

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

BERGGRUNDSGEOLOGISKA OCH GEOFYSISKA KARTBLAD

SKALA 1:50 000

Serie Af · Nr 152 och 153

MATI AMBROS

BESKRIVNING TILL
BERGGRUNDSKARTORNA
AVESTA NV OCH SV

DESCRIPTION TO THE MAPS OF SOLID ROCKS
AVESTA NV AND SV



UPPSALA 1988

För information om jordarter och grundvatten hänvisas till jordartskartor (SGU serie Ae) samt hydrogeologiska kartor (SGU serierna Ag och Ah).

Närmare upplysningar erhålls genom

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

Box 670

751 28 UPPSALA

Telefon 018-17 90 00

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

BERGGRUNDSGEOLOGISKA OCH GEOFYSISKA KARTBLAD

SKALA 1:50 000

Serie Af · Nr 152 och 153

MATI AMBROS

**BESKRIVNING TILL BERGGRUNDSKARTORNA
AVESTA NV OCH SV**

DESCRIPTION TO THE MAPS OF SOLID ROCKS
AVESTA NV AND SV

UPPSALA 1988

ISBN 91-7158-438-2
ISSN 0586-1543

DAVIDSONS TRYCKERI AB, VÄXJÖ 1988

INNEHÅLL

METODIK OCH BERGARTSINDELNING. Av Anders Wikström	5
Inledning	5
Metodik	5
Lägesbestämningar	6
Generaliseringar	6
Bergarternas indelning	7
Indelning efter ursprung och bildningsmiljö	7
Djupbergarter	7
Gångbergarter	7
Ytbergarter	9
Vulkaniter	9
Mekaniskt avsatta (epiklastiska) sediment	10
Icke-klastiska sediment	12
Indelning efter omvandlingsgrad och sammansättning	12
Indelning efter ålder	15
Övriga termer	15
Strukturgeologiska kartan	18
Södra Sveriges regionala berggrundsgeologi	19
Litteratur	21

BESKRIVNING TILL BERGGRUNDSKARTORNA AVESTA NV OCH SV

Av Mati Ambros	22
Inledning	22
Bergarterna	23
Den geologiska utvecklingen	25
Ytbergarterna	27
Norbergsområdet	27
Stratigrafi och tektonik	28
Larsboformationen	30
Undre andesit	30
Kvartsit	31
Gråvacka	31
Övre andesit	32
Igeltjärnsformationen	32
Sura, porfyriska metavulkaniter	33
Kvartsit	33
Cordieritrika metavulkaniter	35
Silvtjärnsformationen	37
Sura, skiktade metavulkaniter	37
Kalksten	40
Kaliumrika, sura, porfyriska metavulkaniter	41
Malmtjärnsformationen	42
Natriumrika, sura, porfyriska metavulkaniter och glimmerkvartsit	43
Sura, skiktade metavulkaniter	45
Olofsforsområdet	45
Metasediment	46
Sura metavulkaniter	46
Garpenbergsområdet	47
Sydostblocket	48
Nordvästblocket	50
Skinnarboområdet (5c, 5d)	50
Sura metavulkaniter väster om Pålsbenningsjön (6d)	52

Garpenbergssynklinalen	54
Undre sura, skiktade metavulkaniter och kalksten	54
Basisk metavulkanit	55
Övre sura, skiktade metavulkaniter	56
Kalksten	57
Sura, porfyriska metavulkaniter	57
Dräcken (5b)	59
Dyllingenområdet (4a, 4b, 5a, 5b)	61
Vikmanshyttan (6a, 7a)	63
Övriga förekomster av ytbergarter	65
Forsbo (9a, 9b)	65
Boberget (9d)	65
Kloster (9e)	66
Viggen (8b)	67
Intrånget (7d)	67
Kopparåsarna (3a, 4a)	67
Bennebostråket (0c-2e)	67
Prästhyttan (0e)	68
Djup- och gångbergarter	69
Allmänt	69
Gabbro	69
Tonalit, granodiorit och granit	69
Basiska gångar	70
Yngre granit	71
Yngsta diabas	72
Kvartsläkt breccia, mylonit	72
Malmer, industriella mineral och bergarter	73
Malmer	73
Industriella mineral och bergarter	79
Kemiska analyser	80
Summary	81
Litteratur	84

METODIK OCH BERGARTSINDELNING

AV
ANDERS WIKSTRÖM

Inledning

Af-seriens berggrundskartor i skala 1:50 000 visar de olika bergarternas utbredning både i håll (berg i dagen) och under lösa jordlager. Kartan framställs med tanke på att ge en allmångeologisk bild av berggrunden. Kartbilden utgör därigenom grundvalen för fortsatta, mer målinriktade arbeten.

Metodik

Det arbete som leder fram till en berggrundskarta kan uppdelas i olika moment. Huvudarbetet består i direkta studier av berget, där detta går i dagen.

De vid karteringen observerade berggrundsytorerna kan redovisas på två olika sätt i kartbilden, dels som "häll", dels som "observerad yta av blottat berg". Det första fallet tillämpas, då en jordartskarta i Ae-serien med de "verkliga" hällkonturerna finns tillgängliga. (De på Ae-kartorna redovisade hällytorna kan dock även till en del täckas av ett tunnare jordlager.) I dessa fall överensstämmer alltså hällkonturerna på Af- och Ae-kartorna. När ingen jordartskarta finns tillgänglig, redovisas endast den yta som den karterande berggrundsgeologen undersökt.

Iakttagelser i fält nedtecknas på rekognosceringskartor och i dagböcker. I samband med fältarbetet sker också provtagning av olika bergarter och mineral. Av en del bergartsprover framställs s.k. tunnslip, vilka studeras i mikroskop för närmare bestämning av mineralinnehåll och texturer. Sammansättningen beräknas medelst punkträkning, som innebär att man bestämmer och räknar bergartens mineral i ett visst bestämt rutnät. Kemiska analyser av vissa bergarts- och mineralprover görs även. För att underlätta behandlingen av bergartsanalyserna räknar man ibland om dessa till vissa standardiserade mineral, s.k. normberäkning. Detta kan ske på olika sätt, t.ex. enligt ekvivalentnorm (E)- eller CIPW-normmodellerna. Bergarternas sammansättning varierar i skiftande grad, varför redovisade analyser kan vara mer eller mindre representativa. Vid sammanställningen av observationerna till en heltäckande karta bidrar resultaten från skilda arbetsmoment till den slutgiltiga bilden. Iakttagelser av strukturer och ytformer i håll och på flygbilder kan nämnas som

exempel på några viktiga led i detta arbete. Även resultaten av olika geofysiska undersökningar är av stor betydelse. Detta gäller framför allt i större jordtäckta områden, där meningsfull information endast kan erhållas med sådana metoder. Genom geofysiska mätningar har man också ibland möjligheter att få ett bättre begrepp om berggrundens tredimensionella uppbyggnad.

För SGU:s kartor i serie Af utförs numera rutinmässigt flygmagnetiska mätningar, vilka redovisas på en särskild karta över den magnetiska totalintensiteten. Andra geofysiska metoder, som gravimetri och seismik, används vanligtvis för speciella problem. I vissa fall bidrar uppgifter från borringar till den slutliga kartbilden. Detta gäller framför allt i områden med yngre, fossilförande berggrund. Berggrundskartan är därför en av geologen utförd sammanställning av observationer och tolkningar, baserad på de ovan nämnda metoderna.

Då arbetet med ett kartblad avslutats, arkiveras på SGU primärmaterialet i form av kartor, dagböcker, analysprotokoll, bergartsprov, slipprov m.m.

Lägesbestämningar

I beskrivningen till kartan brukar varje lägesbestämning åtföljas av en beteckning (siffra plus bokstav), vilken åsyftar den delruta (det ekonomiska kartblad enligt beteckningarna i marginalen på kartan) där lokalen är belägen. För analyserade prover ges även koordinaterna i rikets nät, varvid nord-sydkoordinaten anges först.

Generaliseringar

Kartan visar en förenklad bild av verkligheten. Detta har bl. a. tekniska orsaker, eftersom bergartskroppar med en yta mindre än 50×50 m (1×1 mm i skala 1:50 000) inte kan redovisas med konturläggning. Dessutom kommer självfallet berggrundskartan att visa en starkt förenklad bild i områden med dåligt blottad berggrund. Generaliseringarna är särskilt påtagliga i de delar av vårt land, där berggrunden är komplext uppbyggd. Det är här inte ovanligt att man kan finna ett flertal olika bergarter på en liten hällyta. För att i någon mån åskådliggöra denna typ av geologi använder man en serie symboler som överbeteckningar på en grundfärg för den dominerande bergarten. Hit hör exempelvis de tecken, som anger förekomsten av granit- och pegmatitgångar, migmatitomvandling och

brottstycken av äldre berggrund i intrusivbergarter (se s. 18). Symbolerna visar att företeelsen ifråga är representerad i området. De enskilda tecknens betydelse är alltså inte enbart begränsad till den yta de täcker. Ett undantag från denna regel utgör symbolerna för geologiskt betydelsefulla företeelser i mindre dimensioner, t.ex. tunna konglomerathorisonter, tunna diabasgångar och kalkstensskikt liksom ibland tecknen för gruvor och stenbrott. Dessa har vanligen överdrivna dimensioner, men deras läge och orientering avspeglar i möjligaste mån de verkliga förhållandena. Tekniken med överbeteckningar kan dock endast antyda den variation som finns i verkligheten.

Bergarternas indelning

Ursprung, ålder, sammansättning och eventuell grad av omvandling inverkar på bergarternas utseende och egenskaper. För SGU:s berggrundskartor i södra och mellersta Sverige gäller att ursprunget och åldern vanligen ger grundfärgen på kartan. Variationer i omvandlingsgrad och sammansättning inom de olika bergartsgrupperna redovisas med överbeteckningar.

Indelning efter ursprung och bildningsmiljö

Djupbergarter (bildade på ett visst djup i jordskorpan)

Djupbergarterna utgör den i Sverige kvantitativt mest betydelsefulla gruppen bland de s.k. eruptiva (magmatiska) bergarterna. Indelningen följer huvudsakligen IUGS:s schema från 1973 (se litteraturförteckningen). Schemat förutsätter att bergartens mineralsammansättning är känd. För de sura och intermediära bergarterna (mer eller mindre rika på kisel-syra) avgörs benämningen av förhållandena mellan kvarts, plagioklas och alkalifältspat enligt fig. 1, vilken är en del av IUGS:s schema. De mörka mineralen, som i de flesta fall är underordnade, beaktas sålunda inte vid denna klassificering. Som framgår av teckenförklaringen till kartorna tas dock ibland hänsyn till halten av mörka mineral vid grupperingen av de olika kartenheterna. Det är nämligen i fält ofta svårt att avgöra förhållandet mellan fältspatkomponenterna.

Gångbergarter

Många olika typer av bergarter kan uppträda gångformigt utan att namnet härigenom förändras. Man kan t.ex. tala om "granitgångar", "amfi-

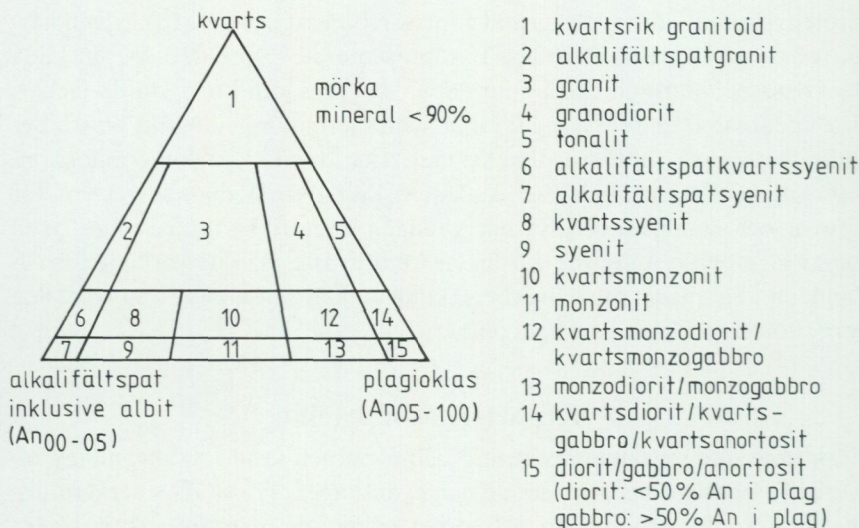


Fig. 1. Indelning av några djupbergarter enligt IUGS 1973.
Classification of some plutonic rocks, according to IUGS 1973.

bolitgångar” etc. De egentliga gångbergarterna utgör en ganska heterogen grupp med den gemensamma egenskapen att texturen (se s. 17) beror på den för gruppen specifika, relativt ytnära kristallisationsmiljön. Ett gångformigt uppträdande är däremot inte alltid en nödvändig förutsättning.

Några ofta förekommande bergartsnamn i denna grupp är:

- Aplit** Fin- och jämnkornig (sockerkornig) bergart med granitisk sammansättning och obetydlig halt av mörka mineral.
- Aplitgranit** En grövre (medelkornig) variant av aplit associerad med vanlig aplit och pegmatit.
- Diabas** Gångbergart med huvudmineralen plagioklas och pyroxen, vanligen sammanväxta till en s.k. ofitisk textur (se s. 17). Vissa diabaser för även olivin.
- Gångporfyr** Samlingsnamn för kiselsyrarika gångbergarter med en porfyrisk textur (se s. 17), där strökornen omges av en tät till finkornig mellanmassa.

Hyperit, Används för svarta, prekambrika diabaser (se ovan) i hyperitdiabas sydvästra och södra Sverige. Färgen betingas av en ymnig pigmentering med mycket små malmkorn.

Pegmatit Grovkornig bergart med en speciell textur och med de enskilda kornen vanligen större än 1 cm i diameter. När namnet används ospecificerat brukar en granitisk sammansättning underförstås. Bergarten är i vissa fall anrikad på sällsynta jordartsmetaller, litium, bor, fluor etc.

Ytbergarter (bildade på jordens yta)

Vulkaniter

De vulkaniska bergarterna (vulkaniterna) tillhör gruppen eruptivbergarter (magmatiska bergarter). Klassificeringen bjuder på många svårigheter. Där bergarterna kan studeras i oomvandlat skick (mestadels i yngre vulkanområden), är de ofta finkorniga eller glasiga och mineralproportionerna är därför svåra att beräkna. Detta gör att sådana faktorer som typ av strökorn och färgindex (=halt av mörka mineral) kan påverka namngivningen. När mineralfördelningen är känd, följs dock IUGS:s indelning från 1980. Detta schema är i princip uppbyggt på samma sätt som för djupbergarterna (IUGS 1973). Ett urval av några allmänt före-

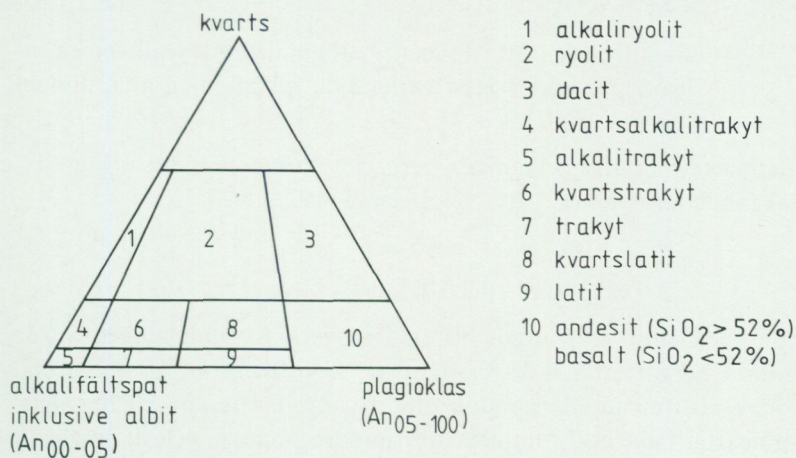


Fig. 2. Indelning av några vulkaniter enligt IUGS 1980.

Classification of some volcanic rocks, according to IUGS 1980.

kommande vulkaniter och deras sammansättningar ges i fig. 2. För en mer detaljerad diskussion om hithörande frågor hänvisas till ovannämnda IUGS-arbeten.

Några vanliga namn med anknytning till vulkaniska processer är:

- Agglomerat Bergart bildad genom konsolidering av bl.a. vulkaniska bomber (explosivt utslungade större lavaklumpar), ofta inbäddade i finkornigt material.
- Ignimbrit Bergart bildad vid en speciell typ av vulkanutbrott (askflöden eller "ash flows"). Den vulkaniska askan har avsatts vid så hög temperatur att den ofta helt eller delvis sammansvetsats till en fast bergart.
- Lava Den smälta som strömmar ut ur vulkaner. Termen används även för den stelnade bergarten.
- Porfyr Allmän term för kiselsyrarika (sura) vulkaniska bergarter med porfyrisk textur (se s. 17). Kan vara lava, tuff eller ignimbrit.
- Porfyrit Som porfyr, men kiselsyrahalten är här lägre. Bergarten är intermediär eller basisk.
- Tuff Bergart bildad genom konsolidering av explosivt utslungad aska.
- Tuffit Blandbergart av vanligen vattenomlagrade vulkaniska utbrottsprodukter med varierande inblandning av sedimentärt material.

Allmänna termer för vulkaniska bergarter förklaras mera ingående i grundläggande läroböcker, t.ex. MacDonald (1972).

Mekaniskt avsatta (epiklastiska) sediment

Pettijohns bok från 1975 utgör ett referensverk för indelningen av de sedimentära bergarterna. För Sveriges metamorfa (se s. 12) berggrund gäller dock att omvandlingsgraden ofta är hög. Detta gör att bergartsbeteckningarna med nödvändighet blir mindre precisa, och de använda termerna har ofta kommit att få en allmännare innebörd än i Pettijohns indelning. Följande namn förekommer allmänt:

Arenit	Samlingsnamn för sandstenar och siltstenar (se nedan).
Argillit	Samlingsnamn för bergarter med lerigt ursprung. <i>Pelit</i> används ibland i samma betydelse.
Arkos	Sandsten med ungefär lika proportioner av fältspat och kvarts. Dominerande fältspat är oftast mikroclin.
Fyllit	Metamorf bergart med lerigt ursprung. Glimmermineralen syns vanligen inte för blotta ögat, och skiffrighetsytorna glänser ofta som silke.
Glimmerskiffer	Metamorf bergart med lerigt ursprung, något grövre än fyllit. Glimmermineralen är synliga för blotta ögat och klyvytorna något mer oregelbundna. Termen används även i mera begränsad omfattning för glimmerrika bergarter bildade genom tektonisk nermalning.
Gråvacka	Grå bergart med övervägande sandigt ursprung, en viss lerinblandning och, ibland, bergartsfragment. I omvandlat tillstånd utgörs gråvackan vanligen av en bergart, som domineras av plagioklas, kvarts och biotit.
Konglomerat	Grovkornig bergart bestående av rundade fragment (bollar) (större än 2 mm i diameter) i en finkornigare mellanmassa.
Kvartsit	Metamorf bergart med sandigt ursprung och med mer än 80 vol.-% kvarts. Termen <i>fältspatkvartsit</i> används för bergarter med en kvartshalt mellan 50 och 80 vol.-% och med ringa glimmerhalt. Termen kvartsit (malmkvartsit) har även tillämpats på metasomatiska (se s.18) produkter förknippade med malmbildning.
Lerskiffer	Lerbergart med mer än 75 vol.-% lerigt material och en karakteristisk klyvbarhet parallellt med lagringen.
Sandsten	Bergart där kornen vid avsättningen huvudsakligen haft sand- eller grovmostorlek (0.2–2.0 resp. 0.06–0.2 mm).
Siltsten	Bergart där kornen vid avsättningen dominerats av kornstorlekar i intervallet grovmjåla – finmo (0.006–0.06 mm).

Skiffer	Allmänt samlingsnamn för bergarter med perfekt klyvbarhet (skiffrighet). I urberget används termen dock huvudsakligen för bergarter bildade av ett ursprungligen lerigt sediment med låg omvandlingsgrad. När det gäller fjällbergarter har namnet en vidare, huvudsakligen strukturell betydelse.
Svartskiffer	Kolhaltig skiffer. Kolet utgörs i urberget vanligen av grafit.
	Icke-klastiska sediment
Kalksten	Sedimentbergart bildad på organisk eller kemisk väg (gäller väsentligen de prekambrika förekomsterna) och huvudsakligen bestående av mineralet kalcit, CaCO_3 .
Dolomit	Bergart bildad på samma sätt som kalksten men med huvudmineralet dolomit, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$.

Indelning efter omvandlingsgrad och sammansättning

För en stor del av vårt land gäller att både äldre djupbergarter och ytbergarter har omvandlats mer eller mindre intensivt. När omvandlingen gått långt kan bergartens ursprung ibland vara svårt eller omöjligt att fastställa.

Kartan anger i princip ursprungsbergartens namn. Detta är av vikt, eftersom bl.a. de stratigrafisk-tektoniska sambanden mellan lågmetamorfa och högmetamorfa berggrundsavsnitt på så sätt kan åskådliggöras i kartbilden. Prefixet "meta" används när man vill markera att det rör sig om en metamorf (omvandlad) bergart, i de fall detta inte framgår på annan sätt. Att helt frånga de mindre specificerade omvandlingsnamnen har dock visat sig ogörligt. Då namnen använts med något olika betydelse av skilda författare kan det här vara på sin plats att man till viss del klargör deras innebörd i kartbladsbeskrivningarna. Det måste dock poängteras att problemställningarna är av sådan art att en viss individuell variation är ofrånkomlig.

Följande omvandlingsbergarter är vanliga:

Amfibolit	Regionalmetamorf (se s. 18) bergart med hornblände och plagioklas som dominerande mineral.
-----------	--

- Breccia** Bergart med kantiga fragment omgivna av finkornigare material. Breccior kan bildas genom en mängd olika processer, t.ex. sedimentära, vulkaniska eller tektoniska. Dessa namn används som adjektiv när processen är känd.
- Gnejs** Samlingsnamn för omvandlade och deformerade, ofta fältspatrika bergarter. Till skillnad från t.ex. glimmerskiffer spaltar gnejsen upp något grövre, mer oregelbundet.
- Grönsten** Termen har använts i två något skilda betydelse, dels som ett tämligen ospecificerat samlingsnamn för omvandlade basiska bergarter, dels mer specifikt för bergarter med mineral sådana som albit, klorit, aktinolit och epidot. Sistnämnda innebörd tillämpas dock huvudsakligen på förekomster inom fjällkedjan.
- Hornfels** En finkornig bergart bildad genom s.k. kontaktmetamorfos (se metamorfos, s. 18).
- Hälleflinta** Mycket finkornig, kompakt bergart bildad genom omvandling av sura lavar eller askor och med kornstorlek under 0.03–0.05 mm (jfr leptit). Under denna gräns ser bergarten ”tät” ut.
- Leptit** Finkornig ytbergart av sur till intermediär vulkanisk sammansättning och med kornstorlek med en undre gräns 0.03–0.05 mm och en övre 0.5–1 mm. Denna definition tillämpas av de flesta geologer i Sverige. Olika restriktioner för namnet har dock införts. Några har ansett att det endast bör beteckna bergarter på en viss stratigrafisk nivå: ”leptitformationen” inom Bergslagen. Även när det gäller betoningen av det eventuella vulkaniska ursprunget har meningarna varit delade. För SGU:s Af-kartor kan rent allmänt sägas att termen leptit i Bergslagen och angränsande områden används för bergarter som har en sammansättning och kornstorlek enligt ovan och dessutom på mer eller mindre starka grunder kan förmodas ha ett vulkaniskt ursprung. Beteckningen leptit omfattar därigenom även bergarter med något oklar genetisk ställning. Att termen lever vidare har delvis historiska orsaker men beror

också på det faktum att några tillfredsställande alternativ inte finns. Bergarterna ifråga är för finkorniga för att kunna kallas gnejser och vanligen för lite skiffriga för att utan vidare kunna benämnas skiffrar. En tendens mot en ökad användning av vulkanitnomenklatur i leptitområden kan dock spåras.

- Leptitgnejs avser en förgrovd leptit, i vilken den undre gränsen brukar dras vid kornstorlekar 0.5–1 mm. Ursprunget av leptitgnejserna är vanligen ännu mer osäkert än i fråga om de finkornigare leptiterna. Både till utseende och sammansättning kan dessa bergarter ibland likna förgnejsade granitiska djupbergarter. När förgrovningen gått så långt, markeras detta vanligen i kartbilden genom röda likhets-tecken för "granitgnejsomvandling" (kan förekomma också på andra bergartsbeteckningar).
- Metabasit Ospecificerad, omvandlad basisk bergart.
- Migmatit Samlingsnamn för blandbergarter som kan indelas i två huvudbeståndsdelar. Den ena utgörs av gnejser av mer eller mindre blandad karaktär, medan den andra (mobilisatet) kan bestå av granit, pegmatit eller granodiorit. Mobilisatet har oftast uppstått genom partiell uppsmältning av moderbergarten (gnejsen) eller också genom tillskott av material från andra källor. Begreppet används i regional-metamorf miljö. Intrusivbreccior räknas sålunda inte hit.
- Mobilisat Se "migmatit".
- Mylonit En bergart bildad i rörelsezoner genom kraftig nermalning av berggrunden. Mylonit är för det mesta hopläkt och flintliknande.
- Skarn Gammal bergsmansterm för anhopningar av olika silikat-mineral i och kring malmer, ofta i kalkstensmiljö. Vanliga skarnmineral är amfibol, pyroxen och granat.
- Ultrabasit Samlingsnamn för kiselsyrafattiga silikatbergarter, där ofta endast ett mineral dominerar, t.ex. hornblände, olivin eller serpentin.

- Urkalksten Gemensam beteckning för de omvandlade (kristallina) karbonatstenarna inom den svekokarelska (s. 19) bergskedjezonen. Begreppet *marmor* används vanligen synonymt. Detta ges sålunda i många fall inte något speciell teknisk innebörd.
- Ådergnejs En vanlig form av migmatitstruktur, där det mobiliserade materialet likt blodådror i en kropp genomflätar moderbergarten mer eller mindre parallellt med skriffrigheten i denna.

Indelning efter ålder

Observationer av relativa åldersförhållanden mellan olika bergarter ingår som ett led i fältarbetet. Sådana förhållanden kan markeras av brottstycken av äldre berggrund i intrusivbergarter, av överskärande, intrusiva gångar av en bergart i en annan, av åldersförhållanden i en sedimentär lagerföljd, eller av pålagringskontakter etc. Genom sådana observationer och med hjälp av olika radiometriska åldersbestämningsmetoder har man kunnat rekonstruera ett händelseförlopp i berggrundens utveckling, som i vårt land kan följas mer än 2 000 miljoner år bakåt i tiden. Djupbergarternas relativa ålder brukar anges på grundval av deras relationer till bergskedjebildande (orogena) processer. Med denna utgångspunkt får de samlingsnamn som prim- ("tidigt"), syn- ("samtidigt med"), ser- ("sent"), post- ("efter") och an- ("icke") orogena bildningar. Beteckningarna prim- och synorogena har dock, när det gäller den svekokarelska (se s. 19) orogenesen, kommit att användas för en och samma bergartsgrupp. Detta beror på olika geologers något varierande tolkningar av utvecklingen. Även namn som urgranitsviten och gnejsgranitsviten förekommer som samlingsbeteckningar för de äldsta djupbergarterna inom denna orognes. De bör dock undvikas, eftersom de är oegentliga.

Övriga termer

Som komplement till den mineralogiska och genetiska klassificeringen förekommer ett antal beskrivande termer, där de viktigaste utgörs av begreppen struktur, textur, kornstorlek och färg. Dessutom förekommer en del namn med mer allmän innebörd, vilka kan behöva en förklaring.

Strukturtermer beskriver både primära och sekundära företeelser i berggrunden, vilka huvudsakligen kan studeras i hållskala eller över större ytor. Gränsdragningen mot mer småskaliga företeelser hemmahörande under texturbegreppet är dock något flytande.

Några vanliga termer är:

Antiform	Veckad struktur som är konvex uppåt (ryggformad). Kan vara symmetrisk eller asymmetrisk (överstjälp).
Antiklinal	Samma struktur som antiform, men här har åldersrelationerna i lagerföljden kunnat bestämmas. De yngsta lagren ligger ytterst.
Bandning	Används ibland för skiktade bergarter utan särskild genetisk betydelse (jfr lagring).
Lagring	Planstruktur betingad av primära sedimentationsprocesser. Härvid har skikt av olika sammansättning och/eller struktur avsatts på varandra. En del då bildade småstrukturer kan användas vid bestämning av åldersrelationerna i lagerföljden (s.k. lagerföljdsbestämning eller upp- och nedbestämning).
Lineament	En linje i terrängen orsakad av geologiska strukturer och synlig på flyg- och satellitbilder.
Skriffrihet	Planstruktur bildad genom riktat tryck. Betingas vanligen av att skivformade mineralkorn (mest glimmer) ligger parallellorienterade i ett plan.
Synform	Veckad struktur som är konkav uppåt (trågformad). Kan vara symmetrisk eller asymmetrisk.
Synklinal	Samma struktur som synform, men här har åldersrelationerna i lagerföljden kunnat bestämmas. De yngsta lagren ligger innerst.
Stänglighet	Allmän linjär struktur. Kallas även lineation. Den vanligaste formen av stänglighet är att långsmala mineralkorn eller mineralaggregat är parallellorienterade i en viss riktning (=stänglighetens riktning).

Veckaxel En tänkt linje kring vilken en planstruktur (lagring eller skriffrihet) har veckats.

Texturtermer anger de enskilda mineralkornens förhållanden till varandra. Följande termer är vanliga:

- Ofitisk** Textur karakteriserad av listformade plagioklaskorn inneslutna i större pyroxenkristaller. Texturen förekommer oftast i diabaser.
- Porfyrisk** Denna struktur innebär att större mineralkorn är omgivna av finkornig eller tät mellanmassa. Termen används i samband med såväl vulkaniter som djup- och gångbergarter.
- Porfyroblastisk** Termen används för en omvandlad bergart, där något eller några mineral (t.ex. mikroklin, granat eller andalusit) har växt till större kornstorlek än mellanmassan.
- Poikilitisk** Termen betyder att ett mineral har talrika inneslutningar av något eller några främmande mineral. Har det omslutande mineralet bildats sekundärt, talar man om poikiloblastisk textur.
- Ögonförande** Populärbeteckningen för granitiska bergarter med större strökorn, vanligen av kalifältspat. Något avseende brukar dock inte fästas vid formen, trots att termen ursprungligen har använts för deformerade (pressade), lins- eller ögonformade kristallaggregat.

Kornstorlek. Följande klassindelning tillämpas:

<0.05 mm	tät
0.05–0.5 mm	mycket finkornig
0.5–1 mm	finkornig
1–3 mm	medelkornig
3–5 mm	grovt medelkornig
>5 mm	grovkornig

Färg. Någon standardisering när det gäller färgbenämningar av bergarter är svår att genomföra. Dels är färgbegreppet som sådant subjektivt, dels kan en bergart vara uppbyggd av flera olikfärgade mineral. Principen i uppbyggnaden av blandfärgsbenämningar ges av exemplet röd–gråröd–rödgrå–grå.

Diverse allmänna termer

Basisk	Anger att en eruptivbergart har mellan 45 och 52% SiO ₂ .
Intermediär	Anger att en eruptivbergart innehåller mellan 52 och 66 % SiO ₂ .
Intrusion	Sker när en magma tränger in i äldre berggrund (adj. intrusiv).
Metamorfos	Den mineralogiska och strukturella omvandling som fasta bergarter kan genomgå efter sin bildning (innefattar inte vittringsprocesser). <i>Regionalmetamorfos</i> innebär omvandling över ett större område. <i>Kontaktmetamorfos</i> kan ske genom lokal upphettning av berggrunden i gränzonen till en magmaintrusion.
Metasomatos	Termen anger att kemiska aktiva lösningar eller gaser har passerat genom ett berggrundsavsnitt, som därigenom fått sin sammansättning förändrad.
Sur	Anger att en eruptivbergart innehåller mer än 66 % SiO ₂ .
Ultrabasisk	Anger att en eruptivbergart innehåller mindre än 45 % SiO ₂ .

Strukturgeologiska kartan

På den strukturgeologiska kartan redovisas sprick- och förkastningsmönster, skiffrighets- och stänglighetsmätningar, gångar av diabas och ibland även andra bergarter. Vidare anges eventuella stortektoniska strukturer som syn- och antiformer etc. Sprickorna och förkastningarna har huvudsakligen iakttagits som s.k. lineament (morfologiska linjer) på flygfotografier, men även resultat av fältobservationer brukar ingå i det redovisade materialet. Linjerna har bl.a. dragits där det förekommer raka dalgångar eller raka myrstråk, sjökonturer och "trappsteg" i terrängen.

På grund av jordtäckning kan berggrunden oftast inte observeras under de morfologiska linjerna. Erfarenheter från t.ex. tunnelarbeten tyder dock på att berget under sådana linjer kan vara krossat och sprickigt. Krossning i mer oregelbundna zoner framträder dock inte så väl på flyg-

fotografier. Sådana zoner har dock vanligen en mera begränsad utsträckning.

Förkastningsbeteckningen används endast där man kunnat konstatera en förskjutning i höjd- och/eller sidled (morfologiskt eller geologiskt).

Södra Sveriges regionala berggrundsgeologi

Fig. 3 visar den del av jordens utveckling då några olika berggrundsenheter i Sverige bildades.

I mycket grova drag framgår huvudenheter i de södra delarna av vårt lands berggrund ur fig. 4. (Svekokarelium är namnet på den bergskedjebildande process eller orogenes, vilken gett upphov till merparten av bergarterna i det avgränsade området på bilden.)

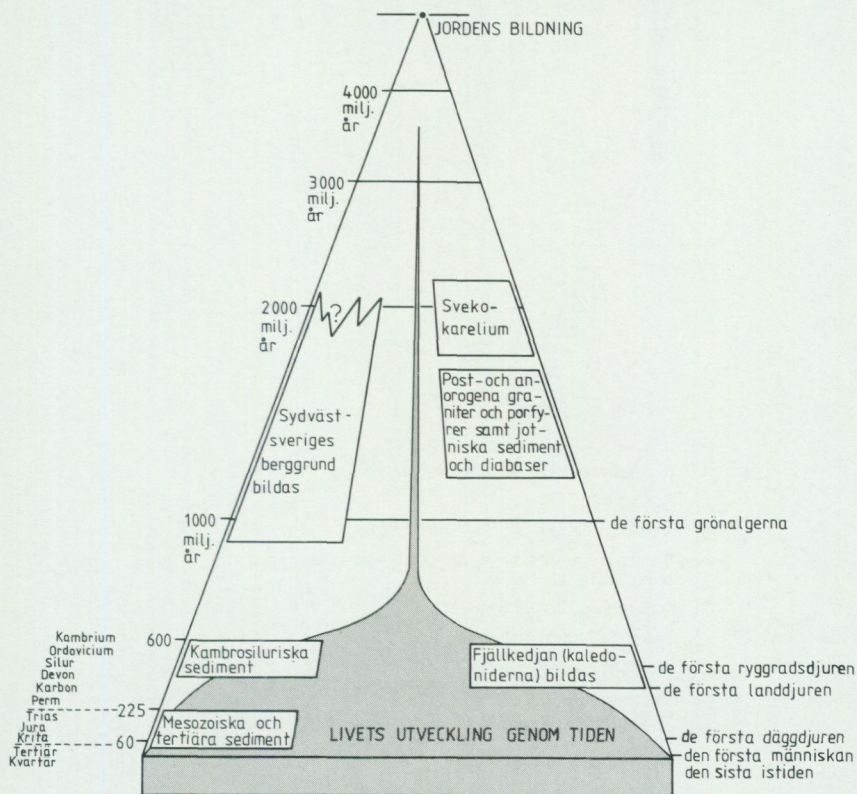


Fig. 3. Några enheter av södra Sveriges berggrund i förhållande till jordens utveckling.
Some bedrock units of southern Sweden.

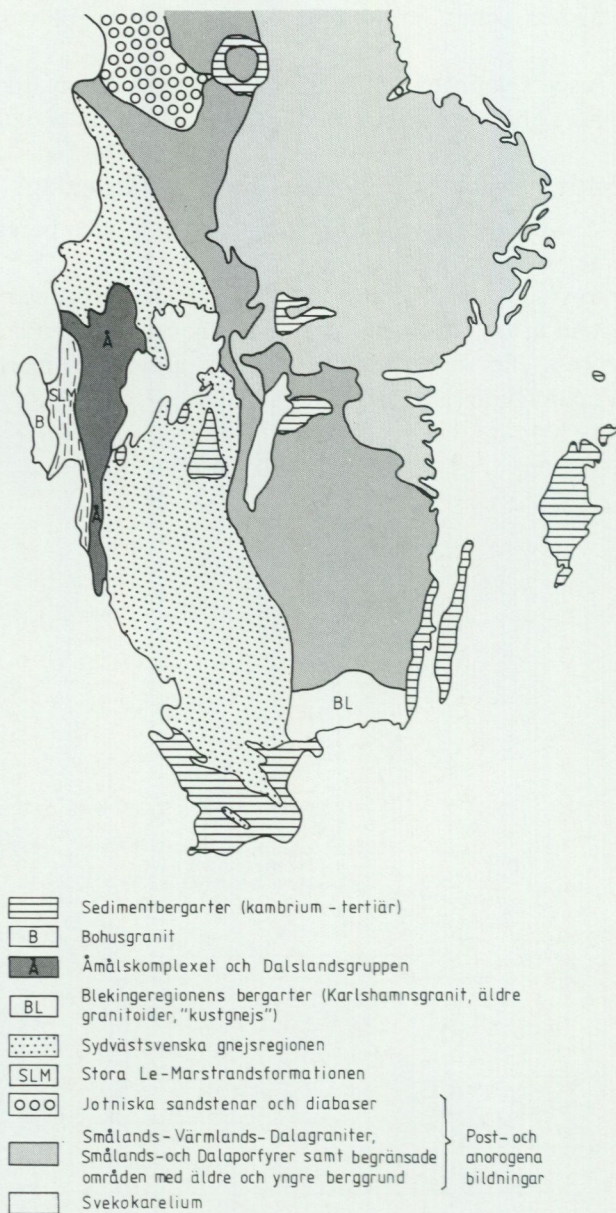


Fig. 4. Indelning i stora drag av södra Sveriges berggrund.
 Outline of the bedrock of southern Sweden.

LITTERATUR

SGU=Sveriges geologiska undersökning.

IUGS SUBCOMMISSION ON THE SYSTEMATICS OF IGNEOUS ROCKS. 1973: Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks. Recommendations. – N. Jb. Miner. Mh. 1973, H4, 149–164.

– 1980: Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilitic Rocks. –Geologische Rundschau 69, 194–207.

LOBERG, B., 1980: Geologi. Material, processer och Sveriges berggrund. Andra uppl. – Norstedts.

LUNDEGÅRDH, P.H., 1980: Stenar i färg. Sjunde uppl. AWE/Gebbers.

– LUNDOVIST, J., och LINDSTRÖM, M., 1978: Berg och Jord i Sverige. Femte uppl. – Almqvist och Wiksell läromedel.

LUNDOVIST, Th., 1979: The Precambrian of Sweden. – SGU C 768.

MACDONALD, G., 1972: Volcanoes. – Prentice-Hall, New Jersey.

PETTIJOHN, F. J., 1975: Sedimentary rocks. Tredje uppl. – Harper.

RITTMANN, A., 1952: Nomenclature of volcanic rocks. – Bulletin Volcanologique H 12, 75–102.

BESKRIVNING TILL BERGGRUNDSKARTORNA AVESTA NV OCH SV

AV MATI AMBROS

Inledning

Ett omfattande geologiskt faktamaterial sammanställt i kartor i olika skalor finns redan från det aktuella kartområdet. Det var nya flygburna geofysiska mätningar som aktualiserade en nykartering: ett nytt tekniskt hjälpmedel stod till buds, som ger möjlighet att följa bergartshorisonter och tektoniska zoner även i jordtäckta områden. Förhoppningen är att dessa nya mätningar skall blåsa nytt liv i malmletningen.

I Bergslagen har malmletning pågått i århundraden. Hoppet måste anses vara ute att hitta nya malmer som går upp i dagen, de måste sökas fram under jordtäcket och under andra bergarter. Beträffande järnmalm har man redan lyckats med detta: de magnetiska mätmetoderna har tillämpats under lång tid och de nyligen utförda flygmagnetiska mätningarna visar att ingenting förblivit oupptäckt. Beträffande alla övriga malmer finns det arbetet kvar: de malmer som någon gång brutits eller fortfarande bryts har alla upptäckts som malmhäll i dagen. Uppskattningsvis är 1% (en procent) av Bergslagens malmförande berggrund blottad och detta förhållande visar vad som finns kvar att göra. Den geologiska kartan är ett steg på vägen i sökandet efter dessa malmer. Är kartans stratigrafiskt-tektoniska innehåll rätt, är det möjligt att påbörja en rekonstruktion av den paleogeografiska miljön där malmerna en gång bildades.

Arbetet inleddes med att det äldre kartmaterialet sammanställdes med de nya flyggeofysiska mätningarna. Därvid framkom att stora områden redan var geologiskt klassificerade. Norbergsområdets äldre kartmaterial har sådan detaljrikedom att en sammanfattning för anpassning till här föreliggande kartskala var nödvändig. De flyggeofysiska mätningarna påvisade en mängd företeelser som inte hade någon förklaring i det äldre kartmaterialet och det var på dessa som de nya fältinsatserna koncentrerades.

Någon fullständig rekognoscering av området är inte genomförd. Dock är alla blottningar med bergartskontakter nu åter besökta. Inom djupberg-

artsmassiven är de nya observationerna glesa, speciellt i områden där de äldre kartorna visar på stor hållrikedom.

I fältarbetena har deltagit H. Delin, S.O. Enstrand, B. Lagerblad, B. Olofsson, E. Säll, M-L. Tjörnhammar och B. Wigström.

Fotograf K-E Alnavik har tagit samtliga bilder.

Bergarterna

Kartområdets bergarter är prekambrika, de tillhör det som i dagligt tal kallas urberget. Åldersbestämningar av kartområdets yngsta bergart, de långa, allt genomsättande diabaserna, visar att dessa är ca 1 000 miljoner år gamla. De graniter som diabaserna genomtväras är nästan 2 000 miljoner år gamla och dessa graniter genomsätter i sin tur en lagerserie som en gång avsattes på dåvarande jordyta. Det är obekant hur gammal den är. Likartade bergarter, som sannolikt är likåldriga, finns i trakten av Sala och i dessa finns säkra belägg på organiskt liv.

Dessa äldsta bergarter är metamorfa, dvs. de har påverkats av höga tryck och temperaturer så att deras mineralogiska sammansättning anpassats därefter. Trots detta kan den struktur som bergarten fick vid sin bildning ha bevarats. Kartans metasediment och kvartsiter har oftast skiktningen kvar och i metavulkaniterna finner man ej sällan blåsrumsbrottstycken och skiktade lager. Den lutning dessa skikt har nu anger det dåtida horisontalplanet läge i förhållande till dagens. Små störningar i skikten, små erosioner under vattnet tillåter geologen att avläsa vilket som varit den ursprungliga ovansidan i ett nu kanske tvärbrant stående lager. Så kan bergartsdeformationen utredas och den ursprungliga avsättningsmiljön rekonstrueras. På geologiska kartan anger lagringssymboler lagrens nuvarande lutning, pilarna anger åt det håll som ovansidorna är vända.

Ljusblå färger avser klastiskt sedimentära bergarter. Avsättningen är dock inte likåldrig i olika blåmarkerade områden. Sedimentationsmiljön har också varit olika. Där denna varit möjlig att specificera har överbe-teckningar och olika blåton använts.

Ljusgrön färg betecknar vulkaniska bergarter som är kiselsyrafattiga, järn- och magnesiumrika och därför mörka. Generell benämning på dessa är grönstenar men här har använts termen "basiska metavulkani-ter" för att markera att de är avsatta på jordytan som lava och aska.

Gul färg betecknar bergarter bildade ur kiselsyrorika vulkaniska utbrottsprodukter. Där ingen skiktning finns angiven är bergarten närmast strukturlös, ljus gråröd och fin- till medelkornig. Den innehåller ofta strökorn av kvarts, mer sällan av fältspat. Fältspatströkornen bildades tidigt, redan före utbrottet och kvartskornen kan också ha varit små kristallgroddar redan då det övriga var en amorf massa. I de flesta fall vill man dock tillskriva kvartskornen ursprunget att vara senare utfyllda gasblåsor.

Man har alltid fäst vikt vid fördelningen av elementen natrium och kalium i de här vulkaniterna. Där det ena elementet kraftigt dominerar över det andra har detta markerats med överbeteckning.

Streck på gul bottenfärg anger att vulkaniterna är lagrade, avsatta i vatten. Landavsatt aska kan också ha en lagringsliknande struktur men här förekommer även inslag av kemiska sediment vilket borgar för att vatten varit närvarande.

Gröna spiriller på gul bottenfärg anger de stråk eller hela områden där den vulkaniska miljön i huvudsak är kemiskt sedimentär men störd av asknedfall. Det är i denna miljö som järnmalm, kalk, kvarts och den blandning av kalk och kvarts som nu återfinns som bergarten skarn en gång utfälldes. Bergarter bildade i denna snabbt skiftande vulkaniska miljö har avgränsats mot andra bergarter.

En speciell *blekgul färg* betecknar en bergart vars sammansättning avviker från de övriga vulkaniternas. Bergarten består av kvarts, ljus glimmer och cordierit, den är en metamorf produkt av något okänt som bildats vid den vulkaniska verksamheten.

Mörkblå färg avser kalksten. Ca/Mg-fördelningen är inte undersökt vid denna kartering. Den verkliga bredden på kalkstenslagren har överdrivits för att möjliggöra illustrering i denna kartskala. Kalkstenslagren växellagrar med sura vulkaniter, likartade de vulkaniter som omger dem. Smala och enstaka kalkstenslinser har överbeteckningen (K).

Brun färg betecknar graniter, granodioriter och tonaliter, vilka alla är djupbergarter, dvs. bildade långt ner i jordskorpan. De är gnejsiga eller/ och stängliga, men där djupbergarterna är fattiga på mörka mineral är den strukturen inte så påtaglig. Färgen hos graniten och granodioriten är vanligtvis röd, men variationen till rödgrå till grå kan vara snabb och den beror inte på några väsentliga skillnader i sammansättningen. Det är alkalifältspaten som är olika färgad i olika delar av samma massiv.

Tonaliter är mörkare och har endast mycket lite av den fältspat som kan ge den röda färgskiftningen.

Den *kraftigt gröna färgen* avser gabbro, också den en djupbergart. Dess färg är djupgrön till nästan svart, den är endast sällan påtagligt gnejsig. I alla områden som är markerade med djupgrön färg är graniter och granodioriter vanliga men de bildar inga större sammanhängande partier. Gabbron är alltid den bergart som är äldst av djupbergarterna. Granit och granodiorit är yngre och har genomträngt gabbron här och var.

Röd färg avser den granit som är distinkt yngre än den brunmarkerade. Den är alltid röd, massformig och överallt inom kartområdet är den tydligt radioaktiv.

Med *röd kråkspark* markeras de områden som är genomdränkta av pegmatit. Större pegmatithällar har röd färg och egen överbeteckning. Bergarten har genom sin sammansättning och sin massformiga struktur haft en alldeles särskild förmåga att motstå vittring och isens avhyvlade effekt och den framstår ofta som kala hällar. River man bort mossan vid foten av pegmatithällen ser man att dess utbredning inte är så stor och den bergarten som pegmatiten genomsatt finns nästan alltid åtkomlig.

Violet färg betecknar den yngsta bergarten inom kartbladet, diabas, som i långa gånger genomtvärsar den övriga berggrunden.

Kartbilden domineras av djupbergarter som genomträngt de bergarter som bildats på jordytan. De senare, ytbergarterna, förekommer nu som sjök i de förra och är på så sätt isolerade från varandra av djupbergarter. Isoleringen ökas ännu mer av senare förkastningsrörelser. Lagerföljden har bestämts inom de olika ytbergartssjoken, men åldersförhållandena mellan bergarterna i de olika sjoken är icke klarlagda.

Den geologiska utvecklingen

Det största sammanhängande området av ytbergarter är Norbergsområdet, som sträcker sig från området strax norr om Norberg mot sydväst över Fagersta till Riddarhyttan. Det är förhållandena i det området som är grunden för den stratigrafiska uppfattningen och beskrivningen av den geologiska utvecklingen.

De äldsta bergarterna finns vid sjön Ungen och Glad tjärnen (2a). En liten flik av en på kartbladet Ludvika SO vida utbredd bergartsformation

finns i här behandlade kartområde. Det är fråga om klastiska sediment med inlagringar av basiska vulkaniter. Bergarterna avslöjar en orolig jordskorpa med snabb sedimentation, dålig sortering av sedimenten och en samtidigt pågående basisk vulkanisk verksamhet. Vid Glad tjärnen kan man identifiera ett floddelta, vilket avslöjar att den landmassa som då var under nedbrytning funnits relativt nära. Strömriktningar anger att den legat i nordost i förhållande till Glad tjärnen.

Början till en genomgripande miljöförändring aviseras av en några hundra meter mäktig packe av kiselsyrarika, vulkaniska utbrottsprodukter. Denna är pålagrad av sand (nu Solfallskvartsit), angivande ett stillestånd i den vulkaniska verksamheten och en fortsättning av den tidigare sedimentationen. Sandavlagringens mäktighet är mellan trettio och ett hundra meter, dock förefaller den inte ha avsatts över hela området. Därefter tar den eruptiva verksamheten fart, ett kilometermäktigt täcke av kiselsyrarika, homogena, endast lokalt fragmentförande vulkaniter bildas. Slutet markeras av skiktade vulkaniska bergarter. Det mesta är luftburen aska som fallit i vatten samtidigt med en omfattande kemisk sedimentation. Vattnet är i den vulkaniska miljön rikt på lösta ämnen som då och då faller ut och bildar skikt.

Järn avsätts men det bildas inga större malmer. Däremot har några av malmerna en exklusiv kemisk karaktär i form av en betydande mangan-karbonathalt. Samtidigt avsätts också ett kalklager som når en stor utbredning. I Norbergsområdet är det Bålsjöberg-Klackbergsstråket som är den främsta representanten för den här miljön, och i Garpenbergsområdet är det stråket sydväst om Pålsbenningsjön.

Härefter tar den eruptiva verksamheten fart på nytt, ett lager av porfyriska, sura, kaliumrika utbrottsprodukter bildas som kan följas över hela Norbergsområdet. Sedan blir den vulkaniska miljön kaotisk. Varje bergartsutbildning får endast en begränsad utbredning samtidigt som lagermäktigheterna varierar snabbt. Det är i den här miljön som järnmalmen bildas och Norbergsområdet är därvid speciellt. Mängden järn som utfälls här är särskilt stor. Likartade malmbildningsprocesser uppstår här upprepade gånger, samtidigt som järnmalmsfria skiktade vulkaniter avsätts några tiotal kilometer därifrån. Mäktiga vulkanitlager blir intensivt omvandlade under denna tid.

Norbergsområdet lämnar inga upplysningar om den fortsatta ytbergsartsavsättningen. Yngre bergarter finner man dock i Vikmanshytteområdet (6a), där finns två smärre områden med klastiska sediment avlagrade

ovanpå sura vulkaniter. När Vikmanshyttensedimenten avsattes hade den sura, vulkaniska verksamheten redan avstannat.

Nästa geologiska skede inom det här kartområdet är att de redan bildade bergarterna utsattes för metamorfos, veckning och intrusion av basiska och sura magmor. Detta skedde kilometervis under den dåvarande markytan och av det som skedde på högre nivåer finns inga spår. Granitmagmorna undanträngde tidigare bildade bergarter till den grad att de själva utgör de dominerande bergarterna inom kartområdet. Den yngsta graniten intruderade under ett senare skede, när berggrunds rörelserna avstannat.

Alla de förkastningsrörelser som skett under ytbergarternas avsättning och under tidsrymden fram till berggrundens veckning är fördolda, de kan inte längre spåras. De på berggrundskartan angivna förkastningarna har inträffat efter veckningen men före de övertvårande diabasernas inträngande. Dessa diabaser är ca 1 000 miljoner år och från den tiden och fram till nu har inga rörelser kunnat spåras som rubbat diabasgångarnas raka förlopp.

Ytbergarterna

Kartområdets ytbergarter förekommer som större eller mindre sjok isolerade från varandra av granit och förkastningar. Någon stratigrafisk uppställning omfattande alla ytbergarterna låter sig inte göras, det saknas sammanbindande ledhorisonter. Beskrivningen av ytbergarterna sker områdesvis, dvs. varje större ytbergartsförekomst behandlas för sig.

Norbergsområdet

Ytbergarterna här är en del av ett mycket stort sammanhängande ytbergartsområde. Mot sydväst sträcker det sig över Fagersta, Riddarhyttan, förbi Lindesberg och Nora till Örebro och Karlskoga, en sträcka på närmare 100 km. Mellan Fagersta och Riddarhyttan bryter betydande förkastningar ytbergarternas direkta samband med varandra. Mot nordost begränsas det som här kallas Norbergsområdet av den öst-västliga förkastningen som tvärrar sjön Gäsen (3b) och löper utmed sjön Hästedammsjön (3c) fram till Storsjön (3c).

Stratigrafi och tektonik

Lagringen har en konstant nordostlig strykning och brant nordvästlig stupning. Primärstrukturer anger att lagerserien blir yngre mot sydost. Norbergsområdet är således monoklinalt uppbyggd och något överstjälpt. De bergartsled där järnmalmer och kalkstenar ingår som betydande beståndsdelar är drabbade av veckning.

Stratigrafin inom Norbergsområdet är enligt nedan (se även uppställningen i marginalen till kartbladet Avesta SV):

yngst *Malmtjärnsformationen*

Skiktade, sura vulkaniter med kvarts- och skarnjärnmalm. Na-rika, sura porfyriska metavulkaniter, varav övervägande delen är omvandlad till glimmerskiffer.

Silvtjärnsformationen

Skiktade, sura metavulkaniter med kalksten, dolomit och mangankarbonatförande järnmalm. K-rika, sura, porfyriska metavulkaniter.

Igeltjärnsformationen

Sura, porfyriska metavulkaniter med snabbt varierande K- och Na-fördelning. En kvartsithorisont (Solfallskvartsiten).

äldst *Larsboformationen*

Basiska, andesitiska metavulkaniter, gråvacka och kvartsit.

Blottningarna där primärstrukturerna påträffats, som föranleder ovanstående lagerföljd, är på den geologiska kartan utmärkta med pilar. Tyvärr är primärstrukturernas spår på bergytan förgängliga. Hällen kan inte skyddas mot lav och vittring, ytterligare avrivning kan vara svåra att göra. Primärstrukturerna har dokumenterats fotografiskt, varav ett urval publiceras här.

I den övre delen av lagerpacken, den som omfattar Malmtjärnsformationen, påträffades inga strukturer som medgav uppåtbestämningar. Kartbilden saknar den symmetri som skulle ge anledning att förmoda annat än en fortsatt monoklinall uppbyggnad, varför det är sannolikt att



Fig. 1. Primärstrukturer i kvartsiten vid Glad tjärnen (2a).
Foto K-E. Alnavik.

Primary structures in the quartzite at lake Glad tjärnen (2a).

lagren fortsätter att bli allt yngre mot sydost fram till granitkontakten. Mindre veck är vanliga inom kalk- och järnmalmsstråken utan att stråken i sig är veckade. Orsaken är glidningar i dessa mindre kompetenta lager vid tillfället när lagerpacken överstjälptes. Glidrörelser kan även förklara de småveck som finns i Solfallskvartsiten illustrerade i fig. 3. Dessa veck finns i samma hållområde som uppåtbestämningarna i fig. 2. I det här fallet kan glidningarna ha inträffat strax efter kvartsitens avsättning under den oroliga vulkaniska epoken.

Larsboformationen

Formationens huvudsakliga utbredning finns på det angränsande kartbladet Ludvika SO (Strömberg 1983). Inom de här kartbladen finns det förutom i Norbergsområdet ytterligare två mindre områden med bergarter som tillhör denna formation, den ena på kartrutorna 3a och 4a, beskrivet på s. 67 och den andra vid sjön Dräcken, kartruta 5b, beskrivet på s. 59. Kartans allra sydöstligaste del utgörs också av bergarter likartade Larsboformationen men korrelationen är osäker.

Den lilla flik av Larsboformationen bergarter som finns i Norbergsområdet utgörs av andesitiska vulkaniter och klastiska sediment. De äldsta leden har intruderats av granit och de yngsta överlagras av sura vulkaniter. Uppbyggnaden är ganska komplex, den lilla delen av formationen inom kartområdet kan indelas i en undre och en övre andesit med mellanlagrande sediment. Sedimentbergarterna är väldigt olika, väster om sjön Ungen (2a) finns metagråvacka och öster om sjön kvartsit. Åldersförhållandet mellan dessa sediment är inte helt klart. Ett smalt stråk av sur vulkanit finns mellan kvartsiten och den övre andesiten och det finns inget som vägleder till ett ställningstagande, huruvida den sura vulkaniten är en lagergång eller en tidig förelöpare till den sura vulkanismen.

Undre andesit

Undre andesiten är svagt sulfidhaltig, vilket föranlett några smärre skärpningar. Den flygmagnetiska kartan visar att det finns ett distinkt magnetiskt lager, trots att det i hållar endast sällan finns lagringsliknande strukturer. I håll är den entonigt mörk och ibland strökornsförande, någon gång ser man fragment.

I slipprov är den tydligt fältspatporfyrisk och den har hålrumsfyllnader av kvarts. Mellanmassan av fältspat och kvarts är rik på biotit (i ett prov amfibol) och opakmineral. Tre analyser av den undre andesiten återges i tabell 1.

TABELL 1. Kemiska analyser av Larsboformationens undre andesit (vikt-%).
Chemical analyses of lower andesite of the Larsbo formation (weight %).

Analys nr	STU-019	STU-020	STU-021
x-koord.	666364	666362	666353
y-koord.	150040	150050	150071
SiO ₂	68.9	61.2	66.7
TiO ₂	0.596	1.06	0.407
Al ₂ O ₃	13.5	14.2	13.3
Fe ₂ O ₃	5.97	8.93	3.76
MnO	0.050	0.128	0.050
CaO	4.05	7.04	3.18
MgO	1.33	4.44	2.31
Na ₂ O	3.18	1.21	2.91
K ₂ O	1.44	2.44	3.06
Summa	99.0	100.7	95.7

Kvartsit

Kvartsiten är bäst blottad på höjden söder om sjön Glad tjärnen och benämns Glad tjärnkvartsiten för att anknyta till äldre litteratur (Geijer 1936, 1967). Över hela utbredningsområdet är den likartad utbildad. Den förefaller vara ren och har väl bevarade primärstrukturer (se fig 1.) Strömskiktningar påträffas så ofta att det här bör vara fråga om en deltabildning, men grovklastiska lager har inte påträffats. Strömriktningen har hela tiden varit från nordost.

Fyra slipprov har undersökts och i dessa är kvartsiten inte speciellt ren. Fältspat och ljus glimmer ingår i varierande mängder. Den klastiska texturen finns inte bevarad, bergarten är helt omkristalliserad. På kartan har Glad tjärnkvartsitens utbredningsområde formen av ett veck. Några veckstrukturer har dock inte iakttagits, lagringen böjer aldrig runt, varken i kvartsiten eller den omgivande bergarten.

Gråvacka

Endast en smal (max. 15 m bred) tunga av Glad tjärnkvartsiten finns kvar väster om Näckebroviken i sjön Ungen. Kvartsiten överlagras där av glimmerskiffer och ytterligare mot sydväst i strykningsriktningen försvinner både kvartsit och glimmerskiffer och gråvacka tar vid. De här sedimenten sammanhänger direkt med gråvackan på kartbladet Ludvika SO, där den har en mycket stor utbredning. Bergarten är beskriven av Hjelmqvist (1937, 1946) och Strömberg (1983).

TABELL 2. Kemiska analyser av Larsboformationens övre andesit (vikt-%).

Chemical analyses of upper andesite of the Larsbo formation (weight %).

Analys nr	STU-001	STU-002	STU-003
x-koord.	666367	666364	666361
y-koord.	150182	150171	150157
SiO ₂	60.5	63.2	61.7
TiO ₂	1.12	1.14	1.05
Al ₂ O ₃	17.1	15.6	16.4
Fe ₂ O ₃	9.67	9.89	9.52
MnO	0.148	0.152	0.112
CaO	6.20	5.87	4.02
MgO	3.83	3.05	4.16
Na ₂ O	3.22	2.51	2.32
K ₂ O	1.09	2.23	3.31
Summa	102.9	103.7	102.9

Övre andesit

Den övre andesiten saknar kishaltiga horisonter. I övrigt likt den undre andesiten. Kontaktförhållandet mot sura porfyryr är inte helt klarlagt. Den övre andesiten kilar ut mot norr med sura porfyryr på ömse sidor. Förhållandet tyder på ett nära tidssamband mellan den andesitiska och den sura vulkanismen. Tre kemiska analyser av den övre andesiten återges i tabell 2.

Igeltjärnsformationen

Den här enhetens undre begränsning är andesiten i Larsboformationen. Övre begränsningen är en geologisk miljöförändring som medfört att tydligt skiktade vulkaniter bildats. Igeltjärnsformationen karaktäriseras av monotona, sura metavulkaniter. De är i håll ljusa till rödlätta, porfyrisk, ibland näst intill strukturlösa. Enformigheten avbryts av ett kvartsitlager, ett följbart cordieritrikt lager, då och då av korta agglomeratiska bildningar och någon gång påträffas även skiktning. Dessa led ger besked om lagerställningen. Kvartsitlagret visar även lagerpackens ursprungliga ovansida.

Inom formationen finns flera långa, magnetiska anomalier. Den kraftigaste anomalien orsakas av den cordieritrika horisonten. I övrigt är det de vanliga "sura, porfyrisk, metavulkaniterna" som i vissa stråk är magnetiska, i andra inte. Det som på den flygmagnetiska kartan bildar en enda anomali kan i håll visa sig bero på flera parallella, sinsemellan åtskilda magnetiska skikt. Järnmalm förekommer inte i Igeltjärnsformationen.

Sura, porfyriska metavulkaniter

Alternativa namn på dessa bergarter är porfyr, kvartsporfyr eller alkali-ryolit. De är finkorniga, SiO_2 -rika bergarter som genom förekomst av kvarts eller/och fältspatströkorn kan tillskrivas ett vulkaniskt ursprung. De kan ha bildats som lava, ignimbrit eller tuff, men det är vanskligt att nu avgöra i vilken av dessa former avsättningen en gång skett.

Från Igeltjärnsformationens sura, porfyriska metavulkaniter finns 17 kemiska analyser (tabell 3). Analyserna visar en bred kemisk variation och de mest skiftande K/Na-förhållanden. I två av dessa prover dominerar Na kraftigt över K. Proverna är tagna i strykningsriktningen 600 m från varandra, och detta har föranlett urskiljandet av det stråk av Na-rik, sur, porfyrisk metavulkanit som ligger alldeles väster om Igeltjärnen (2a). Det andra stråket av Na-rik vulkanit, som finns mot sydväst, är urskiljt på analyser tagna alldeles utanför kartgränsen. Där har också Geijer (1936) påvisat existensen av sådana vulkaniter (natronleptit, i regel kvartsporfyrisk).

Kvartsit

Stratigrafiskt lågt i Igeltjärnsformationen finns ett kvartsitlager, vars största bredd enligt hällfördelningen är av storleksordningen ett hundra meter. I strykningsriktningen mot sydväst, alldeles vid kartgränsen, klipps den av granit men återfinns efter 5 km avbrott på kartbladet Ludvika SO. Mot norr är kvartsitstråkets slut inte säkerställt, det har inte kunnat följas upp i den just där dåligt blottade terrängen.

Kvartsiten är känd och beskriven tidigare. Geijer har kallat den Solfallskvartsit, ett namn som inte längre finns på topografiska kartan, men benämningen avser blottningarna vid vägen mellan Norberg och sjön Ungen. Kvartsitens fortsättning på kartbladet Ludvika SO är beskriven under namnet Kolpebokquartsit av Högbom (1929, 1930), Hjelmqvist (1946) och Strömberg (1983). Det finns många goda blottningar utefter hela stråket, de bästa finns vid Igeltjärnen (fig. 2 och 3).

Kvartsiten har alltid väl framträdande lagringsstruktur, vid Igeltjärnen (2a) är den dessutom ofta korsskiktad. Renheten varierar, mycket rena horisonter är sällsynta. Geijer (1967) beskriver svartsandskikt i kvartsiten från blottningarna vid vägen mellan Norberg och sjön Ungen, och finner där kriterier för en normal strandbildning. Speciellt intressant är



Fig. 2. Primärstrukturer i Solfallskvartsiten vid Igeltjärnen (2a). Foto K-E. Alnavik.
Primary structures showing way-up in the quartzite at Igeltjärnen (2a).

nu Geijers uppgifter om zirkonanrikning i svartsandskikten. Med den nuvarande uppfattningen om kvartsitens stratigrafiska position representerar kvartsiten ett uppehåll i den vulkaniska verksamheten och en fortsättning av den tidigare sedimentationen som bildade Larsboformationen. Tungmineralen och zirkonerna härstammar från en sannolik granitisk berggrund som var under nedbrytning vid sedimentens bildning. En åldersbestämning av de i svartsandskikten ingående zirkonerna skulle ge åldern på suprakrustalbergarternas underlag.



Fig. 3. Små veck i Solfallskvartsiten vid Igeltjärnen (2a). Foto K-E. Alnavik.

Minor folds in the quartzite at lake Igeltjärnen (2a).

Cordieritrika metavulkaniter

Ett påtagligt inslag bland Igeltjärnsformationens metavulkaniter är cordieritknöliga bergartsutbildningar. Sådana kan påträffas lite här och var i en liten omfattning, men det finns också en sammanhängande horisont, följbär drygt 5 km i lagringens strykningsriktning. På kartan är detta utmärkt med överbeteckningen "c", tecknet avser mineralet cordierit. Knölnarna och knottorna består av kvarts och cordierit. Mellan dessa är bergarten synnerligen biotitrik, plagioklasdominerad och oftast magnetisk. Cordieriten är ett Mg-rikt mineral som bildats vid senare metamorfos, men en anomal Mg-halt bör ha förelegat redan i den tidiga vulkaniska miljön.

En analys (tabell 3, STU-007) finns från ett sådant cordieritrikt lager.

TABELL 3. Kemiska analyser av Igeltjärnsformationens kvartsporfyriska metavulkaniter (vikt-%).

Chemical analyses of quartz porphyritic metavolcanites of the Igeltjärn formation (weight %).

Analys nr x-koord. y-koord.	STU-004 666216 150237	STU-005 666221 150200	STU-006 666239 150192	STU-007 666185 150150	STU-008 666170 150220	STU-022 666215 150172
SiO ₂	71.0	66.4	70.6	65.9	71.81*	70.6*
TiO ₂	0.253	0.473	0.613	0.778	0.27*	0.35*
Al ₂ O ₃	10.7	13.0	25.9	14.8	14.4*	15.51*
Fe ₂ O ₃	3.51	4.50	4.52	7.82	4.4*	2.88*
MnO	0.020	0.058	0.040	0.081	0.06*	0.29*
CaO	0.439	1.68	1.75	2.56	0.8*	1.79*
MgO	0.680	3.05	1.77	3.07	2.57*	0.81*
Na ₂ O	3.17	4.06	4.47	3.06	3.27*	5.31*
K ₂ O	5.70	1.67	1.83	3.02	3.02*	1.09*
Summa	95.5	94.9	111.6	101.1	101.91	99.52

Analys nr x-koord. y-koord.	STU-036 666728 150878	STU-037 666703 150873	STU-040 666710 150910	STU-054 666726 150854	STU-2015 666750 150850	STU-2016 666740 150855
SiO ₂	80.9	72.6	70.0	68.4	73.9	66.4
TiO ₂	0.089	0.489	0.586	0.752	0.206	0.672
Al ₂ O ₃	13.2	17.7	14.8	15.4	13.9	15.7
Fe ₂ O ₃	2.30	5.16	5.18	6.54	3.50	5.92
MnO	0.037	0.094	0.109	0.113	0.029	0.098
CaO	0.808	2.93	1.84	4.47	0.334	3.50
MgO	0.796	2.26	1.11	2.32	1.49	2.92
Na ₂ O	1.55	0.230	3.33	2.82	2.95	2.92
K ₂ O	6.48	6.60	4.91	2.60	2.90	2.85
Summa	106.2	108.0	102.2	103.5	99.1	100.9

Analys nr x-koord. y-koord.	STU-2017 666735 150865	STU-2018 666730 150885	STU-2019 666725 150890	STU-2020 666700 150855	STU-2021 666760 150895
SiO ₂	66	69.23*	74.93*	67.9	76.2
TiO ₂	0.625	0.356	0.649	0.660	0.109
Al ₂ O ₃	15.3	15.02*	11.59	16.2	13.0
Fe ₂ O ₃	6.09	3.41	4.10	5.70	1.70
MnO	0.085	0.050	0.033	0.076	0.013
CaO	4.25	3.25	1.02	4.33	0.152
MgO	2.95	1.01	1.36	2.81	0
Na ₂ O	2.37	2.99	0.724	2.91	0.125
K ₂ O	3.28	4.06	4.33	1.99	9.25
Summa	101.9	99.4	98.7	102.5	100.5

Silvtjärnsformationen

Samma sura vulkanism som gav upphov till Igeltjärnsformationens bergarter låg även till grund för Silvtjärnsformationens bildning, dock var avsättningsförhållandena helt säkert subakvatiska. Bandning och lagring i olika skalor är karaktärsdraget för Silvtjärnsformationens bergarter. Ett nytt inslag var också en omfattande kemisk sedimentation med bildning av kalksten, dolomit och järnmalm. Den monotona bergartsutbildningen i Igeltjärnsformationen övergår således i den tydligt skiktade Silvtjärnsformationen.

Silvtjärnsformationens typlokaler finns vid sjön Silvtjärn (2a). Där finns goda blottningar i en profil som börjar vid vägen nordväst om sjön, går över höjdryggen mot sydost till sydändan av sjön, vidare mot sydost tills monoton glimmerkvartsit börjar uppträda ner mot stora Malmtjärnen. Fig. 5 illustrerar den småskaliga skiktningen i profilens början strax sydost om vägen.

Färgskiftningen är livlig i olika grå, gröna och röda färgtoner. Upp mot höjdryggen är skiktbredden starkt varierande med bl.a. kalkstenslager och en meterbred magnetitjärnmalm. Alldeles innan sydostbranten är vulkaniten kvartsporfyrisk, men nere vid Silvtjärn är den åter skiktad. Där finns en ny kalkstenshorisont och ett gruvhål med järnmalmsvarp. Mot sydost finns mer skiktade vulkaniter och profilen avslutas med en någotsånär homogen porfyrisk vulkanit.

Silvtjärnsformationens vulkaniter är ryolitiska och kalium dominerar över natrium.

Sura, skiktade metavulkaniter

Det är inte möjligt att följa upp en utvald bandad sekvens från ett blottat område till ett annat. Alltid är det några karaktäristiska led som försvinner eller återkommer vid sidan om strykningsriktningen tillsammans med skikt av ny karaktär. Femton prover från skiktade vulkaniter har mikroskopoperats och analyserats (tabell 4). Vid provtagningen har strävats efter prov från lite bredare band så att provet inte kom att omfatta flera skikt. Texturellt är flera skikt kvarts- och/eller fältspatporfyrisk. Variationen i sammansättning och textur beror på föränderligheten i den primära miljön. Variablerna är mineralen kvarts, fältspat, calcit och glimmer samt Ca-silikaten epidot och klinozoisit. Även små sammansättningskillnader framträder väl på vittrad bergyta.



Fig. 4. Skiktad metavulkanit, snett avskuren av grövre vulkanitbädd. Uppåtbestämningen vid Djupkärra (3b). Foto K-E. Alnavik.

Layered metavolcanite cut by massive volcanite bed. Way-up determination south of Djupkärra (3b).



Fig. 5. Metavulkanit ur Silvtjärnsformationen med snett avskurna, finskiktade lager som anger lagringens ursprungliga ovasida. Uppåtbestämningen vid Silvtjärn (2a). Foto K-E. Alnavik.

Way-up determination in metavolcanite west of lake Silvtjärn (2a).

TABELL 4. Kemiska analyser av Silvtjärnsformationens skiktade metavulkaniter (vikt-%).

Chemical analyses of layered metavolcanites of the Silvtjärn formation (weight %).

Analys nr x-koord. y-koord.	STU-009 666130 150235	STU-010 666152 150256	STU-011 666153 150234	STU-012 666150 150234	STU-013 666141 150226
SiO ₂	86.6	75.9	72.0	77.6	81.0
TiO ₂	0.085	0.246	0.297	0.252	0.152
Al ₂ O ₃	11.3	11.5	14.0	13.0	13.4
Fe ₂ O ₃	1.40	3.05	3.43	2.46	1.66
MnO	0.060	0.040	0.041	0.060	0.017
CaO	2.65	0.763	0.872	3.17	0.096
MgO	0.481	0.680	1.19	1.24	1.43
Na ₂ O	0.492	1.91	2.74	2.02	0.166
K ₂ O	3.53	4.78	4.89	2.03	7.09
Summa	106.6	98.9	99.5	101.8	105.1

Analys nr x-koord. y-koord.	STU-014 666060 150122	STU-015 666041 150144	STU-016 666036 150147	STU-017 666040 150140	STU-018 666059 150147
SiO ₂	77.6	70.7	75.59*	73.95*	75.7
TiO ₂	0.121	0.08	0.11*	0.14*	0.211
Al ₂ O ₃	11.2	10.1	11.67*	12.08*	11.9
Fe ₂ O ₃	2.20	1.05	2.02*	2.14*	3.40
MnO	0.066	0.156	0.09*	0.06*	0.09
CaO	1.60	9.50	2.43*	1.13*	1.56
MgO	0.597	0.381	0.63*	1.23*	0.862
Na ₂ O	1.34	0.142	0.17*	0.2*	1.18
K ₂ O	4.65	6.59	6.18*	7.79*	5.28
Summa	99.4	98.6	99.89	99.8	100.3

Analys nr x-koord. y-koord.	STU-038 666630 150896	STU-039 666672 150852	STU-041 666713 150974	STU-048 666145 150523	STU-052 665945 150036
SiO ₂	80.0	81.0	78.4	81.3	82.0
TiO ₂	0.086	0.158	0.216	0.094	0.121
Al ₂ O ₃	13.5	13.2	14.2	13.4	13.6
Fe ₂ O ₃	4.04	4.04	3.92	2.21	1.54
MnO	0.068	0.065	0.048	0.009	0.06
CaO	0.508	0.186	0.123	0.124	3.63
MgO	0.912	0.498	0.481	1.39	1.11
Na ₂ O	0.202	0.202	0.123	2.64	0.489
K ₂ O	5.97	9.59	8.39	5.66	4.89
Summa	105.6	108.9	105.9	106.9	107.5



Fig. 6. Metavulkanit med snett avskurna, finskiktade lager som anger lagringens ursprungliga ovansida. Uppåtbestämningen nordost om Bålsjön (3b). Foto K-E. Alnavik.

Way-up determination in metavolcanite northeast of lake Bålsjön (3b).

Kalksten

Kalkstråken är i allmänhet benägna för nedvittring. Sjöarna Bålsjön, Kalven och Silvtjärn ligger i ett kalkstråk och har sin längdutsträckning i lagringsriktningen. Kalksten förekommer dock även på höjder, t.ex. på Klackberg, där den har skyddats av intilliggande hårda, tätskiktade vulkaniter.

Kalksten åtföljs ofta av järnmalm. I formationens undre del, i det norra kalkstråket, finns endast sporadiskt lite järnmalm. Det södra kalkstråket är så järnmalmsrikt att det kommer fram på den flygmagnetiska kartan, nästan som en sammanhängande anomali utefter hela sin sträckning. Naturliga blottningar saknas, då de alla har varit föremål för brytning. Dagbrott och gruvor ligger igenrasade, väl inhägnade och svåråtkomliga. Allt är dessbättre väl dokumenterat av Geijer (1936).

I Klackberg och Kolningsberg (2a) finns stora volymer kalksten och dolomit där den intilliggande järnmalmen är manganhaltig. Manganet är bundet i järn-mangankarbonat tillsammans med järnmalmen och inte i

den dolomit och kalksten som är malmfri. Helt lika förhållanden finns inte i lagringens riktning mot Bålsjön (3b). Omedelbart nordost om Klackberg finns kalksten och järnmalm som åtföljs av mangansilikater. Ytterligare mot nordost finns bara järnmalm påvisad men vidare därifrån finns både kalk och malm. I höjd med Bålsjön finns ett kalkbrott med dolomit och där finns också en järnmalm alldeles intill. Geologiska kartan över Norbergsområdet (Geijer 1936) avviker i detta område väsentligt från här föreliggande karta. Klackberg–Kolningsberg–Silvtjärn tolkas av Geijer som en egen synklinal, en båtformad struktur i vilken en speciell kalk- och manganparagenes förekommer och som inte har någon fortsättning. Geijer fann inget samband mellan Klackberg och de kalker och malmer som finns i strykningsriktningen mot Bålsjön. Att fyndigheterna ligger så väl i rad utefter strykningsriktningen har varit avgörande för ställningstagandet att rita en sammanhängande kalkhorisont på föreliggande karta.

Kaliumrika, sura, porfyriska metavulkaniter

Partier av K-rika, porfyriska vulkaniter påträffas här och var bland de skiktade vulkaniterna och den stratigrafiskt högsta delen av Silvtjärnsformationen domineras helt av sådana porfyryrer. De är både kvarts- och fältspatporfyriska samt finkorniga. Skiktade inslag förekommer i mycket underordnad omfattning. Fyra analyser finns från dessa porfyryrer (tabell 5).

TABELL 5. Kemiska analyser av Silvtjärnsformationen kvartsporfyriska metavulkaniter (vikt-%).

Chemical analyses of quartz porphyritic metavolcanites of the Silvtjärn formation (weight %).

Analys nr	STU-024	STU-025	STU-026	STU-053
x-koordinat	665991	665996	665998	665937
y-koordinat	150194	150182	150207	150103
SiO ₂	78.55*	77.13*	81.0	77.86*
TiO ₂	0.11*	0.11*	0.141	0.11*
Al ₂ O ₃	11.47*	11.33*	10.8	11.38*
Fe ₂ O ₃	1.58*	1.94*	1.59	1.83*
MnO	0.05*	0.06*	0.058	0.07*
CaO	0.79*	0.39*	0.256	0.8*
MgO	0.96*	1.53*	1.36	0.37*
Na ₂ O	1.2*	2.91*	2.70	2.52*
K ₂ O	4.04*	4.61*	3.45	4.14*
Summa	99.94	100.93	101.3	99.75

Malmtjärnsformationen

Malmtjärnsformationen undre gräns är satt där K-rik, porfyrisk vulkanit överlagras av Na-rik, porfyrisk vulkanit eller av glimmerkvartsit. Formationen har inget tak inom det här kartområdet. Dess yngsta lager intruderar av granit.

Malmtjärnsformationen utgörs av kombinationen Na-dominanta, porfyriskas metavulkaniter och skiktade vulkaniter med skarn- och kvartsrandmalmer. Nu finns, som tidigare nämnts, Na-rika, porfyriskas metavulkaniter även i Igeltjärnsformationen. Den viktiga skillnaden är, att där finns varken järnmalmer eller vulkaniska sediment. I Silvtjärnsformationen finns både järnmalmer och skiktade vulkaniter men där saknas Na-rika vulkaniter, hela den formationen är K-dominant. Malmtjärnsformationen får dock inte uppfattas som en Na-dominant formation, de Na-dominanta kvartsporfyrerna är ett underordnat men karaktäristiskt inslag, formationens skiktade vulkaniter är K-dominanta. Den form av bergartsomvandling som givit bergarten glimmerkvartsit har bara ägt rum i Malmtjärnsformationen bergarter.

Malmtjärnsformationen har inte något genomgående bergartslager som skulle kunna tjäna som ledhorisont och fastslå deformationsstilen. Geijer (1936) har detaljkarterat det särskilt malmrika området kring samhället Norberg och funnit det intensivt deformerat i en serie täta veck. Geijer antog att hela det området som här behandlats under rubriken "Norbergsområdet" hade denna deformationsstil och kom därvid till andra stratigrafiska slutsatser. Den här kartläggningen visar att Geijers antagande är fel, men detta innebär inte att hans tektoniska bild över det malmrika området kan betvivlas. Deformationsstil och -grad bör skilja sig i områden med olika berggrund. Nu har tätbebyggelsen brett ut sig över det kritiska området, gruvhålen blivit inhägnade och gruvorna nedlagda. Föreliggande karta är i det området schematiserad efter Geijers karta.

I fält är det omöjligt att avgöra huruvida en porfyrisk vulkanit är kalium- eller natriumdominant. Enstaka prover undersökta i mikroskop har fått bestämma ett större område. Häri ligger en betydande osäkerhet och förklaringen till den i detaljer avvikande i bilden om bergartsfördelningen mellan Geijers karta från 1936, och den här. Dock finns en större avvikelse i området nordost om Stora Öfstjärnen (3c), kallad Hästefältet på Geijers karta. Där har Geijer markerat ett större område med natronleptit som omsluter de malmförande vulkaniterna i form av ett veck. Vid

den nu utförda karteringen erhöles ingen förståelse varken för Geijers bergartsklassificering eller tektoniska ställningstagande. Föreliggande karta visar raka bergartsstråk och ett sammanhängande stråk av kalidominant, porfyrisk vulkanit.

Natriumrika, sura, porfyriska metavulkaniter och glimmerkvartsit

Na-rik, porfyrisk metavulkanit är en ljusgrå till rödligt bergart som så gott som alltid har porfyriska kvartskorn synliga för blotta ögat. Den är aldrig homogen, en svag struering finns alltid och den följer den allmänna lagringsriktningen. Under mikroskopet upptäcks albitströkorn i den fin-korniga mellanmassan, som består av kvarts, plagioklas och glimmer. Någon gång påträffas även kalifältspat i mellanmassan.

De Na-rika, porfyriska metavulkaniterna från Malmtjärnsformationen förekommer tillsammans med bergarten glimmerkvartsit. Glimmerkvartsiten är i sin renaste form en vit bergart bestående av kvarts, muskovit och cordierit. Den har så gott som alltid en mätbar lagringsliknande struktur betingad av muskovitens anordning.

I fält är övergången mellan Na-rika, porfyriska metavulkaniter och glimmerkvartsit svårgripbar. Övergången sker aldrig direkt i strykningsriktningen och inte heller i form av växellagring. Det är snarast så att från håll till håll sker en långsam förändring av den Na-rika, porfyriska vulkanitens gråton, bergarten blir ljusare och glimmerhalten ökar. Mellanformerna är en cordierithaltig Na-porfyrit med hög glimmerhalt och en kvartsporfyrisk glimmerkvartsit med lite eller ingen plagioklas.

Kartbilden återger inte bergarternas övergående i varandra eftersom glimmerkvartsiten och Na-porfyren markeras med skilda färger. Färgvalet på kartan återger författarens subjektiva bedömning om vilken utbildning som dominerar. Omvandlingen från Na-porfyrit till glimmerkvartsit innebar stora kemiska förändringar (se tabell 6). Analyserna STU 023, 042, 043, 045-047 är att betrakta som normala Na-porfyriter, prov 046 är även kalifältspatförande. Proverna 028 och 095 är övergångsformer, som visar ökad magnesium- och kaliumhalt till följd av cordierit- och glimmerinnehållet, men fortfarande finns albit och kvartsströkorn. I prov 027 är omvandlingen till glimmerkvartsit fullbordad.

Omvandlingen har inneburit genomgripande förändringar av stora bergmassor. Omvandlingen är konstaterad, diskuterad men ännu ingalunda förklarad. Idéerna har varit många genom åren, allt från lösningar

TABELL 6. Kemiska analyser av Na-rika, kvartsporfyriska metavulkaniter (a), övergångsformer mellan kvartsporfyrisk metavulkanit och glimmerkvartsit (b) samt glimmerkvartsit (c). Alla inom Malmtjärnsformationen (vikt-%).

Chemical analyses of Na-rich quartz porphyritic metavolcanite (a), transitional forms between quartz porphyry and mica quartzite (b), and mica quartzite (c). All of the Malmtjärn formation (weight %).

Analys nr	STU-023 ^{a)}	STU-042 ^{a)}	STU-043 ^{a)}	STU-045 ^{a)}	STU-046 ^{a)}
x-koord.	666000	666579	666582	666092	666099
y-koord.	150215	150951	150945	150556	150547
SiO ₂	75.2	84.2	78.3	73.6	81.2
TiO ₂	0.12	0.042	0.101	0.18	0.204
Al ₂ O ₃	12.6	10.2	11.3	12.9	12.7
Fe ₂ O ₃	1.30	0.107	0.393	0.957	0.900
MnO	0.005	0	0	0.006	0.003
CaO	0.105	0.117	0.177	0.236	0.29
MgO	2.16	0.564	0.647	0.779	1.06
Na ₂ O	4.61	4.61	5.30	6.89	5.00
K ₂ O	1.56	0.642	0.466	0.539	2.75
Summa	98.0	100.9	96.9	96.6	104.3

Analys nr	STU-047 ^{a)}	STU-028 ^{b)}	STU-095 ^{b)}	STU-027 ^{c)}
x-koord.	666108	665937	665645	665893
y-koord.	150538	150237	150131	150181
SiO ₂	84.1	76.9	78.4	76.9
TiO ₂	0.08	0.090	0.122	0.093
Al ₂ O ₃	13.2	13.9	11.2	15.0
Fe ₂ O ₃	0.961	1.86	2.01	0.945
MnO	0.001	0.007	0.014	0.004
CaO	0.456	0.076	0.187	0.054
MgO	0.995	2.34	1.41	3.85
Na ₂ O	6.00	1.74	3.32	0.400
K ₂ O	1.74	3.95	2.73	4.85
Summa	107.6	101.4	99.5	102.7

avgivna av senare inträngda granitmagmor, till cirkulerande vulkaniska lösningars påverkan under den tid då bergarten bildade havsbotten. Processen har alltid knutits till malmbildning av alla slag. Ett faktum är, att i geografisk närhet till Na-porfyreerna och glimmerkvartsiterna finns både järn- och sulfidmalmer.

Sura, skiktade metavulkaniter

De stråk och de områden där järnmalm ingår har markerats med överbeteckningen gröna spiriller, övriga utbredningsområden har den vanliga streckbeteckningen. Huvudbergart är en finkornig metavulkanit, dominerad av plagioklas, kvarts och glimmer, med ibland betydande halter av kalifältspat och magnetit. Under mikroskopet framträder porfyriska kvartskorn samt oregelmässigheter i kornstorleksfördelningen som ger intryck av att vara mikrofragment, spåren av ursprungliga askpartiklar. Mellan vulkanitskikten uppträder skikt av kemiska sediment, mest av kvarts men också av skarn. I området som markerats med gröna spiriller har den kemiska sedimentationen varit särskilt omfattande men vulkaniten dominerar även där. Flygmagnetiska kartan visar järnmalmfördelningen, och att kilometerlånga malmstråk såväl som begränsade malmer förekommer. Järnmalmerna åtföljs av annan kemisk sedimentation, olika mängder och kombinationer av kvarts, kalk och skarn. Endast i ett fall domineras sidostenen av kalksten, det är i stråket Lilla Malmtjärnen (2a) till Kolarbyn (1a) och vidare mot sydväst.

Olofsforsområdet

Den öst-västligt strykande förkastningen genom sjöarna Gäsen (3a, b) och Häste-Dammsjön (3c) avgränsar Olofsforsområdet från Norbergsområdet. De tillhör samma ytbergartssjok, där Olofsforsområdet utgör sjokets norra del. Förkastningens effekt är att Silvtjärn- och Malmtjärnformationens bergarter försvunnit upp ovan dagens marksnitt och att Igeltjärnsformationens bergarter får en mycket stor utbredning. Ovanstående är grundat på en subjektiv uppfattning om litologiska likheter mellan Igeltjärnsformationens bergarter och de bergarter som förekommer i Olofsforsområdet.

Lagerställningen stryker i stort sett i östlig riktning och stupar brant mot söder. Veckomböjningar har inte påträffats och uppåtstrukturer visar att lagerställningen är rättvänd. De äldsta leden finns i norr och utgörs av klastiska sediment (markerade med ljusblå färg på kartan). I sedimenten finns sura vulkaniter av samma karaktär som de överlagrande vulkaniterna, vilket innebär att sedimenten avsattes under avbrott i den sura, vulkaniska verksamheten. Just detta förhållande skiljer Olofs-

forsområdets sediment från Larsboformationens. Mäktigheten av den här vulkaniska bergartspacken är betydligt större än Igeltjärnsformationens mäktighet i Norbergsområdet.

Metasediment

Metasedimenten kan karaktäriseras grovt som rena kvartsiter eller arkoser. Skiktbredden varierar men sammansättningsskillnaderna är små. I de flesta prover är sammansättningen granitisk och det finns en osäkerhet beträffande gränsdragningen mot graniten i norr eftersom denna vid kontakten är finkornig och struerad parallellt med lagringen. Det saknas riktigt rena kvartsiter, och skifferinlagen är helt underordnade. Kartans onyanserade färg återger den monotona utbildningen.

Sedimentens sammansättning är likartad de sura vulkaniternas. Det är bergartstexturen som är den åtskiljande faktorn. Med porfyriska plagioklas- och kvartskorn klassificeras bergarten som vulkanit, vilket innebär att eventuellt förekommande tuffiter blir gömda bland sedimenten.

Sura metavulkaniter

Olofsforsområdets vulkaniter är otroligt monotont utbildade. Ljust grå till rödlätta bergarter med svag struering finns över så gott som hela området. Den porfyriska texturen är fullt tydlig endast i slipprov och mineralsammansättningen är likartad överallt, dock inte helt utan Na- eller K-extrema utbildningar. Bergartsbestämningen har inte alltid varit problemfri, ty i fält har bergarten ofta uppfattats som en finkornig granit. Ett större område är kraftigt pegmatitgenomsatt (överbeteckningen röd kråkspark), där alla hållar i området utgörs av pegmatit. Avrivning av moss- och jordlager vid hållens fot avslöjar så gott som alltid att pegmatiten inte har större utbredning än den synliga, och att mellanliggande område utgörs av porfyrisk vulkanit.

De främmande inlagen är få i Olofsforsområdets vulkaniter. Ett stråk av granat-glimmerskiffer markeras med överbeteckningen för "inneslutning" ty dess bredd och uthållighet har befunnits vara ringa. Cordieritknöliga utbildningar är på kartan markerade med "c". Nio analyser finns på Olofsforsområdet (tabell 7.)

TABELL 7. Kemiska analyser av Olofsforsrådets kvartsporfyriska metavulkaniter (vikt-%).

Chemical analyses of quartz porphyritic metavolcanites of the Olofsfors area (weight %).

Analys nr	STU-029	STU-030	STU-031	STU-032	STU-033
x-koordin.	666890	666867	666872	666849	666810
y-koordin.	150895	150907	150940	150892	150902
SiO ₂	79.9	94.8	63.82*	76.42*	72.8
TiO ₂	0.225	0.070	0.24*	0.14*	0.349
Al ₂ O ₃	12.1	18.4	20.04*	12.06*	12.7
Fe ₂ O ₃	2.25	0.403	2.11*	1.67*	4.75
MnO	0.019	0	0.02*	0.04*	0.062
CaO	0.999	0.176	1.09	1.21*	0.721
MgO	0.332	0	0*	0.58*	1.49
Na ₂ O	3.64	4.82	8.73*	1.95*	1.33
K ₂ O	3.50	0.81	0.04*	5.17*	6.85
Summa	103.0	119.0	96.96	100.1	101.3

Analys nr	STU-034	STU-035	STU-092	STU-2008
x-koordin.	666810	666771	667185	666900
y-koordin.	150896	150888	150950	150925
SiO ₂	69.94*	77.22*	75.8	70.5
TiO ₂	0.31*	0.15*	0.228	0.275
Al ₂ O ₃	14.46*	11.41*	12.2	14.3
Fe ₂ O ₃	4.07*	1.23*	3.45	3.09
MnO	0.07*	0.04*	0.088	0.028
CaO	1.02*	0.49*	1.78	0.724
MgO	0.35*	0.33*	0	0.623
Na ₂ O	1.81*	2.06*	3.18	3.51
K ₂ O	7*	6.03*	4.30	5.02
Summa	100.06	99.73	101.0	98.1

Garpenbergsområdet

Med Garpenbergsområdet menas här hela det sjök av ytbergarter som från Dalälven vid ruta 5d sträcker sig mot nordost över Garpenberg och ytterligare ca 10 km utanför kartbladet.

Ytbergartssjuket är itudelat på längden av en förkastning. Dess effekt är betydande. Två block har bildats, där en struktur i den ena inte kan spåras i det andra. Bergarterna är grovt sett desamma i båda blocken men det stratigrafiska sambandet har gått förlorat eller rättare sagt: det är för närvarande okänt. Beskrivningen av bergarterna delas upp efter förkastningen i ett sydostblock och ett nordvästblock.

Sydostblocket

Man möter här sura, porfyriska metavulkaniter identiska med de i Igeltjärnsformationen från Norbergsområdet och metavulkaniterna i Olofsforsområdet. I synnerhet i blockets södra del är likheterna slående i form av en helt monoton berggrund av sura vulkaniter med cordieritknöliga stråk. Längre mot nordost blir variationen livligare med skiktade vulkaniter, järnmalm och kalksten. Sydostblockets begränsningar, förkastningen å ena sidan och den intruderande graniten å den andra, löper i stort sett parallellt med varandra. I södra delen är bergartslagrens strykning också parallell med gränserna men mot norr bildas en liten vinkel mot förkastningen.

Strax öster om Stentjärnen (6e) påträffas en kvartsithorisont bland skiktade vulkaniter. Talrika diskordantskiktningar (fig. 7) visar att lagerställningen är rättvänd med de yngre lagren i stupningsriktningen mot nordväst. Därmed är de cordieritknöliga, monotona vulkaniterna yngre än kvartsiten och de skiktade vulkaniterna. Ytterligare en uppåtbestämning finns vid Gruvsjön (7e), nära Garpenberg. Alldeles vid vattenbrynet visar strukturerna att de yngre lagren finns mot sydost (fig. 8.) Att döma av dessa mot varandra pekande uppåtbestämningar bildar sydostblocket en synklinal. Bergartsfördelningen talar dock mot detta. Den upprepning av lagren som en synklinal uppbyggnad innebär saknas och det finns ingenstans att sätta ett symmetriplan.

Sydostblockets vulkaniter saknar petrografisk och kemisk egenart. Det föreligger ett tjugotal analyser av sådana vulkaniter som saknar påtagliga tecken på skiktning, detta för att undvika luftburet och omlagrat material. Variationen är densamma som i den tidigare beskrivna Igeltjärnsformationen, med plötsligt uppdykande höga Na- eller K-halter (tabell 8).

Två kraftiga magnetiska anomalier i nordöstra delen av området har var sin förklaring. Den ena är magnetitrik skiktad vulkanit. I dess fortsättning utanför kartbladet finns en mindre järnmalm (Jälkengruvan). Den andra anomalin orsakas av en magnetitrik grönsten, ett unikt inslag i den ryolitiska vulkanismen. Grönstenen ligger konformt med de sura vulkaniterna och har en av anomalin att döma kilometerlång utbredning, dock i få blottningar. I ett litet avsnitt är den fragmentförande med bitar av olika sura vulkaniter i en magnetitrik, mörk mellanmassa. I strykningens riktningen mot sydväst ansluter sig den magnetiska anomalin till ett stråk av kalksten, och anomaliorsaken blir oklar.



Fig. 7. Diskordantskiktning i kvartsiten vid Stentjärnen (6e). Foto K-E. Alnavik.
Discordant layering in the quartzite close to lake Stentjärnen (6e).



Fig. 8. Avskurna skikt i sur, skiktad metavulkanit. Uppåtbestämningen vid öststranden av Gruvsjön vid Garpenberg (7e). Foto K-E. Alnavik.

Discordant layering in acid, bedded metavolcanite. The way-up determination at the eastern shore of lake Gruvsjön close to Garpenberg (7e).

Nordvästblocket

Skinnarboområdet (5c, 5d)

Den blå färgen överbetecknad med gröna streck avser sedimentära bergarter som växellagrar med basiska vulkaniter. Bergartssekvensen är av uppåtbestämningar att döma rättvänd. Dess undre del intruderas av granit och dess övre del ligger i tektonisk kontakt med sura vulkaniter. Rakt i den här sekvensens strykningsriktning finns också sura vulkaniter, liknande de som ligger tektoniskt ovanpå, men kontakten är inte blottad. Den bör också vara tektonisk, fast någon sådan gräns kan inte säkert

TABELL 8. Kemiska analyser av kvartsporfyriska metavulkaniter från sydostblocket i Garpenbergsområdet (vikt-%).

Chemical analyses of quartz porphyritic metavolcanites from the southeastern block of the Garpenberg area (weight %).

Analys nr	STU-3002	STU-3003	STU-3004	STU-3005	STU-3027	STU-3028	STU-3029
x-koordinat.	668776	667850	668176	668410	668792	668791	668786
y-koordinat.	152395	151575	151827	152013	152398	152384	152384
SiO ₂	71.5*	65.*	77.01*	68.87*	77.61*	76.84*	72.68*
TiO ₂	0.616	0.695	0.09	0.366	0.156	0.12*	0.267
Al ₂ O ₃	14.5*	14.5*	11.61*	14.28*	11.17*	11.48*	13.87*
Fe ₂ O ₃	3.96	7.15	1.19*	5.12*	2.76*	2.11*	2.77*
MnO	0.046	0.162	0.08	0.024	0.025	0.05	0.027
CaO	0.965	4.14	0.54*	1.66*	0.60*	0.38*	0.95*
MgO	1.07	3.2*	0.458	1.09	N.D	N.D	0.760
Na ₂ O	1.98	3.27	1.53	4.77	1.94	0.855	2.92
K ₂ O	4.58	1.90*	6.31*	2.65*	4.30*	6.95*	4.80*
Summa	99.2	100.0	98.7	98.7	98.6	98.8	99.0

Analys nr	STU-3030	STU-3031	STU-3032	STU-3033	STU-3034	STU-3035	STU-3036
x-koordinat.	668784	668774	668743	668723	668718	668703	668585
y-koordinat.	152393	152426	152429	152448	152453	152470	152421
SiO ₂	67.93*	76.76*	65.53*	68.5*	67.12*	78.23*	78.37*
TiO ₂	0.33*	0.176	0.58*	0.355	0.53*	1.09*	0.15*
Al ₂ O ₃	16.18*	11.1*	14.37*	16.0	14.97*	11.64*	11.79*
Fe ₂ O ₃	3.43*	2.80	6.05*	3.52	5.51*	1.23	0.66*
MnO	0.113	0.04	0.078	0.09	0.04	N.D	N.D
CaO	0.67*	0.66*	1.92*	3.85	3.30	0.454	1.42*
MgO	1.66	0.977	2.96	1.54	1.87	N.D	1.24*
Na ₂ O	5.85	4.03	2.80	1.49	3.63	2.64	5.34
K ₂ O	2.30*	1.10*	3.70*	3.83	1.40*	4.70*	0.23*
Summa	98.5	97.6	98.0	99.2	98.4	100.0	99.2

Analys nr	STU-3037	STU-3054	STU-3055	STU-3056	STU-3057	STU-3059	STU-3060
x-koordinat.	668447	668398	668395	668600	668615	668237	668309
y-koordinat.	152154	152015	152018	152184	152176	152112	152010
SiO ₂	66*	66.3*	62.59*	64.0	75*	66.24*	63.38*
TiO ₂	0.585	0.62*	0.689	0.691	0.124	0.68*	0.69*
Al ₂ O ₃	14.1	14.94*	15.81*	15.5	14.2	15.16*	15.39*
Fe ₂ O ₃	4.50	4.02*	6.02*	6.80	1.93	4.64*	6.49*
MnO	0.01	0.027	0.181	0.06	0.02	0.03	0.07
CaO	1.62	3.60*	3.0*	2.52	0.205	2.68*	4.14*
MgO	3.58	2.73	3.47	3.56	0.743	3.49	3.21
Na ₂ O	5.54	4.81	3.74	3.54	1.16	4.24	2.98
K ₂ O	0.561	1.48*	2.55*	2.67	6.76	1.27*	2.01*
Summa	96.5	98.5	98.1	99.4	100.1	98.4	98.4

utsättas till läge och riktning. Utan egentligt bevis antas den tektoniska kontakten vara pregranitisk.

Denna bergartssekvens är omgärdad av intrusiv och förkastningar och dess stratigrafiska position kan inte säkerställas men litologin är välbekant. Växellagringen mellan klastiska sediment och basiska vulkaniter är kännetecknande just för Larsboformationen.

Blottningsgraden är synnerligen låg varför kändedomen är fragmentarisk. De sedimentära bergarterna är här helt övervägande kvartsiter, delvis med mycket rena lager. Avsättningsförhållandena har varit lugnare här än i Larsboformationens andra delar, där huvuddelen av sedimenten utgörs av gråvacka.

De basiska vulkaniterna har avsatts under korta episoder av den klastiska sedimentationen. I ett fall är vulkanitens mäktighet något mer än 40 m och innehåller massiva led som bör ha varit lavar. I övrigt är de basiska inlagringarna tunna och alltid skiktade som om de avsatts i vatten.

Sura metavulkaniter väster om Pålsbenningsjön (6d)

Här avses det lilla område av sura vulkaniter som ligger direkt i strykningens riktning till de sediment och basiska vulkaniter som beskrivits ovan. Området är isolerat, begränsat av förkastningar och djupbergarter.

Den tektoniska uppbyggnaden är enkel. Vulkaniternas lagringsstrukturer är parallella med strukturerna på den flygmagnetiska kartan. Lagringen stryker i öst-nordöstlig riktning och stupar i stort sett brant. Mycket diffusa uppåtbestämningar anger att de yngre lagren finns mot norr, vilket innebär att järnmalm och kalksten ligger i en högre stratigrafisk nivå.

De på kartan entonigt gulmarkerade metavulkaniterna är monotona och porfyriska. Där kartan visar lagringstecken har smala skiktade horisonter påträffats.

Järnmalsstråket väster om Pålsbenningsjön (6d) är så gott som helt täckt av kvartära avlagringar. Bergarter och malmer kan endast studeras i gamla varphögar. Vid den lilla kullen Kyrkberget, vid Pålsbenning, har skiktade vulkaniter iakttagits i små ur mossan framhackade hållkanter. Det är mörka, olika grå och röda lager som stryker i öst-väst, vilket är ungefär parallellt med den flygmagnetiska anomalin och gruvöppningarnas längdriktning. En kemisk analys visar mycket hög natriumhalt och just inget kalium (tabell 9).

TABELL 9. Kemisk analys av sur metavulkanit väster om Pålbenning (vikt-%).

Chemical analysis of acid metavolcanite west of Pålbenning (weight %).

Analys nr	STU-3062
x-koord.	668220
y-koord.	151822
SiO ₂	79.7
TiO ₂	0.12
Al ₂ O ₃	11.6
Fe ₂ O ₃	1.05
MnO	N.D.
CaO	0.745
MgO	N.D.
Na ₂ O	5.55
K ₂ O	0.364
Summa	99.2

Lindroth beskriver malmerna i "De mellansvenska järnmalmernas geologi" (Geijer & Magnusson 1944, s. 446–453). Den dominerande järnmalmstypen är den speciella manganrika järnmalm i vilken manganet föreligger i karbonatform. Uppllysningarna är knapphändiga beträffande sidoberget till malmerna. Det enda som meddelas är att malmerna är bundna till ett 3.7 km långt kalkstråk.

Med detta avsåg Lindroth det som på den flygmagnetiska kartan kommer fram som en mycket kraftig magnetisk anomali. Vid Pålbenning stryker den i öst–väst och böjer sedan av mot nordost och når nästan ända fram till Gruvsjön vid Garpenberg. Den sista sträckningen sammanfaller med den förkastning som tudelat hela ytbergartsstråket och enligt geologiska kartan ligger malmerna i förkastningsplanet. Lindroth har studerat förhållandet under jord och det enda i hans beskrivning som skulle kunna tas som intäkt för tektonisering är att malmlinserna har kort uthållighet och återkommer i lägen "stjärt om stjärt".

Malmerna i fråga fortsätter mot väster. Den flygmagnetiska kartan visar att de smågruvor som finns väster om Pålbenningssjön inte är isolerade förekomster utan ligger i ett uthålligt men svagt magnetiskt stråk. Malmtyperna varierar här liksom i den malmrikare delen. Det viktiga för sammanbindningen är att höga manganhalter förekommer ända fram till djupbergarterna i väster.

De stratigrafiska förhållandena i området väster om Pålbenning kan jämföras med Norbergsområdet. Korreleras Pålbenningssjöns manganrika järnmalm och kalkstenar med Klackbergs- och Kolningsbergsmalmer-

na vid Norberg blir de stratigrafiska förhållandena likartade. De monotona kvartsporfyrerna söder om järnmalmerna motsvarar då Igeltjärnsformationens kvartsporfyrer och kalkstenarna och de manganrika järnmalmerna motsvarar Silvtjärnsformationen. Så här långt kan man följa den i Norbergsområdet uppställda stratigrafin, längre mot norr tappas sammanhanget.

Garpenbergssynklinalen

Garpenbergs samhälle ligger på kanten av ett synklinalt veck som öppnar sig mot nordost. Veckets sydöstra skänkel klipps av en förkastning, i övrigt är strukturen näst intill konkordant omsluten av granit. Lagerföljden börjar med skiktade sura vulkaniter vari det ingår en järn- och kalkstensförande horisont. Därpå följer ett ca 100–200 m mäktigt lager av basiska lavar, därovanpå nya skiktade sura vulkaniter, en ny kalkstenshorisont och högst upp ännu mer sura vulkaniska produkter, generellt sett porfyriska, ej längre skiktade.

Malmförekomsterna i området har föranlett flera berggrundsgeologiska undersökningar. Geijer har en karta i skalan 1:50 000 i "De mellansvenska järnmalmernas geologi" (Geijer & Magnusson 1944) och Du Rietz (1968) en karta i skalan 1:20 000. Ett examensarbete behandlar bergartsgeokemin och ger aspekter på den geologiska utvecklingen (Vallo 1984).

Den basiska vulkaniten är en naturlig ledhorisont. Beteckningen övre och undre sura vulkaniter relaterar till förhållandet till basiten.

Undre sura, skiktade metavulkaniter och kalksten. De vulkaniska utbrottsprodukterna har avsatts i vatten. Mellan utbrotten har kemisk sedimentation skett fortlöpande. Massiva porfyriska utbildningar är underordnade inslag.

De skiktade vulkaniternas utbildning varierar från plats till plats. Enskilda lager har endast den ryolitiska sammansättningen gemensamt. Bredden och uthålligheten varierar inom vida gränser. Sex analyser finns från den här stratigrafiska nivån (tabell 10). Det var egentligen de kvartsporfyriskt utbildade, icke skiktade leden, som var föremål för provtagningen men efter kontroll i mikroskop bortföll tre prover. Övriga tre prover visar på en tydlig natriumdominans (STU 3009, 3010 och 3013). De tre som inte var kvartsporfyriskt utbildade hade små likheter sinsemellan (STU 3014, 3015 och 3024).

TABELL 10. Kemiska analyser av Garpenbergsområdets undre sura vulkaniter (vikt-%).

Chemical analyses of lower acid metavolcanites of the Garpenberg area (weight %).

Analys nr	STU-3009	STU-3010	STU-3013	STU-3014	STU-3015	STU-3024
x-koordin.	668695	668648	668791	668772	668783	668817
y-koordin.	151955	151967	152019	152027	152044	152309
	porfyriska <i>porphyritic</i>			ickeporfyriska <i>nonporphyritic</i>		
SiO ₂	78.72*	77*	69*	76.2	70*	66*
TiO ₂	0.14	0.126	0.499	0.179	0.49	0.47
Al ₂ O ₃	12.06*	12.5	13.8	12.3	13.9	14.2
Fe ₂ O ₃	0.62*	1.78	2.18	2.05	3.67	4.44
MnO	0.009	0.038	0.04	0.06	0.08	0.13
CaO	0.73*	1.60	3.47	0.985	3.34	5.16
MgO	0.65	0.766	1.34	0.829	1.18	1.61
Na ₂ O	6.34	4.83	6.19	3.37	3.87	2.23
K ₂ O	0.40*	0.832	0.472	3.30	2.13	3.74
Summa	99.7	99.5	97.0	99.2	99.2	98.0

Den kemiska sedimentationen yttrar sig i form av skarnskikt och särskilt kvartsrika skikt, vilka påträffas i alla nivåer. Grovt sett är kalkstenen i de undre sura vulkaniterna en del av ett stråk av särskilt riklig, kemisk sedimentation, där också skarnjärnmalm ingår. Varje bergart och mineralisering har kort uthållighet i strykningsriktningen, men de är återkommande.

Järnmalmerna som förekommer här är manganfria skarnmalmer och beskrivs i "De mellansvenska järnmalmernas geologi" (Geijer & Magnusson 1944) där dock endast Ryllshyttefältet behandlas mer ingående. Det fältet är speciellt intressant ty det har producerat både järn- och zinkmalm. Sulfidmineraliseringen är inte begränsad till Ryllshyttefältet. Starkt rostfärgade horisonter följer kalksten och järnmalm utefter hela stråkets längd.

Basisk metavulkanit. Ledhorisonten, lagret med basiska lavor, är inte helt kontinuerlig. Avbrottet vid Prästberget väster om Gruvsjön är konstaterat, dvs. trots god blottningsgrad kunde bergarten inte återfinnas. Närmast kartkanten är de sista 3 km extrapolerade eftersom inga hållar finns i området och bergarten inte ger något geofysiskt utslag. För övrigt är uthålligheten god och bergarten likartad överallt. I de allra flesta blottningarna uppfattar man bergarten som en ovanligt bred amfibolit.

TABELL 11. Kemiska analyser av Garpenbergsområdets basiska metavulkaniter (vikt-%).

Chemical analyses of basic metavolcanites of the Garpenberg area (weight %).

Analys nr	STU-3011	STU-3012	STU-3025	STU-3044	STU-3050	STU-3052
x-koordinat.	668650	668635	668820	668885	668956	668944
y-koordinat.	151983	151995	152296	152380	152191	152188
SiO ₂	48.3	55*	53*	47*	47*	45*
TiO ₂	0.847	0.09	0.762	0.865	0.934	0.766
Al ₂ O ₃	12.8	10*	16.1	16.7*	17.0	14.3
Fe ₂ O ₃	10.5	13.1	9.52	11.5	11.2	17.5
MnO	0.45	1.23	0.183	0.22	0.3	0.535
CaO	8.76	16.7	12.6	13.0	12.5	15.7
MgO	6.74	2.78	3.93	5.73	4.68	3.40
Na ₂ O	3.03	0.135	2.03	3.07	1.86	0.41
K ₂ O	1.53	0.08	1.24	0.833	0.58	0.197
Summa	93.6	99.1	99.4	98.9	96.0	97.8

Endast här och var vågar man tillskriva bergarten ett effusivt ursprung och som uttryck för detta har tagits "kalkslaggighet", hålrumsfyllnader av kvarts och lagringsliknande strukturer.

Horisontens bredd har ingenstans kunnat fastslås. På flera platser är största bredden i blottning ca 200 m och möjliga bredden upp till 300 m utan att vara bestämt avgränsbar. På sträckan från Ryllshyttan genom Garpenbergs samhälle är största möjliga bredden 100 m och vid Prästberget väster om Gruvsjön måste man anta att det finns flera korta avbrott innan den helt upphör.

Den petrografiska variationen har inte undersökts närmare. Sex analyser finns och de proverna har också mikroskopats. Utöver detta har två slipprover genomgått, vilka nästan enbart består av plagioklas och amfibol (tabell 11).

Den här bergarten är produkten av en unik händelse under den sura vulkaniska verksamheten. En kortvarig och intensiv basaltisk vulkanism som den här kan ha gett spår, åtminstone som aska, över stora områden i den dåtida geografien och nu tjäna som ledhorisont. Den enda likartade händelsen som författaren känner till är från sydvästra delen av kartbladet Lindesberg NO (Ambros 1983).

Övre sura, skiktade metavulkaniter. Det basiskt vulkaniska mellanspelet ledde inte till några förändringar i den fortsatta sura vulkanismen. Ut-

brottsprodukterna är likartade de som avsattes innan, och avsättningen skedde även fortsättningsvis i vatten.

De geologiska förhållandena är här inte så entydiga. Flera tveksamma sammandragningar har gjorts på kartan och det skall fästas uppmärksamhet på dessa: Omböjningen av den sulfidmalmsförande kalkstenshorisonten vid Nygårdstjärn har aldrig kunnat beläggas i håll. På sträckan Prästberget och Finnhytte-Dammsjön saknas ledhorisonten (den basiska vulkaniten), och det uppkommer problem att definiera vad som är undre respektive övre sura vulkaniter. Garpenbergsgruvans avfall täcker också allt från gruvan ner till Gruvsjön.

Vulkaniterna närmast ovanpå basiten är väl blottade endast vid Prästberget, väster om Gruvsjön. De utmärks av snabbt skiftande skiktning, ibland rytmiskt kemisk sedimentation. Häri ingår också en magnetitförande kalksten, observerad i en enda håll och sannolikt helt obetydlig då den inte motsvaras av någon anomali på den flygmagnetiska kartan.

Kalksten. Kalkstenshorisonten bland de övre sura vulkaniterna är bäst exponerad i järnvägsbanken vid Garpenbergs kyrka. Där är dess blottade bredd ca 50 m, den är skiktad i dm-skala och fri från föroreningar så när som på några dm-breda märengskikt. En nästintill igenrasad ort leder in under kyrkan, där kalkstenen är sulfidmineraliserad och rik på hårda kvartsiga lager. I Garpenbergsgruvan och i gruvan Garpenberg Norra är kalkens bredd ca 150 m. Däremellan har den i prospekteringshål vid Finnhytte-Dammsjön uppvisat endast några tiotal meters bredd. Kalkstråket har en fortsättning mot nordost, även där den inte är utsatt på den geologiska kartan. Vid prospektering har den påvisats i flera inte närmare lägesangivna borrhål fram till kartgränsen och ytterligare någon kilometer. Kalkens bredd i dessa är några tiotals meter. På veckets sydöstra skänkel är kalkstenen påvisad endast i ett fåtal blottningar. Den största blottade bredden är 8 m, men i övrigt är kalkstenen inte avgränsad.

Garpenbergsgruvan och gruvan Garpenberg Norra är anlagda på sulfidmalmskroppar i och i omedelbar anslutning till här ifrågasvarande kalkstenslager.

Sura, porfyriska metavulkaniter. Efter kalkens avsättning ändrades de geologiska förhållandena radikalt. De vulkaniska utbrottsprodukterna utgörs idag av kvartsporfyrier, bland vilka det inte är ovanligt med frag-

TABELL 12. Kemiska analyser av sura, porfyriska metavulkaniter sydväst om Finnhytte-Dammsjön (vikt-%).

Chemical analyses of acid, porphyritic metavolcanites southwest of Finnhytte-Dammsjön (weight %).

Analys nr	STU-3016	STU-3017	STU-3018	STU-3019	STU-3020	STU-3021
x-koord.	668850	668845	668826	668811	668819	668820
y-koord.	152219	152218	152220	152230	152241	152229
SiO ₂	62.02*	70.59*	68.3*	76.5*	65.3	66*
TiO ₂	0.65*	0.44*	0.552	0.152	0.558	0.659
Al ₂ O ₃	14.89*	13.99*	14.29*	12.05*	15.3	14.4
Fe ₂ O ₃	7.74*	2.79*	4.42*	1.43	4.78	4.34
MnO	0.113	0.03	N.D.	0.02	0.035	0.06
CaO	3.18	2.76*	2.39*	0.344	3.09	4.30
MgO	1.34	0.574	0.844	N.D.	1.65	2.00
Na ₂ O	3.60	4.19	4.09	2.25	3.80	3.93
K ₂ O	2.65*	1.47*	1.09*	5.90*	2.79	1.41
Summa	96.18	96.8	96.0	98.6	97.3	97.1

mentförande utbildningar. Detta tyder på att det vulkaniska materialet avsatts hastigt från en eller flera närliggande vulkaner.

Sydväst om Finnhytte-Dammsjön (7e), fram till gamla järnvägsbanken, anstår en särskilt massiv bergart, vars ursprung det råder delade meningar om. Du Rietz (1968) har betecknat den som en porfyrisk granit och på föreliggande karta är den betecknad som vulkanit. Ändringen grundar sig på att ifrågavarande bergart faller inom variationen för de övriga vulkaniterna i denna stratigrafiska nivå, t.ex. nordost om Finnhytte-Dammsjön. Sex prover har analyserats och mikroskopats från området sydväst om Finnhytte-Dammsjön (tabell 12) och tio prover från området nordost om sjön (tabell 13).

Omedelbart sydväst om Finnhytte-Dammsjön finns en skarnjärnmalm i dessa vulkaniter. Det är Smältarmossens gruva som givit betydande malm mängder och den är ännu inte utbruten. Denna skarnjärnmalms mycket ensamma position har förbryllat geologer och tyvärr har heller inte den nu slutförda karteringen kunnat ge något svar på denna fråga.

TABELL 13. Kemiska analyser av sura, porfyriska metavulkaniter nordost om Finnhytte-Dammsjön (vikt-%).

Chemical analyses of acid, porphyritic metavolcanites northeast of Finnehytte-Dammsjön (weight %).

Analys nr	STU-3038	STU-3039	STU-3040	STU-3041	STU-3042
x-koord.	669055	669071	669112	669089	669116
y-koord.	152469	152462	152465	152426	152440
SiO ₂	70.8*	75.5*	77.52*	75*	74.5*
TiO ₂	0.152	0.159	0.133	0.124	0.147
Al ₂ O ₃	15*	13.1	12.15*	13.4	13.5
Fe ₂ O ₃	2.38	1.81	1.19*	1.31	2.01
MnO	0.066	0.07	0.028	0.031	0.060
CaO	0.124	1.76	0.21*	0.343	0.672
MgO	1.17	0.866	0.563	1.52	1.22
Na ₂ O	1.62	3.72	3.81	5.85	4.57
K ₂ O	8.14	2.49	3.50*	0.819	2.70*
Summa	99.5	99.5	99.1	98.4	99.5

Analys nr	STU-3043	STU-3046	STU-3047	STU-3048	STU-3049
x-koord.	669115	668958	668998	668959	668948
y-koord.	152421	152363	152330	152333	152350
SiO ₂	70.25*	74.8	67*	76*	71*
TiO ₂	0.514	0.136	0.524	0.201	0.528
Al ₂ O ₃	14.03*	13.2	15.1	12.8	13.4
Fe ₂ O ₃	3.78*	1.94	4.28	1.10	4.41
MnO	0.145	0.06	0.06	0.03	0.137
CaO	1.90*	1.73	2.16	2.32	2.32
MgO	1.28	0.905	1.19	0.682	0.741
Na ₂ O	4.18	2.92	4.33	4.95	3.64
K ₂ O	2.50*	3.85	3.17	0.171	2.66
Summa	98.6	99.5	97.8	98.3	98.8

Dräcken (5b)

Norr och öster om sjön Dräcken anstår en ca 12 km² stor suprakrustalrest med bergarter som kan jämföras med de i Norbergområdet. Lagerföljden omfattar Larsboformationen och den undre delen av Igeltjärnsformationen. Korrelationen med Norbergområdet kan givetvis inte säkerställas, eftersom det är fråga om ett isolerat område.

Lagerföljden är monoklinal. Strykningen följer den flygmagnetiska kartans bågformade anomalistruktur och stupningen är medelbrant mot söder. Intensiv småveckning kan påträffas i sedimentära led utan att lagrets yttre kontakter verkar ha påverkats. Uppåtstrukturerna som på-



Fig. 9. Diskordantskiktning i kvartsiten öster om sjön Dräcken (5b). Foto K-E. Alnavik.

Discordant layering in the quartzite east of lake Dräcken (5b).

träffats i de basiska vulkaniterna är små diskordantskiktningar, som inte är helt oemotsägliga som primärstrukturer. En verkligt säker uppåtbestämning är gjord i det smala kvartsitlagret som förekommer inom de sura vulkaniterna (fig. 9).

Larsboformationen utgörs här av andesitiska vulkaniter, ibland utbildade som massiva "lavabäddar", ibland som väl lagrade tuffiter. "Lavabäddarna" är mörka och grönstensliknande, men mikroskopering av slipprov ger andesitiska sammansättningar, identiska med andesiterna från Norbergområdet. Gråvackeartade sediment växellagrar med de vulkaniska leden. Proportionerna dem emellan varierar från ett välblottat område till ett annat och kartans färgsättning kan inte följa den variationen. Där de vulkaniska lagren inte alls påträffats har en blå grundfärg använts. Bergarterna inom det blå stråket varierar kraftigt,

från kvartsit i den västra till gråvacka i den östra delen. Det är osäkert om det verkligen är ett och samma lager på det sätt som markerats på kartan.

Konglomeratbeteckningen i de andesitiska vulkaniterna avser den bildning som beskrivits och avbildats i "Beskrivning till kartbladet Avesta" (Hjelmqvist 1946, s. 21). Nya blottningar anger att konglomeratet inte har den utbredningen som anges i den äldre kartan, och att det finns två likartade bildningar i olika stratigrafiska nivåer. Den norra ligger i andesit som intar en låg stratigrafisk nivå, den andra ligger högt upp i formationen i en bank av andesitisk vulkanit nära kontakten till sura porfyryr. Det norra konglomeratet finns blottat bara i några hållar, det södra är endast en meter brett men kan ändå följas i mer än en kilometer. Bollmaterialet är monomikt i båda lagren, alltid mörka vulkaniter med en likartad variation som finns i Larsboformationens andesitiska vulkaniter. Konglomeraten är intraformationella och ger inte den eftertraktade informationen om Larsboformationens underlag.

Mot söder anstår sura, monotont utbildade kvartsporfyryr. Ca 100 m upp i porfyryrpacken förekommer en kvartsit, blottad i endast en håll med en bredd av ca 15 m. Dess största möjliga bredd är begränsad av kringliggande porfyrhållar till ca 30 m. Kvartsiten är korsskiktad med talrika upprepade diskordanser, helt lika de som förekommer i en deltabildning (fig. 9). Ovanpå kvartsiten finns mer sura kvartsporfyryska vulkaniter. Här och var uppträder korta stråk med fragment och vulkaniska bomber.

Dyllingenområdet (4a, 4b, 5a, 5b,)

De sura kvartsporfyryrerna från Dräckenområdets yngsta lager förefaller ha en fortsättning i Dyllingenområdets allra östligaste del. Det direkta sambandet är brutet av en smal djupbergartsribba, men på ömse sidor om denna är lagerställningarna parallella och bergarterna helt lika.

Detta förhållande gäller bara ett litet område. Längre mot norr är Dyllingenporfyryrnas lagerställning helt tvärs Dräckenområdets andesitiska vulkaniter och gråvackor, och den smala djupbergartsribban vidgar sig och delar upp ytbergarterna i två block, vars bergarter och lagerställning inte mer har något gemensamt.

Dyllingenområdet avgränsas från Vikmanshytteområdet i nordväst av gabbro och granit. Sålunda medtas här Knapptjärnsområdet, fast det bildar en liten enklav för sig. Mot väster och sydväst är gränsen tektonisk. I söder intruderas Dyllingenområdet av djupbergarter.

TABELL 14. Kemiska analyser av Dyllingenområdets sura, porfyriska metavulkaniter (vikt-%).

Chemical analyses of acid, porphyritic metavolcanites of the Dyllingen area (weight %).

Analys nr	STU-093	STU-094
x-koordinat	667425	667425
y-koordinat	150230	150230
SiO ₂	64.6	64.57*
TiO ₂	0.801	0.68*
Al ₂ O ₃	13.4	15.08*
Fe ₂ O ₃	7.20	6.14*
MnO	0.112	0.09*
CaO	3.22	3.77*
MgO	1.11	N.D.
Na ₂ O	3.23	2.84*
K ₂ O	3.02	3.37*
Summa	97.0	97.92

På kartan är Dyllingenområdet markerat med enhetlig gul färg som motsvarar vulkaniternas monotona karaktär. I söder finns dock ett smalt, föga uthålligt stråk av skiktade vulkaniter och vid Knapptjärnarna i nordväst finns ett smalt kalkstensstråk. Just vid järnmalmerna kring N. Knapptjärnen är berggrunden snabbt skiftande, men i övrigt utgörs den av sura, porfyriska metavulkaniter.

Två analyser finns från Dyllingsberget (tabell 14). Sliproven visar sericitiserade pseudomorfoser efter plagioklasströkorn samt även kvartsmandlar och rikligt med biotit och epidot.

I allmänhet är det här svårt att fastslå bergartens vulkaniska ursprung, ty det saknas vägledande texturer. Bergartens färg, kornstorlek och sammansättning har jämförts med bergarter där den vulkaniska texturen varit utbildad.

Knapptjärnsområdet (5a) är skilt från huvuddelen av Dyllingenområdet av en smal granitribba. Likheter inskränker sig till det förhållandet att kvartsporfyryr finns på ömse sidor om den åtskiljande granitribban. Knapptjärnsområdet utmärks av en snabbt skiftande bergartsutbildning med kalksten, järnmalmstråk och sulfidhaltiga led. De blottningar som finns är dock mycket dåliga, förutom de över järnmalmstråket. Magnetit malm förekommer i flera närliggande lager, dels i kalksten, dels i mörkt skarn. Starkt rostfärgade led löper parallellt med järnmalmerna.

Vikmanshyttan (6a, 7a)

Föga klarhet om detta områdes geologiska förhållanden ernåddes. De naturliga blottningarna är i kritiska områden fåtaliga, men berget ligger retfullt nära, tjockmossa och ett tunt jordtäckte gör hållarna mjuka att gå på och blottningarna måste tillkämpas med hacka. De stratigrafiska relationerna till tidigare beskrivna suprakrustalområden är helt för-lorade.

Inom området finns tre uppåtbestämningar men ingen av dessa är helt övertygande. Fig. 10 visar "graded bedding" från lokalen vid den allra sydligaste pilen i området. Av den strukturen att döma överlagras sura vulkaniter av klastiska sediment. Den motriktade pilen, ca 500 m norrut, avser en något osäker tolkning av en kors-skiktning men den motsäger åtminstone inte den förra bestämningen.

Beträffande det östra sedimentområdets förhållande till vulkaniter och sedimentpacken i väster finns inga klarläggande observationer. Litolo-giskt är det inget som egentligen motsäger en korrelation mellan de båda sedimentområdena.

Strukturerna som finns på den flygmagnetiska kartan återger struktu-rerna i vulkaniterna. Lagringsliknande strukturer i vulkaniterna samman-faller i riktning med flygmagnetiska kartans anomalier, men detta har inte räckt till för att erhålla förståelse för områdets veckstil och lager-följd. De sura vulkaniterna är monotont utbildade kvartsporfyrer, för-utom i ett kort komplext stråk vid Kartjärnen (6a). Vulkaniternas petro-grafiska variation har inte undersökts vid denna kartering. Hjelmqvist (1941) anger en bred variation: oligoklasleptit, alkaliintermediär leptit och kalileptit. I tre undersökta slipprover från denna kartering har kvarts-porfyrerna varit kalifältspatförande.

Vid Kartjärnen (6a) söder om Vikmanshyttan finns ett komplext upp-byggt stråk utmärkt på den geologiska kartan med överbeteckning för skiktade, skarnådriga vulkaniter. Något riktigt tvärsnitt genom stråket har inte gått att få och nedan nämnda bergarter inbördes förhållanden är fortfarande obekant. Här finns inom ca 100 m bredd och 1.5 km längd skiktade kemiska sediment, tuffiter, grönsten, epidotskarn, magnetiska porfyreer med vulkaniska bomber samt kalksten. Här anger Hjelmqvist (1941) på kartan en järnmalmsskärpning och en sulfidmalmsskärpning varom ingenting finns nedskrivet. Platsen är nu överbyggd med skidan-

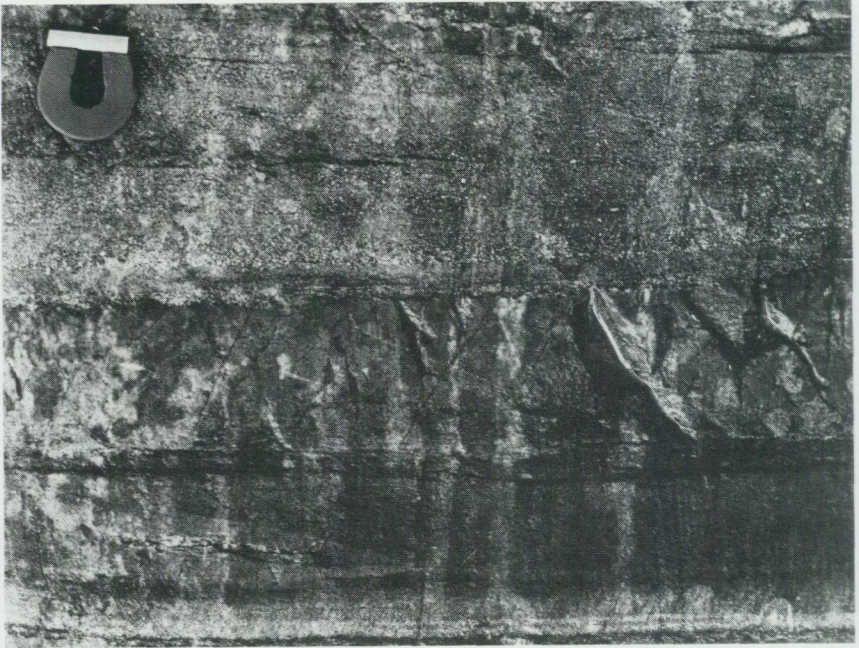


Fig. 10. "Graded bedding". Uppåtbestämningen vid vägen mellan Nyhyttan och Turbo (6a). Foto K-E. Alnavik.

Graded bedding. Way-up determination at the road between Nyhyttan and Turbo (6a).

läggning. Den flygmagnetiska kartan visar ingen anomali över området, varför järnmängden bör ha varit helt obetydlig. Möjligtvis har den skärpningen också gjorts på sulfidmalm, ty två sulfidskärpningar finns i strykningens riktning. Där tecknet för sulfidmalm utsatts finns flera gropar och i varpen finns zinkblände och blyglans. Den andra skärpningen finns mellan skidbackarna och i den varpen finns nu bara spår av kis.

Den västra sedimentförekomsten har formen av ett veck med en brant till överstjälpt sydlig skänkel och en relativt flack nordlig skänkel. Kontakten mot porfyrrerna i nordost följer topografin. Sedimentlagren förutsetts vara böjda upp över vulkaniterna. Olika fyllitiska, kvartsfyllitiska till kvartsitiska utbildningar omväxlar snabbt. Metamorfosgraden är densamma som i vulkaniterna.

Den östra sedimentförekomsten är så lite blottad att det saknas underlag för en beskrivning. Höjden söder om gården Utah ger i små framhacka-

de blottningar ett 200 m brett snitt tvärs lagringen som här är helt rak. Helt övervägande är bergarten en glimmerskiffer, vresig av grov glimmer med stora andalusitknölar. "Uppåtbestämningen" är en korsskiktning i ett 30 m brett kvartsitiskt lager. En ljus massiv bergart i ett halvmeter brett lager visade sig i mikroskop vara möjlig att tolka som sur vulkanit. Säkra vulkaniska inslag är basiska porfyriter, men huruvida de är lager eller konkordanta gångar har inte kunnat fastställas. Glimmerskiffrarna är här och var kraftigt rostiga, vilket lett till prospekteringsförsök.

Övriga förekomster av ytbergarter

Forsbo (9a)

Vulkanitstråket kring Forsbo är endast obetydligt blottat. Det är en utlöpare av Bispbergsfältet som i sin tur är en del av ett stort sammanhängande ytbergartsområde, Silvberg-Säterområdet, på det angränsande kartbladet Ludvika NO. Lindroth behandlar området i "De mellansvenska järnmalmernas geologi" (Geijer & Magnusson 1944), och under namnen Knutstäktsgruvan och Fjägeråsgruvan (s. 484) lämnas upplysningar om järnmalmsgruvorna som faller inom kartbladet Avesta NV. Dessa är anlagda på kvartsrandmalm i natriumrik vulkanit och från Fjägeråsgruvan (anomalin söder om Forsbo 9a,) rapporteras riklig förekomst av blyglans.

Det här vulkanitstråkets utbredning är vanskelig att uppskatta ur den flygmagnetiska kartan, ty gabbrostråket som löper konformt med vulkaniterna är lokalt också magnetiskt.

Det är möjligt att kalkstenen på Djusbobergets (8b) västsluttning sammanhänger med ovan nämnda vulkanitstråk. Kalken finns blottad i två små brott där observationsmöjligheterna är begränsade. Skiktade, rödlätta vulkaniter finns i anslutning till kalkstenen.

Boberget (9d)

Den flygmagnetiska anomalien som tvärrar Flinssjön och därifrån sträcker sig en halvmil åt nordost har ingen entydig förklaring. Blottningarna vid Boberget, omedelbart nordost om Flinssjön, består av granit, gabbro och en finkornig, rödlätt bergart som på kartan markerats som sur vulkanit. Både gabbro och den finkorniga bergarten är magnetiska och kan bidra till den magnetiska anomalien. Längre mot nordost har bara blottningar

av magnetisk gabbro påträffats. Den finkorniga bergarten, den eventuella vulkaniten, förefaller upphöra i strykningsriktningen.

Osäkerheten beträffande den finkorniga bergartens ursprung grundar sig på fältintryck. Texturellt är dock bergarten både fältspat- och kvartsporfyrisk. Mineralsammansättningen är likartad en kalifältspatrik vulkanit, fränsett det förhållandet att här förekommer hornblände.

Kloster (9e)

Stråket av sura vulkaniter kring Kloster löper i nordostlig riktning fram till kartkanten och mot sydväst fram till Dalälven. Antagligen sammanhänger det med vulkaniterna vid Spjutbo, mot nordost utanför kartbladet, där även lager av sulfidförande kalksten ingår. Stråket löper i granitens förgnejsningsriktning och är uppsplittrat av granit och gabbro. Vulkaniterna är uppenbarligen påverkade av stress i högre grad här än i de större sammanhängande områdena. De lagringsliknande strukturerna är inte alltid en bevarad lagring. I många fall har den visat sig vara en förskiffring som gått så långt att alla mineralkornen blivit lika orienterade. Det är dock helt säkert att det är fråga om vulkaniska ytbergarter. Skarnskikt och strökorn förekommer ofta i den finkorniga bergarten. De olika utbildningarna kan dock inte följas upp särskilt långt i strykningsriktningen. Den järnmalm och kalksten som finns mot nordost utanför kartbladet fortsätter inte här, trots skogshyggen och markplöjning kunde inte ens block av dessa upptäckas. Flygmagnetiska kartans anomalier har i det här området flera förklaringar. Den starkaste anomalin är orsakad av magnetisk gabbro som ligger i kontakt med magnetiska vulkaniter. Den större svagare anomalin har sin förklaring i magnetisk granit. Endast den magnetiska anomalin mellan Kloster och St. Bosjön kan med säkerhet knytas till vulkaniterna.

Mot sydväst är bergarternas vulkaniska karaktär inte lika enkelt att uttyda. Vanligen möter man grå, finkorniga, förskiffrade bergarter, vars sammansättning kan passa in på vulkaniter, finkorniga graniter eller på omkristalliserade, föga rena sediment. Enstaka hållar kan dock uppvisa porfyrisk textur, bandning med olika sammansättning i banden, och liknar därmed vulkaniterna i stråkets fortsättning mot nordost. På geologiska kartan har stråket dragits ut i sydvästlig riktning in över ett oblottat område. Den flygmagnetiska kartan anger en strukturell fortsättning som också bör vara bergartens.

Viggen (8b)

Kalktecknet nordväst om sjön Viggen avser Bodarne kalkbrott, numera nedlagt och vattenfyllt. Det var i drift vid tiden för den föregående karteringen och Hjelmqvist (1941, s. 67) har dokumenterat de mineralogiska förhållandena. Texturellt mycket välbevarad plagioklasporfyr anstår alldeles intill kalkstenen och knyter den till de sura vulkaniternas bildningsepok. Storleken av den här ytbergartsresten är vansklig att ange. Ett antal granithällar finns ett hundratal meter väster om kalkbrottet och mot söder finns också granit i kanten på den ravin som orsakas av diabasgången. En mycket svag magnetisk anomali finns i området vid kalkbrottet, vilket antyder att utbredningen av ytbergarter här är mycket liten.

Intrånget (7d)

Ett mycket litet ytbergartsbrottstycke i gabbro och granit innehåller här en skarnjärnmalm. Ovan jord finns idag ingenting blottat av vulkaniten. Gruvan är nedlagd och dagöppningarna är omsorgsfullt inhägnade. Geologin och malmerna är dokumenterade av Magnusson i "De mellansvenska järnmalmernas geologi" (Geijer & Magnusson, 1944, s. 454). Vulkanitens genomsnittliga bredd uppges vara 200 m och bergarten så omvandlad att ingenting finns kvar av dess ursprungliga karaktär.

Kopparåsarna (3a, 4a)

Området utgör en liten flik av det stora sammanhängande området av Larsboformationen som har stor utbredning på det angränsande kartbladet Ludvika SO (Strömberg 1983). Något tillägg till kännedom om formationens uppbyggnad ger inte det här lilla området, annat än att den gabbrokropp som anges vid gränsen mot kartbladet Ludvika SO i själva verket är en basisk, vulkanisk inlagring i grävackesedimenten. Namnet Kopparåsen har sin förklaring i några särskilt kraftigt rostande led som lockat prospektörer, men inte givit någon utdelning i form av malm.

Bennebostråket (0c-2e)

Stråket är femton kilometer långt och knappt 1 km brett. Det löper konformt med den omgivande granitens svaga förgnejsning. Dess västra kontakt förefaller distinkt men mot öster finns rester av ytbergarter långt in i granitmarkerat område. Bergarterna är olika sura vulkaniter, lokalt

kvarts- och/eller fältspatporfyriska, lokalt skiktade, ibland helt strukturlösa och ibland järnmalmförande. Variationen är snabb, ingen speciell bergartsutbildning har kunnat följas någon längre sträcka. På kartan betecknas vulkaniterna som ospecificerade just för att markera att något mönster i bergartsfördelningen inte kunnat upptäckas.

Prästhyttan (0e)

Vid Prästhyttan anstår ömsom gnejsiga, ömsom välbevarade, klastiska ytbergarter, vari lager av basiska vulkaniter ingår. Det är gråvackekvartsiter av varierande utseende, där skiktade basiska horisonter och några massiva amfiboliter utgör underordnade inslag. Sedimentationen har pågått under sporadisk, vulkanisk verksamhet, en geologisk miljö vars motsvarighet finns i Larsboformationen. Strömskiktningar i sedimenten pekar på att yngre skikt finns mot norr där sura vulkaniter anstår. Det är fullt möjligt att det här lilla området ligger stratigrafiskt i övergången mellan Larsbo- och Igeltjärnsformationerna, men det finns också anledning att förmoda att kontakten mot de sura vulkaniterna är tektonisk. Sjöarna Lasjön och Långsjön ligger i en topografisk sänka, i vars fortsättning det finns kvartsbreccior, vilket indikerar en rörelsezon. Stråkets fortsättning mot söder och öster är för närvarande okänt.

Norr om Lasjön finns kvartsporfyrer och skiktade sura vulkaniter. Lagerställningen är konform med Prästhytteområdets sediment och kan därför antas vara rättvänd. Områdets storlek och form är vagt definierad på grund av låg blottningsgrad. Gränsdragningen har gjorts med utgångspunkt från att porfyerna sammanfaller med svag magnetisk anomali på den flygmagnetiska kartan.

Andra magnetiska anomalier har andra förklaringar. Vid Stora Långsberget orsakar magnetisk gnejsgranit en magnetisk anomali som förefaller sammanbinda Lasjöporfyerna med två järnmalmförande vulkaniter längre mot väster, två små rester strax söder om sjön St. Klingen. Dessa två områden är i sin tur isolerade från varandra av granit men även här ger den flygmagnetiska kartan sammanbindningsmöjligheter som är vanskliga att utnyttja då anomalorsaken inte kan kontrolleras i den här helt jordtäckta terrängen.

Djup- och gångbergarter

Allmänt

Kartområdets djup- och gångbergarter är yngre än ytbergarterna och har ålderskillnader sinsemellan. Där direkta fältiakttagelser om åldersförhållandena kunnat göras är de gabbroida djupbergarterna de äldsta, genomslagna av gnejsiga tonaliter, granodioriter och graniter i nämnd ordning. Alla dessa kan påträffas genomslagna av smala basiska gångar, i ett område av riktiga gångsvärmar. En närmast massformig och tydligt radioaktiv granitgeneration klipper de gnejsiga djupbergarterna och den förefaller sakna de basiska gångbergarterna. Men även denna yngsta granit genomslås av de diabaser som i milslånga gångar övertvårar alla bergarter och förkastningar.

Endast från den allra yngsta gångbergarten finns radiometrisk datering. En serie prover från den nordvästligt strykande diabasgången som skär graniten vid Bispbergsklack (8a) ger åldern 950 Ma (Patchett 1978). För att få en uppfattning om djupbergarternas ålder och bildningstid måste man förlita sig till långväga korrelationer. På kartbladet Filipstad NV (Björk 1986) förekommer en gnejsig granit, Horrsjögranit, som genomslår vulkaniska bergarter likartade de i Norbergs- och Garpenbergsområdet. Den granitens ålder är bestämd enligt U/Pb-metoden till $1\ 850 \pm 8$ Ma (Åberg m.fl. 1983). Horrsjögraniten är i sin tur genomslagen av en massformig granit, Filipstadsgranit, och även dess ålder är bestämd, med Rb/Sr-metoden, till $1\ 665 \pm 36$ Ma (Welin m.fl. 1977).

Gabbro

Bergarten gabbro förekommer på två olika sätt, dels bildar den egna kroppar, dels förekommer den som en intensiv blandning eller breccia med gnejsig granit. Områden där sådan breccia markerats kan innehålla smärre samlade gabbrokroppar.

Tonalit, granodiorit och granit

På äldre kartor kallas dessa bergarter urgraniter, på nyare sammanfattas de under namnet gnejsgranit. Kartsammanställningar visar att gnejsgranit intar enorma arealer i Mellansverige och den är också det här kartområdets mest utbredda bergart. Ytbergarter förekommer som större eller mindre sjök i dess förskiffringsriktning, gabbror mer som klumpar, där de inte bildar breccia med gnejsgraniten.

Några större områden domineras av tonalit som på den geologiska kartan har grön överbeteckning på brun grundfärg. I övrigt är gnejsgranitens utbredningsområde onyanserad, ty graniter och granodioriter har inte åtskiljts. Vid försök till uppdelning har gränserna mellan dessa två utbildningar befunnits vara så intrikata att knappast ens en kartering i större skala skulle kunna ge en rättvisande bild. De äldre kartorna Avesta (Hjelmqvist 1946) och Hedemora (Hjelmqvist 1941) visar en differentiering på upp till fem olika former av gnejsig granit.

En alldeles speciell utbildning av granit finns i randen av det stora granitmassivet sydöst om Norberg. Det är en albitgranit, markerad på den geologiska kartan med överbeteckningen "ab" på brun grundfärg. Uthålligheten av denna granit är stor. Vid Västanfors (0a) finns kanske ett avbrott, därefter fortsätter den långt in på kartbladet Lindesberg NO. Den är dock inte utmärkt på den kartan, men omnämns i kartbladsbeskrivningen (Ambros 1983, s. 58). I fält är albitgraniten inte omedelbart igenkännbar som granit, ty den är vit. Men samtidigt är den massformig och "granitkornig". Under mikroskopet ger den ett klart djupbergartsintryck genom sin textur och genom att albiten är tvillingbildad. Övergången till normal gnejsgranit kan inte karaktäriseras med nuvarande kännedom, både gradvisa och abrupta övergångar förekommer.

Albitgraniten bildar en sammanlagt 30 km lång kontaktzon mellan gnejsgranit och vulkaniter. Kontaktzonen gränsar på långa sträckor mot natriumrik, porfyrisk metavulkanit samt glimmerkvartsit, och då även dessa bergarter kan vara vita måste särskiljandet ske med försiktighet.

Vit, albitrik granit kan också påträffas här och var inom gnejsgranitmassivet i enstaka hållar.

Basiska gångar

Endast i gnejsgranitmassivet öster om Norberg har basiska gångar befunnits utgöra ett betydande inslag. Där förekommer gångsvärmar med västlig och västnordvästlig strykning, skärande gnejsgranitens struktur. Gångarna är vanligen smala, men återkommer där de är som tätast med endast några tiotals meters mellanrum.

Flygmagnetiska kartan Avesta NV visar två gångformiga anomalier, vars strykningar är iögonfallande då de avviker från de yngsta diabasernas riktning. Den ena strax norr om Garpenbergs samhälle, där den tvärrar gnejsgranitens strykning och går i vinkel in mot vulkanitområdet.

Anomalin är inte blottad men på berggrundskartan till "Huvuddragen av Garpenbergstraktens bergbyggnad" (Du Rietz 1968) finns en basisk gång markerad. Där är dess sträckning markerad på grundval av markmagnetiska mätningar och av att bergarten finns påträffad i borrhål.

Den andra anomalin finns på kartrutorna 8b, 8c, 8d och är hela 8 km lång. Förklaringen till anomalin är inte helt klar. Blottningar finns nära Lerbo (8c) och förklaringen till anomalin synes helt överraskande vara en sur, kvartsporfyrisk vulkanit, innehållande riktligt med magnetit. I det lilla blottade området finns även en håll av amfibolit, också den magnetisk, men med obestämbara relationer till vulkaniten. Kartan är ritad på det sättet att det är amfiboliten som antas vara orsaken till den gångförmiga anomalin.

Yngre granit

Granitgenerationen som även genomslår gnejsgranit benämns "den yngre". Den saknar den för gnejsgraniten utmärkande gnejsigheten, har oftast mindre kornstorlek och är röd till färgen. Petrografiskt är den alltså en granit. Den yngre graniten uppträder i olika stora massiv som kan tvära förgnejsningen. För den yngre graniten i det här området gäller att den är radioaktiv, 25–50 μR över bakgrundsvärdet. Yngre granit finns inom det här kartområdet i två områden, dels i ett stort massiv vid Bispberg på Avesta NV, dels som talrika små massiv i sydvästra hörnet av Avesta SV.

Bispbergsmassivet bildar en markant höjdrygg, dess sydsida bildar höga tvärbranta stup. Granitgränsen är ingenstans blottad men av topografin att döma har granitkroppens form varit rund före senare förkastning. Bispbergsmassivets granit är rödlätt, medelkornig och mikroklinporfyrisk. I området där sulfidmalmsskärpningar markerats är dess utseende varierande. Graniten innehåller där molybdenglans, en del andra sulfider och flusspat. Mineraliseringens gräns mot väster utgörs av förkastningen.

I sydvästhörnet av Avesta SV uppträder ett flertal småmassiv av yngre granit i både gnejsgranit och vulkanit. Kartbilden ger en förenklad bild av bergartsfördelningen, vilken är betydligt mer komplicerad i verkligheten. Flygradiometriska kartan visar en kraftig förhöjning av totalstrålningen över detta område. Förhöjningen är sannolikt inte direkt proportionell mot mängden yngre granit utan snarare till lokala, kraftiga förhöjningar. Här har 200 μR uppmätts över en yta på 100 m².

Yngsta diabas

Östra Mellansveriges berggrund genomkorsas av diabasgångar och den längsta, hittills påvisade, tvärrar det här kartområdet. Den finns från sjön Snyten på SV-bladet och går i NNV-lig riktning mot Bispsberg i NV-bladets västra del. Mot norr fortsätter den åtminstone förbi Falun och dess påvisade längd är därmed 80 km. Gången kan följas på de flygmagnetiska kartorna och i höglänt terräng som smala raviner. Mot söder är dess fortsättning inte känd, eftersom där saknas flygmagnetiska kartor. Diabasen finns inte heller angiven på den geologiska kartan av Gumaelius (1871). Vid Bispsberg är gångens ålder bestämd till 850–1 000 miljoner år (Patchett 1978).

Yngsta diabas har på den geologiska kartan markerats med violett färg. I fält kännetecknas gångarna av att de är finkorniga, svarta och vittrar i rostbrunt. Vid slag känns de sega. En speciell rödbrun lav som föredrar verkligt basiska bergarter underlättar diabashällarnas upptäckt, men trots detta är blottningar av diabas sällsynta.

Kvartsläkt breccia, mylonit

Bergrörelser, förkastningar, av större format orsakar kvartsbrecciering och mylonitisering. Dock har inte alla mer eller mindre välgrundade antaganden om förkastning givit håll av kvartsbreccia eller mylonit. Det motsatta förhållandet gäller också: I några fall (KvB på 0d, 0c och 1c) finns hällar av kvartsbreccia utan att det finns andra grunder att förmoda en tektonisk zon. Kvartsbreccior kan nå flera hundra meters bredd (Gåsmyrberget, 3c) men vanligen är de endast sporadiskt blottade och omöjliga att avgränsa i bredd. Kvartsbrott finns anlagda i flera kvartsbreccior, men större, rena partier av kvarts måste ha varit sällsynta.

De två myloniterna (M) inom kartrutorna 5d och 7e har varit svårupptäckta. Vid 5d syntes visserligen en förskiffring men den blastomylonitiska texturen och fullständiga kornorienteringen kom fram först under mikroskop.

I samma förkastning, på 7e mellan gamla järnvägsbanken och Gruvsjöstranden, anstår en porfyrisk bergart just där den flygmagnetiska kartan anger en sannolik förkastning. I slipprov visade sig bergarten mycket riktigt vara en porfyr, men strökornen är rullade, tvillinglameller böjda och mellanmassan kornorienterad och nedmald i småskölar.

Malmer, industriella mineral och bergarter

Av den fordom intensiva gruvverksamheten återstår två i drift varande gruvor. Båda ligger vid Garpenberg (7e, 8e) och är anlagda på komplex sulfidmalm. Järnmalmsbrytningen har upphört, den sista gruvan stängdes år 1980. Detta innebar även slut på brytning av kalksten och kvarts, som tidigare behövdes för beskickning av masugnarna. Enda stenbrottet i drift finns vid samhället Kärrgruvan (2b), där en speciell vit granit tillvaratas.

Malmer

De geologiska kartorna har speciella, kraftiga karttecken för gruvor och stenbrott i drift. De tunnare tecknen avser nedlagda gruvor och brott, men även prospekteringsgropar där malmineral eller bergart med potentiellt ekonomiskt värde påvisats.

Gruvor och provgropar som avser järnmalm redovisas inte, sådana finns i hundratal. I stället har de järnmalmsförande stråken en egen beteckning, gröna spiriller på gul bottenfärg. Där kalksten åtföljs av järnmalm framgår detta alltid som en anomali på de flygmagnetiska kartorna och illustreras inte på den geologiska. Isolerade förekomster har beteckningen "gruva med järnmalm"

Garpenbergsgruvan (7e) och gruvan Garpenberg Norra (8e) är de gruvor som är i drift. Båda är anlagda på silverhaltig zink-blymalm som förekommer strax under den övre kalkstenshorisonten i Garpenbergssynklinalen, se även profil i marginalen till kartbladet Avesta NV.

Garpenbergsgruvans malm utgörs av ett trettio-tal linsformade kroppar av varierande sammansättning. Grovt sett är de anordnade i två parallella stråk, kopparhårdmalmer i det ena och zink-blymalmer i det andra. Malmstråken finns i slutningen ner mot Gruvsjön och benämns efter sitt topografiska läge för Överberget respektive Underberget. Kopparhårdmalmen utgör Överberget. ¹⁴C-datering och pollenanalys har givit indikationen att brytning och förhyttning påbörjades redan under 700–800 talet (Qvarfort 1981). Den började i Överberget där malmen gick i dagen. På 1800-talet, när Överbergets rika kopparmalm börjat sina blev det tursamt nog större efterfrågan på Underbergets zinkmalm och numera sker brytning enbart där. Tegengren (1924) ger en utförlig historik som

mest handlar om problem, såsom ras, vatteninflöde och förlorade förmögenheter tills verksamheten upphörde helt år 1878. Nya medel satsades år 1903, konkurs 1911, men driften fortsatte och har pågått sedan dess. Svårigheterna har orsakats av vittringszoner, där berg och malm tillsammans utgör en vattenmättad smet.

Uppgifter om Garpenbergsmalmerna ges av Tegengren (1924), Hjelmqvist (1941), Magnusson (1973) och Vivallo (1984). Sistnämnda arbete är en examensuppgift med syfte att applicera moderna malmbildningsteorier på Garpenbergsmalmerna. Vivallo kan knyta malmbildningen till en vulkans närområde: kopparhårdmalmerna har i form av ådror trängt in i tidigare avsatta vulkaniska bergarter och omvandlat dessa. Zink-blymalmen har avsatts på en havsbottenyta. Vivallo utpekar två vulkancentra, nu i form av grövre, massformiga vulkaniter och tolkar dessa såsom förutvarande pluggar av lava, vilka stelnat på ringa djup under den dåvarande markytan. Malmbildningsepoken anses av honom vara avslutad vid tiden för den övre kalkstenshorisontens avsättning.

Vivallos rekonstruktion kommer i konflikt med föreliggande kartbild på en punkt. Det ena av två utpekade vulkancentra är beläget sydväst om Finnhytte-Dammsjön, mellan sjön och den gamla järnvägsbanken. I detta område är Garpenbergssynkinalens båda skänklar utbildade och det stratigrafiska läget säkrast belagt: vulkancentrets stratigrafiska position är högre än den övre kalkstenen. Har Vivallo rätt i frågan om malmbildningens samhörighet med det här vulkancentret, då dateras malmbildningen till tiden efter den övre kalkstenshorisontens avsättning. Malmlätningen får i det fallet inte stanna upp vid kalkstenshorisonten. Zink-blymalmen kan inte ha avsatts på någon havsbottenyta, de har intruderat och borde således kunna påträffas även i andra stratigrafiska nivåer, se nedan om Ryllshyttefältet.

Gruvan Garpenberg Norra ligger enligt äldre litteratur i Gransjöfältet, mellan Lilla och Stora Gransjön (Tegengren 1924 och Hjelmqvist 1941). Ringa jorddjup har möjliggjort upptäckten av flera mineraliseringar här. Fältets tillgångar har dock ansetts som små fram till dess silverrik bly- och zinkmalm påträffades under redan kända svaga mineraliseringar. Huvuddelen av malmen förekommer som smala gångar (upp till 0.5 m) i en kvartsitisk omvandlingsbergart. Återstoden ligger i skarn och dolomit, medan den rena kalkstenen är ofyndig (munt. medd. H. Christoffersson, Boliden Mineral).

Vid Finnhytte-Dammsjön, mellan Garpenbergsgruvan och gruvan

Garpenberg Norra har ytterligare silverrik bly-zinkmalm påträffats men långtgående brytningsplaner ligger f.n. skrinlagda.

Sulfidtecknet öster om Ryllshytt sjön (7d) avser Ryllshyttefältet som omfattar 20 000 m². Detta har producerat olika sorters malm. Tegengren (1924) anger att brytning av silverhaltig blymalm pågick här redan i början av 1500-talet. Verksamheten var dock föga framgångsrik och lades ner i flera omgångar fram till år 1769, då istället järnmalsbrytning igångsattes. År 1887 började man bryta även den zinkmalm som tidigare lagts på varp. Gruvan stängdes år 1944 då all ekonomisk malm tagits ut.

Ryllshyttefältet ligger i Garpenbergssynkinalens undre skiktade vulkaniter i nära anslutning till kalksten. I den här nivån uppträder rostiga hållar lite här och var ända till Gruvsjön (7e). Hjelmqvist (1941, s. 66) anger att blyglans, zinkblände och kopparkis påträffats i kalkbrott väster om Stora Gransjön (8e), också i samma nivå som Ryllshyttefältet.

Sulfidtecknet sydväst om Kartjärnen (6a) avser några rejäla gruvhål där varpen innehåller zinkblände och blyglans. Mineraliseringen fortsätter mot öster i strykningens riktning. I hållen söder om sjön har rostfärgade led sprängts upp.

Sulfidmalm påträffades vid järnmalsbrytningen, de flesta obetydliga men likväl möjliga att tillvarata vid handskrädning. Större fynd har gjorts i en järnmalsgruva vid Kallmorberg (3b), där man påträffat en 2 m bred 9-proc. kopparmalm, som brutits i flera nivåer. Stripåsens gruva (3c) ligger omgärdad av små järnmalmer men just den gruvan har givit bara kopparmalm. Från Intrångets järnmalm (7d) rapporteras tämligen rena klumpar av kopparmalm, zinkblände och blyglans. Ur anrikningsverkets avfall har man floterat ut kopparslig. Ett schakt har sänkts i en särskilt sulfidrik del av järnmalmen för uttag av kopparmalm (Geijer och Magnusson 1944, s. 456). Zink-blymalmer med åtföljande silvermineral finns också tillsammans med järnmalm. I Kallmora Silvergruva (sulfidtecknet sydost om namnet Kallmora; 3b) har zink-blymalm uppträtt dels i skarn, dels i en kvartsrik järnmalm. Sulfidtecknet strax söder om sjön Stora Öfstjärnen (3c) avser en liten skarnmalm som på grund av att man där påträffat silverhaltig zink-blymalm står med namnet Bogärde Silvergruva. Holmgruvan, till stor del under Pålsbenningsjön (6d), är en manganrik järnmalm i skarn, kalksten och dolomin. 2 900 ton, eller ca 2% av den malm som bröts under åren 1917–32, höll 2.9% Pb, 1.5% Zn och 33.1% Fe (Geijer & Magnusson 1944). Från järnmalmstråket vid Forsbo (9a) meddelas förekomst av sulfider, bl.a. blyglans (Magnusson 1973). Geijer

& Magnusson (1944 s. 484) nämner ett gruvförsök på blyglans gjort "under äldre tider".

Produktionssiffrorna som finns i geologisk litteratur är av gammalt datum. Åren 1915–19 erhöles vid Kallmorbergs järnmalmgruva 2 500 ton rik kopparmalm och ytterligare 4 000 ton anrikningmalm (Geijer 1936). Stripåsens gruva (3c) bröts åren 1732–53 på en endast 0.2–0.6 m bred kopparmalmsrand. Därefter påträffades bättre malm som höll gruvan igång till 1772 och hela mängden koppar som utvunnits fram tills dess var 240 ton. Åren 1888–91 gjordes ett nytt försök, men malmens längd avtog till endast någon meter samtidigt som den var uthållig mot djupet. Brytningen blev enbart en schaktsänkning och alltför dyrbar (Tegengren 1924). Kallmora Silvergruva (sulfidtecknet sydost om namnet Kallmora 3b) har brutits under 1700-talet och under åren 1886–1915. Uppgifter lämnas av Beck (1899), Tegengren (1924) och av Geijer (1917, s. 111, 1936). Den silverhaltiga zink-blymalmen har funnits inom en längd av 60–80 m och bredd 3–5 m. Malmen har sinat på 140 m djup.

Zink-blymineraliseringen vid Bogärde Silvergruva (sulfidtecknet söder om sjön Stora Öfstjärnen, 3c) kan ha en tidigare icke känd uthållighet. Indikationen på detta är att just över den fyndigheten finns en 3 km lång elektromagnetisk anomali. Den erhöles vid de flygmagnetiska mätningarna som omfattade även en elektromagnetisk metod vilken grundar sig på uppmätning av förändringar hos en speciell radiovåg över elektriska ledare (bärvåg från stationen GBR i England). Mätmetoden favoriserar ledare i sydväst–nordostlig riktning. Den registrerar elektriskt ledande bergarter, sulfidmalmer och vattenförande zoner i berg men också elektriska ledningar. Just vid anomalin över Bogärde Silvergruva är lagerstrykningen den för mätmetoden gynnsammaste och artificiella ledare som skulle kunna förklara anomalin har ej påträffats.

Över de obetydliga sulfidskärpningarna vid Tomsberget (5b), Kyrkberget (5d), Korpberget (6e) och Årängens koppargruva väster om Pålsbenning (6d) finns elektromagnetiska anomalier, dock svaga.

Sulfidmineraltecknet vid Bisbergsklack (8a) avser helt annorlunda malm än den ovan beskrivna. Den yngre graniten som anstår här är mineraliserad med molybdenglans och åtföljd av mycket små mängder fluorit, vismut-, koppar-, bly- och wolframmineral (Hübner 1971). Grubbrytningen har skett i flera omgångar, senast åren 1942–44.

Molybdenglans har påträffats i flera av Norbergsområdets järngruvor. Minalet uppträder i skarniga och kalkiga led enligt sammanställning från olika gruvor av Hübner (1971).

Den geologiska dokumentationen om järnmalmer är omfattande och gjord när gruvdriften pågick och tillgängligheten var god. En rad arbeten av olika omfattning är utförligt sammanfattade i "De mellansvenska järnmalmernas geologi" (Geijer & Magnusson 1944). Över Norbergsområdet finns monografien "Norbergs berggrund och malmfyndigheter" (Geijer 1936). Beskrivningarna till de äldre kartbladen "Hedemora" (Hjelmqvist 1941) och "Avesta" (Hjelmqvist 1946) lämnar sammanfattande uppgifter om malmer och stenbrott samt översikt över gruvbrytningens storlek. De kombinerade jordarts- och bergartskartorna till ovanstående kartblad anger även järngruvor. En sammanfattning och en del yngre uppgifter finns i boken "Malm i Sverige" (Magnusson 1973).

Sveriges äldsta järnbergslag, Norbergs Bergslag (2b), förefaller vara landets största ansamling av fosforfattiga järnmalmer. De flygmagnetiska mätningarna ger över Norberg en magnetisk anomali vars storlek och styrka inte står efter de största fosforrika järnmalmerna i Kiruna, Gällivare och Grängesberg. Anomalin över Norberg svarar mot 1 miljard ton magnetit, beräknad till 1 000 m djup (muntl. med. geofys. L. Eriksson, SGU). Men gruvbrytningen har visat att huvuddelen av den upptagna järnmalmen utgörs av hematit, vilken är omagnetisk och bidrar inte till den magnetiska anomalin. För uppskattning av den totala mängden järnoxid i malmkropparna måste hematitandelen adderas och på detta finns inga direkta siffror. För den vanligast förekommande malmtypen, kvartsrandad järnmalm, finns uppgifter från anrikningsverk att hematit/magnetit-förhållandet är 3/1 (Geijer 1936 s. 25). I Norbergsfältet finns också relativt stora magnetitmalmer och uppskattas förhållandet kvartsrandad järnmalm/magnetitmalm till 3/1 är den totala järnoxidmängden 2 miljarder ton. Fördelningen av denna mängd är dock ogynnsam, de naturliga koncentrationerna, dvs. järnmalmerna, är alltför små och uppträder alltför uppsplittrat för att vara ekonomiska nu.

Denna stora ansamling av järnmalmer är uppdelad på flertal malmfält, mer av tradition och ägarförhållanden än av geologiska särdrag. De förekommande malmtyperna är kvartsrandad järnmalm samt skarnjärnmalm och till dem anslutna kalkmalmer.

I kvartsrandad järnmalm är den dominerande järnoxiden hematit. Magnetit finns endast i malmkropparnas kontakter mot sidoberget och blir något överrepresenterad i anrikningsmalm. Svavelhalten är låg. Generellt är också manganhalten låg (0.1–0.2% MnO) men det förekommer små malmkroppar där Mn-halten närmar sig Fe-halten, tillsammans dock sällan över 30%. Manganet är bundet antingen till oxid eller silikat.

Skarnmalmer och till dem anslutna kalkmalmer är alltid magnetitmalmer. Svavelhalten varierar och kan bli hög, medan manganhalten alltid är låg.

En tredje malmtyp, kalk-manganhaltig järnmalm, finns i Norbergsområdet endast utanför den stora ansamlingen av järnmalmer som givit den stora magnetiska anomalin. Malmen finns i ett kalkstråk som löper parallellt med och nordväst om den stora anomalin. Dock föreligger inte den malmtypen utefter hela stråket utan bara i några små gruvor vid Klackberg och Kolningsberg, belägna mellan sjöarna Noren (2b) och Silvtjärn (2a). I den aktuella malmtypen är manganhalten relativt jämn (3–5% Mn) och manganet bundet till CO_3 . Mot sydväst i strykningsriktningen kilar det stråket ut vid sjön Silvtjärn och återfinns först efter 8 km avbrott vid Hedkärna på kartbladet Ludvika SO.

Norbergs järnmalmsförande bergartsled slutar i strykningsriktningen åt nordost mot gnejsgranit och förkastning. I riktning mot sydväst kilar malmerna ut i skiktade vulkaniter. I förlängningen återfinns stråk av kvartsbandade järnmalmer fram till Västanfors.

Kalkstråket Lilla Malmtjärnen (2a)–Kolarbyn (1a) åtföljs av magnetitmalm och flera smågruvor har upptagits. Störst är Malmkärragruvan, mellan Lilla och Stora Malmtjärnen. Den gruvan har varit särskilt rik på mineral av grundämnet cerium (cermineral).

Ett malmstråk av imponerande längd finns vid Pålsbenningsjön (6d). Det börjar i väster vid Skogsbo (6d) med ett obetydligt gruvhål och fortsätter med smågruvor och uppsplittrad magnetisk anomalibild mot Pålsbenningsjön, en sträcka på 3.5 km. Där blir stråket medsläpat i en NO-ligt strykande förkastning i ytterligare 2.5 km. I översiktliga sammanställningar av järnmalmer (Hjelmqvist 1941, Magnusson 1973) benämns malmtypen i stråket för manganrik skarn-karbonatmalm, men Lindroth (i Geijer & Magnusson 1944) framhäver den stora variationen i manganhalt och förekomsten av rena skarnjärnmalmer. Höga Mn-halter är påvisade utefter hela stråket, oftast bundna till silikat. Malm identisk med den i Klackberg och Kolningsberg i Norbergsområdet finns endast i Holmgruvefältet under Pålsbenningsjön.

Ett närmevärde på ovanstående gruvors ekonomiska betydelse kan erhållas ur brytningssiffrorna för år 1966, avseende berg och malm (Magnusson 1973).

Norberg, samtl. fält i den stora malmansamlingen	1 312 000 ton
Klackberg	55 000 ton
Västanfors	ingen brytning
Malmkärria	ingen brytning
Pålsbenning	ingen brytning
Smältarmossen	136 000 ton
Intrånget	128 000 ton
Forsbo	130 000 ton

Förutom ovan nämnda gruvor och malmstråk uppträder små järnmalmer på ett sätt som man med nuvarande kännedom måste betrakta som slumpmässigt. Malmmineralet är alltid magnetit och det har varit förutsättningen att de en gång hittats som kompassdrag. Inga förut okända malmstråk har påträffats genom flygmagnetiska mätningar. Alltid har det funnits något gammalt gruvhål, skärpning eller blottning av annan magnetisk bergart inom de flygmagnetiskt indikerade anomalierna.

Industriella mineral och bergarter

Det fordom stora behovet av kalksten och kvarts för beskickning av masugnarna har försvunnit i och med järnhanteringens upphörande. När behovet var som störst fanns båda mineralen att tillgå i närliggande kalkstenslager och i stråk av kvartsbreccior. Förekomster i höglänta områden och på torkmark är hårt exploaterade.

Verkligt stora kalkbrott finns vid Klackberg och Kolningsberg (2a), på det topografiska underlaget utmärkta som sjöar. Där finns metallurgiskt användbar dolomit men någon detaljerad kännedom om läge och renhet finns inte publicerad. Likartad kalksten och dolomit finns i stora brott vid Bålsjöberg (3b).

Garpenbergsynklinalens övre kalksten har brutits i ett stort brott väster om Finnhytte-Dammsjön (7e). I den undre kalkstenen finns en rad större brott väster om Stora Gransjön (8e). I övrigt är de större kalkbrotten utsatta med särskilt karttecken men gruvförsök har gjorts överallt där kalksten gått i dagen.

I kvartsbrecciorna finns inga samlade partier av ren kvarts. Handskrädning var säkerligen en förutsättning för användbarheten.

Endast ett exempel finns på pegmatit med komplext mineralinnehåll. I ett litet kvartsbrott i kontaktzonen mellan granit och vulkanit (Kv, öster om Stripåsen, 3c) finns i den kvartsrika delen av en vit pegmatit knyt-nävsstora klumpar av tantalmineral (Tenow 1902).

Ceriummineral har påvisats i flera järnmalmsgruvor i Norbergsområdet. Uppgifter om dessa lämnas av Geijer (1961).

Den speciella vita graniten som har överbeteckningen "ab" (Avesta SV, 3c-1a) tillvaratas i ett stenbrott nära Kärrgruvan (2b).

Kemiska analyser

Drygt ett hundra kemiska analyser av vulkaniska bergarter presenteras i föreliggande beskrivning. Analyserna har erhållits från Lunds universitet som genomfört en studie av vulkaniska bergarters kemi över hela Bergslagen (STU-rapport 80-3483). Analysmetoden är ny, kallad Pixe, och beskrivs av Carlsson och Axelsson (1981) och av Carlsson (1984). Analyser finns av alla tyngre element vars halter överstiger 5 ppm (de lättare kräver något högre halter), men här publiceras endast huvudelementen. Eftersom analysmetoden är så ny har talrika huvudelement kontrollanalyserats enligt röntgenfluorescensmetoden. Där analyser enligt den sistnämnda metoden finns, har dessa publicerats för dess något högre noggrannhet. De är markerade med asterix.

SUMMARY

The map-sheets 12 G Avesta SV and NV, situated in the Bergslagen region 150 km northwest of Stockholm, lie within the Svecokarelian orogenic belt of the Fennoscandian Shield. The Svecokarelian belt consists of Precambrian metamorphic rocks intruded by gabbro, granodiorite and granite inferred to be 1 800–2 000 Ma old. It is an ore-bearing area, mined since the 8th century, with several mines still in production. However, the formerly important iron ores have lost their economic value.

The complete pile of Svecokarelian supracrustal rocks is not preserved in this map area. The latter is dominated by deep-seated intrusions which enclave supracrustal slabs of variable sizes. Some of these slabs are sufficiently large to allow conclusions to be made concerning both tectonic and stratigraphic considerations; others are mere remnants in the deep-seated rocks. Although there is no marker horizon which provides a complete picture over the geological evolution, the supracrustals in the Norberg area in the southwestern part of the map area, are connected with supracrustals in neighbouring map-sheets. Together these form an exposed belt of supracrustals 100 km long and in some places several tens of kilometres wide.

The Norberg area contains andesites interlayered with clastic sedimentary rocks as well as acid volcanic rocks interlayered with limestone, chert, skarn and formerly economically important, iron ores. Thus, the Norberg area has been a focus of numerous stratigraphic, tectonic and metallogenetic studies since Törnebohm's pioneering work in 1875. A comprehensive study, including production of a detailed map at the scale 1:20 000, was carried out by Geijer (1936). Furthermore, both Avesta SV and NV form part of 1:200 000 map-sheets with descriptions compiled by Hjelmqvist (1941, 1946). Geijer (1967) discussed the regional stratigraphy in the light of later studies in the Norberg area. All these authors inferred that the andesites and clastic sedimentary rocks are younger than acid volcanic rocks, limestones and iron ores. Way-up structures in quartzites and bedded volcanic rocks, discovered during the present mapping, imply that this stratigraphic model is no longer valid. The geological and aeromagnetic mapping results show that the various formations form a monoclinical sequence striking regularly northeast and dipping at a high angle to the northwest. The way-up evidence indicates that the strata are overturned. Less competent layers, e.g. the limestones and banded iron formations, have an intricate internal folding that locally has been observed in other horizons. The revised stratigraphy of the Norberg area is displayed in the margin of map-sheet Avesta SV.

The largest slab of supracrustal rocks occurs on the map-sheet Avesta NV and comprises a second ore district, the Garpenberg area. At present, two mines, extracting complex sulphide ore, are in operation in this district. The supracrustals here outcrop in an area which is 20 km long and at most 4 km wide. The

supracrustals are divided along the length of the outcrop area into two blocks which share only a suite of acid volcanic rocks. The profile in the margin of the map-sheet Avesta NV shows the two blocks separated by a fault.

The synclinal structure of the northwestern block in the Garpenberg area is firmly established. Highly variable acid volcanic rocks are interlayered with two limestone horizons and one basaltic volcanic lava sheet. The latter is a highly unusual constituent within the Svecokarelian acid volcanic packet. The top of the sequence in the northwestern block is composed of coarse volcanic debris, devoid of bedded layers, suggesting an input from new, local volcanic centres. The economic sulphide ores occur just beneath this top sequence, close to the upper limestone. The lower limestone is accompanied by a number of small iron ores and also sulphides. The symbol on the map for sulphide ore just east of Ryllshytt-sjön (7d) indicates an abandoned mine from which iron, zinc, and in the 16th century even silver have been extracted.

By contrast, the synclinal structure of the southeastern block is controversial. Although way-up evidence favours this interpretation, there is no symmetry of lithologies across the structure. The rock-type is a rather monotonous quartz-porphyr interlayered with a single quartzite (Fig.7) and some minor bedded volcanic rocks (Fig.8) which provide the way-up evidence.

Clastic sedimentary rocks both underlie (Olofsfors, 4c) and overlie (Vikmanshyttan, 6a) acid volcanic rocks. Two quartzite horizons are interlayered with stratigraphically older acid volcanic rocks (2a and 5b) possibly represent the same horizon. A third minor quartzite occurrence (6e) might be their counterpart. As indicated above, mapping in the Norberg area has shown that the oldest rocks are quartzites and greywackes deposited in connection with andesitic volcanism. There are several isolated areas composed of lithologies of the same type. It is uncertain whether or not these represent the same stratigraphic level.

The deep-seated rock within which the supracrustals are enclaved is predominantly a gneissose granodiorite to granite. The gneissose structure is parallel with the contacts to the supracrustal slabs. Occasionally these intrusions show the same magnetic anomaly pattern as the volcanic rocks, thus preventing all attempts at geological interpretations based on aeromagnetic data alone.

A younger type of granite is red and massive. This granite type occurs only sporadically, a circular body being located at Bispbergs Klack (8a) and a few small random intrusions in the southern part of the map area (0 a-c, 1a). This granite is always slightly radiogenic (25-50 μ R over the background value) and is clearly revealed on aeroradiometric maps.

Mafic dikes are abundant in the gneissose granodiorite to granite and are usually concordant with the gneissosity. Only the cross-cutting dikes are displayed on the published maps. A particular symbol is provided for those dikes which occur in swarms.

No general structural style can be defined in the map-area. However, incompetent layers are folded in an extremely intricate manner. Faulting is common and divides the map area into several structural entities. Pre-granite faulting has not been demonstrated but is assumed to be present. Most faults marked on the maps

are verified by outcrops of breccia (KvB) or mylonite (M). Some breccia occurrences are poorly understood.

The youngest rocks are diabase dikes which are up to 50 m wide and cut across all other rocks and even notably several of the faults. One of the diabases extends beyond the limits of the mapped area. It extends to the north another 40 km thus having a proven length of 80 km. To the south, its extension is not known due to lack of modern geological and aeromagnetic maps. This particular dike has been dated at Bispbergs Klack (8a) to an age of 1 000 Ma.

Economic geology

Iron ores appear to occur randomly in bedded, acid metavolcanites. They are all non-phosphorous, principally magnetite-skarn ores. However, quartz-banded hematite and quartz-banded magnetite ores also occur. Extensive mining has been in progress for 700 years but the last mine closed in 1980.

Aeromagnetic measurements reveal an outstanding magnetic anomaly over the Norberg ore field (2a). This anomaly shows the same order of magnitude as the anomalies over the large iron ores in northernmost Sweden and the Grängesberg ore in Bergslagen. These ores are phosphorous magnetite ores. By contrast, the Norberg ores are non-phosphorous and, despite the enormous magnetic anomaly, are mainly hematite ores. The main ore type at Norberg is quartz-banded iron ore in which 2/3 of the iron oxide is hematite and the remainder magnetite. There are also magnetite-carbonate-skarn ore as well as various gradations to the quartz-banded iron ore. A third iron ore type, defined by its consistently high Mn content (3-5% Mn) bounded to carbonate, occurs outside the huge magnetic anomaly, at a stratigraphically lower level. Subordinate iron ores associated with limestone and dolomite occur between the lakes Noren (2b) and Silvtjärn (2a).

The iron-works were supplied with lime and quartz from nearby natural occurrences. Limestones at topographical high areas were extensively quarried and the quartz-breccias (KvB on map-sheets) were the main source for quartz.

Sulphide ores were discovered by chance when mining for iron exposed large volumes of bedrock. Copper ores cross-cut the banded iron ores while argentiferous zinc-lead ores replace both iron ore and gangue.

At Garpenberg, on the map-sheet Avesta NV, massive copper ore was found in outcrop and mining has been in progress since the 8th century. At the present time, mining is restricted to numerous bodies of argentiferous zinc-lead ore which occur close to and stratigraphically above the copper ore. A second mine, some 3 km to the northeast, extracts the same kind of ore at the same stratigraphic level.

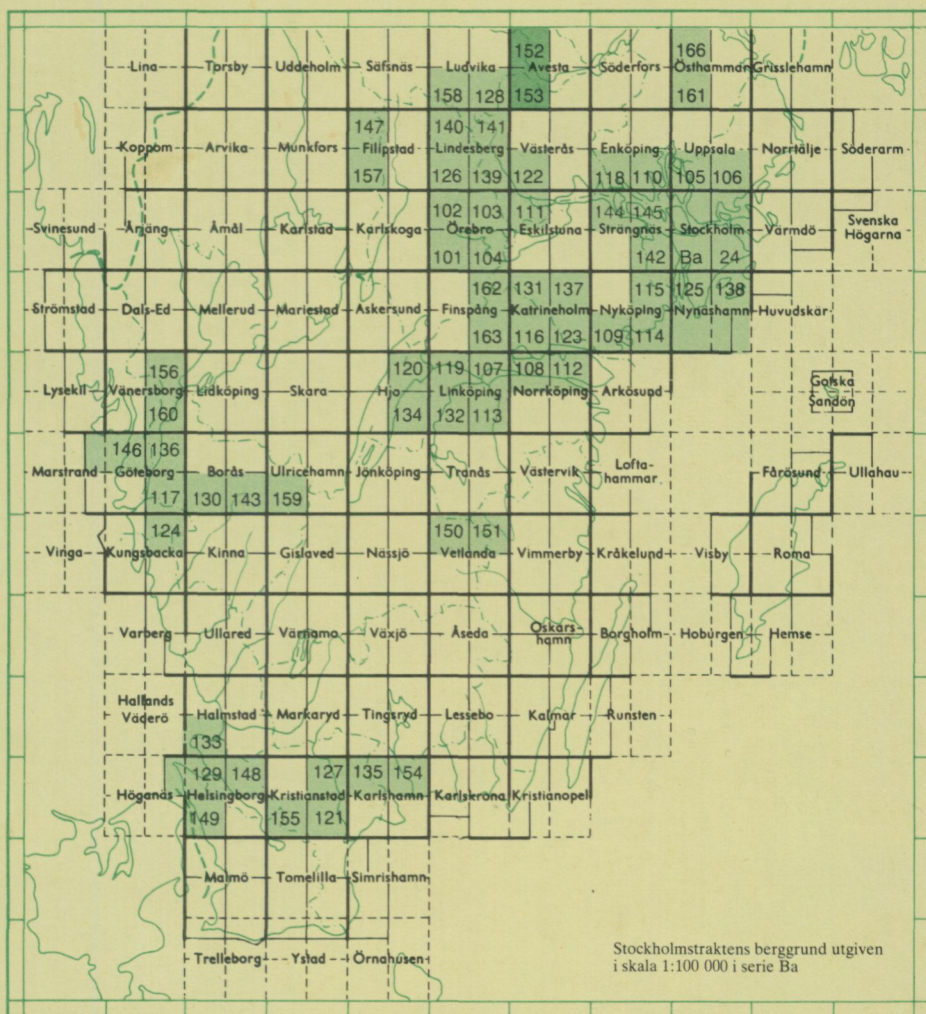
LITTERATUR

GFF = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar

SGU = Sveriges geologiska undersökning

- AMBROS, M., 1983: Beskrivning till berggrundskartan Lindesberg NO. – SGU AF 141.
- BECK, R., 1899: Über einige mittel-Schwedische Eisenerzlagertstätten. – Zeitschr. f. prakt. Geologie.
- BJÖRK, L., 1986: Beskrivning till berggrundskartan Filipstad NV. – SGU Af 147.
- CARLSSON L.-E., 1984: Accuracy and precision in thick-target PIXE-PIGE analysis determination with geological standards. – Nucl. Instr. Meth. in Phys. Res. 231.
- CARLSSON, L.-E. & AXELSSON, A., 1981: Rapid determination of major and trace elements in geological materials with proton-induced X-ray and gamma-ray emission. – Nucl. Instr. meth. in Phys. Res. 181.
- DU RIETZ, T., 1968: Huvuddragen av Garpenbergstraktens bergbyggnad. – SGU C 631.
- GEIJER, P., 1917: Falutraktens berggrund och malmfyndigheter. – SGU C 275.
- 1936: Norbergs berggrund och malmfyndigheter. – SGU Ca 24.
- 1961: The geological significance of the cerium mineral occurrences of the Bastnäs type in central Sweden. – Ark. för mineral. och petrol. KVA 3:4 s. 99–105.
- 1967: The Precambrian quartzite in the Norberg district, Central Sweden, and its iron-sand bed. – SGU C 619.
- GEIJER, P. & MAGNUSSON, N.H., 1944: De mellansvenska järnmalmernas geologi. – SGU Ca 35.
- GUMÆLIUS, O., 1871: Kartbladet Engelsberg. – SGU Aa 42.
- HJELMQUIST, S., 1937: Kartbladet Smedjebacken. – SGU Aa 181.
- 1941: Kartbladet Hedemora. – SGU Aa 184.
- 1946: Kartbladet Avesta. – SGU Aa 188.
- HÜBNER, H., 1971: Molybdenum and tungsten occurrences in Sweden. – SGU Ca 46.
- HÖGBOM, A., 1929: Om förekomst av urbergssediment på geol. kartbladet Malingsbo. – GFF 51.
- 1930: Kartbladet Malingsbo. – SGU Aa 168.
- LINDROTH, G. T., 1944; I GEIJER & MAGNUSSON 1944.
- MAGNUSSON, N.H., 1973: Malm i Sverige. – Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- PATCHETT, P.J., 1978: Rb/Sr ages of Precambrian dolerites and syenites in southern and central Sweden. – SGU C 747.
- QVARFORT, U., 1981: Sulfidmalmshanteringens början vid Garpenberg och öster Silverg. – Jernkontorets forskning, serie H nr 20.
- STRÖMBERG, A., 1983: Beskrivning till berggrundskartan Ludvika SO. – SGU Af 128.
- TEGENGREN, F.R., 1924: Sveriges ädlare malmer och bergverk. – SGU Ca 17.
- TENOW, O., 1902: Über einen mineralführenden Albitpegmatit von Stripåsen in Westmanland. – Bull. Geol. Inst. Uppsala, 5.
- WELIN, E., GORBATSCHEV, R. & LUNDEGÅRDH, P.H., 1977: Rb-Sr dating of rocks in the Värmland granite group in Sweden. – GFF 99.
- VIVALLO, W., 1984: The origin of the early Proterozoic supracrustal rocks in the Garpenberg district, south central Sweden. – GFF 106.
- ÅBERG, G., BOLLMARK, B., BJÖRK, L. & WIKLANDER, U., 1983: Radiometric dating of the Horrsjö granite, south central Sweden. – GFF 105.

Utgivna kartblad i serie Af, södra Sverige



PRISKLASS B

Liber Distribution
162 89 STOCKHOLM
Tel. 08-739 91 30

ISBN 91-7158-438-2
ISSN 0586-1543