26) däremot visade sig malmerna delvis ligga rätt långt på sidan om indikationerna, sannolikt på den grund att här fyllitinlagringarna komma på ena sidan. Det är ju ganska förklarligt att flera intill varandra liggande starka ledare kunna förrycka eller rättare förskjuta läget på indikationerna i förhållande till deras orsak.

Inalles hava i Skelleftefältet c:a 685 km² övergått elektriskt, varav c:a 200 km² för statens räkning, resten för Bolidens Gruv A.B. En del områden äro mätta både två och flera gånger, på grund av att de första mätningarna utförts med äldre metoder, då erfarenheterna icke voro så stora. Vissa områden hava även blivit experimentområden, där olika metoder prövats allt efter det de förbättrats i och för jämförelse med varandra.

Under det att ekvipotentiallinjemetoden icke krävde större fackkunskap, ställa de modernare metoderna om icke i själva det fältmässiga mätningförfarandet inställning och avläsning — så i uppläggning, beräkningar och sammanställning fullt fackutbildat folk, som även bör vara instrumentkunnigt, d. v. s. i fält kunna klara upp tekniska fel, sålunda helst elektrotekniskt utbildat folk.

Utgår man sålunda ifrån att geofysikerna, särskilt här de som utföra de elektriska mätningarna, fått sin mätningssuppgift absolut klar med alla nödiga geologiska data, böra dessa sedan få, så långt de ekonomiska resurserna medgiva, fullfölja sin uppgift. När det sedan är klart med profiler och sammanställningar, blir det geologen som tager hand om resultaten för att i samråd med geofysikerna söka tolka dem. Därvid kan givetvis förekomma, att de geologiska förhållandena göra en annan kombination mellan närliggande profiler mera sannolik än den geofysikerna kommit till och bör då givetvis geologen vara utslagsgivande, men gärna en förnyad granskning för kontroll av mätningresultaten företagas. Endast sällan hava mätningresultat framkommit, som direkt stått i strid med de kända geologiska förhållandena.

Sommaren 1937 utfördes för Sveriges geologiska undersökning en turammätning längs en dalgång i Västerbottensfjällen. På ömse sidor visade blottningarna tämligen rakt nord sydliga strykningar med omböjningar, som tydligen "gingo i luften" över dalgången, men på grund av erfarenheter från arbeten, även elektriska, som jag gjorde där 1919 1920, lades mätningen i nordväst sydost. Resultatet blev också långa störningar, även malmer, i denna riktning. Då mätningen nådde nämnda omböjningar högre upp, kunde dessa också konstateras genom mätning i två mot varandra vinkelräta riktningar och uppritande av en fasdifferensskarta av samma typ som fig. 19.

Sommaren 1938 har S. G. U. prövat en förenklad turammetod, känslig för grunda men även svaga indikationer. Metoden är synnerligen lätt hanterlig men ännu närmast på experimentstadiet.

Seismiska mätningar.

Undersökningen av erhållna indikationer sker ju genom diamantbergborrning eller grävande av "trenchar", gropar, tvärs över de indikationer som kunna tänkas vara malmförande. Vid diamantborrning spelar kännedomen om jorddjupet en viktig roll vid borrhålets utsättande. Detta bör ju ske med en viss säkerhetsmarginal, ty det kan hända att en malm ej ligger precis under indikationen eller att dess bredd är annan än denna visar. I många fall kan jorddjupet åtminstone ganska nöjaktigt beräknas av de elektriska mätningresultaten. I annat fall kunna jorddjupsbestämningar göras

med någon seismisk metod. Vid jorddjupsbestämningar åstadkommes en stöt genom avskjutande av i jorden nedgrävda sprängladdningar. De av dessa framkallade stötarna registreras på en seismograf. På senaste tid har införts en seismisk metod, som användes för flera olika ändamål: jorddjupsbestämningar, tekniska och strukturundersökningar. För de två första ändamålen kan såväl refraktions- som reflexionsmätning ifrågakomma, i tredje fallet dock endast den sistnämnda. Denna metod arbetar med en lätt transportabel utrustning bestående av ett antal cylindrar, lyssnarapparater, geofoner, som grävas ned på bestämda avstånd från varandra, med kablar förbundna med förstärkaren och dess avstämningskretsar, vilka i sin tur äro förbundna med registreringsapparaten, där seismogrammen för mottagarna samtidigt upptagas på en filmremsa. Stötarna åstadkommas genom avskjutandet av svaga sprängladdningar, vilkas "jordbävningssvågor" nå mottagarna på olika tid, allt efter avståndet mellan dessa och sprängningspunkten.

Tyngdkraftmätning.

De tyngdkraftmätningar, som för c:a 15 år sedan företogs i i Skelleftefältet för jorddjupsbestämningar, gävo knappast sådana resultat att försöken manade till efterföljd, allra helst som varje mätning var mycket omständlig och tidsödande. Då emellertid jorddjupsbestämningar äro av stort värde vid planerandet av blottningsarbeten har givetvis frågan om gravimetriska mätningar hela tiden kunnat sägas vara aktuell. Då tyngdkraftmätningar dessutom äro av största betydelse vid letandet efter olja och saltdömer etc. är det ej att undra på att många försök gjorts att skapa nya och hanterligare instrument. Under senare tid hava sålunda i Sverige framställts tvenne olika instrument, vilka synas med nödig känslighet även förena öomhet och lätthanterlighet, varigenom antalet mätpunkter per dag väsentligt ökats. Den ena är professor Isings pendelgravimeter, som kommit till användning vid omfattande mätningar i Skåne för oljeletning. Den andra är dr Axel Lindblads och dr D. Malmqvists på fjädervågprincipen grundade gravimeter, vilken delvis utprövats i Skelleftefältet dels i Skåne. Den Isingska gravimetern har ofta använts



Fig. 27. Lindblad-Malmqvist-gravimetern under transport.
(Föret publ. i 21.)



Fig. 28. Mätning med gravimeter av Lindblad-Malmqvist-typ.

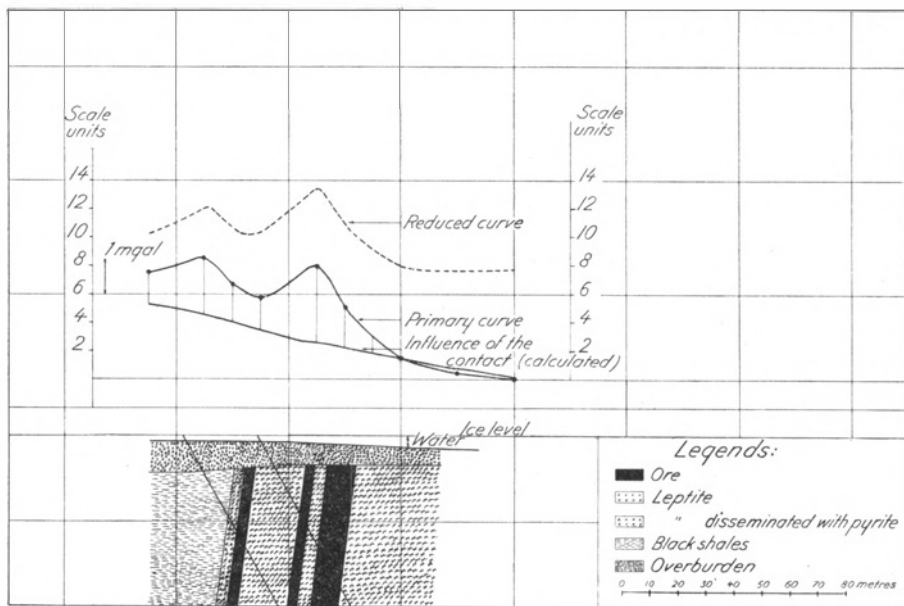


Fig. 29. Tyngdkraftmätning över en malm i Mensträskområdet, Norsjö socken.
(Förut publ. i 21.)

för mätning från bil och har visat sig fullt tåla bilfärderna. Lindblad Malmquists instruments oömhets framgång av fig. 27, där sålunda mycket enkla transportmedel kunna användas. Mätningens förfarande framgår av fig. 28 och i fig. 29, 30 lämnas ett par profiler mätta över kända malmer i Skelleftefältet.

Geokemi.

Såsom ett av den moderna malmletningens medel må till sist även omnämnas geokemin. Dess betydelse för detta ändamål har nyligen framhållits av Sundberg (1937). Metoden har sitt förnämsta hjälpmedel i spektralanalysen genom vilken det är möjligt att bestämma även ytterst små kvantiteter av olika element, sålunda även fördelningen av s. k. sällsynta element. Dessa senare hava visat sig förekomma mycket mera allmänt i naturen än man förut kunnat antaga, men i ytterst små kvantiteter. Fördelningen av dylika element utgör karakteristiska drag i berggrundens sammansättning och däri-

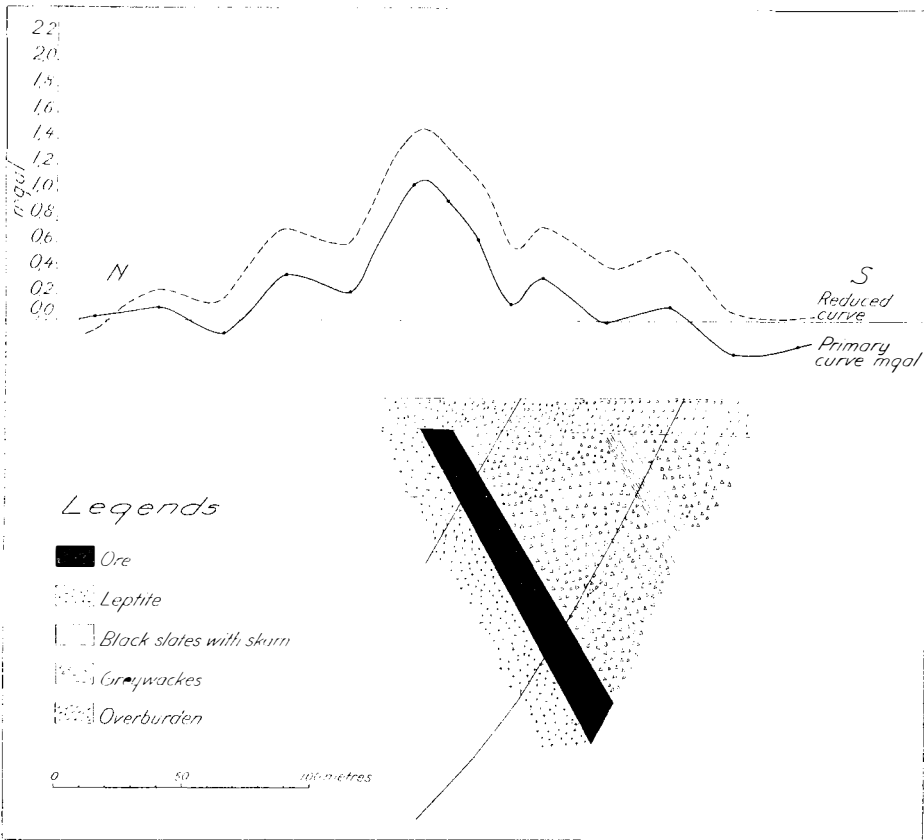


Fig. 30. Tyngdkraftmätning över Långselemalmen, jfr fig. 26. (Förut publ. i 21.)

genom värdefulla indikatorer på malms härkomst och samband med berggrunden i övrigt.

Spektralanalys har redan för åtskilliga år sedan prövats av ingenjör S. Mörtzell i Bolidenbolaget i avsikt att erhålla en snabbmetod för undersökning av resultaten vid anrikningsförsök.

Blottningsarbeten.

Sedan indikationer erhållits genom geofysikaliska mätningar av ett eller flera slag, gäller det att avgöra, vilka som utan vidare kunna på geologiska eller geofysikaliska grunder utslås såsom förorsakade av andra saker än malm. De indikationer, som däremot misstänkas

sammanhånga med malmförekomster, skola sedan undersökas genom blottning, vilket kan ske antingen genom grävning eller genom diamantborrning. Vad som i ena eller andra fallet skall komma ifråga, är dels en fråga om jorddjupet dels kostnaden, vilken senare ju i rätt stor grad sammanhänger med jorddjupet. Bestämningen av detta kan som ovan anförts ske seismiskt, men många gånger kunna redan de elektriska mättningsresultaten nöjaktigt angiva jorddjupet. Detta kan även bestämmas genom särskilda elektriska mätningar. Att blottningarna så vitt möjligt göras vinkelrätt mot indikationernas längdriktningar är ju självfallet och att för diamantborrhålens utsättande noggrann kännedom om sidostupningen är av värde är likaledes klart. Jordbetäckningens större eller mindre grad av vattenförning spelar givetvis en stor roll för kostnadsberäkningen av blottningsarbetena. Först då malmerna genom borrningar eller grävningar fått sin area och kvalitet bestämd, kan fråga om djupundersökningar bli aktuell och då står valet mellan nya men djupare borrhål eller schaktsänkning och ortdrivning.

Till prospekteringen hör även provtagning av malmerna. Vid diamantborrning erhållas ju goda genomsnittsprov genom klyvning av borrhärnorna. I blottningar gjorda genom grävning krävas systematiska sprängningar och stor noggrannhet för att rättvisande resultat skola erhållas.

Avslutning.

Resultaten av den 20-åriga malmletningsverksamhet, som Sveriges geologiska undersökning och Bolidens Gruvaktiebolag, förr Centralgruppens Emmissionsbolag, bedrivit i Västerbotten äro flera. Dels har den geologiska erfarenheten ökats evad det gäller kraven på ren berggrundskartering, dels evad det gäller nödvändigheten av noggranna kvartärgeologiska undersökningar inklusive blockletningar. Vad berggrundskarteringen beträffar har alltmer framstått nödvändigheten av en minutiös kartläggning av berggrunden i de såsom malmförande misstänkta områdena och hava härvid geofysikaliska metoder visat sig vara av allra största värde särskilt givetvis inom starkt jordtäckta terränger. Det är även absolut nödvändigt att lära känna de omgivande områdenas allmänna geologi och byggnad, så att det aktuella området rätt kan passas in i de stora geologiska dragen.

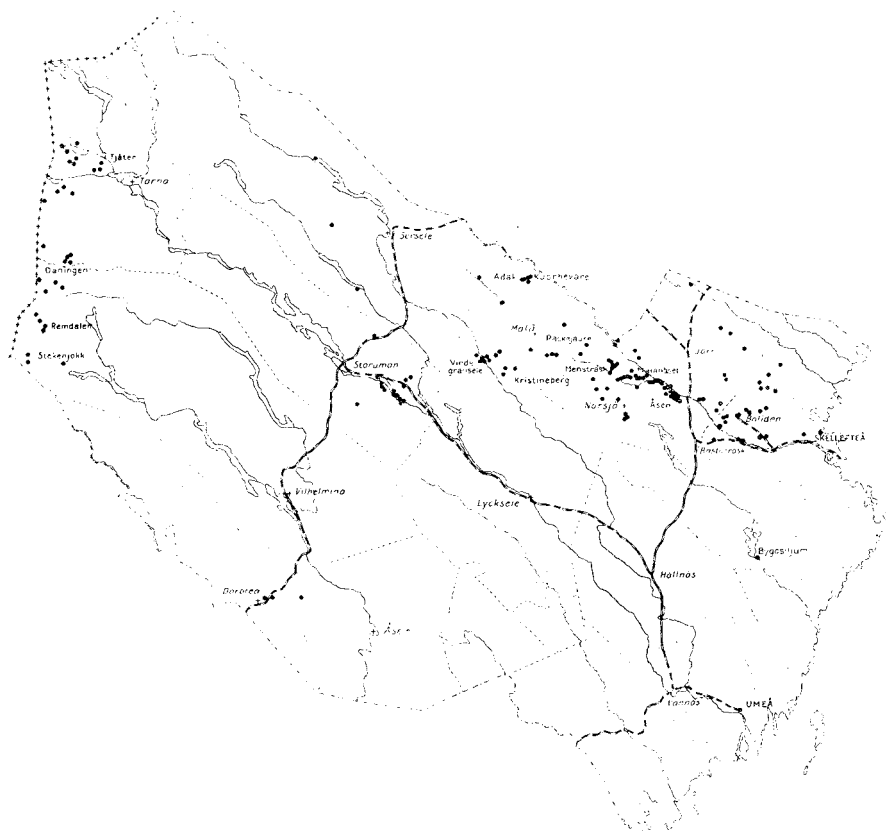


Fig. 31. Översiktskarta över malmförekomsterna i Västerbottens län. Skelleftefältets och fjällkedjans malmområden framtråda tydligt.

De geofysikaliska metodernas storartade utveckling hand i hand med upptäckterna i Västerbotten har även visat dessa metoders allt mer ökade användbarhet ej blott för eftersökandet av rika malmkroppar t. ex. av koppar- eller svavelkis utan även för eftersökandet av impregnationer och malmer med så liten ledningsförmåga elektriskt som zinkmalmer samt ävenledes för följandet av bergartsgränser och geologiska strukturdrag. Samtidigt med metodernas förbättring och tillkomsten av nya metoder har även instrumentutrustningen genomgått stora förändringar och förbättringar mot ökad driftsäkerhet samt ömhet visavis transporter på sidan av allfarvägarna.

Det rent praktiska resultatet av malmetningen som sådan framgår av kartan fig. 31, som visar att det i Västerbotten upptäckts tvenne malmområden dels den s. k. västerbottniska bergslagen i Skelleftefältet, dels ett malmområde i fjällen. Inalles hava mer än 100 malmkroppar med en gemensam malmarea på mer än 100 000 kvm framletats under denna tid. Av dessa har utom Boliden endast Laver hittills utbyggt för rationell drift men vid inemot ett tiotal hava förberedande gruvarbeten i förening med underjordsundersökningar kommit till stånd bl. a. Kristineberg, Adak och Rävlieden.

Att dessa malmupptäckter skulle sätta folkfantasierna i rörelse är ej att undra på och många hava försökt sig på malmetning på olika sätt. Även en hel del slagrutemän hava prövat sin lycka och alltid funnit storartade indikationer, men tyvärr har ännu ingen av deras väldiga och utomordentligt rika "malmer" kunnat bringas i dagens ljus. Tyvärr dyker det också upp en hel del s. k. ingenjörer, som söka sko sig på folkets godtrogenhet genom att erbjuda sin hjälp mot staten och Bolidenbolaget. "Hjälpen" har bara kostat pengar men några malmer har det inte blivit. Sorgligt nog är det omöjligt att bekämpa dessa "konkurrenter", ty deras optimistiska syn på tingen lockar befolkningen betydligt mera än de verkliga fackmännens pessimism. Det är ju så att en malmetare skall vara så optimistisk att han nedlägger hela sin energi på uppgiften att avlocka ett område dess hemligheter i form av dolda malmer, men han skall samtidigt vara så pessimistisk, att han icke överdriver värdet av eventuella fynd utan först efter noggranna undersökningar avgiver sina slutomdömen.

Sveriges geologiska undersökning, Stockholm 50, maj 1938.

Litteratur.

G. F. F. = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar.

S. G. U. = Sveriges Geologiska Undersökning.

I. V. A. = Ingenjörsvetenskapsakademien i Stockholm.

1. Backlund, H. G., 1918, Omvandlingstyper bland köligruppens bergarter och deras betydelse för tydningen av fjälltektoniken. G. F. F., Bd 40. Stockholm.
2. — 1919, Om kemiska förändringar vid metamorfos. G. F. F., Bd 41. Stockholm.
3. — 1921, Fjällformationens myloniter och eruptiva kvartsiter. G. F. F., Bd 43. Stockholm.
4. — 1925, Försök till magmatektonisk analys av Västerbottens fjällbyggnad. G. F. F., Bd 47. Stockholm.
5. Beskow, G., 1929, Södra Storffjället im südlichen Lappland. S. G. U., Ser. C, N:o 350. Stockholm.
6. Du Rietz, T., 1935, Peridotites, serpentines and soapstones of Northern Sweden. G. F. F., Bd 57. Stockholm.
7. Gavelin, A., 1929, Malmletningsmetodernas utveckling och nutida möjligheter i vårt land. Tekn. Tidskr. Norrköping.
8. Gavelin, S., 1936, Auftreten und Paragenese der Antimonminerale in zwei Sulfidvorkommen im Skelleftefelde, Nordschweden. S. G. U., Ser. C, N:o 404. Stockholm.
9. Grip, E., 1935, Die Arvidsjaurporphyre. Bull. Geol. Inst. Uppsala, Vol. XXV. Uppsala 1935.
10. Hedström, H., 1932, Electrical prospecting for auriferous quartz veins and reefs. Mining Magazine. London.
11. — 1937, Phase Measurements in Electrical Prospecting. Am. Inst. of Min. and Met. Eng. Techn. Publ. N:o 827. New York.
12. — 1938, Fasmätning vid elektrisk malmletning. Tekn. Tidskr. Norrköping.
13. Högbom, A., 1925, De geologiska förhållandena inom Stekenjokk--Remdalens malmtrakt. S. G. U., Ser. C, N:o 329. Stockholm.
14. — 1928, On the relations between syntectonic granites and oreformation in Sweden. Fennia, N:o 50. Helsingfors.
15. — 1931, Om moränblock och blocktransport ur praktisk-geologisk synpunkt. G. F. F., Bd 53. Stockholm.
16. — 1931 b, Nya iakttagelser inom Norr- och Västerbottens urberg. G. F. F., Bd 53. Stockholm.

17. Högbom, A., 1937, Skelleftefältet med angränsande delar av Norr- och Västerbottens län. En översikt av berggrund och malmer. S. G. U., Ser. C, N:o 389. Stockholm.
18. Ising, G., und Eeg-Olofsson, T., 1936, Einige Schweremessungen im südlichen Schonen mit einem astasierten Quartzpendel. Stockholm Arkiv f. Mat., Astr. och Fysik, Bd 25. Uppsala.
19. Kulling, O., 1925, Om fossilfynden i köliformalionen vid sjön Broken i Västerbotten. G. F. F., Bd 47. Stockholm.
20. — 1933, Bergbyggnaden inom Björkvattnet—Virisenområdet i Västerbottens fjällens centrala del. En studie i den kaledoniska fjällkedjans geologi. G. F. F., Bd 55. Stockholm.
21. Lindblad, A., and Malmqvist, D., 1938, A new static Gravity Meter and its use for Ore prospecting. I. V. A., Handl., N:o 146. Stockholm.
22. List of publications regarding Swedish Geoelectrical Methods. Aktiebolaget Elektrisk Malmletning. Stockholm.
23. Sundberg, Karl, 1937, Moderna malmletningsmetoder. Jernkontorets Annaler. Uppsala.
24. Quensel, P., 1919, Nya data till kännedomen om seve- och kölibergarternas kemiska karaktär. G. F. F., Bd 41. Stockholm.
25. — 1922, Nya problem inom Västerbottens fjällområden. G. F. F., Bd 44. Stockholm.
26. — 1925, Fjällkedjans östra randområde inom Västerbotten och dess betydelse för fjällformationernas stratigrafi. G. F. F., Bd 47. Stockholm.
27. — 1932, En fjällexkursion längs Tärnaleden sommaren 1931. G. F. F., Bd 53. Stockholm.
28. Ödman, O., 1938, On the Mineral Associations of the Boliden Ore. G. F. F., Bd 60. Stockholm.

