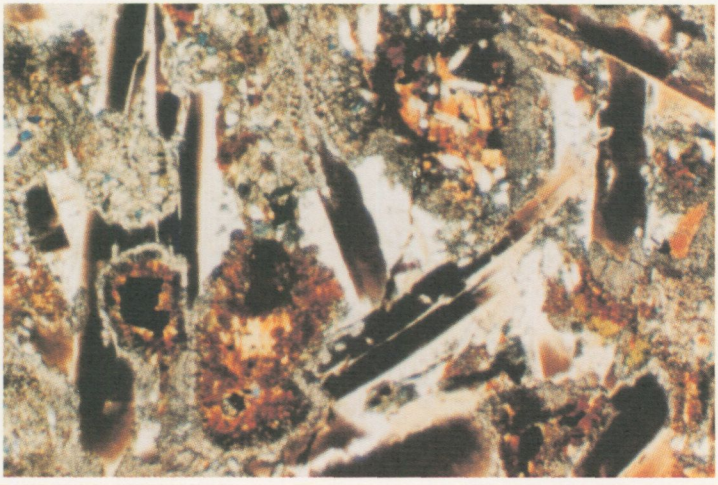
Berggrundskartor

SGU serie Af 160 · Skala 1:50 000

Beskrivning till berggrundskartan

Vänersborg SO



Inger Lundqvist

Med ett avsnitt om geofysik
av Margareta Vestergren

SGU
Sveriges Geologiska Undersökning

Uppsala 1997

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

BERGGRUNDSGEOLOGISKA OCH GEOFYSISKA KARTBLAD
SKALA 1:50 000
Serie Af · Nr 160

Inger Lundqvist

Med ett avsnitt om geofysik
av Margareta Vestergren

Beskrivning till berggrundskartan
Vänersborg SO

Description to the map of solid rocks
Vänersborg SO

UPPSALA 1997

ISBN 91-7158-574-5
ISSN 0586-1543

För information om berg, jord och grundvatten hänvisas till SGUs olika kartserier; berg: serierna Af och Ai, jord: serierna Ae och Ak och grundvatten: serierna Ag och Ah.

Närmare upplysningar erhålls genom

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING
Box 670
751 28 UPPSALA
Tel 018-17 90 00
Fax 018-17 92 10

Omslagsbild/*Cover*
Diabas, Trollhättan (3j). Foto av tunnslip.
Dolerite, Trollhättan. Photo from thin section.

© Sveriges Geologiska Undersökning
Redigering och layout: Agneta Ek, SGU
Tryck: Wikströms Tryckeri AB, Uppsala 1997

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 18
Litteratur 21

BERGGRUNDEN I SYDVÄSTRA SVERIGE. Av Inger Lundqvist 22
Berggrundsenheter 22
Den geologiska utvecklingen i området väster om Mylonitzonen 25
Litteratur 32

BESKRIVNING TILL BERGGRUNDSKARTAN VÄNERSBORG SO.
Av Inger Lundqvist 36
Tidigare arbeten 36
Metodik 36
Översikt av kartbladets berggrund 36
Bergartsbeskrivning 39
Ytbergartsgnejs 39
Metabasit 42
Metabasit i ytbergartsgnejs 42
Äldre metabasit 43
Yngre metabasit 43

Granit till tonalit, gnejsiga (A-granitoider) 44
Gnejs, rödgrå, med mikroklinögon 46
Granit till tonalit, gnejsiga (B-granitoider) 46
Graniter, ögonförande, vanligen gnejsiga och ådriga (äldre ögongraniter) 48
Granit, ögonförande, vanligen gnejsig och ådrig (äldre ögongranit 1) .. 49
Granit, ögonförande, vanligen gnejsig och ådrig (äldre ögongranit 2) .. 50
Granit, röd till grå, gnejsig och vanligen muskovitförande 51
Granit, grå till rödgrå, med mikroklinögon och muskovit, gnejsig..... 52
Granit, fint medelkornig och något gnejsig, vanligen muskovitförande 55
Granit, röd, med små mikroklinögon och muskovit, gnejsig 55
Ögongranit, rödgrå, massformig till starkt förskiffrad (yngre ögongranit) 56
Pegmatit 57
Diabasgångar 58
Sandsten och sandstensfyllda sprickor 60
Nyttosten 63

GEOFYSIK. Av Margareta Vestergren 64
Inledning 64
Bergarternas fysikaliska egenskaper 64
Bergartstyper 66
Ytbergartsgnejser och metabasiter 66
A-granitoider 66
B-granitoider 67
C-graniter 68
Diabasgångar 69
Flygmagnetisk tolkning 70
Magnetiseringsnivåer 71
Anomalistrukturer 71
Dislokationer 73
Gångar 73
Summary 74
Litteratur 76
Tabeller 78

METODIK OCH BERGARTSINDELNING

Av

Anders Wikström

Inledning

Af-seriens berggrundskartor i skala 1:50 000 visar de olika bergarternas utbredning både i häll (berg i dagen) och under lösa jordlager. Kartan framställs med tanke på att ge en allmängeologisk 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 berggrundsytorna 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 tillgänglig. (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 karterade 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-norm-modellerna. 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 häll och på flygbilder kan nämnas som exempel på några viktiga led i detta arbete. Även resultaten av olika geofysiska undersök-

ningar 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 möjlighet att få ett bättre begrepp om berggrundens tredimensionella uppbyggnad.

För SGUs 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 borrningar 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, bergartsprover, 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 50x50 m (1x1 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. 17). 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 SGUs 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.

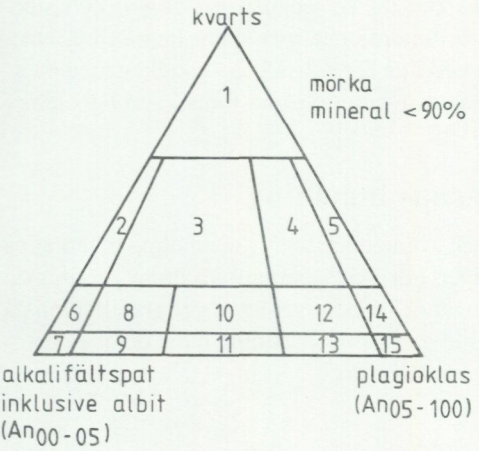
Indelning efter ursprung och bildningsmiljö

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 kiselsyra) 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", "amfibolitgångar" etc. De egentliga gångbergarterna utgör en ganska heterogen grupp med den gemensamma egenskapen att texturen (se s. 16) beror på den för gruppen specifika, relativt ytnära kristallisationsmiljön. Ett gångformigt uppträdande är däremot inte alltid en nödvändig förutsättning.



1 kvartsrik granitoid
2 alkalifältspatgranit
3 granit
4 granodiorit
5 tonalit
6 alkalifältspatkvartssyenit
7 alkalifältspatsyenit
8 kvartssyenit
9 syenit
10 kvartsmonzonit
11 monzonit
12 kvartsmonzodiorit / kvartsmonzogabbro
13 monzodiorit/monzogabbro
14 kvartsdiorit/kvarts-gabbro/kvartsanortosit
15 diorit/gabbro/anortosit (diorit: <50% An i plag gabbro: >50% An i plag)

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

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. 16). Vissa diabaser för även olivin.
Gångporfyr	Samlingsnamn för kiselsyrarika gångbergarter med en porfyrisk textur (se s. 16), där strökornen omges av en tät till finkornig mellanmassa.
Hyperit, hyperitdiabas	Används för svarta, prekambriska diabaser (se ovan) i 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 förekommande vulkaniter och deras sammansättningar ges i fig. 2. För en mer detaljerad diskussion om hithörande frågor hänvisas till ovannämnda IUGS-arbeten.

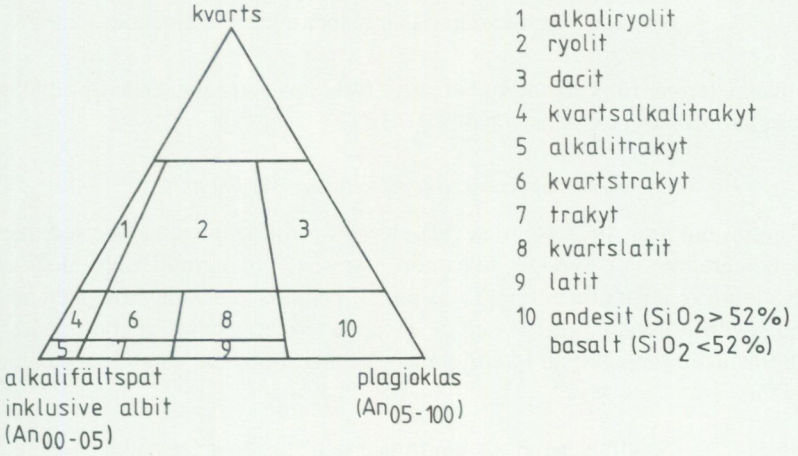


Fig. 2. Indelning av några vulkaniter enligt IUGS 1980.
Classification of some volcanic rocks, according to IUGS 1980.

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. 16). 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. *Pelit* används ibland i samma betydelse.

Arkos — Sandsten med ungefär lika proportioner av fältspat och kvarts. Dominerande fältspat är oftast mikroklin.

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 fältspatkvartsit 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 avsättning dominerats av kornstorlekar i intervallet grovmjäla – finmo (0.006–0.06 mm).

Skiffer — Allmänt samlingtnamn 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 prekambriska förekomsterna) och huvudsakligen bestående av mineralet kalcit, $CaCO_3$.

Dolomit — Bergart bildad på samma sätt som kalksten men med huvudmineralet dolomit, $CaMg(CO_3)_2$.

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 annat sätt. Att helt frångå de mindre specificerade omvandlingsnamnen har dock visat sig ogörligt. Då namnen används 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. 17) 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 betydelser, 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 fjällvärlden.

Hornfels — En finkornig bergart bildad genom s.k. kontaktmetamorfos (se metamorfos, s. 17).

Hälleflinta — Mycket finkornig, kompakt bergart bildad genom omvandling av sura lavor 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 SGUs Af-kartor kan rent allmänt sägas att termen leptit i Bergslagen och angränsande områden används för bergart 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 förgrovad 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 likhetstecken 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 regionalmetamorf miljö. Intrusivbreccior räknas sålunda inte hit.

Mobilisat — Se "migmatit".

Mylonit — En bergart bildad i rörelsezonen genom kraftig nermalning av berggrunden. Mylonit är för det mesta hopläkt och flintliknande.

Skarn — Gammal bergsmansterm för anhopningar av olika silikatmineral 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. 20) bergskedjezonen. Begreppet *marmor* används vanligen synonymt. Detta ges sålunda i många fall inte någon 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 skiffrigheten 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 åldersförhållandena 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- ("tidig"), syn- ("samtidigt med"), ser- ("sent"), post- ("efter") och an- ("icke") orogena bildningar. Beteckningarna prim- och synorogen 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 orogenes. 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 hällskala 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 (överstjälpt).
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.

Skiffrighet — 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 (=stängligheten riktning).

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

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

Ofitisk — Textur karakteriserad av listformade plagioklaskorn inneslutna i större pyroxenkristaller. Texturen förekommer oftast i diabaser.

Porfyrisk — Denna textur 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 ögonförande 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 blandfärgsbenämningen 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). *Regionalmetamorfos* innebär omvandling över ett större område. *Kontaktmetamorfos* kan ske genom lokal upphettning av berggrunden i gränszonen till en magmaintrusion.

Metasomatos	Termen anger att kemiskt 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 flygfotografier. Sådana zoner har dock vanligen en mera begränsad utsträckning.

Förkastningsbeteckning 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 huvudenheterna 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 avgränsande området på bilden.)

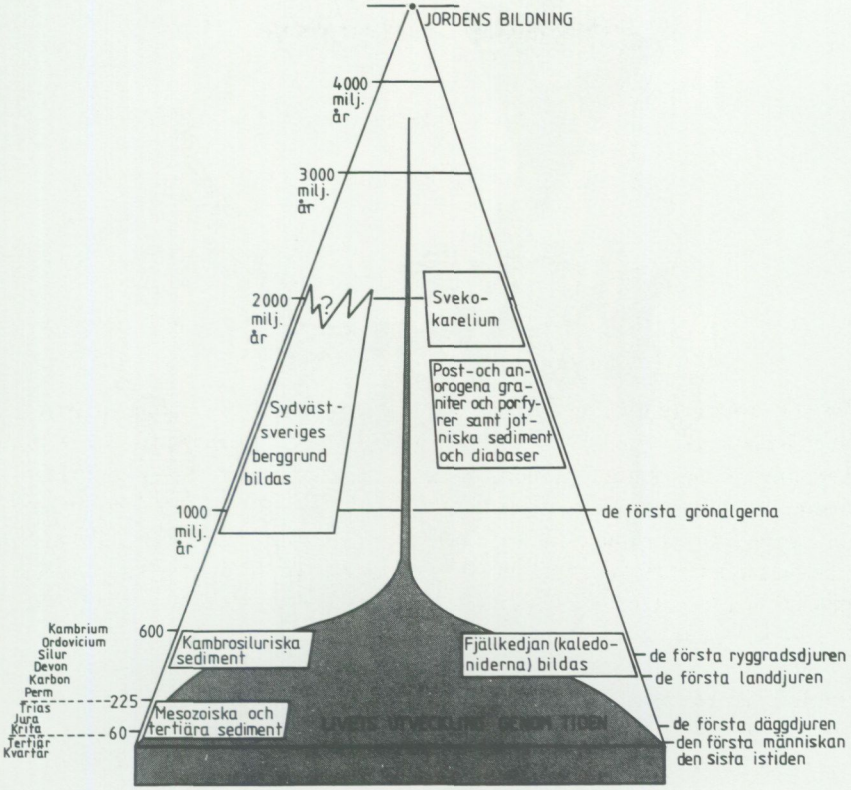


Fig. 3. Några enheter av södra Sveriges berggrund i förhållande till jordens utveckling.
Some bedrock units of southern Sweden.

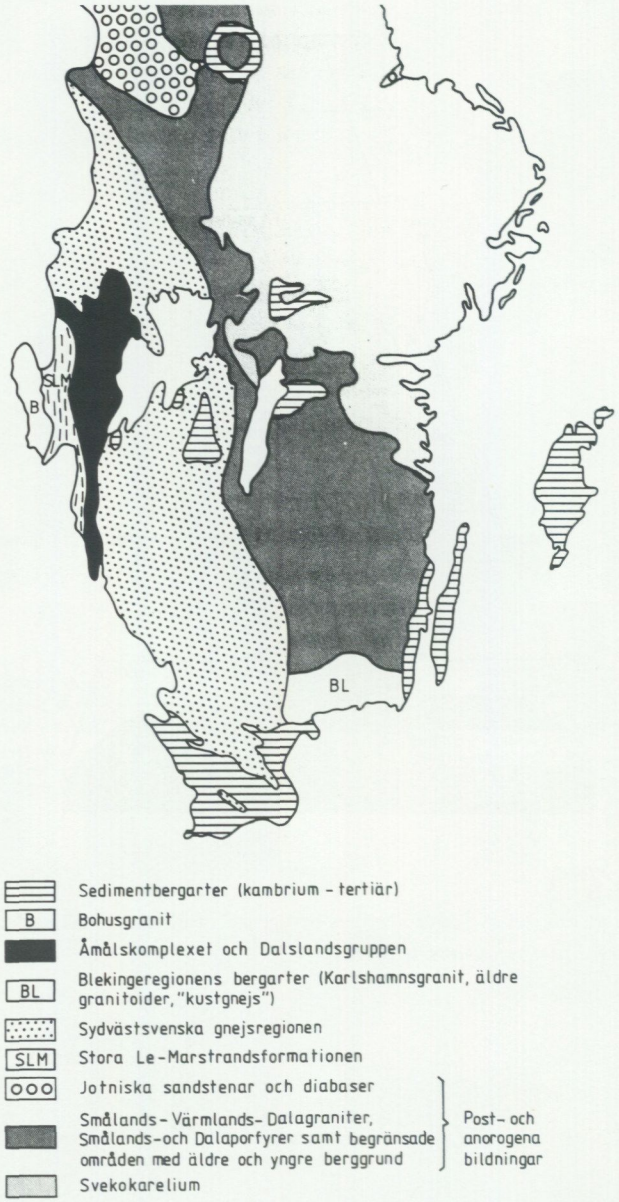


Fig. 4. Indelning i stora drag av södra Sveriges berggrund.
Outline of the bedrock of southern Sweden.

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.

LINDSTRÖM, M., LUNDQVIST, J. OCH LUNDQVIST, TH., 1992: Sveriges geologi från urtid till nutid. – Studentlitteratur, Lund. Andra tryckningen.

LOBERG, B., 1987: Geologi. Material, processer och Sveriges berggrund. Fjärde uppl. – Norstedts.

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

LUNDEGÅRDH, P. H., LUNDQVIST, TH. OCH LINDSTRÖM, M., 1978: Berg och Jord i Sverige. Femte uppl. – Almqvist och Wiksell läromedel.

LUNDQVIST, TH., 1979: The Precambrian of Sweden. – SGU C 768.

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

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

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

BERGGRUNDEN I SYDVÄSTRA SVERIGE

Av Inger Lundqvist

Sydvästsveriges berggrund är en del av den Baltiska eller Fennoskandiska urbergsskölden. Denna har en äldre (arkeisk) kontinentkärna i öster och nordost mellan Kolahalvön och Karelen och har successivt växt till mot väster och sydväst i flera steg. Bildandet av berggrunden i sydvästra Sverige är ett sådant steg som inleddes för ca 1700 miljoner år sedan.

Traditionellt har gränsen mellan Sydvästsveriges berggrund och den äldre berggrunden i öster satts i Protoginzonen (fig. 5). Gränsen sammanfaller i stort med gränslinjen mot ett sammanhängande bälte av graniter (det transskandinaviska magmatiska bältet eller TMB), där de så kallade Småland–Värmlandsgraniterna dominerar. Nya undersökningar har emellertid visat, att bergarter av samma typ som inom TMB också uppträder väster om den traditionellt angivna gränslinjen och att det finns deformationszoner långt öster om Protoginzonen av motsvarande ålder som de yngsta deformationerna i Sydvästsverige. Avgränsningen österut av sydvästra Sveriges berggrund är alltså oklar och kan därför ännu inte entydigt anges.

I söder begränsas regionen av förkastningar i den s.k. Tornqvistzonen med nordväst–sydöstlig riktning genom Skåne. I norr fortsätter de sydvästsvenska bergartsleden in i sydöstra Norge, där de avbryts av den skandinaviska fjällkedjans betydligt yngre bergarter. Osloområdets gravsänka med kambrosiluriska sedimentbergarter och permiska magmatiska bergarter utgör ett avbrott i urbergets kontinuitet mot väster och det är ännu oklart om några berggrundsenheter väster om Osloområdet tillkommit vid samma period som de äldsta i sydvästra Sverige.

Berggrundsenheter

Kännetecknande för berggrunden i sydvästra Sverige är att den bildats under lång tid, ca 800 miljoner år och att den i samband med tre olika bergskedjebildningar (orogeneser) påverkats av genomgripande deformation och omvandling. Bergarter, som bildats vid ytan, har därigenom kommit att veckas ned i jordskorpan till stora djup (10–20 km) för att sedan genom höjning (isostasi) och erosion åter komma upp till ytan. Då dessa vertikala rörelser varit olikstora inom olika delar av regionen, ger studier av dagens bergyta kunskap om vad som tidigare skett på olika djup vid bildandet av berggrunden i sydvästra Sverige.

Berggrunden kan delas upp i nord–sydligt utsträckta enheter, där varje enhet karakteriseras av vissa huvudbergarter och/eller bildningsperioder. Från väster mot öster finns (fig. 5):

1.	Bohusgranit		920 miljoner år
2.	Stora Le–Marstrandgruppens ytbergartsgnejser	ca	1760 (1610?) miljoner år
3.	Gnejsenhet väster om Mylonitzonen	ca	1650–1600 miljoner år
4.	Åmål–Horredbältets ytbergartsgnejser	ca	1650–1600 miljoner år
5.	Dalslandsgruppens ytbergarter	ca	1100 miljoner år
6.	Gnejsenhet öster om Mylonitzonen	ca	1800–1600 miljoner år
7.	Smålands–Värmlandsgraniter (TMB) med smärre inslag av ytbergarter		1800–1650 miljoner år

Gränserna mellan enheterna är mer eller mindre tydliga. Bohusgraniten (enhet 1), som är den yngsta graniten i området, har trängt fram som en magma och brutit genom berggrunden.

Kontakterna är därför av intrusionskaraktär, där brottstycken av den äldre berggrunden finns inne i graniten och där gångar av granit och tillhörande pegmatit finns i den äldre berggrunden. Enhet 3, som domineras av granitoider, har likaledes intrusionsgränser till omgivande ytbergartsenheter. Stora isolerade partier av ytbergarter finns långt inne i enhet 3, vilket gör att dess gränser på kartan är ungefärliga. Granitoiderna i enhet 3 är gnejsiga och består av en svit av kalk-alkalina djupbergarter där granodioritiska sammansättningar har störst utbredning. Ytbergartsenheten i väster, Stora Le–Marstrandgruppen (enhet 2), domineras av gnejser av sedimentärt ursprung, medan enhet 4 i öster, Åmål–Horredbältet, domineras av gnejser av vulkaniskt ursprung. I dessa äldre enheter finns också flera olika generationer av yngre intrusivbergarter.

Dalslandsgruppens ytbergarter, enhet 5, domineras av relativt unga sedimentära bergarter som kvartsit och skiffrar av olika sammansättningar. Sedimenten är avsatta på bergarter som tillhör enheterna 3 och 4.

Enhet 6, som i stort omfattar den östra halvan av sydvästra Sverige mellan Mylonitzonen och Protoginzonen, domineras av mer eller mindre starkt förgnejsade och ådrade intrusivbergarter. Tre huvudtyper av bergarter har hittills urskiljts. Den äldsta är en ådrad ortognejs med granodioritisk till granitisk sammansättning. Den är intruderad av ca 1660 miljoner år gamla graniter av TMB-typ, dvs. röda, vanligen ögonförande graniter. Den tredje och yngsta typen är

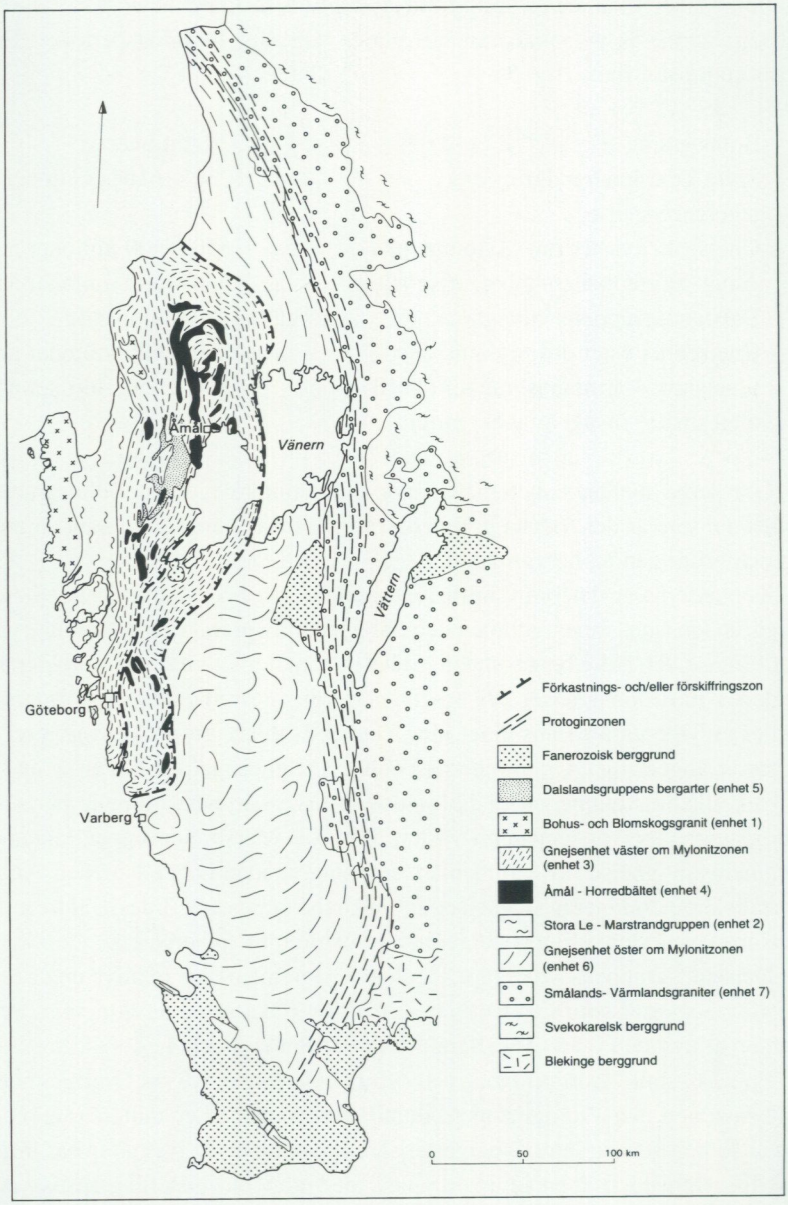


Fig. 5. Karta över berggrunden i sydvästra Sverige.
Map of the Pre-Quaternary rocks of south-western Sweden.

en relativt välbevarad ögongranit, Vårgårdagranit, som U-Pb-daterats till 1224 miljoner år. Dessutom finns det talrika granitiska, sura mobilisat som i flera områden bildat stora och relativt homogena kroppar. Utöver de granitiska huvudbergarterna och smärre inslag av ytbergarter i öster finns det flera generationer av yngre intrusiv, företrädesvis basiska.

Bergarterna i den östra enheten skiljer sig strukturellt från dem i de västra enheterna, som domineras av nord–sydliga strukturer. Strukturerna i den östra enheten är mycket mer heterogena. I Värmland är nord–sydliga till nordväst–sydöstliga strukturer vanligast, medan enheten i Västergötland och Halland i större utsträckning har öst–västliga strukturriktningar.

Inom den sydvästsvenska gnejsregionen är amfibolitfacies den helt dominerande metamorfosgraden. I trakten av Åmål har bergarter, som framförallt tillhör Dalslandsgruppen, en lägre metamorfosgrad (grönskifferfacies). I området öster om Mylonitzonen (enhet 6) finns det i delar av Halland och Småland områden där bergarterna genomgått granulitfaciesmetamorfos. Berggrunden har där utsatts för mycket hög temperatur och högt tryck och mineralen har därvid ombildats. Granulitbergarter innehåller bl.a. pyroxen, granat och sällsynt kyanit. Charnockit är en omtalad varietet, som förekommer i trakten av Varberg.

Traditionellt har berggrunden i sydvästra Sverige delats in i segment som åtskiljts av nord–sydliga rörelsezoner: Protoginzonen, Mylonitzonen och Göta Älvzonen (fig. 5). Huvuddeformationen i dessa zoner är emellertid relativt ung (svekonorvegisk) och tvärar bitvis över äldre strukturer. Uppenbarligen speglar zonerna därför i första hand yngre deformationer även om de på många ställen sammanfaller med och överpräglar äldre gränser mellan berggrundsenheterna.

Den geologiska utvecklingen i området väster om mylonitzonen

Pågående kartläggning av berggrunden i de välexponerade kustområdena i Bohuslän har, i kombination med radiometriska dateringar, möjliggjort en schematisk uppställning av det geologiska händelseförloppet i Bohusläns berggrund (tabell 1). Vägledande för schemats uppställning har varit identifieringen av fyra grupper av intrusioner (A–D). Dessa grupper är skilda från varandra av regionala deformationer orsakade av bergskedjebildningar. Uppställningen av den komplexa geologiska utvecklingen i tabell 1 är schematisk och skiljer inte ut viktiga skeenden från mindre betydelsefulla.

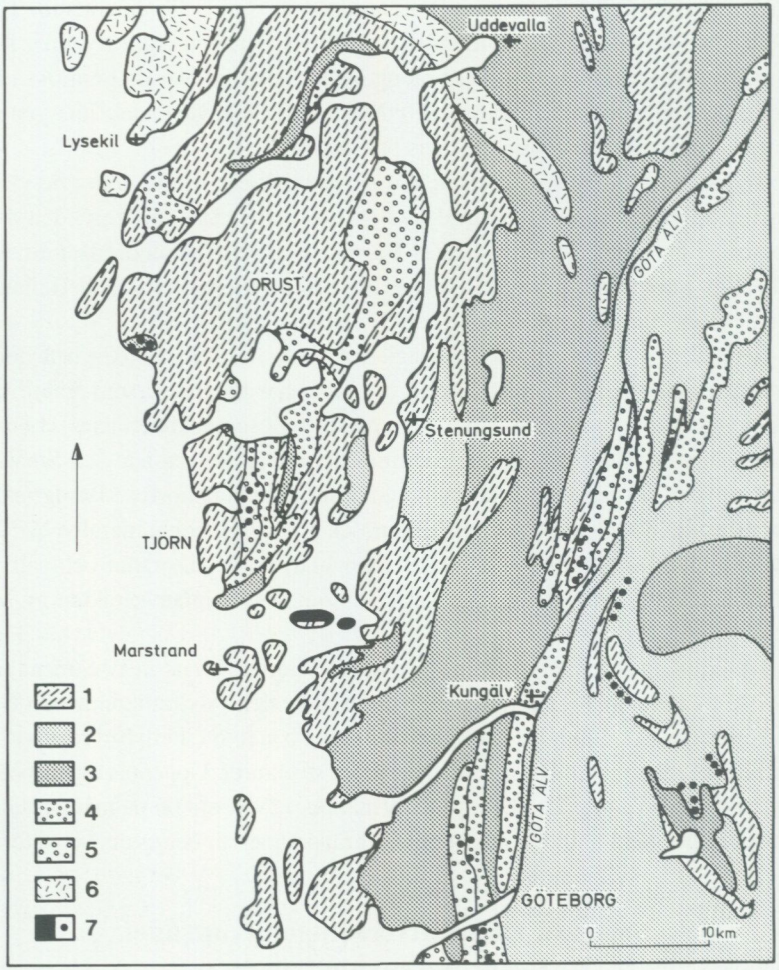


Fig. 6. Berggrundskarta över södra Bohuslän: 1 = Stora Le-Marstrandgruppens ytbergarter (Åmålgruppens ytbergarter öster om Uddevalla); 2 = tonalit-granit, A-gruppen; 3 = tonalit-granit, B-gruppen; 4 = äldre ögongranit (1 och 2), B-gruppen; 5 = yngre ögongranit, C-gruppen; 6 = Bohus-Iddefjordsgranit och pegmatit, D-gruppen; 7 = basiska intrusiv av olika åldrar. Den tektoniska zonen vid Göta älv följer i stort sett älvens lopp.

Lithological map of southern Bohuslän. 1 = Stora Le-Marstrand supracrustal rocks (Åmål supracrustals east of Uddevalla); 2 = tonalite-granite, A-group; 3 = tonalite-granite, B-group; 4 = older augen granite, B-group; 5 = younger augen granite, C-group; 6 = Bohus-Iddefjord granite and pegmatite, D-group; 7 = basic intrusive rocks of different ages. The Göta älv shear zone is outlined by the course of the river.

Regionens äldsta bergarter har ansetts vara de ytbergartsgnejser som ingår i Stora Le–Marstrandgruppen (enhet 2). En Sm-Nd-datering på välbevarade vulkaniter från öar strax söder om Tjörn har indikerat en ålder på ca 1760 miljoner år. En senare U-Pb datering av zirkoner från ett sandigt sediment (tidigare ansett som en sur vulkanit) har dock gett en preliminär ålder på de yngsta detrituszirkonerna på ca 1610 miljoner år och därmed skulle sedimentet inte kunna vara äldre än så. Stora Le–Marstrandgruppens ytbergarter är avsatta i oceanisk miljö, där vulkanismen var av s.k. öbågetyp. Troligen har detta skett utanför den då existerande svekofenniska kontinentkanten i öster. Skulle detta stämma, borde det finnas likåldriga men kontinentalt präglade ytbergarter, som avsatts mellan den oceaniska Stora Le–Marstrandgruppen i väster och den svekofenniska kontinentkanten i öster. Åmål–Horredbältets bergarter skulle kunna vara en sådan enhet. U-Pb-dateringar av zirkoner från vulkaniter respektive sedimentbergarter har gett åldrar på 1610–1660 miljoner år plus en maximiålder på 1620 miljoner år. Skulle den lägre åldern från Stora Le–Marstrandgruppen visa sig vara den rätta, är dessa bergarter och ytbergartsgnejserna i Åmål–Horredbältet ungefär likåldriga.

Gnejserna som tillhör Stora Le–Marstrandgruppen växlar i utseende och har mestadels sitt ursprung i s.k. gråvackor. I områden som är bättre bevarade, är gnejsen finkornig med en tydlig lagerformad växling mellan ljusa och mörka led. Detta beror på att sandiga respektive leriga sediment avsatts på havsbotten. Primära strukturer såsom graderad skiktning finns bevarade på Nordön öster om Marstrand. Dessutom ingår ofta mörka amfiboliter, som bildats ur vulkaniska asklager, lavor eller matargångar. Kuddlavastrukturer finns på några små öar söder om Tjörn och visar att lava flutit ut på havets botten. Genom deformationer i samband med bergskedjebildningar har dessa ytbergarter på de flesta ställen blivit kraftigt veckade och omvandlade. Den ursprungligen finkorniga bergarten har förgrovats, ådergnejsomvandlats och ibland t.o.m. smält upp och bildat bergarten migmatit.

Åmål–Horredbältets ytbergarter (enhet 4) utgörs av mer kontinentalt präglade bergarter. Sedimentbergarterna i Åmålsgruppen utgörs till övervägande delen av sandiga avlagringar allt från konglomerat till finkorniga, homogena lager. Vulkaniterna består till stor del av basiska och sura lavor, där de sura leden dominerar. Förmodligen består berggrunden i Horredsområdet (nordost om Varberg) av liknande bergarter. I Åmålsområdet finns primära texturer och strukturer utomordentligt väl bevarade. I sedimentbergarterna finns t.ex. graderad skiktning, konglomerat och strömskiktning, medan vulkaniterna uppvisar

porfyrisk textur och flytstrukturer. Mot söder tilltar omvandlingsgraden och i Horredsområdet är ytbergarterna finådrade, veckade och omkristalliserade och därmed har ursprungliga texturer och strukturer suddats ut. En U-Pb-datering av zirkoner från en porfyrisk vulkanit från Tösse strax söder om Åmål har gett en ålder på ca 1615 miljoner år. En liknande datering på en vulkanit i Horredsområdet har gett ca 1660 miljoner år. En U-Pb-datering av en granitisk boll från ett konglomerat väster om Trollhättan gav ca 1620 miljoner år, vilket ger en maximiålder på sedimentet.

Kappebo- och Ellenögrupperna i Dalsland synes vara av ungefär samma ålder som övriga bergarter i Åmål–Horredbältet. Ellenögruppens vulkaniter, breccior och arkoser uppvisar pålagringskontakt mot 1650 miljoner år gamla graniter och genomslås av den 1560 miljoner år gamla Ellenögraniten. Kappebogruppens bergarter består underst av kvartsporfyr, följd uppåt av i tur och ordning gråvacka, konglomerat, "Kappebogråvacka" (breccia) och kvartsitsandsten. En U-Pb-datering av en ryolit har gett en preliminär ålder på 1630 miljoner år.

Förmodligen efter det att ovanstående ytbergarter hade bildats, trängde en svit av differentierade magmor in i Stora Le–Marstrandgruppens bergarter. Dessa magmatiska djupbergarter tillhör grupp A i tabell 1. De äldsta består av mörka, basiska bergarter såsom diorit, gabbro och ultrabasit. Senare kristalliserade stora volymer av surare magmor. De utgörs av medel- till grovkorniga bergarter med tonalitisk till granitisk sammansättning. Eftersom magmorna har trängt in i ytbergarter, måste de senare ha befunnit sig på stort djup i jordskorpan. Hittills gjorda dateringsförsök på A-gruppens granitoider har inte kunnat bekräfta existensen av en magmasvit, som är äldre än B-gruppens djupbergarter. De har istället skiljts åt genom att A-gruppens bergarter varit med om en deformationsperiod mer. En säker uppdelning i dessa båda intrusivgrupper kan inte alltid göras, då efterföljande omvandlingar många gånger har suddat ut de skillnader som funnits.

I nästa utvecklingsskede drabbades berggrunden av omfattande deformationer under den första bergskedjeveckningen i området. Bergarterna veckades, förgnejsades och ådror bildades. Efter detta följde omfattande intrusioner, som gav upphov till grå till gråröda bergarter med en sammansättning som varierar från tonalit till granit. De tillhör intrusivgrupp B i tabell 1. Hit hör även basiska bergarter av varierande sammansättning såsom diorit och ultrabasit. En ögonförande granit med relativt hög gammastrålning, som kallas äldre ögongranit eller RA-granit, förs också hit. De högsta åldrar, som erhållits vid radio-

metrisk datering av intrusivbergarterna, gäller B-gruppens tonalit- till granitsvit. Prover från Östfold, Värmland, Dalsland, Bohuslän och Halland har gett åldrar i intervallet 1680–1580 miljoner år. Både dateringar med Rb-Sr-metoden på hela bergartsprov och med U-Pb-metoden på zirkon ger dessa åldrar. Huvuddelen av magmorna tycks ha intruderat för mellan 1600 och 1650 miljoner år sedan och magmatismen har successivt gett allt mer differentierade, sura led.

B-gruppens granitoider har intruderat i såväl Stora Le–Marstrandgruppens som Åmål–Horredbältets ytbergarter och bildar ett sammanhängande stråk från Römskog i Östfold till Varberg i söder. De utgör tillsammans med A-gruppens intrusivbergarter huvuddelen av enhet 3 (fig. 5). Det är ännu oklart om intrusiv tillhörande B-gruppen finns i den östra gnejsenheten (enhet 6). Fältuppträdandet hos en granodiortitisk gnejs från Valinge nordost om Varberg söder om Mylonitzonen och därmed i enhet 6, liksom en U-Pb-datering av denna bergart, som gett en preliminär ålder på 1650 miljoner år, skulle dock kunna tyda på att så är fallet.

Efter kristallisationen av B-gruppens djupbergarter följde åter en omfattande deformations- och omvandlingsperiod. Berggrunden i Bohusläns välexponerade kustområde visar, att det var under denna andra bergskedjebildning för ca 1580 miljoner år sedan som huvuddelen av strukturerna bildades. I andra områden inom den sydvästsvenska berggrunden kan andra omvandlingsperioder ha betytt mer för bergarternas nutida utseende.

En komplikation under denna andra omvandlingsperiod är, att den kan delas upp i två faser. I perioden mellan dessa intruderade basiska till sura magmor, huvudsakligen i form av gångar. Dessa gångar skär tidiga veckstrukturer och ådror bildade under den första fasen av omvandlingsperioden (M2a). Gångarna är i sin tur påverkade av en omkristallisation och neosombildning, som inträffade under den andra fasen (M2b). Då de basiska gångarna inte kan vara ett resultat av omvandlingsprocesserna, måste de ha bildats under ett relativt lugnt skede i den tektoniska utvecklingen. Gångarna är visserligen tämligen vanliga i vissa stråk, men eftersom de inte upptar någon större areal, har de inte räknats som en egen intrusionsgrupp, utan förts till följande grupp (grupp C).

C-gruppens bergarter har intruderat för 1560–1200 miljoner år sedan och delas upp i tre grupper (C1, C2 och C3). Perioden representerar en anorogen utveckling, men eventuellt kan de tidigaste intrusiven (C1) höra till en serorogen magmatism i anslutning till den andra bergskedjebildningsperioden (D2).

Till de äldsta intrusiven (C1) räknas Hällsödioriten i Göteborgs norra skärgård, som vid en U-Pb-datering erhållit en ålder av 1555 miljoner år. Liknande åldrar, ca 1550 miljoner år, har erhållits för en grupp röda graniter, bl.a. Lanegraniten.

C2-intrusiven kan delas in i två grupper, där en plagioklasrik gånggeneration förefaller vara äldst. En U-Pb-datering på en intermediär gång på Röseskär har gett en ålder på 1503 miljoner år. Den andra bergartsgruppen utgörs av en svit av gabbro-diabas-granitbergarter. En gabbrokropp på Tjörn har daterats till 1508 miljoner år (U-Pb-metoden). Liknande gabbromassiv förekommer i hela sydvästra Sverige. De återfinns vanligen som linsformade kroppar i nord–sydliga stråk. Enstaka större massiv, som t.ex. dioriten på Ramsö söder om Kosteröarna, har magmatisk lagring. Generellt gäller, att de tidiga intrusiven har gabbrotextur och företrädesvis primitiv sammansättning, medan de senare har en allt tydligare gångkaraktär, diabastextur och fraktionerad sammansättning. Till denna grupp förs också Stigfjordengraniten, som daterats till 1503 miljoner år (U-Pb-metoden). Den är en rödgrå ögongranit, som också kallas yngre ögongranit.

Till C3-gruppens bergarter räknas de, som intruderat för mellan 1460 och 1210 miljoner år sedan. De äldsta utgörs bl.a. av diabasgångar, dels på Orust, vilka daterats till ca 1460 miljoner år (U-Pb-metoden), dels Kostergångarna, som daterats till 1420 miljoner år (Rb-Sr- metoden). Gångarna har nord–sydlig riktning och några har veckats under den svekonorvegiska bergskedjebildningen. Lokalt är gångarna mycket vanliga. Beräkningar har visat att Kosterdiabaserna har medfört en utvidgning av jordskorpan på 15–20% i området. Till C3-gruppen hänförs också Askimgraniten, en ögongranit, som också kallas för yngre ögongranit (liksom Stigfjordengraniten). En U-Pb-datering har gett en ålder på 1362 miljoner år. Både Stigfjorden- och Askimgraniten har ett rumsligt samband med basiska massiv. Sambandet är också tidsmässigt och visas av förekomsten av blandbergarter och "nät-åderstrukturer". På flera ställen, speciellt i Pater Nosterområdet sydväst om Tjörn, finns gångar av diabas och ögongranit med nätåderstrukturer, som visar att granitmagman delvis följt samma vägar upp genom jordskorpan som diabasmagman. Strukturerna visar också, att diabasmagman inte alltid hunnit stelna helt innan intrusionen av ögongraniten skedde. Två av de yngsta bergarterna, som räknas till C3-gruppen, är Hästefjords- och Ursandgraniterna i södra Dalsland. Dessa graniter har åldrar på omkring 1210 miljoner år. Hästefjordsgraniten utgör delar av underlaget till Dalslandsgruppen (enhet 5).

Eftersom C-gruppens bergarter är vanliga inom regionen, kan de användas för att särskilja de bergarter och strukturer, som hör till de äldre bergskedjebildningarna respektive den yngre, svekonorvegiska.

Dalslandsgruppens ytbergarter, som utgör enhet 4, har avsatts i grundhavsmiljö, på en kontinental jordskorpa där 1210 miljoner år gamla bergarter ingår (Hästefjordsgraniten). Lagerpacken har en mäktighet av 1500–2000 m och dess utformning varierar i olika delar av sedimentationsbassängen. Följande schematiska uppbyggnad gäller: underst ligger basal arkos och konglomerat samt kvartsitisk sandsten med tre nivåer av basiska lavabergarter (metaspilit). En mer än 500 m mäktig kvartsit bildar övergång till det översta ledet, som kallas Lianeskiffer och vars sammansättning varierar mellan arkos och gråvacka. Bergarterna är relativt starkt deformerade av vecknings-, förkastnings- och överskjutningsrörelser, men tycks i stort sett befinna sig i sitt ursprungliga läge. Dalslandsgruppens nuvarande utbredning är i hög grad betingad av den deformation, som drabbade berggrunden under slutfasen av sedimentationsperioden. I detta sammanhang skedde även en allmän temperaturhöjning i den sydvästsvenska berggrunden. Denna metamorfosperiod (den svekonorvegiska regenerationen) orsakade i Dalslandsgruppens bergarter omvandlingar i grönskifferfacies, medan den i C-gruppens bergarter i Bohuslän orsakade omvandlingar i amfibolitfacies. Den svekonorvegiska omvandlingen (D3) var tillräckligt stark för att störa K-Ar-jämvikten i glimmermineral inom hela den sydvästsvenska regionen. Detta är orsaken till att radiometriska dateringar enligt K-Ar-metoden på bergarter i sydvästra Sverige ger åldrar runt 1000 miljoner år.

Svekonorvegiska deformationer drabbade hela sydvästra Sverige. De lokaliserades huvudsakligen till zoner, där berggrunden genomgick en kraftig förskiffring eller mylonitisering. De mest kända zonerna är Protoginzonen och Mylonitzonen, men det finns otaliga andra zoner av varierande storlek. Kännetecknande för dem är, att de alla i stort sett har en nord–sydlig huvudriktning och en kraftig öst–västlig lineation. Rörelserna i zonerna har i princip inneburit att de västra blocken lyfts upp i förhållande till de östra. Att de större zonerna är kopplade till svekonorvegiska deformationer visas av att de också förekommer inom intrusiv, som är omkring 1200 miljoner år gamla (Vaggerydssyeniten och Hästefjordsgraniten). Zonerna övertväras sedan i sin tur av den postorogena, 920 miljoner år gamla Bohusgraniten och dess pegmatiter. Samma ålder och samma petrografiska karaktär som Bohusgraniten har de mindre massiv av granit (Blomskogsgranit), som finns i sydvästra Värmland. Pegmatiter, som tillhör Blomskogsgraniten, slår igenom Dalslandsgruppens omvandlade berg-

arter och ger därmed en minimiålder på den svekonorvegiska regenerationen.

Något äldre än Bohusgraniten har norit-anortositmassivet på Älgön och Brattön strax öster om Marstrand visat sig vara. En Sm-Nd-datering på noriten har gett en ålder på ca 960 miljoner år.

I och med intrusionerna av de postorogena graniterna upphörde den egentliga bergartsbildningen i urberget. I perioden för mellan 900 och 570 miljoner år sedan skedde en höjning av jordskorpan i Sydvästsverige, vilket ledde till erosion till ett djup av minst 5–10 km. Denna höjning kunde inte ske utan att det skedde sprickbildningar i berggrunden. Genom vissa av dessa sprickor trängde basisk magma upp som nu återfinns som diabasgångar, som skär rakt igenom äldre berggrundsstrukturer. De största gångarna har västnordvästlig–ostsydostlig riktning och kallas för Tuvegångar. Paleomagnetiska beräkningar visar att dessa diabasgångar sannolikt är mellan 800 och 900 miljoner år gamla. För 570 miljoner år sedan avlöstes landhöjningen av en sänkning. Så snart den nederoderade, nu nästan helt plana bergytan (det subkambriska peneplanet) kom under havsytan började sedimentationen på den. Av dessa sediment bildades de bergarter, som nu återfinns i bl.a. Västgötabergen. Underst finns sandsten och därefter följer i stora drag alunskiffer, kalksten och lerskiffer. Mäktigheten i Västergötland är som mest drygt 200 m. I sprickor i urberget långt utanför Västgötabergen har både sandsten, alunskiffer och kalksten påträffats, så förmodligen har de kambro-siluriska sedimentbergarterna täckt större delen av Sydvästsverige. Diabaser av permisk ålder (ca 280 milj. år) finns som "täcken" på Västgötabergen. Av samma ålder är gångar av diabas och rombporfyr i västra Bohuslän. I Västgötabergens sedimentbergarter och diabaser finns unga förkastningar.

LITTERATUR

SGU = Sveriges geologiska undersökning
GFF = Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar

ABRAHAMSEN, N., 1974: The palaeomagnetic age of the WNW-striking dikes around Gothenburg, Sweden. – GFF 96, 163–170.

BERGLUND, J. & CONNELY, J., 1994: The Vårgårda intrusion; tectonic setting, age and regional implications. – Abstract volym. 21sta Nordiska Geologiska Vintermötet, Luleå.

ELIASSON, T., 1987: Trace element fractionation in the late Proterozoic Bohus granite, SW Sweden. – International symposium on Granites and Associated mineralizations, Salvador, Bahia 1987, Extended Abstracts, 211–214.

ELIASSON, T., 1992: Magma genesis and emplacement characteristics of the peraluminous Sveconorwegian Bohus granite, SW Sweden. – GFF 114, 452–455.

ELIASSON, T. & SCHÖBERG, H., 1991: U-Pb dating of the postkinematic Sveconorwegian Bohus granite, SW Sweden: Evidence of restitic zircon. – Precambrian Research 51, 337–350.

ELIASSON, T., TULLBORG, E.-L. & LANDSTRÖM, O., 1990: Fracture filling mineralogy and geochemistry at the Swedish HDR research site. – *I* R. Baria: Camborne School of Mines International Hot Dry Rock Conference, 425–435. Robertson Scientific Publications, Redruth, UK.

GAÁL, G. & GORBATSCHEV, R., 1987: An outline of the Precambrian evolution of the Baltic Shield. – Precambrian Research 35, 15–52.

GORBATSCHEV, R., 1971: Aspects and problems of Precambrian geology in western Sweden. – SGU C 650 .

GORBATSCHEV, R., 1977: Correlation of Precambrian supracrustals complexes in SW Sweden and sequence of regional deformation events in the Åmål tectonic mega-unit. – GFF 99, 336–346.

JOHANSSON, L. & JOHANSSON, Å., 1993: U-Pb age of titanite in the Mylonite Zone, southwestern Sweden. – GFF 115, 1–7.

LARSON, S.Å. & BERGLUND, J., 1992: A chronological subdivision of the Transscandinavian Igneous Belt – three magmatic episodes? – GFF 114, 459–461.

LARSON, S.Å., STIGH, J. & TULLBORG, E.-L., 1986: The deformation history of the eastern part of the Southwest Swedish gneiss belt. – Precambrian Research 31, 237–257.

LARSON, S.Å., BERGLUND, J., STIGH, J. & TULLBORG, E.-L., 1990: The Protogine Zone, SW Sweden: a new model – an old issue. – *I* C.F. Gower., T. Rivers & B. Ryan: Mid-Proterozoic Laurentica – Baltica. Geological Association of Canada Special Paper 38, 317–333.

LARSON, S.Å., CONNELY, J. & BERGLUND, J., 1993: Precise U-Pb dating of zircon and sphene from the Eastern Gneiss Segment, SW Sweden. – Abstrakt från Symposium om "the Svecofennian Domain" och IGCP-möte nr 275, Åbo.

LUNDQVIST, I. & SKIÖLD, T., 1993: U-Pb zircon dating of volcanic rocks of the

Åmål Group, western Sweden. – *I* Lundqvist, Th.: Radiometric dating results. – SGU C 823.

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

LUNDQVIST, Th., 1991: De prekambriska bildningarna (urberget). – *I* Lindström, M., Lundqvist, J. & Lundqvist, Th.: Sveriges geologi från urtid till nutid. Studentlitteratur, Lund.

LUNDQVIST, TH. & BYGGHAMMAR, B., 1994: Urberget. – *I* C. Fredén (red.): Berg och Jord. Sveriges Nationalatlas, 16–21, Stockholm.

PAGE, L., MÖLLER, C. & JOHANSSON, L., 1993: Ar/Ar geochronology across the Mylonite Zone in western Halland and Bohuslän, southern Sweden. – SGU Rapporter och meddelanden 76, 14.

PARK, R.S., ÅHÄLL, K.-I., CRANE, A. & DALY, J.S., 1987: The structure and kinematic evolution of the Lysekil-Marstrand area, Östfold–Marstrand belt, SW – Sweden. – SGU C 816.

PARK, R.G., ÅHÄLL, K.-I. & BOLAND, M.P., 1991: The Sveconorvegian shearzone network of SW Sweden in relation to Mid-Proterozoic plate movements. – Precambrian Research 49, 245–260.

PERSSON, P.-O., WAHLGREN, C.H. & HANSEN, B.T., 1983: U-Pb ages of Proterozoic metaplutonics in the gneiss complex of southern Värmland, southwestern Sweden. – GFF 105, 1–8.

SAMUELSSON, L. & ÅHÄLl, K.-I., 1985: Proterozoic development of Bohuslän, southwestern Sweden. – *I* A.C. Tobi & J.L.R. Touret: The Deep Proterozoic Crust in the North Atlantic Provinces, 345–357. D. Reidel Publ. Co.

SKIÖLD, T., 1976: The interpretation of the Rb-Sr and K-Ar ages of late Precambrian rocks in south-western Sweden. – GFF 98, 3–29.

SKIÖLD, T., 1980: Granite intrusions in the Proterozoic supracrustals of the Ellenö area, south-western Sweden. – GFF 102, 201–205.

SMEDS, S.-A., 1990: Swedish Proterozoic granitic pegmatites. – GFF 112, 227–242.

STEPHENS, M.B., WAHLGREN, C.-H., WEIJERMARS, R. & CRUDEN, A.R., i manuskript: Left - lateral transpressive deformation and its tectonic implications, Sveconorwegian orogen, Baltic Shield, southwestern Sweden. – Precambrian Research.

WAHLGREN, C.-H., CRUDEN, A.R. & STEPHENS, M.B., 1994: Kinematics of a fanlike structure in the eastern part of the Sveconorwegian orogen, Baltic Shield, south-central Sweden. – Precambrian Research 70, 67–91.

WELIN, E., 1994: Isotopic investigations of Proterozoic igneous rocks in south-

western Sweden. – GFF 116, 75–86.

WELIN, E., GORBATSCHEV, R. & KÄHR, A.-M., 1982: Zircon dating of polymetamorphic rocks in south-western Sweden. – SGU C 797.

WELIN, E. & SAMUELSSON, L., 1987: Rb-Sr and U-Pb isotope studies of granitoid plutons in the Göteborg region, southwestern Sweden. – GFF 109, 39–45.

ÅHÄLL, K.-I., 1995: Crustal units and role of the Mylonite Zone system in the Varberg–Horred region, SW Sweden. – GFF 117, 185–198.

ÅHÄLL, K.-I. & DALY, J.S., 1989: Age, tectonic setting and provenance of Östfold–Marstrand belt supracrustals: westward crustal growth of the Baltic Shield at 1760 Ma. – Precambrian Research 45, 45–61.

ÅHÄLL, K.-I., DALY, J.S. & SCHÖNBERG, H., 1990: Geochronological constraints on crustal evolution, SW Sweden. – *I* C.F. Gower, T. Rivers & B. Ryan: Mid Proterozoic Laurentica – Baltica, 97–115. Geological Association of Canada Special Paper 38.

ÅHÄLL, K.-I., SAMUELSSON, L. & PERSSON, P.-O., 1992: The age of the Torpa granite and its implications for the metamorphism in the Varberg region, SW Sweden. – GFF 114, 449–450.

ÅHÄLL, K.-I., PERSSON, P.-O. & SKIÖLD, T., 1995: Westward accreation of the Baltic Shield: implications from the c 1.6 Ga Åmål-Horred Belt, SW Sweden. - Precambrian Research 70, 235–251.

ÅHÄLL, K.-I., SAMUELSSON, L. & PERSSON, P.-O., i manuskript: Geochronology and structural setting of the 1,38 Ga Torpa granite in the Varberg region; implications for the charnockite formation in SW Sweden. – *I* T.S. Brewer: Precambrian Crustal Evolution in the North Atlantic Regions. Special Publication of the Geological Society of London.

ÅHÄLL, K.-I., DALY, J. S. & SCHÖBERG, H., 1990: Geochronological constraints on Mid-Proterozoic magmatism in the Östfold-Marstrand belt: implications for crustal evolution, SW Sweden. – *I* Gower, G.F., Rivers, T., & Ryan, B.: Mid-Proterozoic Laurentia - Baltica. Geol. Association of Canada Special Paper 38, 97–115.

ÅREBÄCK, H., 1995: The Hakefjorden Complex. – Thesis for Licentiate degree, A9, Department of Geology, Göteborg.

BESKRIVNING TILL BERGGRUNDSKARTAN

AV INGER LUNDQVIST

Tidigare arbeten

Den första berggrundskarta som utgavs över delar av det aktuella området var kartbladet Wenersborg (SGU Aa 40) i skala 1:50 000 med beskrivning av Elis Sidenbladh (1870). Kartan täcker den nordöstra delen av bladet Vänersborg SO från en punkt strax väster om Öresjö och österut t.o.m. Hullsjön. Den andra kartan som publicerades var bladet Venersborg (SGU Ab 11) i skala 1:200 000 med beskrivning av Axel Lindström (1887). Detta blad täcker så gott som hela Vänersborg SO utom den allra västligaste delen. Den delen finns däremot med på kartbladet Uddevalla (SGU Ac 3) i skala 1:100 000. Även här gjordes beskrivningen av Axel Lindström (1902).

Metodik

Den berggrundsgeologiska kartläggningen ägde rum under åren 1979–1985 under ledning av Lennart Samuelsson och Inger Lundqvist. Som extrageologer deltog Jan Brouzell, Dick Carlsson, Kjell Helge och Johan Löfgren. Geofysiska fältarbeten har utförts av Margareta Vestergren.

Principerna för bergarternas indelning och arbetsmetodik redovisas i den allmänna inledningen (s. 5–21). Hällbilden är tagen från jordartskartan Vänersborg SO (Fredén 1984). Observerad yta har inte redovisats speciellt. De kemiska analyserna har utförts vid Sveriges Geologiska AB:s och SGUs laboratorier. Tunnslipen har framställts vid SGU. Stenmaterialanalyserna är utförda vid Vägverkets väglaboratorium i Kungälv.

Översikt av kartbladets berggrund

Berggrunden inom kartområdet utgör en del av ett stråk, som i stort sett sträcker sig i nord–sydlig riktning från trakten av Kungsbacka till Dalsland. Söder om kartbladet Vänersborg SO finns bladet Göteborg NO (Af 136 Samuelsson 1985) utgivet. Berggrunden inom det kartområdet överensstämmer i det närmaste helt med berggrunden inom kartbladet Vänersborg SO. Norr därom finns kartbladet Vänersborg NO (Af 156 Gorbatschev 1987), men där finns skillnader mot berggrunden söderut. Bl.a. slår de ca 1210 miljoner år gamla

Hästefjord- och Ursandsgraniterna igenom den äldre berggrunden på bladet Vänersborg NO, och Dalslandsgruppens ca 1100 miljoner år gamla sedimentära och vulkaniska ytbergarter vilar på det äldre urberget.

De äldsta bergarterna inom området utgörs av fin- till fint medelkorniga, homogena till bandade, gnejsiga och ibland finådrade ytbergarter av sedimentärt och vulkaniskt ursprung. Dessa gnejser tillhör Åmålsgruppen och de förekommer i ett mer eller mindre sammanhängande stråk från västra Värmland söderut över östra Dalsland, längs Göta älvs dalgång och eventuellt vidare mot Horredsområdet nordost om Varberg. Den berggrund som dessa ytbergarter avsattes på har inte kunnat identifieras.

Efter det att dessa bergarter hade bildats trängde basiska magmor in i den dåtida jordskorpan. De återfinns nu som mer eller mindre gnejsiga och ådrade, mörkt grå till grönsvarta metabasitkroppar (t.ex. amfibolit, metagabbro) företrädesvis i anslutning till ytbergartsgnejsen inom ett område runt Öresjö (3g, 3h).

Härpå följde en period med omfattande magmabildning. Dessa magmor kan delas in i en äldre och en yngre grupp, som har markerats med mörkt brun resp. ljust brun färg på kartan. Den äldsta gruppen (A-granitoider) består av medelkorniga, ådrade till kraftigt ådrade och ibland bandade gnejser med en sammansättning som varierar från tonalitisk till granitisk. De utgör den största delen av berggrunden öster om Göta älv. Den yngre gruppen (B-granitoider) sammansätts av medelkorniga, massformiga till gnejsiga, ibland ådrade bergarter av tonalitisk till granitisk sammansättning. Ett flertal dateringar har gett åldrar mellan 1650 och 1580 miljoner år (Welin m.fl. 1982, Persson m.fl. 1983, Lindh & Schöberg 1987, Åhäll m.fl. 1990, Åhäll m.fl. 1995). Dessa bergarter dominerar berggrunden väster om Göta älv. De båda olikåldriga granitoiderna är sällan i synlig kontakt med varandra, men där så är fallet framgår, att den äldre bergarten har en ådergeneration mer, dvs. den har genomgått en metamorfosperiod mer.

Senare trängde ytterligare två olika varianter av granitmagmor in i jordskorpan. De är något yngre än tidigare beskrivna tonalit-granitsvit tillhörande B-granitoiderna, men räknas ändå till denna grupp på grund av att de har liknande deformationshistoria. Den äldsta av dessa graniter är röd till rödgrå, ögonförande, gnejsig till ådrad och innehåller ofta mineralet granat. Den yngre bergarten är oftast röd, stråkvis gnejsig eller ögonförande med en gammastrålning över 30 mR/h. Dessa båda bergarter förekommer i ett område med NNO-lig strykning huvudsakligen strax öster om Göta älv.

Under den period som nu följde utsattes berggrunden för tryck och temperatur (regionalmetamorfos) i amfibolitfacies, vilket fick till följd att mer granitiska partier av berggrunden delvis omkristalliserade eller helt smälte upp. Dessa nybildade smältor är av mycket olika storlek och finns som mindre gångar och upp till km^2-stora förekomster. De har ibland en skarp intrusivkontakt till omgivande berggrund, ibland enbart en successiv övergång. Inom kartområdet kan det urskiljas tre typer av detta slags graniter. Den äldsta av dessa är rödgrå till gråröd, gnejsig och ögonförande, där ögonen har en storlek på 1–4 cm. Den andra varianten är rödlätt, fint medelkornig och ibland gnejsig. Den yngsta är rödaktig, gnejsig och ögonförande, men med små ögon. Alla tre varianterna innehåller något muskovit. De förekommer huvudsakligen väster om Göta älv.

Den yngsta basiska bergarten skiljer sig från den äldre, genom att den delvis har kvar primära texturer. Den förekommer enbart på tre ställen inom kartområdet: vid norra änden av sjön Gravlången (0h), ca 2 km söder om Gärdhems kyrka (2j), och 3 km väster om Gärdhems kyrka (2i). Denna basiska bergart är mörkt grå till svart, massformig eller gnejsig.

Den yngsta graniten är en rödgrå, massformig till starkt förgnejsad och ögonförande bergart. Åldersbestämningar på likåldriga ögongraniter i västra Sverige har gett åldrar på runt 1400 miljoner år (Welin & Samuelsson 1987, Åhäll m.fl. 1990). Denna bergart finns dels strax väster om Hjärtum (1g), dels 3 km väster om Väne–Ryr (4g).

Pegmatit förekommer inom hela kartområdet, mestadels som gångar öster om Göta älv. Väster om älven finns även en del större massiv. Pegmatitförekomsterna är av olika ålder, de yngsta förmodligen samtida med Bohusgraniten, som är daterad till ca 920 miljoner år (Eliasson & Schöberg 1989).

För ca 1100 till 900 miljoner år sedan drabbades västra Sverige av den svekonorvegiska bergskedjebildningen. Detta medförde att berggrunden ytterligare en gång utsattes för högre tryck och temperatur, varvid bergarterna delvis omkristalliserade och en svag åderbildning skedde. Berggrunden veckades och stora regionala veck bildades, som i denna kartbild kan ses norr om Öresjö. Även vid detta tillfälle skedde omvandlingen av bergarterna i amfibolitfacies.

En brantstående diabasgång med en till fyra meters bredd tvärar över den västra delen av kartområdet i nordvästlig till sydöstlig riktning. Gången fortsätter i ost–västlig riktning inom den sydöstra delen av området. Diabasen antas ha en ålder runt 800–900 miljoner år (s. 59).

Den kambriska sandstenen nordöst om Trollhättan i kanten av Hunneberg går inte i dagen någonstans inom kartområdet, men är belagd genom brunns-

borrningar. Sedimentationen av den sand, som senare förfastades till sandstenen, började för ca 570 miljoner år sedan. Sandsten förekommer också som sprickfyllnad i berggrunden.

Bergartsbeskrivning

Ytbergartsgnejs

Vulkaniska utbrottsprodukter och sediment, som har avsatts på jordens yta och sedan förfastats, kallas med ett gemensamt ord för ytbergarter. De har markerats med gul färg på kartan. Inom kartområdet finns denna typ av bergarter runt Väne–Ryr (4g, 4h) och söderut mot Öresjö (3g, 3h). Förekomsten utgör en direkt fortsättning på ett stråk, som sträcker sig norrut mot Rådanesjön och Frändefors (Af 156 Vänersborg NO). Eventuellt fortsätter ytbergartsgnejsen med avbrott, vidare norrut förbi Tösse och Åmål in i Värmland och skulle då utgöra en del av Åmålsgruppen (Törnebohm 1870, Gorbatschev 1971, 1977). Inom kartområdet fortsätter stråket vidare söderut mot Hjärtum (1g) och Ström (0g), men återfinns där enbart som större eller mindre brottstycken eller skivor i den omgivande berggrunden. Dessutom finns ett område med starkt omvandlad ytbergartsgnejs nordost om Trollhättan, runt Restad (4j). Gnejsens kontaktrelationer till omgivande bergarter tyder på, att den är den äldsta bergarten i området, då den förekommer som brottstycken i omgivande djupbergarter och dessa i sin tur förekommer som gångar i ytbergartsgnejsen. Den berggrund, som ytbergarterna har avsatts på, har inte återfunnits. En U-Pb-datering på zirkoner från en porfyrisk vulkanit i Tösse strax söder om Åmål har gett en ålder på 1614±7 miljoner år (Lundqvist & Skiöld 1992). En U-Pb-datering på zirkoner från en granitisk boll (fig. 7) från ett konglomerat vid Fredskogen (3g) strax väster om Öresjö, har gett en ålder på 1620 miljoner år. Detta innebär att sedimentet inte kan vara äldre än så. Ytbergartsgnejsen förekommer ofta tillsammans med olika typer av metabasit, dvs. mörka, magmatiska bergarter som intruderat i sedimenten eller gnejsen som gångar eller lagergångar.

Ytbergarterna har genomgått upprepade deformationer och i samband därmed har de blivit utsatta för förhöjt tryck och förhöjd temperatur (regionalmetamorfos). Bergarterna har på så vis förgnejsats, ådrats, veckats och i vissa fall, då temperatur och tryck nått tillräckligt höga värden delvis börjat smälta upp (migmatitiserats). Detta har i sin tur medfört att primära vulkaniska och sedimentära texturer och strukturer till stor del förstörts. En diffus strömskiktning

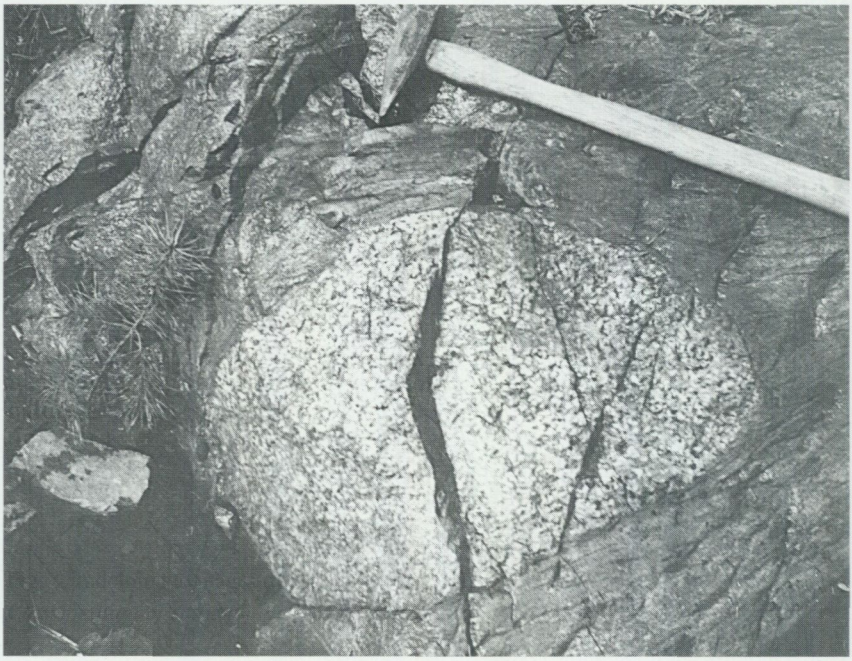


Fig. 7. Grå ytbergartsgnejs med gråröd, granitisk boll. Matrixdominerat konglomerat. Fredskogen väster Öresjö (3g). 64689/12849.

Grey supracrustal gneiss with greyish-red granitic boulder. Matrix-dominated conglomerate.

nordväst om Väne–Ryr (4g) och en porfyrisk (strökornsförande) textur vid Fredskogen (3g) är de enda primärtexturer, som iakttagits i området. Bergartsled som tyder på ett sedimentärt ursprung är de kvartsrika och "grusiga" band som finns nordväst om Väne–Ryr (4g) och vid Öresjös (4h) nordspets. Vid Fredskogen (3g) finns en finkornig grå gnejs med enstaka bollar av andra bergarter bl.a. granit (fig. 7) och gråvit kvartsit. De enda vulkaniska texturer som har återfunnits, är som nämnts ovan de porfyriska texturerna vid Fredskogen (3g). På grund av att ytbergarterna är så starkt omvandlade, är det svårt att avgöra hur stor del av dem, som är av vulkaniskt respektive sedimentärt ursprung. De har därför fått en enda (gul) färg på kartan.

Ytbergartsgnejsen är fin- till fint medelkornig och bandad. Banden har en tjocklek på mellan en dm och tiotals meter. Färgen varierar mellan röd och gråsvart och mineralsammansättningen mellan kvarts- eller fältspatrika (tabell 2) och biotit-hornbländerika. Den kemiska sammansättningen framgår av tabell 3.

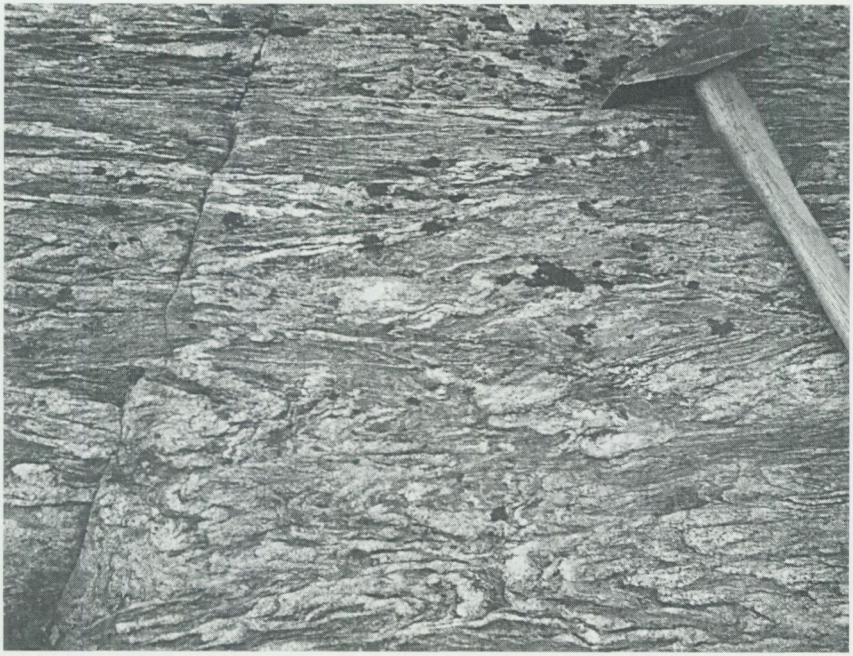


Fig. 8. Ådrad, veckad ytbergartsgnejs. Läresbo väster Öresjö (3g). 64680/12849.
Veined, folded supracrustal gneiss.

Det finns också enstaka mer kalkrika respektive magnetitanrikade band. De biotitrikare banden har omvandlats mer än de kvarts-fältspatrika under de regionalmetamorfa perioderna. De är nu ådrade till kraftigt ådrade, med åtminstone två ådergenerationer. Ställvis är de också veckade (fig. 8). De kvarts-fältspatrika banden är gnejsiga och ibland finns tunna, någon gång veckade kvartsådror (fig. 12). Det finns också en del amfibolitiska, något ådrade band, som är medveckade i ytbergartsgnejsen. Ibland har dessa amfibolitiska band en successiv övergång mot omgivande gnejs. Ibland har de dock en skarp kontakt och skulle då kunna vara yngre gångar. Ytbergartsgnejsen genomslås av pegmatitgångar av olika ålder, aplitgångar och mörka basiska gångar av olika sammansättning. Dessutom genomslås den av gångar av omgivande B-granitoid (s. 46). De flesta av dessa gångar är parallella med ytbergarternas gnejsighet, men det finns också sådana som är övertvärande.

Ytbergartsgnejsen har, då den utsatts för högre tryck och temperatur, omkristalliserat och delvis smält upp (migmatitiserats). I området nordost om

Trollhättan vid Restad (4j) har en stor del av gnejsen migmatitiserats och rester av ytbergarten återfinns som mer eller mindre tydliga brottstycken i smältan (mobilisatet). Mobilisatet är grårött till rött, gnejsigt, ibland sparsamt ådrat, ofta muskovitförande, ojämnkornigt och har ställvis kalifältspatögon. I trakten av Väne–Ryr (4h) kan man se successiva övergångar från ytbergartsgnejs till det ögonförande mobilisatet (fig. 12–16), men också intrusivkontakter mellan mobilisatet och ytbergartsgnejsen.

Metabasit

Metabasiter av olika ålder förekommer i området. De äldsta finns som lager av olika mäktighet inom ytbergartsgnejsen. De övriga, något yngre metabasiterna, är magmatiska djupbergarter. De har delats in i två åldersgrupper beroende på omvandlingsgrad. De som har mörkgrön färg på kartan är kraftigare omvandlade än de med ljusgrön färg. De förra har sannolikt varit med om fler metamorfa perioder och bör därför vara äldre. Utvecklingshistorien för dessa bergarter har varit svår att utreda, och det kan därför eventuellt finnas flera generationer av metabasit inom varje grupp.

Metabasiter är omvandlade basiska bergarter, dvs. de har en SiO_2-halt som är lägre än 52% (tabell 5). De är mörka och innehåller främst hornblände, biotit, pyroxen och plagioklas (tabell 4).

Metabasit i ytbergartsgnejs

Ytbergartsgnejsen i trakten av Väne–Ryr (4h) och söderut till Öre sjö (3g) anses tillhöra Åmålsgruppen (Törnebohm 1870, Gorbatschev 1977). Metabasiten förekommer i denna gnejs som lager med en mäktighet av några centimeter till tiotals meter. Kontakten mot omgivande mer kiselsyrarika lager är ibland skarp, ibland successiv. Några vulkaniska eller sedimentära strukturer finns inte bevarade, eftersom bergarten varit med om åtminstone två stora metamorfoser. Det finns därmed ingen möjlighet att avgöra om metabasiterna ursprungligen har varit lavaflöden, lagergångar eller omlagrade vulkaniter. De metabasitiska lagren är medveckade i berggrunden och har ibland blivit avslitna (boudinerade), så att de nu uppträder som linser i omgivande gnejs. Bergarten är gnejsig, gråsvart till grönsvart, fin- till medelkornig och innehåller enstaka tunna ådror. De ingående mineralen utgörs framförallt av hornblände, biotit och plagioklas.

Äldre metabasit

Äldre metabasit förekommer oftast i anslutning till ytbergartsgnejsen, dvs. i trakten från Väne–Ryr (4h) söderut till Öre sjö (3g) och vidare österut mot Trollhättan. För övrigt finns en mindre förekomst i Lilla Edet (0g), en öster om sjön Gravlången (0i) och en norr om sjön Vanderydsvattnet (1j). Riktigt små metabasiter, som förekommer som skivor eller linser i omgivande berggrund, finns utlagda som små gröna streck på kartan.

Dessa metabasiter är från början magmatiska djupbergarter, som blivit omvandlade under minst två deformationsperioder. Primära mineral saknas i stort sett helt (tabell 4). Små pyroxenrester omgivna av sekundärt hornblände har iakttagits vid något enstaka tillfälle. Bergarten är gnejsig och något ådrad, speciellt i kantzonen. Den är ofta inhomogen med mer eller mindre klart avgränsade partier med ultrabasisk sammansättning. Dessa partier är svarta, består till 90–95% av hornblände, är ofta massformiga och ibland svagt gnejsiga och grovkornigare än omgivande metabasit. Den senare i sin tur varierar i sammansättning från kvartsdioritisk till dioritisk och därmed i färg från gråsvart till grönsvart. Den är gnejsig, ibland ådrad och pegmatitslirig, ibland veckad. De ingående mineralen utgörs främst av hornblände, biotit och plagioklas.

De äldre metabasiterna innehåller ofta brottstycken av den gnejsiga och ådrade ytbergartsgnejsen och genomslås av gångar från den granitiska till tonalitiska omgivande bergarten. De genomslås också av pegmatitgångar.

Yngre metabasit

Till de yngre metabasiterna räknas de, som har bevarad primärtextur. Inom området finns det bara några få förekomster av denna bergart. En finns vid norra änden av sjön Gravlången (0h), en två kilometer söder om Gärdhems kyrka (2j) och en tre kilometer väster om Gärdhems kyrka (2i). Bergarten förekommer även som gångar i omgivande berggrund. Förekomsterna är av karttekniska skäl återgivna med små gröna streck på kartan, precis som de mindre förekomsterna av äldre metabasit.

Även de yngre metabasiterna är magmatiska djupbergarter. De har intruderat före den sista stora regionalmetamorfosen. I de centrala delarna är de oftast massformiga, medan de i kantzonen är förgnejsade och biotitrikare. De är homogena och kornstorleken varierar från fin- till grovt medelkornig. De innehåller vidare rester av primära mineral såsom pyroxen (klinopyroxen), som är omgivna av sekundärt hornblände. Mineralsammansättningen är 25–40% pla-

gioklas, 10–20% pyroxen, 20–40% hornblände, 5–10% biotit, + epidot, + apatit, + granat, titanit + opaka mineral.

De yngre metabasiterna förekommer ofta tillsammans med kalirika graniter som RA-graniter och yngre ögongraniter. Inom kartområdet Göteborg NO (Samuelsson 1985) finns det också blandbergarter mellan granit- och basitmagmorna, något som inte har observerats på Vänersborg SO.

Granit till tonalit, gnejsiga (A-granitoider)

Dessa bergarter bildades ur magmor som trängde in i jordskorpan under ett tidigt skede i västra Sveriges geologiska historia. De har markerats med mörkt brun färg på kartan. Den dåvarande jordskorpan bestod av ytbergartsgnejser och metabasiter av mestadels magmatiskt ursprung. Bergarterna finns sparsamt som brottstycken i de granitiska till tonalitiska gnejserna. Inom kartområdet finns också en yngre granit- till tonalitsvit (B-granitoider). De har varit med om en deformationsperiod mindre och är därmed inte så omvandlade som A-granitoiderna.

De äldre granitiska till tonalitiska gnejserna (fig. 9) förekommer framförallt öster om Göta älv och i ett smalt stråk strax väster om älven. Dessutom finns en mindre förekomst norr om Backamo (1f, 2f). Bergartens sammansättning varierar från granitisk över granodioritisk till tonalitisk (tabell 6) och färgen från gråröd över rödgrå till grå, beroende på att framförallt kalifältspathalten minskar och halten mörka mineral (biotit och hornblände) ökar. De gråröda till rödgrå varianterna innehåller ibland ögon av kalifältspat (mikroklin). De är vanligen cm-stora, ovala till formen och består av aggregat av kalifältspatkorn. Ögonfrekvensen varierar avsevärt: ibland finns det bara något enstaka öga och någon gång förekommer de så rikligt att bergarten liknar en ögongranit. Så är t.ex. fallet i ett stråk norr om Vanderydsvattnet vid Ekdalen (1j). Bergarten är medelkornig och ofta ojämnkornig med framförallt fältspater som de något större mineralkornen. Den kemiska sammansättningen framgår av tabell 7.

Bergarterna har varit utsatta för åtminstone två regionala deformationsperioder, vilka har resulterat i gnejsighet. De har minst två ådergenerationer. Inom vissa mindre partier har dessa strukturer nästan suddats ut och bergarten har fått ett massformigt och homogent utseende. I en del områden längs Göta älv och öster om Vanderydsvattnet (0j) är denna ådergnejs kraftigt parallellställd medan den i andra områden har en något "öppnare" karaktär, dvs. det är inte så tätt mellan ådrorna. Bergarten är ibland också mjukt veckad och stänglig. Gnejsen

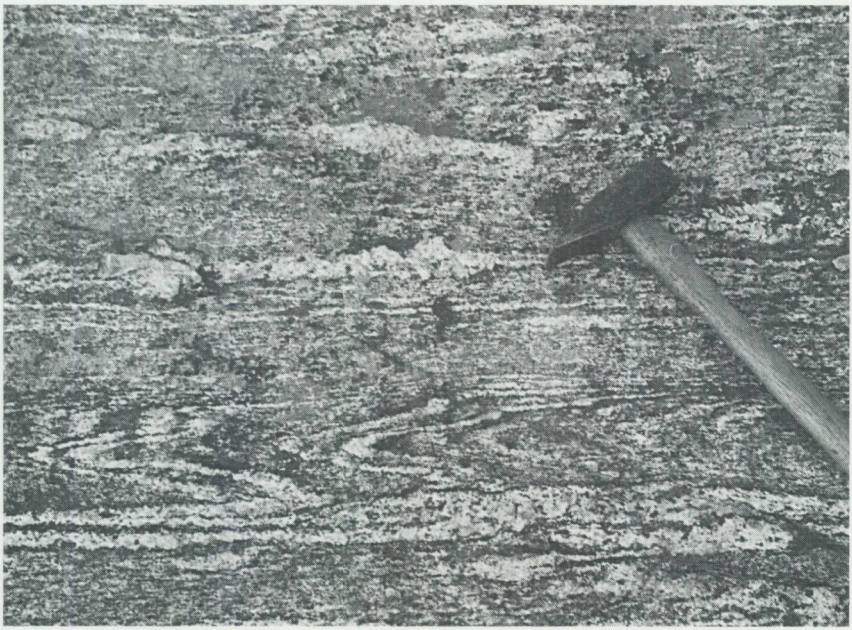


Fig. 9. Ådrad (två generationer) och veckad granodioritisk gnejs (A-granitoid). Halvorstorp (3j). 64686/12967.
Veined (two generations) and folded granodioritic gneiss.

innehåller brottstycken och skivor av fin- till fint medelkornig, ådrad, veckad ytbergartsgnejs och medelkornig, gnejsig och ibland ådrad metabasit. Bergarten genomslås av mörka, basiska gångar av olika ålder. De äldre av dessa är ofta boudinerade, dvs. de har blivit så utdragna i samband med att bergarten förgnejsats och ådrats, att de slitits av och nu bildar ett band av "korvar". Ofta är de omgivna av och uppbrutna av pegmatitiskt material. Den yngsta basiska gången, som slår igenom gnejsen, är den diabasgång (s. 58), som kan följas från Bredfjället (2f) över Hjärtum (1g) till sydväst om Åsbräcka (1g) och sedan med diverse avbrott från Gravlången (0h) till Vanderydsvattnet (0j). Bergarten genomslås också av pegmatit- och aplitgångar av olika ålder. Vissa av dessa är konforma, dvs. parallella med bergartens gnejsighet, medan andra tvärar över denna. Även en del av pegmatitgångarna är boudinerade. Ett fåtal gångar av den yngre granit- till tonalitsvitens bergarter (B-gruppen), som slår igenom den äldre svitens bergarter, har observerats. Inom ett stråk i sydsydvästlig till nord-

nordöstlig riktning väster om Vanderydsvattnet (0j) innehåller bergarten mindre mängder av mineralet granat, vilket den inte gör mer än sporadiskt i de västra delarna. Granat indikerar att berggrunden varit utsatt för högre tryck här jämfört med granatfria områden.

Gnejs, rödgrå, med mikroklinögon

Denna bergart, s.k. ögongnejs, förekommer i ett mindre område strax öster om Vanderydsvattnet vid den sydöstra kartbladsgränsen (0j). Bergarten är markerad med gul bottenfärg med röda prickar på kartan. Den utgör en fortsättning på en något större förekomst i området söderut (Samuelsson 1985). Bergarten uppträder i meter- till kilometerbreda band, som kan följas flera mil i ett stråk söderut till Kungsbackatrakten. Vanligen förekommer banden tillsammans med eller i anslutning till ytbergartsgnejs. Ögongnejsen kännetecknas av de stora kalifältspat(mikroklin)ögonen, som kan ha en diameter på 2–10 cm. Ögonen varierar i storlek och är ojämnt spridda. Ibland är ögonen monokristallina och har då ofta en välutbildad rektangulär form, ibland är de polykristallina och består då av mer rundade, något utsträckta och stängliga ansamlingar av kalifältspat tillsammans med något plagioklas och kvarts. Fältspatögonen utgör ungefär 20–30 vol.% av bergarten. Mellanmassan är grå, medelkornig (1–3 mm) och ofta mer eller mindre förgnejsad. Den består av plagioklas (20–40 vol.%), kvarts (30–40 vol.%), kalifältspat (10–30 vol.%), biotit (5–15 vol.%), ± hornblände (0–5 vol.%) och mindre mängder av epidot (± allanit), granat, titanit, apatit, zirkon och opakmineral. Bergarten har varit utsatt för flera deformationer och regionalmetamorfoser, då bl.a. kalifältspatögonen har ombildats till kristallaggregat och sedan nybildats som hela kristaller.

Granit till tonalit, gnejsiga (B-granitoider)

Dessa granitiska till tonalitiska, magmatiska djupbergarter tillhör en yngre, kalk-alkalin granit- till tonalitsvit som kallas B-granitoider. De har markerats med ljust brun färg på kartan. Inom kartområdet förekommer de framförallt väster om Göta älv, där de utgör den dominerande bergarten. Detta avsnitt av berggrunden är en del av ett stråk, som sträcker sig söderut förbi Göteborg ned mot Varbergstrakten och norrut förbi Uddevalla mot Östfold i Norge. Öster om Göta älv finns bara en mindre förekomst strax öster om Stallbacka (4j). Ett flertal åldersbestämningar (U-Pb-metoden) har gett åldrar på cirka 1650–1580 miljoner år (Welin m.fl. 1982, Persson m.fl. 1983, Lindh & Schöberg 1987, Åhäll

m.fl. 1990, Åhäll m.fl. 1995). Bergarterna har intruderat i samma tektoniska fas som "graniter, ögonförande, vanligen gnejsiga och ådriga (äldre ögongraniter)" (s. 48) och de har varit utsatta för samma metamorfa processer.

Bergarternas sammansättning varierar från tonalitisk över granodioritisk till granitisk, där det granodioritiska ledet dominerar. Den mineralogiska sammansättningen framgår av tabell 8 och den kemiska av tabell 9. Oftast är det en gradvis övergång emellan, men någon gång finns det skarpa kontakter. De tonalitiska till granodioritiska leden är grå till rödgrå och medelkorniga. Bergarterna är oftast mer eller mindre gnejsiga, men massformiga partier finns. Ibland är strukturen stänglig. I kantzonen mot omgivande berggrund och i vissa stråk kan ådring förekomma, för övrigt kan enstaka pegmatitiska ådror eller sliror

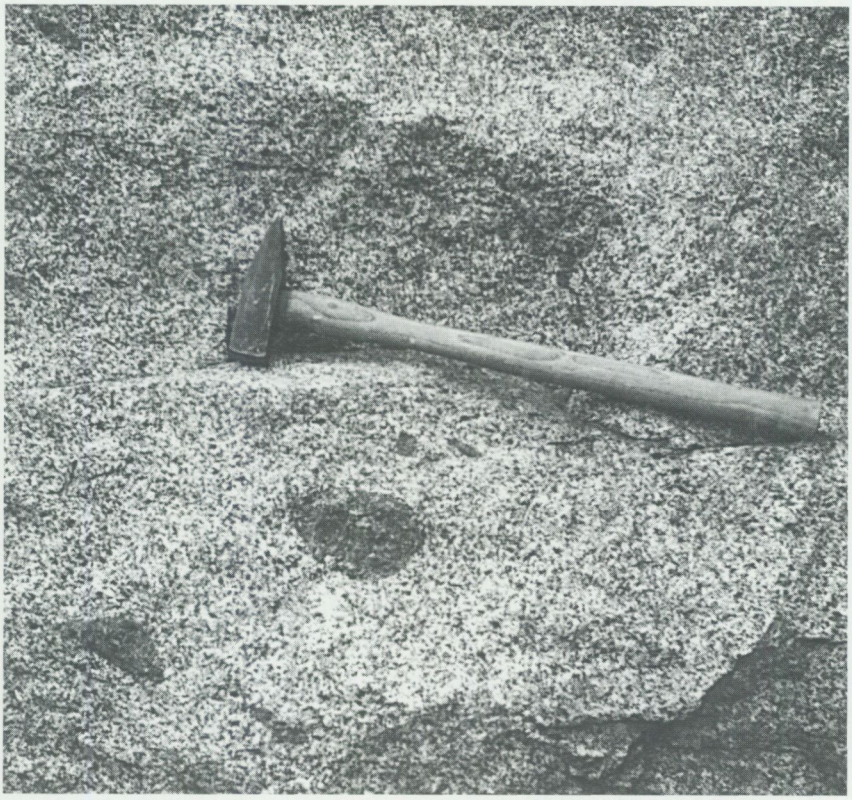


Fig. 10. Massformig, grå granodiorit (B-granitoid). Rössebol (4g). 64749/12817.
Isotropic, grey granodiorite (B-granitoid).

finnas. Ibland uppträder enklaver av mörkare, mer basisk sammansättning, som sällan har en längd överstigande 30 cm (fig. 10). De är rundade, eller mer eller mindre tillplattade och utdragna beroende på den omgivande gnejsigheten. De rödgrå granodioritiska leden, liksom de granitiska är ibland något ögonförande. Ögonen består oftast av cm-stora aggregat av kalifältspat (mikroklin) men även ögon bestående av en enda kalifältspatkristall förekommer. De granitiska leden kan vara starkt rekristalliserade och har då fått en ny, mindre gnejsig struktur.

Bergarten genomslås av smala 1–2 dm breda aplitgångar och av pegmatitgångar av varierande bredd. Vanligen är gångarna konforma med bergartens struktur, men de kan också övertvära denna. Vidare finns skivor och brottstycken av omgivande berggrund, dvs. ådrad, veckad, heterogen ytbergartsgnejs, kvartsådrad, gnejsig metabasit och ådrad, ibland veckad äldre granitisk till tonalitisk gnejs. I ett område västnordväst om Väne–Ryr (4g) förekommer det mycket rikligt med basiska brottstycken. Inom kartområdet tycks gnejsens gränser mot omgivande berggrund vara konforma med gnejsigheten, några övertvärande kontakter har inte iakttagits.

Bergartens textur är något porfyrisk med plagioklas- och kvartskorn, som är något större än de övriga mineralkornen. Plagioklasen innehåller små epidotkristaller, vilket gör att den får en svagt grön färg.

Graniter, ögonförande, vanligen gnejsiga och ådriga (äldre ögongraniter)

Äldre ögongraniter finns i ett bälte, som sträcker sig i nord–sydlig riktning från Kungsbackatrakten över Göteborg, östra Hisingen, Kungälv, längs Göta älvdalen till Lödöse och vidare öster om älven upp till Trollhättan och trakten strax nordöst därom. De har markerats med skär färg på kartan. Äldre ögongraniter består av två olikåldriga bergarter (med överbeteckning 1 och 2 på berggrundskartan), som utseendemässigt är ganska lika varandra, men där den ena (1) är äldre än den andra (2). De båda bergarterna förekommer ofta i nära anslutning till varandra, även om det på föreliggande kartblad är den äldre (1) som är den vanligast förekommande och den yngre (2) i stort sett bara återfinns mellan sjön Trehörningen (1i) och Trollhättan (3j). Då den yngre av dessa ögongraniter har en förhöjd gammastrålning (radioaktivitet) har den kallats RA-granit. Graniterna har intruderat i samma tektoniska fas och därmed blivit utsatta för samma metamorfa processer. De har dessutom intruderat i samma tektoniska fas som "granit-tonalit, gnejsiga", som har ljusbrun färg på berggrundskartan,

och tillhör därmed de s.k. B-granitoiderna. En åldersbestämning på en äldre ögongranit i Stenkyrka församling på Tjörn har givit en ålder på ca 1580 miljoner år (Åhäll m.fl. 1990). Några inbördes kontaktrelationer mellan de båda bergarterna har inte iakttagits inom kartområdet, men på Göteborg NO (Samuelsson 1985) har man noterat gångar av äldre ögongranit 2 som slår igenom äldre ögongranit 1.

Granit, ögonförande, vanligen gnejsig och ådrig (äldre ögongranit 1)

Denna, gråröda, granitiska till granodioritiska ögongranit förekommer i ett stråk från Lilla Edet (0g) och sjön Gravlången (0h) upp mot och förbi Trollhättan (3j). Kropparna är olikstora, men är alla utsträckta i ungefär nord–sydlig riktning och ibland dessutom mjukt veckade. Bergarten är homogen, medelkornig, något ojämnkornig, ögonförande och oftast ådrad (fig. 11). Ögonen är

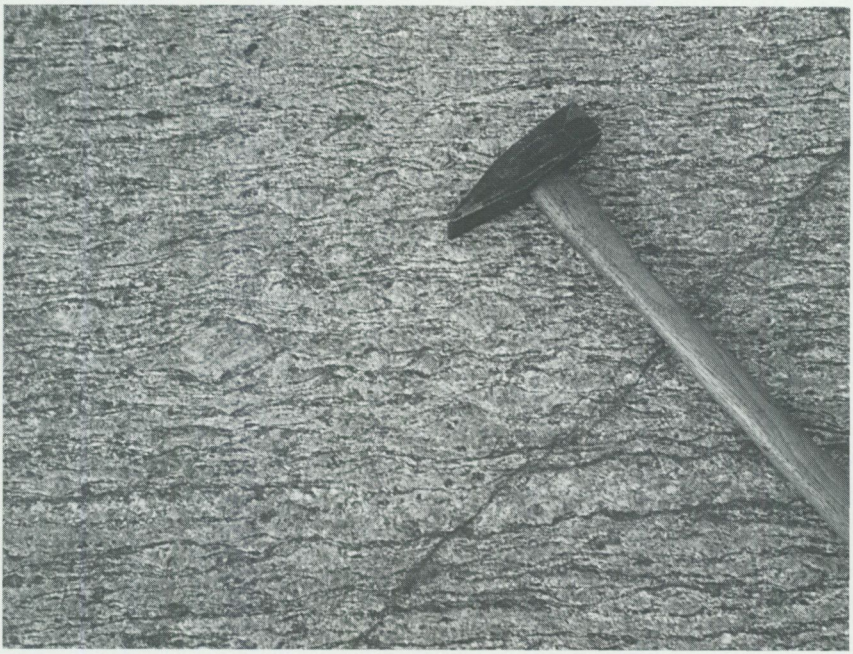


Fig. 11. Gråröd, ögonförande, ådrad, granitisk gnejs (äldre ögongranit). Stenkullen (3j). 64676/12969.

Greyish-red, porphyritic, veined, granitic gneiss (older augen granite 1).

för det mesta polykristallina, men inom en del mindre partier förekommer även rektangulära, monokristallina ögon. Diametern varierar mellan 1 och 5 cm. Ofta är ögonen så pressade och utdragna, att de ser ut som korta ådror, medan de på andra ställen kan vara stängliga. Ögonen består av kalifältspat (mikroklin), som är pertitisk, kvarts och något plagioklas, medan de monokristallina ögonen utgörs av pertitisk kalifältspat (mikroklin). Bergarten är ådrad. Ställvis är ådrorna veckade och ibland så starkt att de slitits av. Senare har den genomgått ytterligare en omvandling, som gett en något diffusare ådring, som svagt övertvärar de tidigare ådrorna. Det förekommer också partier där bergarten har rekristalliserats. Ögon och ådror återstår då bara som diffusa rester eller har helt suddats ut, och bergarten är nu gråröd, medelkornig, jämnkornig och gnejsig.

Ögongranitens mineralinnehåll och kemiska sammansättning framgår av tabellerna 10 och 11. Granatindividen är i regel så stora och så vanligt förekommande, att de är fullt synliga i ett bergartsprov till skillnad mot äldre ögongranit 2, där granat bara förekommer ytterst sparsamt. Plagioklasen är som regel sericitiserad, delvis starkt. Bergarten har en gammastrålning som uppgår till 10– 20 μR/h vilket är klart lägre värden än för Ra-graniten. Den genomslås av pegmatit- och aplitgångar och dessutom av en diabasgång nordost om Trollhättan (3j). Ögongraniten innehåller också större eller mindre brottstycken av metabasit, omgivande djupbergarter och ytbergartsgnejs. De senare brottstyckena kan vara något assimilerade. Strax nordväst om Trollhättan, 2 km sydost om Vassända–Naglums kyrka (4i) bryts äldre ögongranit 1 för användning som krossberg.

Granit, ögonförande, vanligen gnejsig och ådrig (äldre ögongranit 2)

Denna röda till gråröda ögongranit förekommer inom ett område mellan sjön Trehörningen (1i) och Trollhättan (3j). Dessutom finns den i Salekärr (4g) 4 km väster om Väne–Ryrs kyrka (4h) och strax norr om Utby (2g). Den sistnämnda är dock så liten att den inte markerats på kartan. Graniten kallas också RA-granit. Kropparna är smala, långsträckta och mjukt veckade. Bergarten har genomgått samma deformationer som äldre ögongranit 1, också här finns alltså två ådergenerationer och områden som har rekristalliserat så att tidigare ögon och ådror suddats ut och på så vis har bergarten blivit röd, sockerkornig och svagt gnejsig. I RA-graniten finns det en större del av bergarten som har rekristalliserat jämfört med äldre ögongranit 1, beroende på att bergarten här är

något surare (kiselsyrarikare) och därför lättare reagerar på en förhöjd temperatur. Ögonen är rundade till utdragna, polykristallina och består av kalifältspat (pertitisk mikroklin), kvarts och plagioklas. Mellanmassan är medelkornig och de vanligaste ingående mineralen är kalifältspat (mikroklin), kvarts, plagioklas, biotit, hornblände och opakmineral (tabell 12). Plagioklasen är sericitiserad. Flusspat är ett karakteristiskt mineral. Det kan oftast upptäckas i ett bergartsprov som små violetta korn. Dessutom förekommer ofta lermineral som en gulbrun rand i kornfogarna och när mängden lermineral överstiger 1% finns förutsättningar för att bergarten skall grusvittra. Vid en undersökning av grusvittrande delar av RA-graniten söder om Göteborg (Samuelsson 1973) gjordes bl.a. röntgenanalys av mineralen i kornfogarna, vilka visade sig till stor del tillhöra montmorillonitgruppens svällbara lermineral. Grusvittring har inte iakttagits inom kartbladsområdet, men det bör observeras att förutsättningarna för sådan vittring föreligger. RA-graniten har en markant förhöjd gammastrålning med värden mellan 30–50 µR/h och det är på grund av detta som graniten har fått sitt namn. Den kemiska sammansättningen framgår av tabell 13. Ögongraniten innehåller större eller mindre brottstycken och skivor av metabasit och omgivande bergarter. De mindre metabasitskivorna är ofta något assimilerade och utdragna så att de ser ut som tunna mörka sliror. På angränsande kartblad (Göteborg NO) observerades strukturer som visar att basitmagma och ögongranitmagma, tillhörande samma stråk som på det aktuella kartbladet, intruderat samtidigt och ibland blandats.

Granit, röd till grå, gnejsig och vanligen muskovitförande

Bergartstypen har på kartan getts tre olika beteckningar eftersom dess utseende varierar och förekomsterna är av olika ålder. Den jämnkorniga varianten har fått en svagt röd färg och de båda varianterna med kalifältspatögon en svagt röd färg med vita prickar, där prickarnas storlek varierar efter fältspatögonens storlek.

Om berggrunden utsätts för högre temperatur och tryck, reagerar den först genom att mineralen omkristalliserar. Om bergarten från början är gnejsig eller ådrad suddas dessa strukturer ut. Ju längre omkristallisationen går desto diffusare blir gnejsighet och ådring tills de helt försvinner. Om temperaturen och trycket blir än högre, börjar vissa mineral (framförallt kvarts och fältspat) att smälta. Smältorna kan stanna där de är eller tränga vidare upp genom jordskorpan (s.k. mobilisat). De kan också ansamlas och bilda magmor, som nu

återfinns som större eller mindre bergartskroppar, men också som gångar i andra bergarter.

I fält kan det vara svårt att dra gränsen mellan ursprungsbergarten och det omvandlade materialet (migmatitgraniten), då det ofta finns partier som har omkristalliserat eller delvis har smält upp, omväxlande med partier som tycks opåverkade. I princip har gränsen satts så, att där mer än hälften av bergarten är omvandlad, har den fått en svagt röd färg. Områden där mängden är mindre än hälften har fått röda parallellstreck som överbeteckning, vilket indikerar omkristallisation, eller röda "spolar" som indikerar migmatitiserad blandad berggrund.

Granit, grå till rödgrå, med mikroklinögon och muskovit, gnejsig

Denna variant av graniten förekommer i trakten runt Väne–Ryr (4g, 4h) i anslutning till ytbergartsgnejsen. På några ställen ses hur graniten bildats ur ytbergartsgnejsen (fig. 12–16). På andra ställen finns klippande kontakter mot

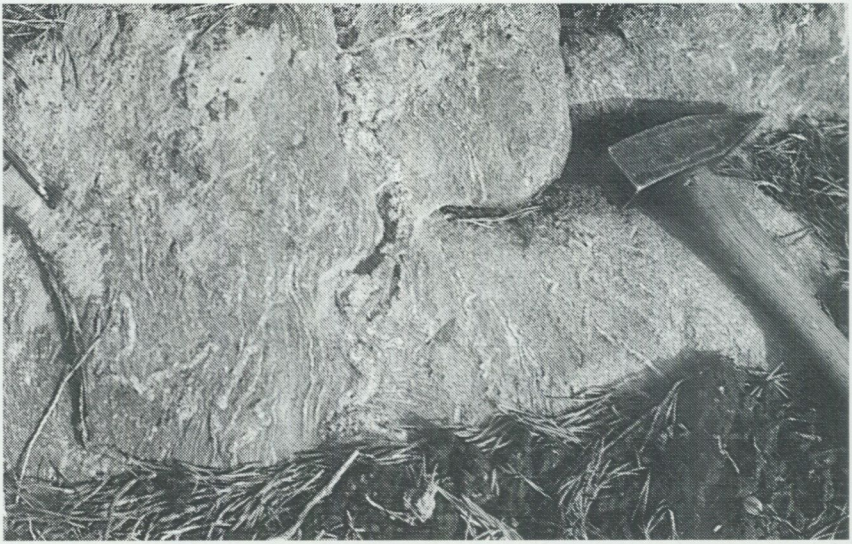


Fig. 12–16. Grå, ådrad ytbergartsgnejs som gradvis övergår i rödgrå, ögonförande granit till granodiorit. Fig. 13–16 är tagna vinkelrätt mot fig. 12 och med ca 50 meters avstånd mellan varje. Skogen (4h). 64720/12853-64721/12855.

Grey, veined supracrustal gneiss which gradually becomes a reddish-grey, porphyritic granite to granodiorite. Figs. 13–16 are perpendicular to Fig. 12, and about 50 meters apart.



Fig. 13

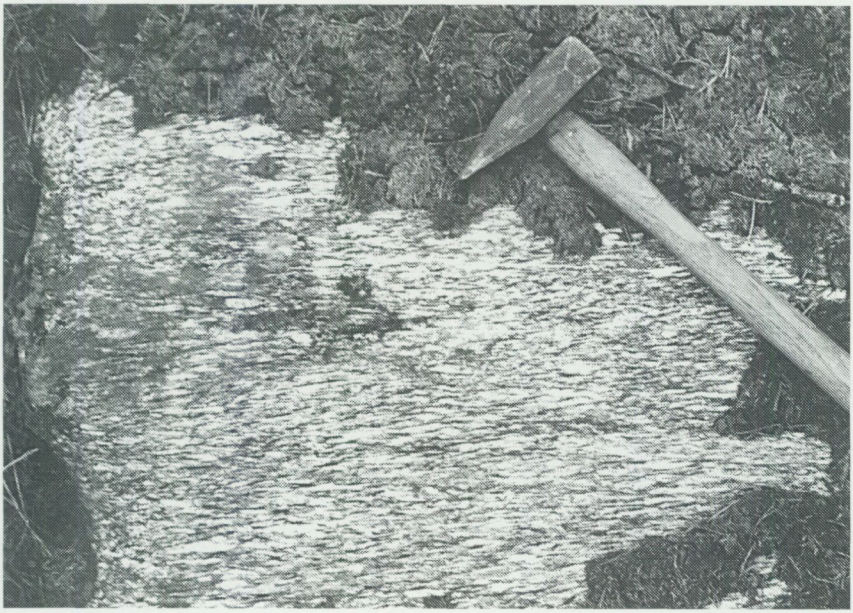


Fig. 14



Fig. 15

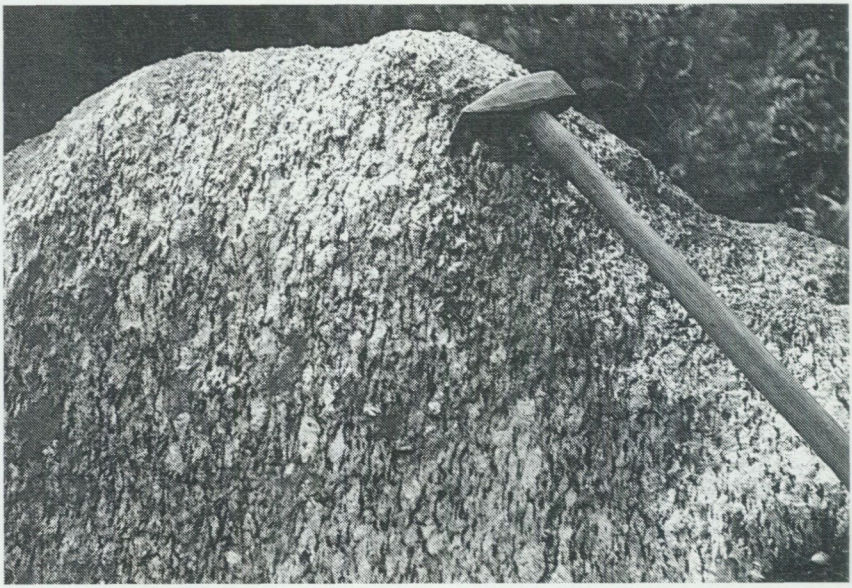


Fig. 16

omgivande bergart, vilket visar att smältan åtminstone delvis har varit mobil. Bergarten är grå till rödgrå, mestadels gnejsig, men partier som är massformiga förekommer. Fältspatögonen består av kalifältspat (mikroklin) och plagioklas. De är maximalt 3–4 cm i diameter, ojämnt stora och ojämnt fördelade. Bergarten är ibland stänglig och innehåller skivor av metabasit och ådrad ytbergartsgnejs. Mineralinnehållet framgår av tabell 14 och den kemiska sammansättningen av tabell 15.

Granit, fint medelkornig och något gnejsig, vanligen muskovitförande

Denna jämnkorniga, ofta sockerkorniga variant av granit förekommer i ett stråk från Råsseröd (4f) och söderut, söder om sjön Store-Väktor (1f) och 3 km nordost om Lilla Edet (0h). Den är röd till rödgrå, homogen, gnejsig och har granitisk sammansättning. Ibland har den klippande kontakter mot omgivande berggrund. Den innehåller mer eller mindre assimilerade skivor av sidoberget och genomslås av pegmatitgångar.

Granit, röd, med små mikroklinögon och muskovit, gnejsig

Denna variant av granit finns söder och öster om Väne–Ryr (4h, 4i). I de östligaste delarna är den inte ögonförande, medan halten av ögon successivt ökar mot väster. I den nordöstra delen av granitområdet är gränsdragningen mot omgivande berggrund svår, eftersom graniten innehåller skivor av sidoberget, som i sin tur dels har gångar och mindre partier av graniten, dels uppvisar en gradvis övergång mot denna.

Graniten är röd till gråröd, fint medelkornig och har granitisk sammansättning. Mineralinnehållet framgår av tabell 16 och den kemiska sammansättningen av tabell 17. Graniten är oftast gnejsig, ibland stänglig, men med massformiga partier. Den innehåller skivor av ytbergartsgnejs och metabasit och genomslås av pegmatitgångar. På några få ställen och inom mindre ytor grusvittrar graniten.

Ögongranit, rödgrå, massformig till starkt förskiffrad (yngre ögongranit)

Denna ögongranit förekommer på två ställen inom kartområdet, dels 3 km öster om Väne-Ryrs kyrka (4h), dels 2 km väster om Hjärtums kyrka (1g). Båda förekomsterna är långsträckta och tämligen smala. Liknande och likåldriga bergarter finns spridda bl.a. inom ett område mellan Göteborg och Uddevalla och de räknas till C-gruppens bergarter. En åldersbestämning på en förekomst i Göteborgstrakten (s.k. Askimsgranit) har gett en ålder på ca 1360 miljoner år (Welin & Samuelsson 1987, Åhäll m.fl. 1992, Åhäll m.fl. i manuskript).

Ögongraniten är av magmatiskt ursprung och sammansättningen varierar från granodioritisk till granitisk. Bergarten är ögonförande, rödgrå, homogen, ofta massformig men med zoner som är förgnejsade, där ibland muskovit har bildats. Enstaka smala kvarts-fältspatådror förekommer också och kan vara något diskordanta mot förskiffringen. Dessutom är bergarten någon gång svagt



Fig. 17. Gråröd, gnejsig granit med mikroklinögon. Hedetorpet (4h). 64712/12861.
Greyish-red, gneissic granite with microcline augen.

småveckad. Ögonen är sällan över 1 cm i diameter. Ofta är de något utdragna i förskiffringsriktningen och då stängliga och polykristallina. De består av kalifältspat (pertitisk mikroklin), plagioklas och kvarts. Där bergarten är massformig är ögonen monokristallina och mer rundade. Mellanmassan är medelkornig (1–3 mm) och består av mineralen kvarts, kalifältspat (mikroklin), plagioklas, biotit (med sekundär klorit) och hornblände. Ofta är plagioklasen klar, men det finns enstaka större korn, som i de inre delarna är sericitiserade och någon gång även innehåller epidotkristaller. Mineralsammansättningen utgörs av kvarts (20–40 vol.%), kalifältspat (15–40 vol.%), plagioklas (20–40 vol.%), biotit (0–5 vol.%), klorit (0–5 vol.%), hornblände (0–10 vol.%), epidot, opakmineral, ± zirkon, ± titanit, ± apatit. Vid enstaka tillfällen uppträder också karbonatmineral och i kornfogarna också lermineral.

De båda förekomsterna innehåller brottstycken av omgivande bergarter, den norra dessutom av finkornig ytbergartsgnejs. De genomslås av smala aplit- och pegmatitgångar och den sydliga också av en diabasgång, vars ålder troligen är 800–900 miljoner år (s. 59). Några klippande kontakter mot omgivande bergarter har inte observerats.

Pegmatit

Större förekomster av pegmatit finns i området väster om Göta älv. I ett stråk från trakten runt Vassbo (3f), sydsydost över sjön Store-Väktor (1f) och ned mot Ström (0g), samt vidare mot nordnordost till Öre sjö (3h) finns rikligt med pegmatit. Ofta förekommer bergarten som skivformade intrusioner, som stupar medelbrant mot väster. Bergarten ligger ofta som en "mössa" på bergstopparna. Speciellt tydligt är detta i området söder om Vassbosjön (3f), ett kuperat område där den grå, granodioritiska gnejsen finns i de nedre delarna av höjderna och pegmatiten i de övre delarna.

Bergarten är grovkornig, röd till ljust gråröd och innehåller huvudsakligen kalifältspat (mikroklin), plagioklas, biotit, ± muskovit. Pegmatiten tycks ofta uppkrossad med senare kvartsläkningar. Den innehåller ibland större eller mindre brottstycken och skivor av omgivande berggrund och är därför yngre än dessa bergarter. Röda, fint medelkorniga och ibland gnejsiga gångar av aplitgranit slår igenom pegmatiterna.

Inom hela kartområdet förekommer gångar av pegmatit. De är av olika ålder. De äldsta är medveckade i berggrunden och ibland avslitna (boudinerade) medan de yngsta är raka och klippande. De flesta gångarna är smala och sällan

över en meter breda. Yngre pegmatitgångar förekommer framförallt väster om Göta älv och är där koncentrerade till vissa områden, t.ex. trakten av Väne–Ryr (4h), sydsydost om Öre sjö (2h, 3h) och nordväst om Hasteröd (0f). Gångarna har varit föremål för brytning av fältspat, kvarts och ljus glimmer (muskovit), men verksamheten är nu nedlagd. Sundius (1952) har givit en detaljerad beskrivning av dessa pegmatitbrott. De bröts främst från 1920- till 1940-talet. De mest kända brotten är de två strax ostnordost om Väne–Ryr i Skuleboda (4h). Det norra bröts under 1920- och 1930-talen på fältspat. Brottet är 45x10 meter och har ett djup på 30 meter. Det södra kallas också Essljung, Väne–Ryr eller Gundlebo och är känt för sin glimmerproduktion och för sina sällsynta mineral. Pegmatitgången sträcker sig i nord–syd och stupar 60° mot väster. Brottet är 10x30 meter och har ett djup på 6–7 m och bröts från 1920- till 1940-talet. Innerst fanns en upp till sex meter mäktig centralkvarts, utanför den en glimmerrik zon, där det innerst uppträdde en lepidolitisk glimmer (litium- och rubidiumhaltig glimmer) och ytterst en klar gulgrön glimmer. Det var det senare mineralet som bröts. Därpå följde en zon med fältspat, kvarts och glimmer. I den glimmerrika delen fanns violett flusspat, grågröna eller gulgröna klumpar av topas (1–2 dm i längd) och grön fältspat, s.k. amazonsten. Brotzen (1961) och Smeds (1990) diskuterar dessa pegmatiter ytterligare. U-Pb-dateringar på mineral från denna typ av pegmatit (Welin & Blomqvist 1964; Welin 1979) har gett en ålder på 910 miljoner år, dvs. pegmatiten bildades i nära anslutning till Bohusgraniten för ca 920 miljoner år sedan (Eliasson & Schöberg 1989).

Diabasgångar

En längre diabasgång tvärar över Bredfjället (2f) mot Göta älvs dalgång strax norr om Hjärtum (1g), fortsätter på andra sidan älven, förkastas i sidled (ca 200 m) i en smal dalgång 2 km sydväst Åsbräcka kyrka (1h) och har sedan inte återfunnits på en kortare sträcka mot sydöst. Den dyker åter upp öster om sjön Gravlången (0i) och fortsätter mot Vanderydsvattnet (0j). Denna diabasgång kan i väster följas ända till norra Orust, där den återfinns mellan Slussen och Söbben (Samuelsson & Åhäll 1990). Österut har den vid SGUs översiktliga kartering (PÖB Karlstad) återfunnits längs riksväg 42 i hällar 2–3 km öster om Lagmansered. Gångens riktning är på Orust och en bit in på fastlandet i stort sett öst–västlig, medan den väster och öster om älven är nordvästlig, för att sedan öster om sjön Gravlången återigen bli öst–västlig. Gångens bredd inom kartområdet varierar mellan 0,5 och 4 meter och den är brantstående. Den är

tektoniserad och ofta uppsprucken i kuber av gatstens- till sockerbitsstorlek med senare kalcitläkningar. Bara på några få ställen, bl.a. strax väster om Buvattnet (2f, 2g) och strax öster om Göta älv, finns det några större partier kvar av diabasen. För övrigt är den borteroderad och återfinns bara som små rester av kontaktzonen på brantstående släta bergväggar.

Eftersom gången tvärar över den yngre ögongraniten är den yngre än denna bergart och därmed yngre än ca 1400 miljoner år (s. 56). Dess ålder har jämförts med diabasgångarna på Hisingen (Göteborg) eftersom riktningen är densamma. En paleomagnetisk åldersbestämning på en av gångarna har gett 800–900 miljoner år (Abrahamsen 1974). Diabasen är homogen, massformig till svagt förskiffrad, fin- till fint medelkornig (<2 mm). Färgen är svart till grönsvart och i en del fall uppträder större plagioklasströkorn. Mineralinnehållet utgörs av plagioklas (50–70 vol.%) med en An-halt på ca 40%, hornblände (20–40 vol.%), ± biotit (0–10 vol.%), opakmineral, apatit, ± karbonatmineral. Plagioklasen är någon gång svagt pigmenterad och vid något enstaka tillfälle har rester av klinopyroxen omgivna av sekundärt hornblände iakttagits. En kemisk analys (tabell 19) och en modalanalys (tabell 18) har gjorts på denna diabasgång.

Strax nordost om Trollhättan i Stallbackaområdet (3j) återfinns några gångar av en gråsvart, homogen, medelkornig (1–3 mm), massformig diabas. De tycks ha en riktning som i stort sett är nord–sydlig, verkar vara brantstående och ha en bredd på 1–4 meter, men då det är få och små hällar i området, är iakttagelserna osäkra. Gångarnas ålder är okänd, men de klipper bergarter av vilka de yngsta, som är äldre ögongraniter, har en ålder på knappt 1600 miljoner år. Det finns inte heller någon åldersdatering, men då diabasen tycks ometamorf är den med största sannolikhet yngre än föregående diabasgång. En mineralogisk jämförelse med diabas av sannolikt permisk ålder (ca 280 milj. år) på Halle- och Hunneberg (Svedmark 1878, Patchett 1978) tyder på, att de två diabaserna inte har samma ursprung. Bl.a. är plagioklasen i Halle- och Hunneberg klar med tydlig tvillingbildning medan den i gångarna i Stallbackaområdet är så kraftigt pigmenterad, att den är brunsvart. Den har också en klarare kantzon och svag tvillingbildning (omslagsbilden). Dessutom tycks diabasen på Halle- och Hunneberg inte innehålla någon olivin vilket Stallbackagångarna gör. En liknande jämförelse med en permisk diabasgång (280 milj. år gammal) i västra Bohuslän (Samuelsson & Åhäll 1985, 1990) ger samma resultat, dvs. diabasen i Stallbackaområdet har troligen inte samma ursprung som den permiska gången. Även här skiljer sig plagioklasernas utseende åt, då mineralet i

den permiska diabasen inte är tillnärmelsevis så pigmenterad.

Mineralsammansättningen i diabasgångarna i Stallbacka utgörs av plagioklas, som är så starkt pigmenterad att den är brunsvart, förutom kantzonen som är ljusare, vidare pyroxen, som även den är pigmenterad, rester av olivin, biotit, opakmineral, apatit, sekundärt hornblände och granat.

Sandsten och sandstensfyllda sprickor

Sandsten förekommer enbart inom ett område nordöst om Trollhättan strax väster om Hunneberg. Det finns ingen blottning av bergarten, men vid brunnsborrningar har det visat sig, att där finns ett relativt mäktigt sandstenslager. Vid Nygård (4j) har man under ett 5–7 m djupt jordtäcke borrat igenom 22,5 m sandsten. Sandstenens begränsning är dåligt känd, då det i stort sett saknas häll nordost om en linje från Hullsjön till Gäddebäck; gränsen på kartan grundar sig enbart på uppgifter från brunnsborrningar.

Under senare delen av prekambrium (tiden före kambrium, dvs. före ca 570 milj. år) eroderades berggrunden ned till en relativt jämn yta ett s.k. peneplan (fig. 18), som numera kan ses i området från Trollhättan och österut (Västgötaslätten). Därefter vandrade havet under äldre kambrisk tid långsamt in över området och i detta hav följde så en utbredd sedimentation. Under kambrosilurisk tid (för ca 570–410 milj. år sedan) avlagrades sand, lera och kalkslam, som förfastades till sandsten följd av alunskiffer, kalksten och lerskiffer. Dessa bergarter påträffas nu i Västgötabergen (Halle- och Hunneberg, Kinnekulle, Billingen m.fl.) och utgör rester av en från början heltäckande sedimentpacke. Det är den understa sandstenen, som påträffas nordost om Trollhättan. Enligt de tidigare kartbladsbeskrivningarna (Lindström 1887, Sidenbladh 1870) är sandstenen finkornig och hård. De ingående mineralen utgörs till största delen av kvarts, men det förekommer också lite kalifältspat, plagioklas och glimmer. Bergartens färg är vit, ljusgul, vitgrå eller ljust rödgrå. Den har avlagrats i tunnare och tjockare bankar och har under Halle- och Hunneberg en mäktighet av 23,8 m. Lindström och Sidenbladh fann inte några fossil i sandstenen och inte heller dess kontakt med underlaget. Detta berodde med all sannolikhet på att det finns mycket få blottningar av sandsten runt Halle- och Hunneberg. Fossil och andra spår av växt- och djurliv har dock påträffats i några av de andra Västgötabergen (Munthe 1906 a, b), liksom sandstenens kontakt mot underlaget.

Sandstensfyllda sprickor, s.k. sandstensgångar förekommer sparsamt över hela kartbladsområdet (fig. 19). Vid karteringen har de påträffats på sju ställen,



Fig. 18. Det subkambriska peneplanet. Slättberget, Stenkullen (3j). 64676/12969.
The Sub-Cambrian peneplane.

med en till fyra sprickor på varje lokal. Då dessa i regel är smala (1–3 cm), är de mycket lätta att förbise och det finns förmodligen många fler i området. Inom Trollhättans kommun har tre platser med sandstensfyllda sprickor upptäckts: väster om Stavre (3j), nordost om Hjortmossen (3i) och nordost om Sandhem (3j). Dessutom finns förekomster söder om Kalvhed (1i), söder om Björkslätten (0i), söder om Skogen (1j) och nordost om Kruset (2f). Sprickorna har en bredd på 0,3–3 cm, är brantstående och har en VNV–OSO-lig riktning, undantagandes sprickan vid Kruset (Ljungner 1937, Mattsson 1962) som går i N55°O. Den synliga längden beror självfallet på hällens storlek, men längder på ett tiotal meter har uppmätts. Sandstenen är ljusgrå, finkornig och hård. Samuelsson (1975) har undersökt sandstensfyllda sprickor företrädesvis i området strax öster och nordöst om Göteborg, men även material från en spricka i Vargön. Sprickriktningen varierar, men de flesta är även här VNV–OSO-liga. Två andra betydande riktningar är ost–väst och ONO–VSV. Alla sandstensgångarna är brantstående och har vanligtvis en bredd på 1–5 cm (max. 40 cm). I vertikala berghällar syns det, att sprickorna har ungefär samma bredd vid ytan som längre ned och att de kan bli åtminstone 10 m djupa.

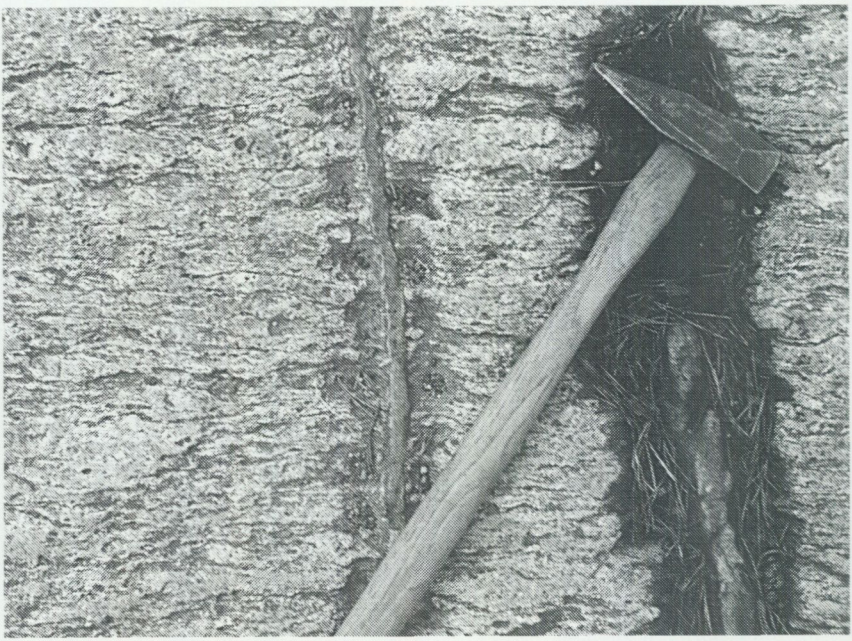


Fig. 19. Sandstensfyllda sprickor, s.k. sandstensgångar. Slättberget, Stenkullen (3j). 64676/12969.
Fissures filled with sandstone.

Mineralen i sandstensgångarna utgörs av kvarts (55–95 vol.%), kalifältspat (1–5 vol.%) och plagioklas (0–2 vol.%) samt lera i matrix. Dessutom förekommer ibland små mängder av biotit, muskovit, magnetit, pyrit och glaukonit. Kornstorleken varierar mellan 0,05 och 0,6 mm. De mindre kornen är ofta kantigare än de större. Några fossil har inte påträffats. Bildningen av de sandstensfyllda sprickorna anses ha skett på följande sätt (Samuelsson 1975): på den prekambriska berggrundsytan hade det avlagrats sand, som ännu inte hunnit förfastas. Under en period i yngre kambrium har sprickor öppnats momentant och den ännu ej konsoliderade sanden sögs ned i sprickan, där den senare bildade sandsten. På några ställen har Samuelsson (1975) iakttagit, att det finns brottstycken av omgivande berg i den sandstensfyllda sprickan och detta kan ses som ett bevis för en snabb öppning. Hade det varit öppna sprickor, som sandkornen successivt sedimenterat i, skulle väggarna ha varit mer eller mindre vittrade. Dessutom hade sprickorna förmodligen varit grundare och smalnat av

mot djupet, vilket inte är fallet. De enda nu kända förekomsterna av sandsten i närheten av dessa sandstensfyllda sprickor är de kambriska bildningarna i Västgötabergen. Förmodligen är det denna sandsten som finns representerad i sprickorna, vilket ger en anvisning om att de kambrosiluriska avlagringarna har täckt en betydligt större yta än vad de gör i dag.

Nyttosten

Inom kartområdet har man brutit framförallt kvarts, fältspat och ljus glimmer i ett antal mindre brott i pegmatit. Dessa små pegmatitbrott är koncentrerade till vissa områden dels nordväst om Hasteröd (0f), dels öster och norr om Öre sjö (2h, 3h, 4h). De bröts främst från 1920- till 1940-talet (Sundius 1952). De mest kända brotten är de två strax ostnordost om Väne–Ryr i Skuleboda (4h), vilka beskrivs utförligare i kapitlet om pegmatit (s. 57).

Kvarts har också brutits i kvartsbreccior i två mindre brott. Det ena är beläget ca 2 km nordväst om Utby (2g) och det andra i Karlsberg (3i) strax norr om Trollhättan. Det förra har brutits av och till under 1900-talet, det senare i början av detta sekel. En kvartsbreccia består av en uppsprucken bergart som läkts med kvarts.

Kvalitetsanalyser (sprödhetstal, flisighetstal och slipvärde) av bergarter för krossändamål (tabell 20) har gjorts på två bergarter inom kartområdet och på två strax söder om kartgränsen vid sydspetsen av sjön Gravlången (Lundqvist 1992). Två analyser har gjorts på "graniter, ögonförande, vanligen gnejsiga och ådriga (äldre ögongraniter) 1" strax öster om Lilla Edets samhälle (0h), vilka gav som resultat god och tämligen god kvalitet för krossändamål. Denna bergart bryts för närvarande 3 km norr om Trollhättan (4i). En tredje analys är gjord på en granodioritisk till granitisk gnejs (B-granitoid) sydost om Backamo (1f). Resultatet av den analysen blev att gnejsen är av tämligen god kvalitet. Det finns i dagsläget en bergtäkt strax norr om provtagningslokalen, där en något mörkare (glimmerrikare) variant av samma bergart bryts. Två analyser har gjorts på "graniter, ögonförande, vanligen gnejsiga och ådriga (äldre ögongraniter)". Proverna är tagna strax söder om kartgränsen och analysresultatet blev för båda bergarterna tämligen god kvalitet för krossändamål. Beaktas bör dock att graniten med överbeteckning "2" har förhöjd gammastrålning.

GEOFYSIK

Av Margareta Vestergren

Inledning

De flygmagnetiska mätningarna över kartområdet Vänersborg SO utfördes 1978. Dessa mätningar presenteras i form av en flygmagnetisk karta, som visar den magnetiska totalintensitetens anomalifält. I denna beskrivning finns en tolkning av den flygmagnetiska kartan samt en sammanställning av de petrofysiska parametermätningarna. Parametermätningarna har utförts på de vid den geologiska karteringen insamlade stufferna.

Bergarternas fysikaliska egenskaper

På kartbladet Vänersborg SO har 236 bergartsprover insamlats vid den geologiska karteringen. Dessa prover har parametermätts med avseende på densitet, magnetisk susceptibilitet och remanent magnetisering. Provtagningslokalerna finns redovisade i fig. 20. En sammanställning av de petrofysiska mätningarna finns presenterad i tabell 21. *In situ*-mätningar av susceptibiliteten på diabasgångar utfördes våren 1990 och redovisas i samma tabell. Resultaten av mätningarna redovisas även i diagramform för de olika bergartstyperna.

Susceptibiliteten är en bergarts förmåga att magnetiseras. Det är främst halten av ferrimagnetiska mineral, t.ex. magnetit, som styr värdet på susceptibiliteten. Ökad halt magnetit ger exponentiellt ökande susceptibilitetsvärden. Det är av stor vikt att känna till de ingående bergarternas olika susceptibilitetsspektra för att få en relevant koppling mellan geologi och den flygmagnetiska mätningen. Susceptibiliteten anges här i SI-enheter .

Densitet är lika med en bergarts täthet. Ingående mineral i bergarten styr värdet på densiteten. Generellt har granitiska bergarter ofta låga densiteter, med ökad halt mörka mineral eller metalliska mineral ökar densiteten. Densiteten anges här i SI-enheter. Remanent magnetisering uppstår i magnetiska mineral (t.ex. magnetit) och är en under lång tid kvarstående effekt, som är oberoende av det jordmagnetiska fältets riktning och storlek. Denna magnetisering redovisas i form av Q-värde. Detta värde är förhållandet mellan den remanenta magnetiseringen och den av jordfältet inducerade magnetiseringen.

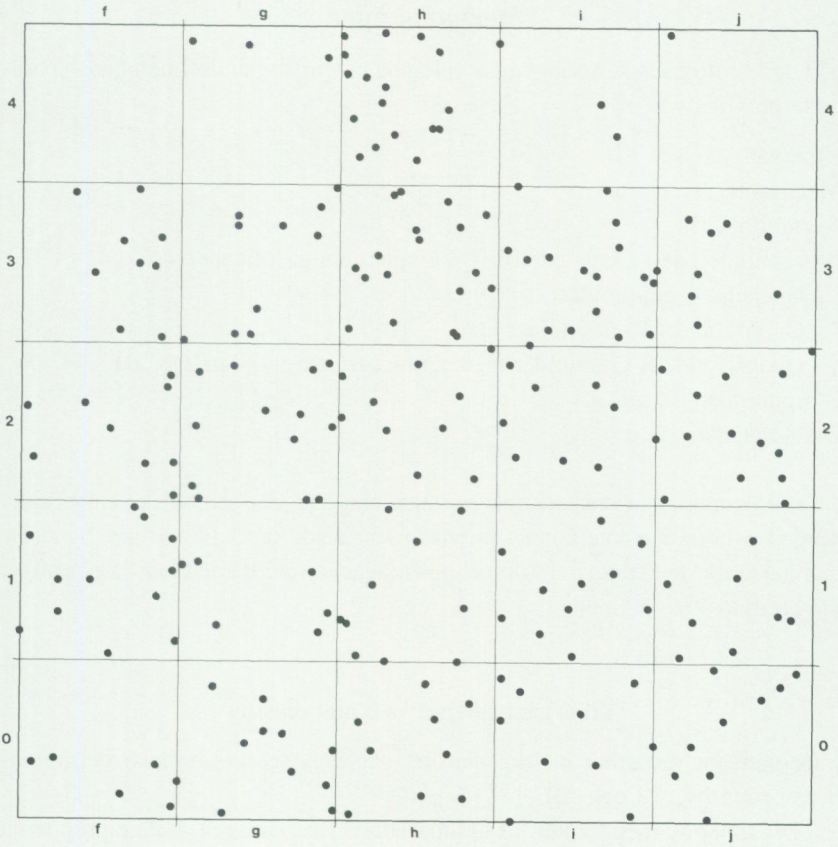


Fig. 20. Provtagningslokaler.
Localities.

Bergartstyper

Vid den geologiska karteringen har följande bergartstyper definierats och parameterprovtagits:

Ytbergartsgnejser
Metabasiter
A-granitoider
B-granitoider, dessa är uppdelade i 3 grupper enligt följande:
- Gnejsiga B-granitoider
- Ögonförande B-granitoider (1B)
- Ögonförande B-granitoider med gammastrålning >30 µR/h (2B)

C-granitoider
Diabasgångar

Den kambriska sandstenen, som finns inlagd på det geologiska kartbladets nordöstra hörn, har inte kunnat provtas inom detta kartbladsområde. Sandstenen har dock detekterats vid brunnsborrningar i området och har då påträffats vid ett djup av 5–10 meter.

Ytbergartsgnejser och metabasiter

Ytbergartsgnejserna har måttlig densitet och låga susceptibilitets- och remanensvärden (fig. 21 och 22).

Två typer av metabasiter är definierade vid karteringen. Bägge grupperna har hög densitet och flertalet av proverna har relativt låg susceptibilitet. Mätningar på den ultramafiska metabasiten i ruta 3h gav hög susceptibilitet och remanens. I övrigt uppvisar metabasiterna enbart lågmagnetiska egenskaper.

A-granitoider

A-granitoiderna har måttlig till hög densitet och visar en stor spridning av susceptibilitetsvärdena (fig. 21 och 22). Eftersom dessa granitoider ofta uppträder som ådrade gnejser med en sammansättning som varierar mellan granit och tonalit kan man förvänta sig, att även halten magnetiska mineral varierar i dessa bergarter. Övervägande delen av A-granitoiderna har låg andel remanent magnetisering.

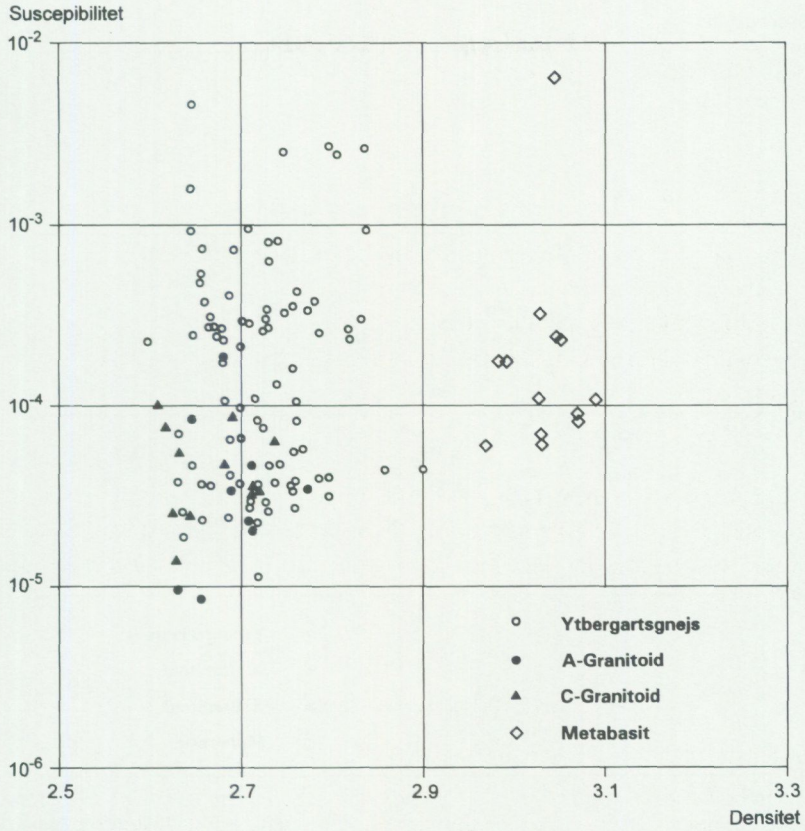


Fig. 21. Petrofysiska mätningar; densitet-susceptibiliet för ytbergartsgnejs, A-granitoid, C-granitoid och metabasit.

Petrophysical measurements; density - susceptibility of supracrustal gneisses, A-granitoid, C-granitoid and metabasite.

B-granitoider

De gnejsiga B-granitoiderna har måttliga till höga densiteter och låga susceptibilitetsvärden (fig. 23 och 24). De ögonförande B-granitoiderna (1B) och de ögonförande B-granitoiderna med en gammastrålning >30 µR/h (2B) visar båda en uppdelning i en grupp med hög susceptibilitet och en grupp med låg susceptibilitet (fig. 25). 2B-granitoiderna har låg densitet medan 1B-granitoi-

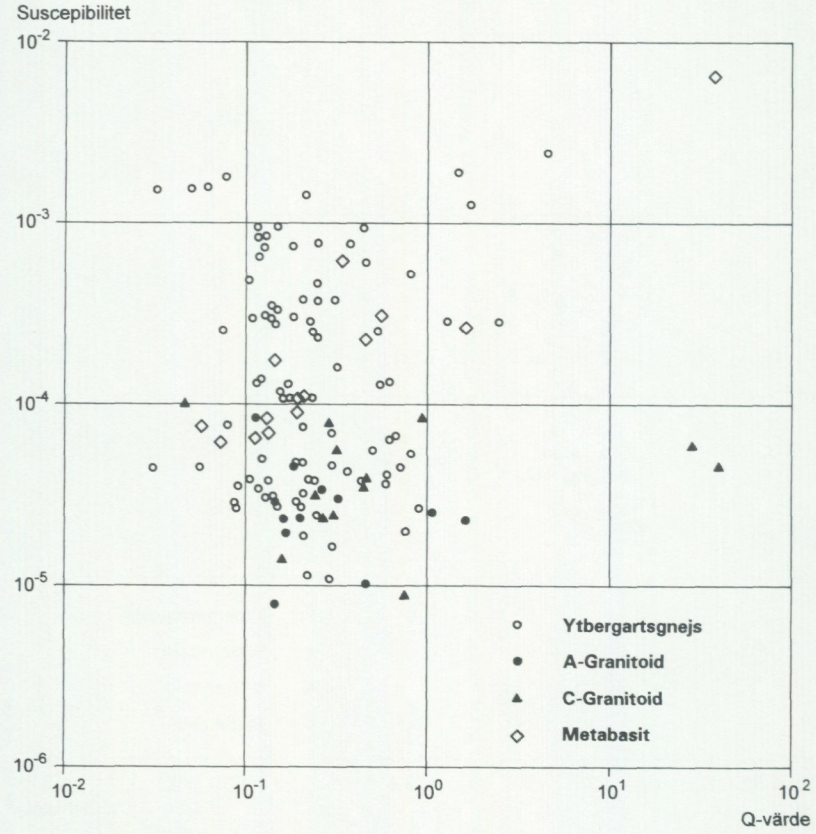


Fig. 22. Petrofysiska mätningar; susceptibilitet – q-värde för ytbergartsgnejs, A-granitoid, C-granitoid och metabasit.

Petrophysical measurements; susceptibility – q-value of supracrustal gneisses, A-granitoid, C-granitoid and metabasite.

derna har en måttlig densitet. Övervägande delen av B-granitoiderna visar låg andel remanens med enstaka undantag.

C-granitoider

C-granitoiderna har måttlig densitet och låga susceptibilitetsvärden. Det förekommer några enstaka prover med hög remanent magnetisering men flertalet prover uppvisar låga värden (fig. 21 och 22).

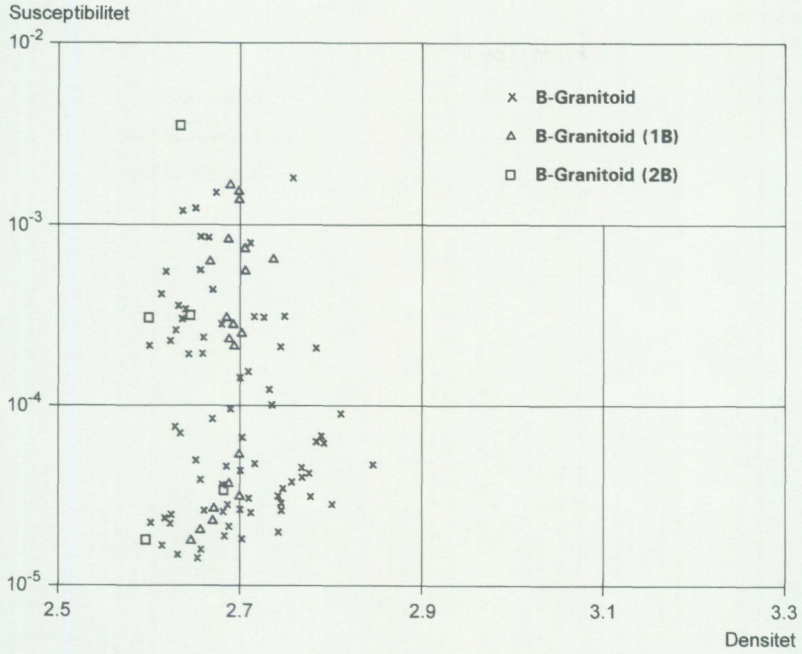


Fig. 23. Petrofysiska mätningar; densitet-susceptibiliet för B-granitoid, B-granitoid 1B och B-granitoid 2B.

Petrophysical measurements; density – susceptibility of B-granitoid, B-granitoid 1B and B-granitoid 2B.

Diabasgångar

Diabasgångarna på kartbladet är förmodligen av två generationer, en omvandlad amfibolitisk variant med låga susceptibilitetsvärden "Diabas (O)" och en mer välbevarad variant "Diabas (V)" med höga susceptibilitetsvärden. Från dessa gångar finns inga parameterprover utan enbart susceptibilitetsmätningar gjorda i fält.

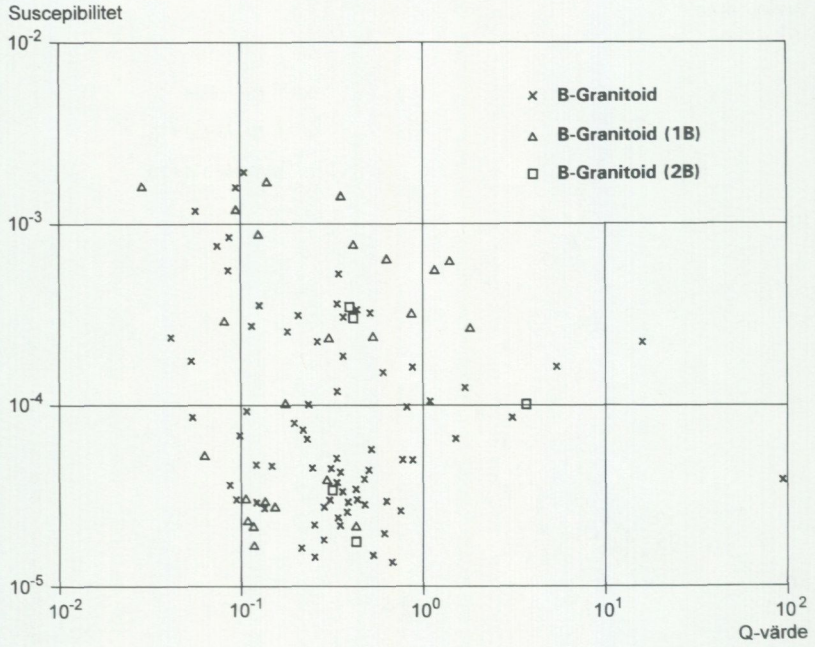


Fig. 24. Petrofysiska mätningar; susceptibilitet – q-värde för B-granitoid, B-granitoid 1B och B-granitoid 2B.

Petrophysical measurements; susceptibility – q-value of B-granitoid, B-

Flygmagnetisk tolkning

De flygmagnetiska mätningarna över kartområdet utfördes 1978 i ost–västlig riktning med 200 meters profilavstånd på 30 meters höjd och med 40 meters punktavstånd. Den flygmagnetiska kartan visar den magnetiska totalintensitetens anomalifält. För teknisk information om dessa mätningar hänvisas till Lindén m.fl. (1978). Tolkning av den flygmagnetiska kartan redovisas i fig. 26. Vid tolkning har magnetiseringsnivåer, anomalistrukturer, dislokationer samt gångar urskiljts.

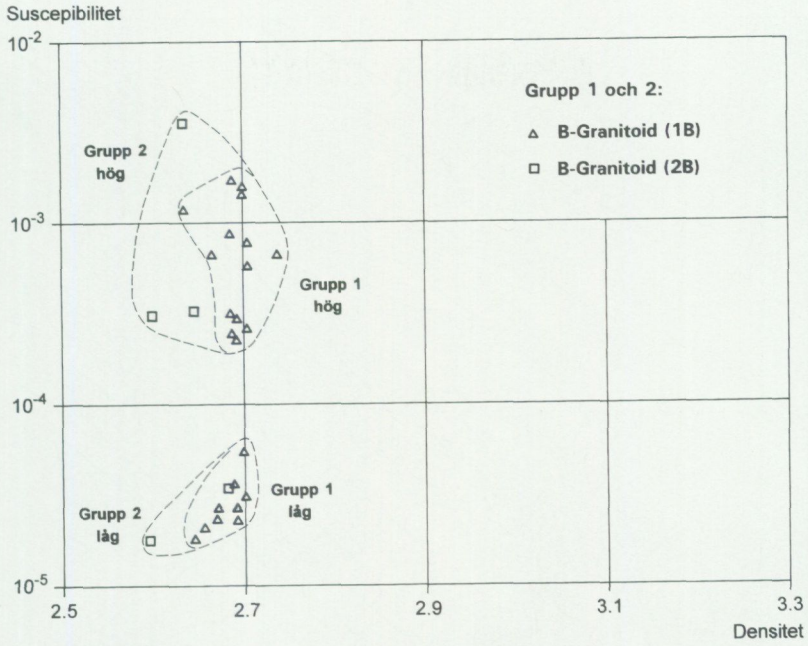


Fig. 25. Petrofysiska mätningar; densitet-susceptibiliet för B-granitoid 1B och B-granitoid 2B.

Petrophysical measurements; density - susceptibility of B-granitoid 1B and B- granitoid 2B.

Magnetiseringsnivåer

Vid tolkningen av den magnetiska kartan har fyra magnetiseringsnivåer valts för att optimalt kunna korrelera de flygmagnetiska mätningarna och uppmätta petrofysikvärdena med karterade bergarter.

Anomalistrukturer

Anomalistrukturer har uppdelats i bandade, oregelbundna eller gånglika. Den nordöstra delen av den flygmagnetiska kartan uppvisar ett bandat anomalimönster, som härrör sig dels från ådrade A-granitoider dels från inslag av de grupper av B-granitoider, som har högre magnetiserbarhet. De norra och västra

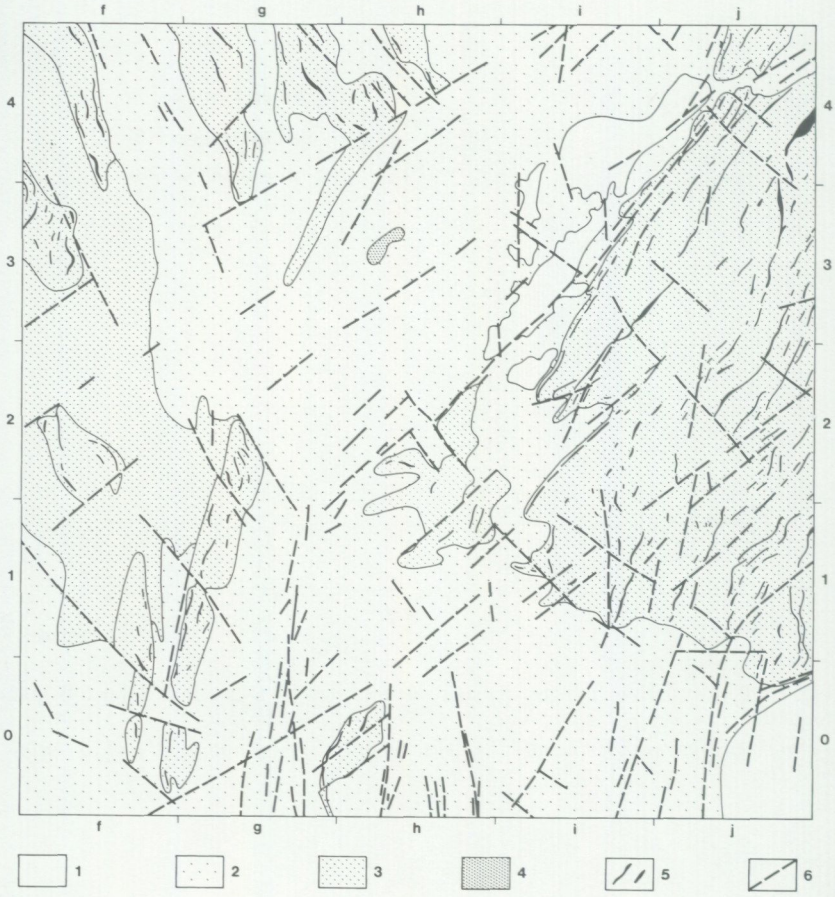


Fig. 26. Flygmagnetisk tolkning; anomalimönster, nivåer och dislokationer.
Aeromagnetic interpretation; anomalipatterns, levels and dislocations.

1 = mycket låg magnetisering. 2 = låg magnetisering. 3 = måttlig till hög magnetisering. 3 = måttlig till hög magnetisering. 4 = hög magnetisering. 5 = magnetiskt bandade områden. 6 = dislokationer.
1 = *magnetization very low.* 2 = *magnetization low.* 3 = *magnetization intermediate to high.* 4 = *magnetization high.* 5 = *banded anomaly pattern.* 6 = *magnetic dislocation*

delarna av kartan uppvisar ett mer oregelbundet anomalimönster. På den norra delen av kartan orsakas detta av ytbergartsgnejser med inslag av metabasiter och ögonförande graniter.

Dislokationer

Dislokationer karakteriseras av att de är strukturbrytande, relativt rätlinjiga och lågmagnetiska. De mest frekventa riktningarna är NO-, NV- och NNO-liga. En av de mer betydande dislokationerna på kartbladet är Göta älvs dalgång. Denna zon har bitvis ett tydligt magnetiskt minima, men verkar i vissa avsnitt bestå av flera intill varandra liggande sprickzoner. Detta visar sig genom att magnetmönstret utgörs av flera tunna, svagare, parallella, magnetiska minima.

Gångar

Som tidigare nämnts, finns det två generationer diabasgångar i området. De diabasgångar som detekterats vid karteringen framkommer fragmentariskt på den flygmagnetiska kartan. Detta beror på gångarnas ringa bredd i förhållande till flygmätningarnas mätpunktsavstånd (40 meter) och diabasernas relativt låga magnetiserbarhet. Markmätningar av det magnetiska totalfältet över diabasgångarna har utförts för att på jordtäckta områden bestämma gångarnas bredd.

SUMMARY

General bedrock geology of Bohuslän, south-western Sweden

The area concerned is the westernmost part of the gneiss region of southwestern Sweden (Fig. 5). This region is characterized by c. 1000 Ma K-Ar cooling ages. In contrast the eastern part of southern Sweden is dominated by rocks affected by the Svecokarelian orogeny. The Svecokarelian belt borders in the west on largely postorogenic granites known as Småland–Värmland granites. Apart from minor granite and dolerite occurrences, intrusive activity in the Svecokarelian and Småland–Värmland granite belts was terminated at about 1650 Ma. The bedrock of this region was cooled to the K-Ar blocking temperature at about 1400 Ma.

The present boundary between these two regions of different K-Ar closing ages is called the Protogine zone. It is actually a linear belt (some km wide) of ductile and brittle deformation. In places it is also an important lithological boundary. The Protogine zone controlled geological events from the earliest intrusion of the Småland-–Värmland granites, at about 1750 Ma, to the uplift of the western block in the final stages of the Sveconorwegian orogeny, at about 900 Ma.

Within southwestern Sweden, there are several other major zones of ductile deformation, such as the Mylonite Zone and the Göta älv shear zone (Figs. 5 and 6). Some of these have been active several times during the extended (>1650–900 Ma) development of the area. The separate crustal blocks may have had different early histories but share a common Sveconorwegian deformation, heating and subsequent uplift.

Detailed mapping in the well exposed Tjörn–Orust and Göteborg areas (Fig. 6) combined with radiometric dating has resulted in the detailed tectonostratigraphy summarised in Table 1. This table of events is based on a polyphase deformation sequence and on the recognition and bracketing of four groups (A–D) of regionally extensive intrusive rocks. These groups of intrusive rocks are separated by phases of regional metamorphism and deformation.

Main units of the map area Vänersborg SO

The oldest rocks are the fine- to medium-grained banded gneisses of supracrustal origin. The supracrustals to the west of the river Göta älv belong to the Åmål group, consisting of sedimentary rocks rich in feldspars intercalated with

volcanic rocks, mostly acid. U-Pb dating of a granitic pebble from a conglomerate south of Väne–Ryr has given a maximum age of 1620 Ma for the sedimentation. No older basement has been recognized.

The oldest granitoid plutons (group A) are part of a calc-alkaline suite with a predominantly granodioritic composition. East of the Göta älv shear zone, gneisses interpreted as A-group granitoids, make up most of the bedrock.

The B-group of intrusions is dominated by a second calc-alkaline suite with compositions ranging from tonalite to granite but with granodiorites developed most extensively. The B-group also contains intrusions of ultramafic, gabbroic and dioritic compositions. In comparison with the A-group calc-alkaline suite, the B-group intrusive rocks contain one less generation of foliation and veining. The calc-alkaline intrusive rocks of the B-group give ages between 1680 and 1580 Ma.

Prominent members of the B-group intrusive rocks are the "older augengranites", e.g. the RA granite. RA stands for the high radioactivity in these granites. Their composition ranges from granite to alkali-feldspar granite. From several localities it is clear that all B-group intrusive rocks underwent the same phases of deformation and migmatization.

The C-intrusives form a very complex group. In the map area this group is mainly represented by the younger augengranite which is in places accompanied by intrusions of metabasite. As seen from radiometric datings, ages of the C-intrusives range from c. 1560 Ma to 1210 Ma. The C-granitoids in the area to the north constitute the basement at the Dal Group sedimentary rocks. As the C-group rocks are common and widespread they can be used to discriminate between Sveconorwegian and earlier events.

The Sveconorwegian development involved a sequence of folding and metamorphic events. The group D-intrusives are late- to postorogenic in relation to these events and include the Bohus–Iddefjord granite, which occupies the coastal area from Lysekil northward into Norway. Associated pegmatites are sporadically found in a wide area to the east. These pegmatites are also found in the area of the present map-sheet. The largest pegmatites are found to the west of the river Göta älv in the western part of the map-sheet

The intrusion of the Bohus granite is dated to 923 Ma by the U-Pb method on monazite and xenotime. This should also be the approximate age of the youngest pegmatites of the map area Vänersborg SO.

LITTERATUR

SGU = Sveriges geologiska undersökning
GFF = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar

ABRAHAMSEN, N., 1974: The palaeomagnetic age of the WNW-striking dikes around Gothenburg, Sweden. – GFF 96, 163–170.

BROTZEN, O., 1961: On some age relations in the Pre-Cambrian of southwestern Sweden. – GFF 83, 227–252.

ELIASSON, T. & SCHÖBERG, H., 1989: U-Pb isotopic studies of zircon, monazite and xenotime from the late Proterozoic Bohus granite, southwestern Sweden. – Geological Survey of Finland, Special Paper 8, 35.

FREDÉN, C., 1984: Beskrivning till jordartskartan Vänersborg SO. – SGU Ae 48.

GORBATSCHEV, R., 1977: Correlation of Precambrian supracrustal complexes in SW Sweden and the sequence of regional deformation events in the Åmål tectonic mega-unit. – GFF 99, 336–346.

GORBATSCHEV, R., 1987: Berggrundskartan Vänersborg NO. – SGU Af 156.

LINDÉN, A. m.fl. 1978: Flyggeofysiska mätmetoder och kartproduktion. – SGU. Sektionen för flyggeofysik.

LINDH, A. & SCHÖBERG, H., 1987: U-Pb age of a granitoid in the banded sequence at Grums, SW Sweden. – GFF 109, 165–169.

LINDSTRÖM, A., 1887: Beskrifning till kartbladet Venersborg. – SGU Ab 11.

LINDSTRÖM, A., 1902: Beskrifning till kartbladet Uddevalla. – SGU Ac 3.

LJUNGNER, E., 1937: De större landformerna i mellersta Bohusläns gnejsområde. – Geografdagarna i Lund 1937.

LUNDQVIST, I., 1992: Krossbergsinventering i Lilla Edets kommun. – SGU Rapport 1992:7.

LUNDQVIST, I. & SKIÖLD, T., 1993: U-Pb zircon dating of volcanic rocks of the Åmål Group, western Sweden. – *I* Lundqvist, Th.: Radiometric dating results. – SGU C 823.

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

LUNDQVIST, Th., 1991: De prekambriska bildningarna (urberget). – *I* Lindström, M., Lundqvist, J. & Lundqvist, Th.: Sveriges geologi från urtid till nutid. Studentlitteratur, Lund.

MATTSSON, Å., 1962: Morphologische Studien in Südschweden und auf Bornholm über die nichtglaciale Formenwelt der Felsenskulptur. – Lund studies in geography. Ser. A. Physical Geography No. 20.

MUNTHE, H., 1906 a: Beskrifning till kartbladet Falköping. – SGU Aa 120.

MUNTHE, H., 1906 b: Beskrifning till kartbladet Tidaholm. – SGU Aa 125.

PATCHETT, P.J., 1978: Rb/Sr ages of Precambrian dolerites and syenites in southern and central Sweden. – SGU C 747.

PERSSON, P.-O., WAHLGREN, C.H. & HANSEN, B.T., 1983: U-Pb ages of Proterozoic metaplutonics in the gneiss complex of southern Värmland, southwestern Sweden. – GFF 105, 1–8.

SAMUELSSON, L., 1973: Selective weathering of igneous rocks. – SGU C 690.

SAMUELSSON, L., 1975: Palaeozoic fissure fillings and tectonism of the Göteborg area, southwestern Sweden. – SGU C 711.

SAMUELSSON, L., 1978: Beskrivning till berggrundskartan Göteborg SO. – SGU Af 117.

SAMUELSSON, L., 1985: Beskrivning till berggrundskartan Göteborg NO. – SGU Af 136.

SAMUELSSON, L., 1995: Provisoriska Översiktliga Berggrundskartan Uddevalla. – SGU Ba 50.

SAMUELSSON, L. & ÅHÄLL, K.-I., 1985: Berggrundskartan 7A Marstrand NO/7B Göteborg NV. – SGU Af 146.

SAMUELSSON, L. & ÅHÄLL, K.-I., 1990: Berggrundskartan 8A Lysekil SO/8B Vänersborg SV. – SGU Af 173.

SIDENBLADH, E., 1870: Några ord till upplysning om bladet "Wenersborg". – SGU Aa 40.

SMEDS, S.-A., 1990: Swedish Proterozoic granitic pegmatites. – GFF 112, 227–242.

SUNDIUS, N., 1952: Kvarts, fältspat och glimmer samt förekomster därav i Sverige. – SGU C 520.

SVEDMARK, E., 1878: Halle- och Hunnebergs trapp. – SGU C 25.

TÖRNEBOHM, A.E., 1870: Några ord till upplysning om bladet Åmål. – SGU Aa 34.

WELIN, E., 1979: Tabulation of recalculated radiometric ages published 1960–1979 for rocks and minerals in Sweden. – GFF 101, 309–320.

WELIN, E. & BLOMQVIST, G., 1964: Age measurements on radioactive minerals from Sweden. – GFF 86, 33–50.

WELIN, E. & SAMUELSSON, L., 1987: Rb-Sr and U-Pb isotope studies of granitoid plutons in the Göteborg region, south-western Sweden. – GFF 109, 39–45.

Tabell 1. Den geologiska utvecklingen i Bohusläns urberg, sydvästra Sverige.
Sequence of geological events in the Precambrian of Bohuslän, south-western Sweden.

Intrusiv-grupp	Bergart/metamorfos	Ålder miljoner år	Deformation
D	Bohusgranit+pegmatit	920	
	Diabas		
	Norit+anortosit	960	
	Amfibolitfacies	1090	D3: Svekonorvegisk
	Svag åderbildning		bergskedjebildning
	Omkristallisation		
C3	Dalslandsgruppen		
	Hästefjord-, Ursandgranit	1210	
	Bimodal magmatism: diabas-granit		
	Askimgranit	1360	
	Basisk magmatism: diabas/gabbro		
	Kostergångar	1420	
	Orustgångar	1460	
C2	Bimodal magmatism: gabbro-diabas-granit		
	Stigfjordengranit	1500	
	Brevikgabbro	1510	
	Intermediära gångar	1550	
	Lokal amfibolitfacies		M2b
	Migmatitbildning		
	Omkristallisation		
C1	Bimodal magmatism:		
	mest intermediära intrusiv		
	Hällsödiorit	1555	
	"Röda graniter"	1560	
	Regional amfibolitfacies		D2: Andra bergs-
	Åderbildning		kedjebildningen
			M2a
B	Kalk-alkalin magmatism	1580–1650	
	Rönnängtonalit	1590	
	Åmålgruppen?	1610	
	Regional amfibolitfacies		D2: Första bergs-
	Åderbildning		kedjebildningen
A	Kalk-alkalin vulkanism (magmatism)		
	Sedimentation		
	Åmål-Horredbältet	1610–1660	
	Stora Le–Marstrandgruppen	1760?1610?	

Tabell 2. Mineralfördelningen i ytbergartsgnejs (volym-%).
Modal compositions of supracrustal gneisses (vol. %)

Prov nr *Sample no.*	JB 1029	JB 882:2	JB890	Ilq 229	JB 896	JB 1001	JB 882:1	LS 81-4
Kvarts	33	27	34	35	32	31	34	51
Mikroklin	2	27	39	10	13	35	26	39
Plagioklas	38	33	22	35	35	18	30	5
Hornblände			1					
Biotit	15	13	2	19	+	14	9	4
Klorit	+		1	+	17			1
Muskovit	10		+	1	2			
Epidot	1		2		+	2		
Allanit	+							
Apatit	1	+	+	+	1		+	
Titanit	+		+	+	+		+	+
Zirkon							+	
Karbona-t mineral				+				
Opak-mineral	+		+	+	+		1	+
Antal mät-punkter *Points counted*	794	457	709	1019	484	603	567	701

Provlokaler
Localities

JB 1029 Grå, medelkornig gnejs. 1 km N Öre sjö (3h) 64683/12875.
JB 882:2 Grå, något porfyrisk, gnejsig metavulkanit. 1 km NV Läresbo (3g) 64687/12844.
JB 890 Röd homogen, svagt gnejsig metavulkanit. Fredskogen (3g) 64688/12848.
Ilq 229 Grå, finkornig gnejs. Väne-Ryr (4h) 64735/12852.
JB 896 Grå, finkornig gnejs. Fredskogen (3g) 64688/12848.
JB 1001 Röd, fint medelkornig, svagt gnejsig metavulkanit. Fredskogen (3h) 64691/128515.
JB 882:1 Rödgrå, något porfyrisk, gnejsig metavulkanit. 1 km NV Läresbo (3g) 64687/12844.
LS 81-4 Rödgrå, finkornig gnejs. Väne-Ryr (4g) 64740/12846.

Tabell 3. Kemiska analyser av ytbergartsgnejser (vikt-%).
Chemical analyses of supracrustal gneisses (weight %).

Prov nr *Sample no.*	JB 1029	JB 882:2	JB 890	Ilq 229	JB 896	JB 1001	JB 882:1	LS 81-4
Analys nr	BBLS 81025	BBLS 87031	BBLS 87032	BBLS 82065	BBLS 87033	BBLS 87034	BBLS 87030	BBLS 82068
SiO_2	50,7	65,8	67,9	70,9	72,6	74,6	75,0	76,0
TiO_2	2,5	0,804	0,358	0,77	0,551	0,233	0,038	0,25
Al_2O_3	13,0	15,5	16,1	13,2	14,1	12,1	12,3	12,3
Fe_2O_3	4,7	6,86	3,31	0,8	4,02	2,12	2,44	0,3
FeO	9,2			3,4				0,8
MnO	0,30	0,081	0,044	0,08	0,054	0,026	0,032	0,02
CaO	7,0	4,14	1,86	1,4	1,29	1,19	1,07	0,5
MgO	3,7	1,81	0,738	1,35	1,67	0,353	0,344	0,45
Na_2O	0,2	2,99	1,17	3,1	2,72	2,43	3,63	3,1
K_2O	4,5	2,32	8,50	3,9	3,42	6,63	4,64	5,2
H_2O+	2,2			0,8				0,3
H_2O-	0,4			0,2				0,1
P_2O_5	1,3	0,398	0,217	0,22	0,267	0,098	0,168	0,03
CO_2	0,09			0,1				<0,1
F	0,12			0,07				0,02
S	0,15			<0,01				<0,01
BaO	0,02			0,15				0,19
Summa	99,68	100,7	100,3	100,24	100,6	99,7	99,9	99,46
Rb		0,020	0,051	0,011	0,019	0,017	0,019	0,009
Sr		0,025	0,015	0,013	0,014	0,014	0,010	0,007
Zr		0,037	0,028	0,027	0,024	0,033	0,032	0,023

Analyslokaler
Localities

JB 1029 Grå medelkornig gnejs. 1 km N Öresjö (3h) 64683/12875
JB 882:2 Grå, något porfyrisk, gnejsig metavulkanit. 1 km NV Läresbo (3g) 64687/12844.
JB 890 Röd, homogen, svagt gnejsig metavulkanit. Fredskogen (3g) 64688/12848.
Ilq 229 Grå, finkornig gnejs. Väne-Ryr (4h) 64735/12852.
JB 896 Grå, finkornig gnejs. Fredskogen (3g) 64688/12848.
JB 1001 Röd, fint medelkornig, svagt gnejsig metavulkanit. Fredskogen (3h) 64691/128515.
JB 882:1 Rödgrå, något porfyrisk, gnejsig metavulkanit. 1 km NV Läresbo (3g) 64687/12844.
LS 81-4 Rödgrå, finkornig gnejs. Väne-Ryr (4g) 64740/12846.

Tabell 4. Mineralfördelningen i basiska bergarter (volym-%).
Modal compositions of basic rocks (vol.%).

Prov nr *Sample no.*	JB 866	JB 1142	JB 926	JB827	JB 1054	DK 39
Kvarts	2	3	1	3		1
Mikroklin	+					
Plagioklas	23	23	16	18	24	35
Hornblände	47	67	56	73	71	47
Biotit	20		22			8
Klorit	+	2	+	2	+	+
Epidot	3	2	1		3	
Apatit	+	+		+		1
Titanit	1	1	3	3	1	
Granat						5
Opakmineral	4	1	+	1	1	3
Antal mätpunkter *Points counted*	616	537	665	550	621	698

Provlokaler
Localities

JB 866 Metabasit. S Läresbo (3f) 64675/12787.
JB 1142 Metabasit. SV Skogssäter (3h) 64691/12896.
JB 926 Metabasit. S Djurhults kapell (3g) 64687/12818.
JB 827 Metabasit. Ingelstorp (3g) 64661/12824.
JB 1054 Metabasit. V Garnviken (3h) 64671/12858.
DK 39 Granatamfibolit Ö Lilla Edet (0h) 64527/12857

Tabell 5. Kemiska analyser av basiska bergarter (vikt-%).
Chemical analyses of basic rocks (weight %).

Prov nr *Sample no.*	JB 866	JB 1142	JB 926	JB 827	JB 1054
Analys nr	BBLS 80056	BBLS 81031	BBLS 81020	BBLS 80055	BBLS 81027
SiO_2	45,5	47,2	48,2	48,7	50,3
TiO_2	2,7	1,37	2,39	2,1	0,45
Al_2O_3	16,2	15,2	12,3	12,6	12,6
Fe_2O_3	4,4	4,8	4,6	3,6	2,2
FeO	9,7	9,1	11,0	11,3	6,7
MnO	0,21	0,20	0,27	0,24	0,19
CaO	8,7	10,6	9,0	9,5	11,2
MgO	6,6	6,8	5,5	5,6	11,4
Na_2O	3,1	1,9	1,8	2,2	1,9
K_2O	1,8	0,8	1,7	0,9	0,7
H_2O+	1,7	1,9	2,2	1,4	2,2
H_2O-	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2
P_2O_5	0,65	0,09	0,35	0,24	0,06
CO_2	0,03	0,06	0,05	0,02	0,06
F	0,09	0,02	0,08	0,05	0,02
S	0,15	0,19	0,23	0,01	0,08
BaO	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Summa	101,55	100,23	99,67	98,46	100,6
Cr	0,011	0,0071	0,0075	0,010	0,088
Ni	0,007	0,004	0,002	0,005	0,013
V	0,019	0,050	0,042	0,040	0,018

Analyslokaler
Localities

JB 866 Metabasit. S Läresbo (3g) 64675/12787.
JB 1142 Metabasit. SV Skogssäter (3h) 64691/12896.
JB 926 Metabasit. S Djurhults kapell (3g) 64687/12818.
JB 827 Metabasit. Ingelstorp (3g) 64661/12824.
JB 1054 Metabasit. V Garnviken (3h) 64671/12858.

Tabell 6. Mineralfördelningen i tonalit, granodiorit och granit (A-granitoider, volym-%).
Modal compositions of tonalite, granodiorite and granite (A-granitoids, vol.%).

Prov nr *Sample no.*	ILq 117	JB 1248	ILq 47
Kvarts	26	19	32
Mikroklin	+	21	20
Plagioklas	55	40	34
Hornblände	4	7	
Biotit	13	7	8
Klorit	+	1	3
Muskovit			3
Epidot	1	2	+
Allanit	+	+	
Apatit	+	+	+
Titanit	+	1	+
Zirkon		+	+
Opakmineral	+	1	+
Antal mätpunkter *Points counted*	1030	789	964

Provlokaler
Localities
Ilq 117 N Stubberöd (0f) 64518/12754.
JB 1248 Trollhättan (3i) 64689/12937.
Ilq 47 Ström (0g) 64524/12821.

Tabell 7. Kemiska analyser av tonalit, granodiorit och granit (A-granitoider, vikt-%).
Chemical analyses of tonalite, granodiorite and granite (A-granitoids, weight %).

Prov nr *Sample no.*	Ilq 117	JB 1248	Ilq 47
Analys nr	BBLS 80062	BBLS 81034	BBLS 80059
SiO_2	63,9	65,7	70,4
TiO_2	0,54	0,63	0,54
Al_2O_3	16,4	15,3	13,5
Fe_2O_3	1,8	1,5	0,9
FeO	3,1	2,6	2,5
MnO	0,04	0,11	0,05
CaO	5,1	3,4	2,4
MgO	2,9	1,23	1,6
Na_2O	3,2	3,6	2,9
K_2O	2,1	3,8	2,9
H_2O+	0,8	0,8	0,8
H_2O-	0,1	0,2	0,2
P_2O_5	0,15	0,20	0,12
CO_2	0,03	0,06	0,15
F	0,18	0,09	0,06
S	<0,01	0,01	0,10
BaO	0,03	0,12	0,08
Summa	100,27	99,15	99,00
Rb	0,004	0,011	0,007
Sr	0,027	0,036	0,022
Zr	0,010	0,028	0,025

Analyslokaler
Localities
Ilq 117 N Stubberöd (0f) 64518/12754.
JB 1248 Trollhättan (3i) 64689/12937.
Ilq 47 Ström (0g) 64524/12821.

Tabell 8. Mineralfördelningen i tonalit, granodiorit och granit (B-granitoider, volym-%).
Modal compositions of tonalite, granodiorite and granite (B-granitoids, vol.%).

Prov nr *Sample no.*	JB 666	Ilq 114	Ilq 22	JB 1089	JB 80	JB 385	JB 228
Kvarts	22	24	22	21	21	18	24
Mikroklin		+	1	+	5	3	4
Plagioklas	35	53	47	52	43	56	42
Hornblände	8			5	16	6	12
Biotit	25	14	22	17	10	13	13
Klorit	+	1		+	+	+	+
Muskovit							
Epidot	8	7	7	3	3	3	3
Allanit				+			
Apatit	+	+	+	+	+	+	+
Titanit	1	+	+	1	1	+	1
Zirkon		+	+				+
Karbonat-mineral					+	+	+
Pumpellyit		+	+		+		
Granat							
Opakmineral	+	+	+	1	+	+	+
Antal mät-punkter *Points counted*	891	1026	1005	938	772	969	758

Provlokaler
Localities

JB 666	Ramsedalen (3f) 64683/12794.
Ilq 114	Ö Hultet (0f) 64519/12761.
Ilq 22	1 km SV St.Gunnarsvatten (0f) 64508/12782.
JB 1089	Hasselbacken (3h) 64674/12855.
JB 80	Vargefjället (2f) 64623/12778.
JB 385	SÖ Stånget (2g) 64624/12805
JB 228	1 km SÖ Vargefjället (2f) 646125/12798.
JB 21	1 km SV Gröna äng (2f) 64614/12754
JB 186	1 km S Ivarsbo (2f) 64640/12797.
JB 1056	Garnviken (3h) 64672/12865.
LS 81-7	Vassända (4j) 64748/12954.
JB 460	2 km NV Utby (2g) 64620/12836.
Ilq 280	1 km N Grunnebo (4h) 64745/12900.
Ilq 38	Röstorp (0f) 64512/12800.
JB 497	4 km V Intagan (2g) 64644/12847.

Tab. 8, forts.

JB 21	JB 186	JB 1056	LS 81-7	JB 460	Ilq 280	Ilq 38	JB 497
24	25	24	31	20	29	27	37
6	23	20	16	26	35	47	12
39	30	44	41	43	32	23	44
7		4	1	2			
16	4	5	9	6	3	2	5
+	10	+	+	+	+	+	1
	+	+			+		+
6	6	1	+	1	+	+	+
+		+	+	+	+		
+	+	+	+	+	+	+	+
1	1	1	1	1		+	+
	+		+		+	+	
	+		+				
		+	+	+		+	
					+		
+	+	+	+	+	+	+	+
896	824	937	800	833	988	1028	76

Tabell 9. Kemiska analyser av tonalit, granodiorit och granit (B-granitoider, vikt-%).
Chemical analyses of tonalite, granodiorite and granite (B-granitoids, weight %).

Prov nr *Sample no.*	JB 666	Ilq 114	Ilq 22	JB 1089	JB 80	JB 385	JB 228
Analys nr	BBLS 80054	BBLS 80061	BBLS 80057	BBLS 81029	BBLS 80044	BBLS 80048	BBLS 80046
SiO_2	58,5	60,2	60,3	61,0	62,9	63,0	63,5
TiO_2	0,99	0,70	0,75	1,34	0,77	0,75	0,76
Al_2O_3	17,1	16,9	17,2	16,0	15,7	16,9	16,5
Fe_2O_3	2,7	2,0	1,9	3,0	1,8	1,7	1,6
FeO	4,5	3,3	3,6	4,4	3,6	3,4	3,5
MnO	0,10	0,09	0,08	0,15	0,08	0,8	0,08
CaO	6,6	4,6	5,5	4,9	4,7	4,7	4,6
MgO	3,7	2,6	2,8	1,69	3,2	2,5	2,5
Na_2O	3,3	3,9	4,1	4,0	3,3	3,9	3,8
K_2O	2,1	2,5	2,2	1,9	3,0	2,6	2,7
H_2O+	1,3	1,0	1,2	1,1	1,1	0,6	0,7
H_2O-	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
P_2O_5	0,29	0,24	0,24	0,38	0,27	0,25	0,24
CO_2	0,02	0,03	0,06	0,05	0,15	0,09	0,11
F	0,08	0,08	0,08	0,06	0,08	0,08	0,09
S	0,08	0,02	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
BaO	0,06	0,06	0,05	0,05	0,09	0,08	0,09
Summa	101,42	98,22	100,07	100,02	100,75	101,35	100,77
Rb	0,005	0,006	0,005	0,011	0,007	0,006	0,008
Sr	0,046	0,055	0,056	0,032	0,053	0,054	0,051
Zr	0,010	0,015	0,020	0,034	0,020	0,020	0,020

Provlokaler
Localities

JB 166 Ramsedalen (3f) 64683/12794.
Ilq 114 Ö Hultet (0f) 64519/12761.
Ilq 22 1 km SV St.Gunnarsvatten (0f) 64508/12782.
JB 1089 Hasselbacken (3h) 64674/12855.
JB 80 Vargefjället (2f) 64623/12778.
JB 385 SÖ Stånget (2g) 64624/12805.
JB 228 1 km SÖ Vargefjället (2f) 646125/12798.
JB 21 1 km SV Gröna äng (2f) 64614/12754.
JB 186 1 km S Ivarsbo (2f) 64640/12797
JB 1056 Garnviken (3h) 64672/12865.
LS 81-7 Vassända (4j) 64748/12954.
JB 460 2 km NV Utby (2g) 64620/12836.
Ilq 280 1 km N Grunnebo (4h) 64745/12900.
Ilq 38 Röstorp (0f) 64512/12800.
JB 497 4 km V Intagan (2g) 64644/12847.

Tab. 9, forts.

JB 21	JB 186	JB 1056	LS 81-7	JB 460	Ilq 280	Ilq 38	JB 497
BBLS 80043	BBLS 80045	BBLS 81028	BBLS 81038	BBLS 80049	BBLS 82067	BBLS 80058	BBLS 80050
65,4	65,6	69,3	69,5	71,4	73,0	73,5	76,3
0,67	0,59	0,55	0,63	0,33	0,28	0,30	0,27
15,3	15,5	14,0	13,9	13,5	13,7	13,7	13,5
1,7	1,1	1,2	1,3	0,9	0,6	1,1	0,9
3,2	2,6	2,4	2,6	2,0	1,7	1,7	1,3
0,08	0,06	0,07	0,08	0,4	0,08	0,04	0,03
4,3	3,2	2,4	2,5	1,6	1,0	1,5	1,4
3,0	1,6	0,82	0,79	0,54	0,29	0,46	0,41
4,0	3,5	3,5	3,5	3,3	3,3	3,0	4,2
2,6	3,8	3,5	3,5	4,8	5,4	4,8	3,0
0,9	1,2	0,9	0,7	0,8	0,4	0,2	0,4
0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
0,18	0,19	0,13	0,15	0,07	0,08	0,07	0,05
0,06	0,14	0,07	0,06	0,16	<0,1	0,12	0,03
0,08	0,11	0,04	0,06	0,05	0,03	0,02	0,04
0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01
0,09	0,13	0,10	0,11	0,16	0,06	0,14	0,07
101,57	99,33	99,98	99,39	100,01	99,92	100,69	101,90
0,006	0,010	0,009	0,011	0,009	0,028	0,007	0,004
0,040	0,039	0,020	0,022	0,014	0,001	0,010	0,009
0,020	0,025	0,030	0,033	0,020	0,033	0,015	0,015

Tabell 10. Mineralfördelningen i graniter, ögonförande, vanligen gnejsiga och ådriga (äldre ögongraniter 1, volym-%).
Modal compositions of granites, porphyritic, frequently gneissic and veined (older augen granites 1, vol. %).

Prov nr *Sample no.*	JB 1227	LS 81-9	LS 81-6	Ilq 170
Kvarts	28	45	26	30
Mikroklin	23	27	26	20
Plagioklas	36	18	40	35
Hornblände	+		5	
Biotit	11	9	2	9
Klorit		+		+
Muskovit				3
Epidot	+	+		2
Allanit	+			+
Apatit	+	+	+	+
Titanit	1	+	+	+
Zirkon	+		+	+
Granat	+	+	+	
Pumpellyit	+	+		
Karbonatmineral	+			
Opakmineral	+	+		+
Antal mätpunkter *Points counted*	882	800	644	981

Provlokaler
Localities
JB 1227 Trollhättan (3i) 64672/12946.
LS 81-9 N Nybergskulla (4i) 64716/12937.
LS 81-6 1 km SÖ Vassända-Naglum k:a (4i) 64726/12932.
Ilq 170 1 km SÖ Lilla Edet (0g) 64503/12849.

Tabell 11. Kemiska analyser av graniter, ögonförande, vanligen gnejsiga och ådriga (äldre ögongraniter 1, vikt-%).
Chemical analyses of granites, porphyritic, frequently gneissic and veined (older augen granites 1, weight %).

Prov nr *Sample no.*	JB 1227	LS 81-9	LS 81-6	Ilq 170
Analys nr	BBLS 81033	BBLS 81040	BBLS 81037	BBLS 82062
SiO_2	67,2	69,2	70,9	72,3
TiO_2	0,66	0,48	0,31	0,34
Al_2O_3	14,4	14,0	14,1	13,6
Fe_2O_3	1,3	0,5	0,7	1,0
FeO	3,4	3,3	2,2	1,7
MnO	0,10	0,08	0,06	0,07
CaO	2,2	1,7	1,5	1,0
MgO	0,77	0,51	0,21	0,50
Na_2O	3,0	3,2	3,3	2,9
K_2O	5,0	5,1	5,7	5,5
H_2O+	0,7	0,7	0,6	0,7
H_2O-	0,2	0,1	0,2	0,2
P_2O_5	0,22	0,16	0,10	0,10
CO_2	0,11	0,07	0,09	<0,1
F	0,08	0,10	0,05	0,05
S	0,01	0,01	0,01	0,01
BaO	0,12	0,08	0,11	0,09
Summa	99,27	99,19	99,94	99,86
Rb	0,013	0,014	0,013	0,014
Sr	0,019	0,015	0,013	0,004
Zr	0,050	0,039	0,041	0,034

Analyslokaler
Localities
JB 1227 Trollhättan (3i) 64672/12946.
LS 81-9 N Nybergskulla (4i) 64716/12937.
LS 81-6 1 km SÖ Vassända-Naglum k:a (4i) 64726/12932.
Ilq 170 1 km SÖ Lilla Edet (0g) 64503/12849.

Tabell 12. Mineralfördelningen i graniter, ögonförande, vanligen gnejsiga och ådriga (äldre ögongraniter 2, volym-%).
Modal compositions of granites, porphyritic, frequently gneissic and veined (older augen granites 2, vol. %).

Prov nr *Sample no.*	JB 1208	JB 546	LS 81-10
Kvarts	27	24	44
Mikroklin	48	35	34
Plagioklas	19	32	16
Hornblände	+	+	
Biotit	4	7	3
Klorit	+		+
Muskovit			1
Epidot	+	+	+
Allanit	+	+	
Apatit	+	+	
Titanit	1	1	+
Karbonatmineral		+	
Flusspat	+	+	1
Lermineral			+
Opakmineral	1	+	+
Antal mätpunkter *Points counted*	843	975	881

Provlokaler
Localities
JB 1208 SV Trollhättan (3i) 64655/12916.
JB 546 Utby (2g) 64601/12840.
LS 81-10 Salekärr (4g) 64745/12803.

Tabell 13. Kemiska analyser av graniter, ögonförande, vanligen gnejsiga och ådriga (äldre ögongraniter 2, vikt-%).
Chemical analyses of granites, porphyritic, frequently gneissic and veined (older augen granites 2, weight %).

Prov nr *Sample no.*	JB 1208	JB 546	LS 81-10
Analys nr	BBLS 81032	BBLS 80051	BBLS 82069
SiO_2	70,1	70,2	77,8
TiO_2	0,39	0,38	0,07
Al_2O_3	13,6	13,4	12,1
Fe_2O_3	1,4	1,0	0,3
FeO	1,2	2,7	0,6
MnO	0,03	0,08	0,02
CaO	0,9	1,1	0,3
MgO	0,30	0,12	0,07
Na_2O	3,0	3,2	3,5
K_2O	6,5	5,7	4,9
H_2O+	0,4	0,7	0,2
H_2O-	0,2	0,2	0,1
P_2O_5	0,05	0,05	0,01
CO_2	0,05	0,48	<0,1
F	0,06	0,08	0,08
S	0,03	0,01	<0,01
BaO	0,01	0,03	0,01
Summa	98,02	99,23	99,96
Rb	0,036	0,012	0,021
Sr	0,008	0,004	0,001
Zr	0,051	0,075	0,014

Analyslokaler
Localities
JB 1208 SV Trollhättan (3i) 64655/12916.
JB 546 Utby (2g) 64601/12840.
LS 81-10 Salekärr (4g) 64745/12803.

Tabell 14. Mineralfördelningen i granit, grå till rödgrå, med mikroklinögon och muskovit, gnejsig (volym-%).
Modal compositions of granite, grey to reddish grey, porphyritic muscovite-bearing, gneissic (vol.%).

Prov nr *Sample no.*	Ilq 208	Ilq 251	JB 883	JB 892
Kvarts	33	22	28	34
Mikroklin	+	13	6	7
Plagioklas	52	48	41	32
Biotit	12	13	18	18
Klorit	1	+	+	+
Muskovit	+	1	3	7
Epidot	1	2	3	1
Allanit	+		+	
Apatit	+	+	+	+
Titanit	+	+	+	+
Zirkon		+		
Karbonatmineral	+	+		+
Pumpellyit			+	
Flusspat	+			
Opakmineral	+	+		+
Antal mätpunkter *Points counted*	1122	1129	929	935

Provlokaler
Localities
Ilq 208 Åkerskog (4h) 64726/12863.
Ilq 251 3 km Ö Väne-Ryr (4h) 64734/12878.
JB 883 1 km NÖ Läresbo (3g) 64684/12843.
JB 892 1 km SV Hedetorpe (3g) 64699/12849.

Tabell 15. Kemiska analyser av granit, grå till rödgrå, med mikroklinögon och muskovit, gnejsig (vikt-%).
Chemical analyses of granite, grey to reddish grey, porphyritic muscovite-bearing, gneissic (weight %).

Prov nr *Sample no*	Ilq 208	Ilq 251	JB 883	JB892
Analys nr	BBLS 82064	BBLS 81036	BBLS 81018	BBLS 81019
SiO_2	62,9	63,7	65,8	65,8
TiO_2	0,87	0,71	0,68	0,67
Al_2O_3	16,3	15,5	15,1	15,4
Fe_2O_3	1,7	1,5	1,7	1,6
FeO	4,0	3,4	2,8	3,0
MnO	0,09	0,10	0,08	0,10
CaO	3,2	2,4	2,7	2,0
MgO	2,3	1,73	1,48	1,91
Na_2O	4,2	2,9	3,1	2,9
K_2O	2,6	4,9	3,8	4,0
H_2O+	1,3	1,1	1,2	1,6
H_2O-	0,2	0,3	0,3	0,3
P_2O_5	0,25	0,21	0,23	0,20
CO_2	0,1	0,21	0,06	0,11
F	0,18	0,07	0,09	0,08
S	0,01	<0,01	0,01	0,02
Ba	0,09	0,15	0,11	0,13
Summa	100,09	98,58	98,94	99,52
Rb	0,012	0,013	0,013	0,013
Sr	0,031	0,032	0,025	0,023
Zr	0,043	0,032	0,026	0,026

Analyslokaler
Localities
Ilq 208 Åkerskog (4h) 64726/12863.
Ilq 251 3 km Ö Väne-Ryr (4h) 64734/12878.
JB 883 1 km NÖ Läresbo (3g) 64684/12843.
JB 892 1 km SV Hedetorpet (3g) 64699/12849.

Tabell 16. Mineralfördelningen i granit, röd, med små mikroklinögon och muskovit, gnejsig (volym-%).
Modal compositions of granite, red, with small microcline augen and muscovite, gneissic (vol.%).

Prov nr *Sample no.*	JB 1050	JB 1015	Ilq 205	JB 1280
Kvarts	35	38	32	35
Mikroklin	35	28	37	36
Plagioklas	23	26	23	22
Hornblände				2
Biotit	6	8	8	4
Klorit	+	+		+
Muskovit			+	
Epidot	+	+	+	+
Allanit		+		
Apatit	+	+	+	+
Titanit	+	+	+	+
Zirkon			+	
Opakmineral	+	+		+
Antal mätpunkter *Points counted*	945	870	961	929

Provlokaler
Localities
JB 1050 1 km SV Gräsviken (3h) 64686/12874.
JB 1015 Gräsviken (3h) 64697/12867.
Ilq 205 Hedetorpet (4h) 64712/12861.
JB 1280 Skogssäter (3i) 64700/12909.

Tabell 17. Kemiska analyser av granit, röd, med små mikroklinögon och muskovit, gnejsig (vikt-%).
Chemical analyses of granite, red, with small microcline augen and muscovite, gneissic (weight %).

Prov nr *Sample no.*	JB 1050	JB 1015	Ilq 205
Analys nr	BBLS 81026	BBLS 81023	BBLS 82063
SiO_2	74,0	74,4	74,7
TiO_2	0,31	0,31	0,26
Al_2O_3	12,7	12,5	12,8
Fe_2O_3	0,8	0,8	0,6
FeO	1,3	1,4	1,5
MnO	0,05	0,04	0,04
MgO	0,32	0,34	0,25
CaO	1,1	0,9	0,9
Na_2O	3,0	3,1	3,2
K_2O	4,9	4,7	5,2
H_2O+	0,5	0,7	0,3
H_2O-	0,2	0,1	0,1
P_2O_5	0,07	0,06	0,05
CO_2	0,06	0,03	<0,1
F	0,05	0,03	0,05
S	<0,01	0,01	<0,01
BaO	0,07	0,01	0,09
Summa	99,23	99,42	99,94
Rb	0,018	0,010	0,014
Sr	0,009	0,008	0,004
Zr	0,020	0,028	0,031

Analyslokaler
Localities
JB 1050 1 km SV Gräsviken (3h) 64686/12874.
JB 1015 Gräsviken (3h) 64697/12867.
Ilq 205 Hedetorpet (4h) 64712/12861.

Tabell 18. Mineralfördelningen i diabas (volym-%).
Modal composition of dolerite (vol.%).

Prov nr Sample no.	LS 24/7 1979
Plagioklas	53
Klinopyroxen	7
Hornblände	34
Biotit	1
Opakmineral	5
Antal mätpunkter *Points counted*	585

Provlokal
Locality
LS 24/7 1979 Äldre diabas. S Upphärad (0i) 64513/12931.

Tabell 19. Kemisk analys av diabas (vikt-%).
Chemical analysis of dolerite (weight %).

Prov nr *Sample no.* Analys nr	LS 24/7 1979 BQLS 79019
SiO_2	49,6
TiO_2	2,1
Al_2O_3	17,9
Fe_2O_3	2,1
FeO	8,9
MnO	0,15
CaO	7,8
MgO	5,9
Na_2O	3,6
K_2O	0,9
$H_2O>105°$	1,5
$H_2O<105°$	0,1
P_2O_5	0,28
CO_2	0,22
F	0,04
S	0,06
BaO	<0,01
Summa	101,05
Cr (ppm)	23
Ni (ppm)	57
Co (ppm)	72
V (ppm)	195

Analyslokal
Locality
LS 24/7 1979 Äldre diabas. S Upphärad (0i) 64513/12931.

Tabell 20. Tekniska analyser.
Technical analyses.

Prov	Läge	Sprödhetstal	Slipvärde	Flisighetstal	Kompakt-densitet	Glimmerhalt (vol.%)	Gamma-strålning (μR/h)
1	Sydspetsen av sjön Gravlången (Göteborg NO, 9h)	50	2,57	1,35	2,70	5–10	30–60
2	Sydspetsen av sjön Gravlången (Göteborg NO, 9h)	46	2,40	1,36	2,68	10–15	20–25
3	2 km öst Lilla Edet (0h)	46	2,18	1,32	2,66	15	18–25
4	2 km öst Lilla Edet (0h)	46	2,55	1,32	2,65	10	18–25
5	2 km sydöst Backamo (1f)	45	2,73	1,33	2,69	15–20	18–20

Bergarter:
Prov nr 1: granit, ögonförande, vanligen gnejsig och ådrig (äldre ögongranit 2).
Prov nr 2, 3, 4: granit, ögonförande, vanligen gnejsig och ådrig (äldre ögongranit 1).
Prov nr 5: granodioritisk till granitisk gnejs (B-granitoid).

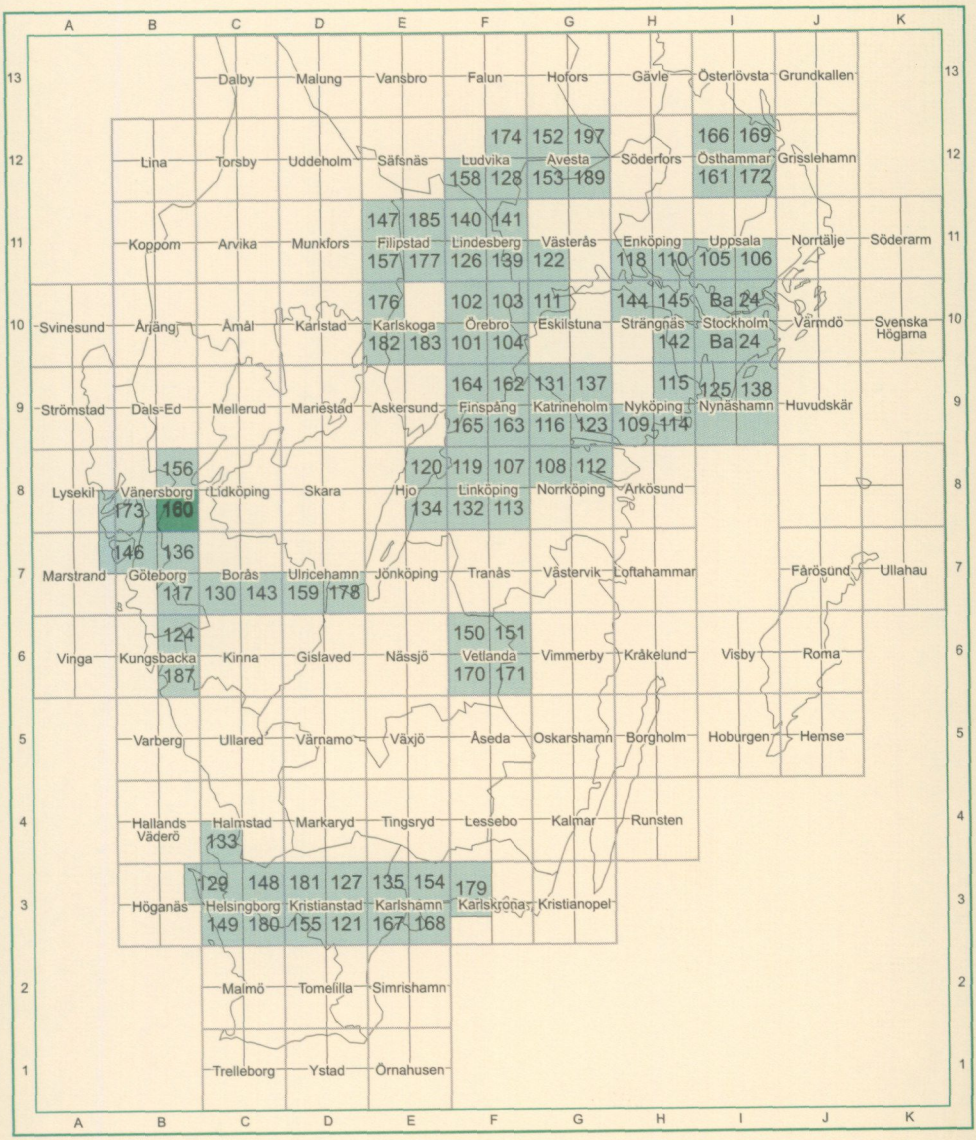
Tabell 21. Sammanställning av petrofysiska mätningar.
Compilation of petrophysical measurements.

Bergart	Antal	Densitet kg/m3		Susceptibilitet SI (E-5)			Q-värde		
		M	S	M	M-S	M+S	M	M-S	M+S
Ytbergartsgnejs	14	2690	40	41	20-	83	0,28	0,13-	0,59
Metabasiter	14	3025	63	182	53-	628	0,28	0,05-	1,51
A-granitoid	88	2724	66	187	44-	801	0,24	0,10-	0,58
B-granitoid	77	2695	63	99	27-	361	0,33	0,10-	1,17
B granitoid 1B	24	2683	25	219	43-	1122	0,26	0,09-	0,7
B-granitoid 2B	5	2633	36	137	33-	571	0,64	0,24-	1,73
C-granitoid	13	2672	45	47	22-	97	0,63	0,09-	4,25
Diabas (V)	5			477					
Diabas (O)	5			143					

M = Medelvärde
M = Mean value

S = Standardavvikelse
S = Standard deviation

Utgivna kartblad i serie Af



Distribution
SGU
751 28 UPPSALA
Tel. 018-17 90 00
Fax. 018-17 93 70

ISSN 0586-1543
ISBN 91-7158-574-5