

# Beskrivning till berggrundskartan 7B Göteborg SV

Inger Lundqvist & Leif Kero







**Beskrivning till berggrundskartan**  
**7B Göteborg SV**

Inger Lundqvist & Leif Kero

DESCRIPTION TO THE MAP OF SOLID ROCKS  
7B GÖTEBORG SV

ISSN 1652-8336  
ISBN 91-7158-770-5

Omslagsbild: Ådrad, migmatitiserad metagråvacka (Stora Le–Marstrandsgruppen),  
som klipps av pegmatitgångar. Skeppstadholmen. 6403370/1259710.

© Sveriges geologiska undersökning

Layout: Agneta Ek, SGU

Tryck: Davidsons Tryckeri AB, Växjö, 2006

# INNEHÅLL

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| BERGGRUNDEN I SYDVÄSTRA SVERIGE. Inger Lundqvist .....                                               | 4  |
| Översikt över den prekambrisk berggrund .....                                                        | 4  |
| Den geologiska utvecklingen i området väster om Mylonitzonen .....                                   | 7  |
| Litteratur .....                                                                                     | 12 |
| <br>                                                                                                 |    |
| BESKRIVNING TILL BERGGRUNDSKARTAN 7B GÖTEBORG SV. Inger Lundqvist ..                                 | 13 |
| Tidigare arbeten .....                                                                               | 13 |
| Metodik .....                                                                                        | 14 |
| Översikt över kartbladets berggrund .....                                                            | 14 |
| Bergartsbeskrivning .....                                                                            | 16 |
| Metagråvacka med inlagringar av metamafit, sannolikt vulkanogen<br>(Stora Le–Marstrandgruppen) ..... | 16 |
| Metamafit och metaultramafit, gnejsiga .....                                                         | 22 |
| Granit, granodiorit och tonalit, gnejsiga, ådrade (ca 1 600 miljoner år) .....                       | 25 |
| Granodiorit, gnejsig, ögonförande med fältspatögon >2 cm .....                                       | 26 |
| Granit, granodiorit och tonalit, gnejsiga (ca 1 560 miljoner år) .....                               | 27 |
| Granit, gråröd till grå, svagt gnejsig, vanligen muskovitförande .....                               | 31 |
| Metadiorit och metagabbro .....                                                                      | 31 |
| Granit (Askimsgranit), porfyrisk, gråröd till rödgrå, massformig<br>till förgnejsad .....            | 34 |
| Granit (RA-granit), gnejsig, röd till gråröd, medelkornig resp. ögonförande .....                    | 37 |
| Pegmatit, pegmatit- och aplitgångar .....                                                            | 39 |
| Metadiabas och diabas .....                                                                          | 41 |
| Sandstensfyllda sprickor och kambrisk breccia .....                                                  | 43 |
| Nyttosten .....                                                                                      | 44 |
| Summary .....                                                                                        | 45 |
| Referenser .....                                                                                     | 47 |
| <br>                                                                                                 |    |
| GEOFYSIK. Leif Kero .....                                                                            | 49 |
| Flyggeofysiskt mätunderlag .....                                                                     | 49 |
| Markmätningar .....                                                                                  | 49 |
| Tyngdkraftsmätningar .....                                                                           | 49 |
| Övriga fältarbeten .....                                                                             | 50 |
| Bearbetning av flyggeofysiskt mätunderlag och markmätningar .....                                    | 51 |
| Bearbetning av magnetiska data .....                                                                 | 51 |
| Bearbetning av VLF-data med data för bergbore brunnar .....                                          | 52 |
| Radiometrisk mätresultat .....                                                                       | 53 |
| Diabas .....                                                                                         | 58 |
| Petrofysik .....                                                                                     | 61 |
| Summary .....                                                                                        | 64 |
| Referenser .....                                                                                     | 66 |
| Tabeller .....                                                                                       | 67 |

## BERGGRUNDEN I SYDVÄSTRA SVERIGE

Sydvästsveriges berggrund, även kallad den sydvästsvenska gnejsregionen, är en del av den Baltiska eller Fennoskandiska urbergsskölden. Denna har en äldre (arkeisk) kontinentkärna i öster och nordöst mellan Karelen och Kolahalvön 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 1 700 miljoner år sedan.

Traditionellt har gränsen mellan Sydvästsveriges berggrund och den äldre berggrunden i öster satts i Protoginzonen (fig. 1). Gränsen sammanfaller i stort med gränslinjen mot ett sammanhängande bälte av graniter (det transskandinaviska magmatiska bältet eller TMB), där de så kallade Smålands- och Värmlandsgraniterna dominerar. Nya undersökningar har emellertid visat att bergarter av samma typ som TMB också uppträder väster om den traditionellt angivna gränslinjen och att de dominerar norr om Vänern inom det östra segmentet (s. 6). Det finns också deformationszoner långt öster om Protoginzonen av motsvarande ålder som de yngsta deformationerna i Sydvästsverige. Berggrunden strax öster om Protoginzonen har också omvandlats på liknande sätt som den väster om zonen under den senaste bergskedjebildningen (den svekonorvegiska, s. 10). Avgränsningen österut av sydvästra Sveriges berggrund är alltså ännu så länge oklar.

I söder begränsas regionen av förkastningar i den så kallade Tornquistzonen med nordväst-sydöstlig riktning genom Skåne. I norr fortsätter de sydvästsvenska bergartsleden in i sydöstra Norge, där de sedan täcks av den skandinaviska fjällkedjans betydligt yngre bergarter. Osloområdet gravsänka med kambrosiluriska sedimentbergarter och permiska, magmatiska bergarter utgör ett avbrott i urbergets fortsättning mot väster. Berggrunden i södra Norge bildades under samma tidsperiod som den i sydvästra Sverige och anses som en fortsättning på den sydvästsvenska gnejsregionen.

## ÖVERSIKT ÖVER DEN PREKAMBRISKA BERGGRUNDEN

Kännetecknande för berggrunden i sydvästra Sverige är att den bildats under lång tid, ca 800 miljoner år, och att den i samband med åtminstone två bergskedjebildningar (orogener) påverkats av genomgripande deformation och omvandling (metamorfos). Den äldre av orogenerna (den gotiska) inträffade för ca 1 750 till 1 550 miljoner år sedan och drabbade området väster om Mylonitzonen (fig. 1) och troligen också området söder om Vänern. För ungefär 1 150 till 900 miljoner år sedan inträffade den svekonorvegiska bergskedjebildningen, som påverkade hela den sydvästsvenska gnejsregionen och området strax öster därom. Bergarter, som bildats vid jordytan, har därigenom kommit att veckas ned i jordskorpan till stora djup (10 till 40 km) för att sedan genom höjning (t.ex. blockrörelser) 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. Under perioden mellan de två bergskedjebildningarna (för drygt 1 400 miljoner år sedan) utsattes området mellan Protoginzonen och Mylonitzonen söder om Vänern för förhöjda tryck och temperaturer och omvandlades lokalt under granulitfacies- eller t.o.m. eklogitfaciesförhållanden.

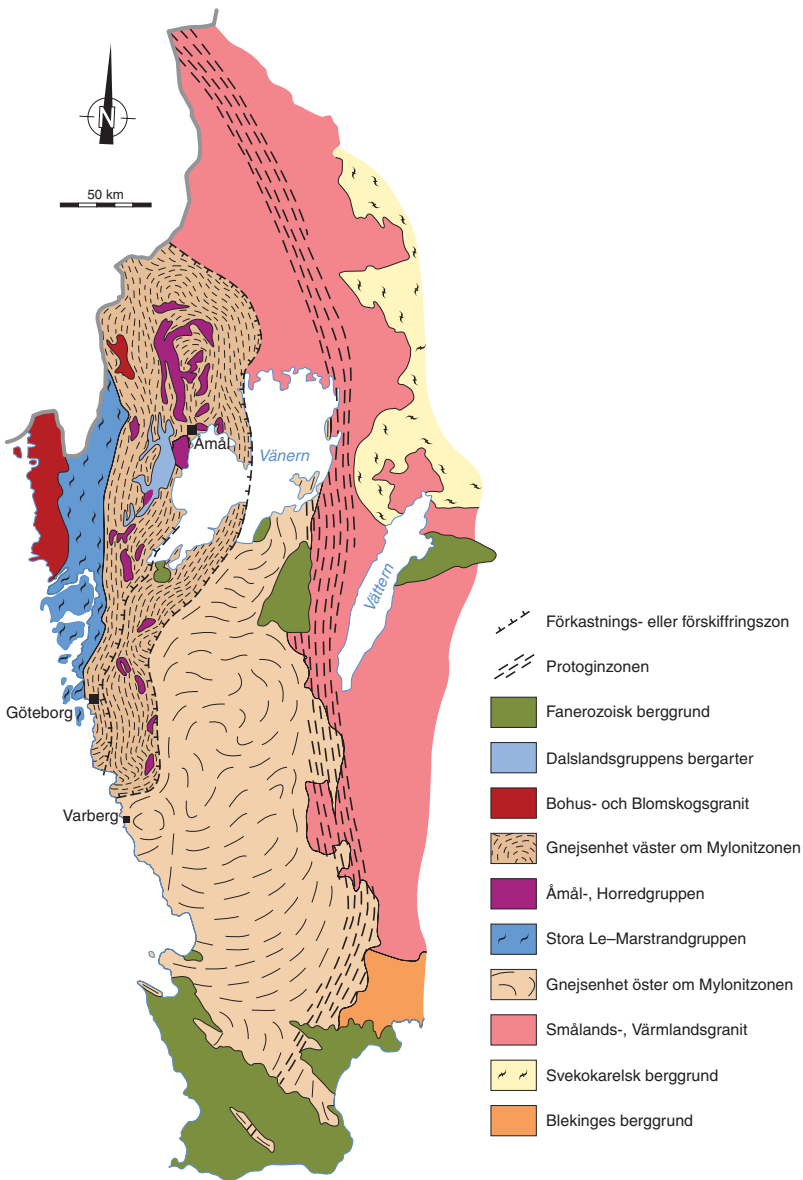


Fig. 1. Översiktlig karta över berggrunden i sydvästra Sverige.  
*Simplified map of the bedrock of south-western Sweden.*

Den sydvästsvenska gnejsregionen (fig. 1) delas i två segment av Mylonitzonen, det östra respektive det västra segmentet. Det östra segmentet omfattar berggrunden mellan Mylonitzonen och Protoginzonen och domineras av mer eller mindre starkt gnejsiga och ådrade magmatiska djupbergarter. Norr om Vänern och i den östligaste delen av området söder om Vänern ingår starkt deformerade Smålands- och Värmlandsgraniter, som bildades för 1 845 till 1 650 miljoner år sedan. Söder om Vänern dominerar de magmatiska djupbergarter som trängde in i jordskor-

pan för ca 1 700 till 1 600 miljoner år sedan. De består av mer eller mindre starkt ådrade gnejser, som har granitisk, granodioritisk eller tonalitisk sammansättning. I dessa gnejser intruderade för knappt 1 400 miljoner år sedan en svit av ögonförande graniter (t.ex. Torpagranit) och för 1 250 till 1 200 miljoner år sedan ögongraniter och syeniter (t.ex. Segmongranit, Vårgårdasyenit). Det finns också talrika granitiska mobilisat, som i flera områden bildat stora och relativt homogena kroppar. Utöver huvudbergarterna finns små inslag av ytbergartsgnejs och metamafit.

Området väster om Mylonitzonen, det västra segmentet, består av ett antal berggrunds-enheter (fig. 1) utsträckta i nord-sydlig riktning. Den östra delen domineras av kalk-alkalina djupbergarter, som intruderade för 1 650 till 1 530 miljoner år sedan. De är gnejsiga till ådrade och har granitisk, granodioritisk och tonalitisk sammansättning. Bergarter med granodioritisk sammansättning har störst utbredning. Inom dessa gnejser finns mindre förekomster av ytbergartsgnejs. I norr förekommer Åmålgruppen, som bildades för drygt 1 600 miljoner år sedan och som huvudsakligen består av omvandlade vulkaniter. Strax öster om Dalslandsgruppen (fig. 1) finns Ellenögruppen och Kappebogruppern, som båda troligen är likåldriga med Åmålgruppens bergarter. Ellenögruppen består huvudsakligen av omvandlade vulkaniter medan Kappebogruppern huvudsakligen utgörs av omvandlade sedimentära bergarter. I den sydligaste delen av det västra segmentet förkommer ytbergartsgnejser, som tillhör Horredgruppen och som bildades för ca 1 660 miljoner år sedan. Väster om de gnejsiga till ådrade granitoiderna finns ett område, som domineras av metagråvackor med inlagringar av vulkanogent material (Stora Le–Marstrandgruppen). Sedimenten avsattes på havsbotten för ca 1 600 miljoner år sedan. Stora isolerade partier av metagråvackorna förekommer även inne i de ortognejser, som är belägna strax öster om Stora Le–Marstrandgruppen. De här äldre bergartsleden har intruderats av en svit ögongraniter (t.ex. Askimsggranit, Hästefjordengranit), ibland associerade med mafiska bergarter (bimodal magmatism) för drygt 1 300 miljoner år sedan. Längst i väster förekommer Bohusgraniten, som trängde fram som en magma för ca 920 miljoner år sedan. Kontakten mot omgivande bergarter har tydlig intrusionskaraktär, där brottstycken av den äldre berggrunden finns inne i graniten och där gångar av granit och tillhörande pegmatit klipper den äldre berggrunden.

Dalslandsgruppens ytbergarter domineras av relativt unga sedimentära bergarter som kvartsit och skifferar av olika sammansättning. Sedimenten är delvis avsatta på en ca 1 330 miljoner år gammal granit (Hästefjordengranit) och är därmed yngre än graniten. De sedimentära bergarterna deformerades och omvandlades under den svekonorvegiska bergskedjeveckningen för ca 1 150 till 900 miljoner år sedan och sedimenten måste därför ha avsatts före denna period.

Bergarterna i det östra segmentet skiljer sig strukturellt från dem i det västra, som domineras av nord-sydliga strukturer. Strukturerna i det östra segmentet är mycket mer heterogena. I Värmland är nord-sydliga till nordväst-sydöstliga strukturer vanligast, medan bergarterna i området söder om Väneren i större utsträckning har öst-västliga struktuuriktningar.

Inom den sydvästsvenska gnejsregionen är amfibolitfacies den helt dominerande metamorfosgraden. I norra Dalsland har dock bergarter, som framför allt tillhör Åmålgruppen, en lägre metamorfosgrad (grönskifferfacies). I området öster om Mylonitzonen finns det i delar av Västergötland och Halland områden där bergarterna genomgått granulitfaciesmetamorfos. Berggrunden har där utsatts för mycket hög temperatur och högt tryck och mineralen har om-bildats. Granulitfaciesbergarter innehåller bl.a. pyroxen, ortoklas, granat och sällsynt kyanit. Charnockit är ett exempel på en sådan bergart.



Traditionellt har berggrunden i sydvästra Sverige delats in i segment, som åtskiljs av nord-sydliga rörelsezoner: Protoginzonen, Mylonitzonen, Göta älvlinsen. Huvuddeformationen i dessa zoner är emellertid relativt ung (svetkonorvegisk) och tvärrar bitvis över äldre strukturer. Uppenbarligen speglar zonerna i första hand yngre deformationer, även om de på många ställen sammanfaller med och överpräglar äldre deformationszoner och gränser mellan berggrundsenheterna.

## **DEN GEOLOGISKA UTVECKLINGEN I OMRÅDET VÄSTER OM MYLONITZONEN**

Pågående kartläggning av berggrunden i de välexponerade kustområdena har i kombination med radiometrisk datering möjliggjort en schematisk uppställning av den geologiska händelseförloppet i området (tabell 1). Vägledande för schemats uppställning har varit olika intrusionsgrupper skilda från varandra genom regionala deformationer orsakade av bergskedjebildningar. Uppställningen av den komplexa geologiska utvecklingen i tabell 1 skiljer inte ut mer betydelsefulla händelser från mindre viktiga.

Regionens äldsta ytbergartsgnejser (Horredgruppen, Åmålgruppen, Ellenögruppen, Kappebgruppen, Stora Le–Marstrandgruppen) är äldre än eller ungefär likåldriga med de ca 1 600 miljoner år gamla djupbergarter (s. 25), som intruderade under den gotiska bergskedjebildningsperioden, som inträffade för ca 1 750 till 1 550 miljoner år sedan. Åmål- och Horredgruppens ytbergartsgnejser förekommer i ett stråk från trakten av Arvika, genom östra Dalsland och med avbrott vidare söderut ned till kusten strax norr om Varberg. De utgörs av mer kontinentalt präglade ytbergarter. Horredgruppens ursprungliga sedimentbergarter och vulkaniter återfinns i trakten av Horred nordöst om Varberg. De är kraftigt deformerade och omvandlade och ursprungliga texturer och strukturer är sällan bevarade. De består delvis av bandade, sura och basiska metavulkaniter med inslag av mer kvartsrika lager. Datering av en metavulkanit har gett en ålder på ca 1 660 miljoner år. Åmålgruppens metasedimentära bergarter utgörs till övervägande del av sandiga lager, från grovkorniga arkoser till finkorniga, homogena lager med inslag av konglomerat. Metavulkaniterna består till stor del av omvandlade basiska och sura lavar, där de sura leden dominerar. I Åmålområdet är gruppens bergarter mycket välbevarade och det finns primära texturer och strukturer. I sedimentbergarterna finns t.ex. graderad skiktning och strömskiktning, medan vulkaniterna uppvisar porfyrisk textur och flytstrukturer. Mot söder tilltar omvandlingsgraden och väster om Trollhättan är ytbergarterna finådrade, veckade och omkristalliserade och de ursprungliga texturerna och strukturer har suddats ut. En U-Pb-datering av zirkoner från en porfyrisk vulkanit i Tösse strax söder om Åmål har gett en ålder på ca 1 615 miljoner år. En U-Pb-datering av en granitisk boll från ett konglomerat väster om Trollhättan gav en ålder på ca 1 620 miljoner år, vilket ger en maximimålder på sedimentet.

Kappebo- och Ellenögrupperna i Dalsland tros vara av ungefär samma ålder som Åmålgruppens bergarter. Ellenögruppens omvandlade vulkaniter, breccior och arkoser uppvisar pålagringskontakt mot drygt 1 600 miljoner år gamla, gnejsiga graniter och genomslås av den ca 1 560 miljoner år gamla Ellenögraniten. Kappebogruppens bergarter består underst av kvartsporfyr, följd uppåt av i tur och ordning gråvacka, konglomerat, "Kappebogråvacka" (breccia) och

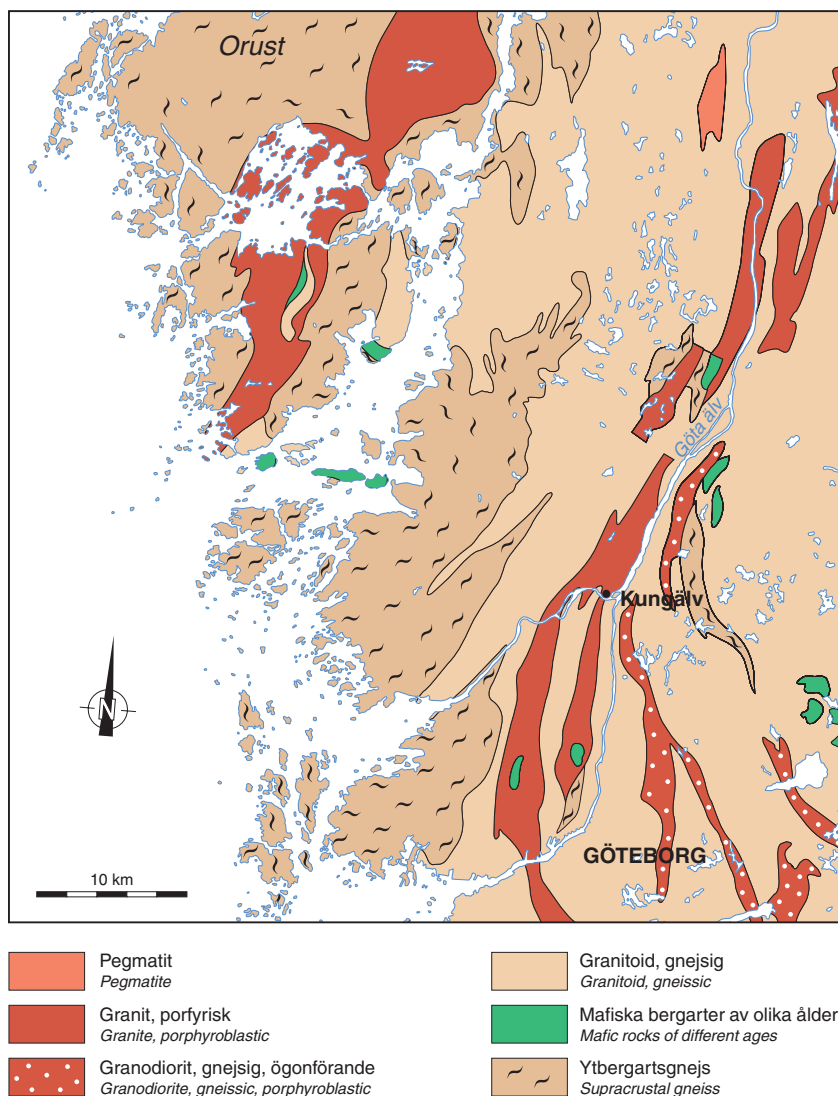


Fig. 2. Berggrundskarta över området norr om Göteborg.  
*Lithological map of the area to the north of Göteborg.*

kvartsrik sandsten. En U-Pb-datering av en omvandlad ryolit har gett en preliminär ålder på 1 630 miljoner år.

Gnejserna, som tillhör Stora Le–Marstrandgruppen, förekommer i ett stråk som sträcker sig från Göteborgs södra skärgård, genom Bohuslän och västra Dalsland norrut in i östra Norge. De växlar i utseende och har till största delen sitt ursprung i gråvackor. Materialet avsattes i oceanisk miljö, troligen utanför den då existerande fennoskandiska kontinentkanten i öster. I områden som är bättre bevarade, är gnejsen finkornig med en tydlig lagerformad växling mellan ljusa och mörka band. De avspeglar sandiga respektive mer leriga sediment. Primära struktu-

rer såsom graderad skiktning finns bevarade på Nordön öster om Marstrand. Dessutom finns lokalt inlagrade metamafiter, som troligen har sitt ursprung i vulkaniska asklager, lavar eller matargångar. Kuddlavastrukturer, som visar att lava flutit ut på havets botten, finns bevarade på några små öar sydöst om Tjörn. Datering av sedimentära zirkoner har gett en maximiålder på ca 1 600 miljoner år för gråvackorna, men då sedimentationen måste ha skett under en längre tidsperiod kan dateringen bara ses som ett riktmärke. Genom deformation i samband med bergskedjebildningar har ytbergarterna på de flesta ställen blivit kraftigt veckade och omvandlade. Den ursprungligen finkorniga bergarten har förgrovats, ådergnejsomvandlats och migmatitiserats. Ställvis har ytbergartsgnejsen omkristalliserat helt och äldre texturer och strukturer suddats ut totalt.

Ungefär samtidigt med eller något senare än ytbergarterna bildades, trängde stora mängder av differentierade, kalk-alkalina magmor in i jordskorpan. Detta skedde för 1 620 till 1 580 miljoner år sedan. De härrör enligt en teori från subduktionsrelaterad magmatism, som skedde längs den dåtida kontinentkanten i öster. Bergarterna återfinns i den östra delen av det västra segmentet och västerut till en linje som ungefär sammanfaller med Göta älvlinjen. De först bildade bergarterna bestod av mafiter såsom diorit, gabbro och ultramafit. Senare kristalliserade stora volymer av mer granitiska magmor. De gav upphov till medel- till grovkorniga bergarter med granitisk, granodioritisk och tonalitisk sammansättning. Eftersom magmorna har trängt in i ytbergarterna (s. 16) måste de senare ha befunnit sig på stort djup i jordskorpan.

Under den senare delen av den gotiska bergskedjebildningen skedde en omfattande deformation och omvandling av bergarterna. Berggrunden i de välexponerade kustområdena visar att det var under denna period som huvuddelen av strukturerna bildades. I andra områden inom den sydvästsvenska berggrunden kan andra omvandlingsperioder ha betytt mer för bergarternas nutida utseende. Bergarterna veckades, förgnejsades och ådergnejsomvandlades under amfibolitfaciesförhållanden. Under den gotiska bergskedjebildningens senare del följde återigen en omfattande kalk-alkalin magmatism. För ca 1 560 miljoner år sedan trängde stora volymer magma in i krustan väster om de bergarter, som intruderade 20 till 60 miljoner år tidigare och öster om Stora Le–Marstrandgruppens metagråvackor. De nybildade bergarterna finns i ett nord-sydligt stråk, som sträcker sig från Göteborgstrakten norrut förbi Uddevalla och genom Dalsland. Även dessa magmor utgjorde en kalk-alkalin, differentierad svit. De tidigast kristalliserade leden består av mörka bergarter såsom diorit och gabbro. De upptar volymmässigt en mycket liten del av bergarterna, som till övervägande del utgörs av gråroda till grå bergarter med granitisk, granodioritisk och tonalitisk sammansättning, där de med granodioritisk sammansättning dominerar. Bergarterna har deformerats och omvandlats bl.a. under den svekonorvegiska bergskedjebildningen och är gnejsiga, stråkvis starkt gnejsiga och ibland ådrade. Efter denna intrusionsperiod led den gotiska orogenesen mot sitt slut. För ca 1 550 till 1 530 miljoner år sedan bildades ett antal postorogena graniter (t.ex. Lanegranit).

Under perioden mellan den gotiska bergskedjebildningen för ca 1 750 till 1 550 miljoner år sedan och den svekonorvegiska för ca 1 150 till 900 miljoner år sedan skedde en intraorogen, intrakontinental magmatism. Ofta handlade det om bimodal magmatism, dvs. mafiska och granitiska magmor, som intruderade ungefär samtidigt. Magmorna har ibland delvis blandats så att hybridbergarter bildats. De mafiska leden utgörs av bergarter med diorit- och gabbrosammansättning. De granitiska leden består oftast av bergarter som är ögonförande (porfyrisk). För drygt 1 500 miljoner år sedan bildades de äldsta bergarterna som tillhör denna intraoro-

gena period (t.ex. Brevikgabbro, Stigfjordengranit). De tholeiitiska diabaser, som finns som nord-sydliga gångar på bl.a. Kosteröarna och västra Orust, bildades för drygt 1 400 miljoner år sedan. På Kosteröarna förekommer de i sådan mängd att de beräknas ha vidgat jordskorpan i området med 15 till 20 %. De kallas populärt för Hin Håles harvedrag. För ca 1 350 till 1 300 miljoner år sedan trängde återigen granitiska magmor in i jordskorpan, ibland tillsammans med mafiska magmor. De bildar ett flertal kroppar utsträckta i nord-sydlig riktning i ett stråk som sträcker sig från trakten norr om Varberg, genom Göteborg, Trollhättan och Vänersborg vidare norrut genom Dalsland. Som exempel kan nämnas Askimsgranit, Hästefjordengranit (båda drygt 1 330 miljoner år gamla) och Ursandgranit (ca 1 320 miljoner år gammal). I Göteborgstrakten finns en granit med förhöjd gammastrålning (s.k. RA-granit), som har daterats och fått en ålder på ca 1 310 miljoner år. Graniterna är ofta ögonförande (porfyrisk) och massformiga, men genomdras av nord-sydliga, svekonorvegiska deformationsstråk där bergarten är gnejsig och ibland ådrad. Vissa av graniterna förekommer tillsammans med mafiska bergarter såsom diorit och gabbro och de ursprungliga magmorna har ibland blandat sig så att hybridbergarter uppstått. Därefter följde en period för ca 1 250 till 1 200 miljoner år sedan, då ytterligare intraorogen magmatism ägde rum. Då bildades t.ex. Segmongraniten (ca 1 250 miljoner år gammal) och Sandsjögraniten (ca 1 210 miljoner år gammal), vilka båda är belägna i västra Värmland.

Eftersom de intraorogena bergarterna är relativt vanliga inom det västra segmentet kan de användas för att skilja de bergarter och strukturer åt som hör till den äldre bergskedjebildningen från dem som hör till den yngre.

Samtidigt med den intraorogena magmatismen och tiden därefter skedde en erosion av landytan och bergarter som bildats nere i jordskorpan kom så småningom upp till ytan. Dalslandsgruppens ytbergarter har avsatts i grundhavsmiljö på en kontinental jordskorpa, där ca 1 340 miljoner år gamla bergarter (Hästefjordengranit) ingick. Dalslandsgruppens bergarter kan därmed inte vara äldre än ca 1 340 miljoner år. Lagerpacken har en mäktighet av 1 500 till 2 000 meter och dess utformning varierar inom olika delar av sedimentationsbassängen. Följande schematiska uppbyggnad gäller: underst ligger basal arkos och konglomerat samt kvartsitisk sandsten med tre olika nivåer med mafiska lavabergarter (metaspiliter). En mer än 500 meter 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 de 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 omvandling, som ägde rum under den svekonorvegiska bergskedjebildningen, orsakade i Dalslandsgruppens bergarter omvandlingar i grönskifferfacies, medan den i andra områden orsakade omvandlingar i amfibolitfacies. Den svekonorvegiska omvandlingen var tillräckligt stark för att störa K-Ar-jämvikten i glimmermineral inom hela den sydvästsvenska gnejsregionen. Detta är orsaken till att radiometrisk datering enligt K-Ar-metoden på bergarter i sydvästra Sverige ger åldrar runt 1 000 miljoner år (den svekonorvegiska regenerationen).

Svekonorvegiska deformationer drabbade hela sydvästra Sverige. De lokaliserades huvudsakligen till zoner, där berggrunden genomgick en kraftig förskifring eller mylonitisering. De mest kända zonerna är Protoginzone och Mylonitzonen, men det finns otaliga andra zoner av varierande storlek. Kännetecknande för dem är att de alla i stort sett har nord-sydlig hu-

vudriktning och en kraftig öst–västlig stänglighet. 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 1 200 till 1 340 miljoner år gamla (t.ex. Vaggerydssyenit, Hästefjordengranit). Zonerna övertväras sedan i sin tur av den postorogena, ca 920 miljoner år gamla Bohusgraniten och dess pegmatiter. Graniten förekommer i ett stråk från Lysekil i söder till Fredrikstad i Norge, där den kallas Iddefjordsgranit. Den anses ha bildats genom partiell uppsmältning av äldre bergarter. 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 ytbergarter och ger därmed en minimiålder på den svekonorvegiska deformationen.

På Vinga i Göteborgs skärgård förekommer en grå, porfyrisk kvartsmonzodiorit (Vingaporfyr), som intruderade i den övre delen av krustan för ca 950 miljoner år sedan.

Ungefär likåldrig med Bohusgraniten är norit-anortositmassivet på Älgön och Brattön strax öster om Marstrand. En datering av zirkoner, som bildats genom uppsmältning och omkristallisation av omgivande bergart i samband med intrusionen, gav en ålder på ca 915 miljoner år.

Till de yngre bergarterna hör också ett flertal diabaser med västnordväst–östsydöstlig riktning, som klipper de äldre bergarterna i området. Hit hör de s.k. Göteborgsdiabaserna, där den mest kända gången är Tuvegången. Diabaser med samma riktning förekommer även i Dalsland. En äldre paleomagnetisk åldersbestämning gav en ålder på 800 till 900 miljoner år medan en senare datering gett en ålder på ca 930 miljoner år.

I och med bildandet av de postorogena graniterna, upphörde den egentliga berggrundsbildningen av urberget i sydvästra Sverige. Under perioden för mellan 900 och 545 miljoner år sedan skedde en höjning av jordskorpan i sydvästra Sverige, vilket ledde till att mellan 5 och 10 km av jordskorpan eroderades bort. Denna höjning kunde inte äga rum utan att det blev sprickbildningar i berggrunden. För ca 545 miljoner år sedan låg den nederoderade, nu nästan helt plana landytan (det subkambriska peneplanet) under vatten och det började avsättas sediment på havsbotten. Av dessa sediment bildades de bergarter, som nu återfinns i Västgötabergen. Underst finns sandsten och därefter följer i stora drag alunskiffer, kalksten och lerskiffer. Mäktigheten är som mest drygt 200 meter. I sprickor i urberget långt ifrån Västgötabergen har såväl sandsten som alunskiffer och kalksten påträffats, så förmodligen har de kambrosiluriska sedimentbergarterna från början täckt större delen av sydvästra Sverige. Diabaser av permisk ålder (ca 280 miljoner år) finns som "täckan" på Västgötabergen. Av samma ålder är gångar av diabas och rombporfyr i västra Bohuslän. Dessa bergarter anses ha bildats i samband med Oslogravsänkans tillblivelse.

## LITTERATUR

- Abrahamsen, N., 1974: The palaeomagnetic age of the WNW-striking dikes around Gothenburg, Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 96, 163–170.
- Andersson, J., 2001: *Sveconorwegian orogenesis in the southwestern Baltic Shield*. Doktorsavhandling, Lunds Universitet, Lund, Sverige.
- Berglund, J., 1997: *Mid-Proterozoic evolution in south-western Sweden*. Doktorsavhandling, Göteborgs Universitet, Göteborg, Sverige.
- Eliasson, T. & Schöberg, H., 1991: U-Pb dating of the post-kinematic Sveconorwegian (Grenvillian) Bohus granite, SW Sweden: evidence of restitic zircon. *Precambrian Research* 51, 337–350.
- Hellström, F., Johansson, Å. & Larson, S.Å., 2004: Age and emplacement of late Sveconorwegian monzogabbroic dykes, SW Sweden. *Precambrian Research* 128, 39–55.
- Heybroek, P., 1950: The geology of the Dalskog – Dals Rostock region, Dalsland, Sweden. *Leidse Geologische Mededelingen, deel XVI*. Dissertation, Leiden.
- Hubbard, F.H., 1975: The Precambrian crystalline complex of south-western Sweden. The geology and petrogenetic development of the Varberg Region. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 97, 223–236.
- Johansson, F., 1997: Petrology and geochemistry of Neoproterozoic WNW trending dolerite dykes in the Göteborg area, SW Sweden. *Department of Geology, Earth Sciences Centre, Göteborg University*, B60, 84 s.
- Johansson, L. & Johansson, Å., 1993: U-Pb age of titanite in the Mylonite Zone, southwestern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 115, 1–7.
- Johansson, L., Lindh, A. & Möller, C., 1991: Late Sveconorwegian (Grenvillian) highpressure granulite facies metamorphism in southwest Sweden. *Journal of Metamorphic Geology* 9, 183–292.
- Lind, G., 1982: Gravity interpretation of the crust in southwestern Sweden. Doktorsavhandling, *Chalmers Tekniska Högskola/Göteborgs Universitet*, A 41, 93 s.
- Lindström, M., Lundqvist, J. & Lundqvist, T., 2000: *Sveriges geologi från urtid till nutid*. 2. upplagan. Studentlitteratur, Lund, 491 s.
- Lundqvist, I. & Skiöld, T., 1993: U-Pb zircon dating of volcanic rocks of the Åmål Group, western Sweden. I T. Lundqvist (red.): *Radiometric dating results. Sveriges geologiska undersökning C* 823, 24–31.
- van Overeem, A.J.A., 1948: *A section through the Dalformation. A contribution to the geology of Dalsland, S.W. Sweden*. Dissertation, Leiden, 131 s.
- Page, L.M., Stephens, M.B. & Wahlgren, C.-H., 1996: I T.S. Brewer (red.): Precambrian Crustal Evolution in the North Atlantic Region. *Geological Society Special Publications No. 112*, 315–330.
- Quensel, P., 1951: The charnockite series of the Varberg district on the south-western coast of Sweden. Arkiv för mineralogi och geologi. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademien. Band 1, Nr 10*, 227–332.
- Romer, R.L. & Smeds, S.-A., 1996: U-Pb columbite ages of pegmatites from Sveconorwegian terranes in southwestern Sweden. *Precambrian Research* 76, 15–30.



- Samuelsson, L., 1971: The relationship between Permian dikes of dolerite and rhomb porphyry along the Swedish Skagerrak coast. *Sveriges geologiska undersökning C 663*, 51 s.
- Stephens, M.B., Wahlgren, C.-H., Weijermars, R. & Cruden, A.R., 1996: Left-lateral transpressive deformation and its tectonic implications, Sveconorwegian orogen, Baltic Shield, south-western Sweden. *Precambrian Research* 79, 261–279.
- Söderlund, U., 1999: *Geochronology of Tectonothermal Events in the Parautochthonous Eastern Segment of the Sveconorwegian (Grenvillian) Orogen, Southwestern Sweden*. Doktorsavhandling, Lunds Universitet, Lund, Sverige.
- Åhäll, K.-I., Persson, P.-O. & Skiöld, T., 1995: Westward accretion of the Baltic Shield: implications from the 1.6 Ga Åmål–Horred Belt, SW Sweden. *Precambrian Research* 70, 235–251.
- 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. & Connelly, J.N., 1998: Intermittent 1.53–1.13 Ga magmatism in western Baltica, age constraints and correlations within a postulated supercontinent. *Precambrian Research* 92, 1–20.
- Åhäll, K.-I., Connelly, J.N. & Brewer, T.S., 2000: Episodic rapakivi magmatism due to distal orogenesis?: Correlation of 1.69–1.50 Ga orogenic and inboard, "anorogenic" events in the Baltic Shield. *Geology* 28; no. 9, 823–826.
- Årebäck, H., 2001: *Petrography, geochemistry and geochronology of mafic to intermediate late Sveconorwegian intrusions: the Hakefjorden Complex and Vinga intrusion, SW Sweden*. Doktorsavhandling, Göteborgs Universitet, Göteborg, Sverige.

## BESKRIVNING TILL BERGGRUNDSKARTAN MARSTRAND SO/GÖTEBORG SV

### TIDIGARE ARBETEN

Det har tidigare publicerats tre stycken berggrundskartor över kartområdet vid olika tillfällen. År 1902 utgavs kartbladet Göteborg (SGU Serie Ac 4) i skala 1:100 000 med beskrivning av Albert Blomberg. År 1931 kom ett nytt kartblad Göteborg (SGU Serie Aa 173) i skala 1:50 000 med beskrivning av H.E. Johansson. Dessa två kartor är kombinerade jordarts- och berggrundskartor. År 1958 utgavs Göteborgstraktens berggrund med en berggrundskarta i skala 1:100 000 av Per H. Lundegårdh (SGU Serie C 553). Norr och öster om kartområdet finns moderna berggrundskartor i skala 1:50 000 över områdena 7A Marstrand NO/7B Göteborg NV (Samuelsson & Åhäll 1985), 7B Göteborg NO (Samuelsson 1985), 7B Göteborg SO (Samuelsson 1978) och 6B Kungsbacka NO (Samuelsson 1982). Söder om kartområdet finns en modern berggrundskarta i skala 1:50 000 över de södra delarna av Göteborgs kommun (Lundqvist 2000).

## METODIK

Den berggrundsgeologiska kartläggningen startade 1990 under ledning av Lennart Samuelsson. 1994 övertogs arbetet av Inger Lundqvist. Kartläggningen ägde till största delen rum under senare hälften av 1990-talet. Som extrageologer deltog Charlotte Cederbom (1998, 1999), Anders Persson (1998, 1999), Anders Scherstén (1999) och Lars Helge Swahn (1998). Ulf Bergström deltog i arbetet under 1995 och 1997. Det geofysiska fältarbetet och tolkningen av det geofysiska materialet har utförts av Leif Kero. Kemiska analyser har gjorts på 45 bergartsprover. 85 stycken tunnslipsprov har tillverkats, varav 77 stycken har punkträknats. Parametermätningar har gjorts på 37 stycken bergartsprov. 103 spektrometermätningar har utförts på 37 lokaler. I samband med arbetet på bergkvalitetskartan över Göteborgs kommun (SGU Serie Ba 59 Bk) togs 31 stycken stenmaterialprov för bergkvalitetsanalys från 26 lokaler inom kartområdet, vilka delvis redovisas i denna beskrivning.

Hällbilden är tagen från jordartskartan 7A Marstrand SO/7B Göteborg SV (Adriellsson & Fredén 1987). De kemiska analyserna har utförts vid SGAB Analytica laboratorium, Luleå. Tunnslipen har framställts av Minoprep, Hunnebostrand. Stenmaterialanalyserna har utförts vid SGU.

## ÖVERSIKT ÖVER KARTBLADETS BERGGRUND

Kartområdet utgör en sydvästlig del av det västra segmentet (s. 5) inom den sydvästsvenska gnejsregionen. De äldsta bergarterna består av metagråvackor (Stora Le–Marstrandgruppen), vars ursprungsmaterial avsattes på havsbotten för ca 1 600 miljoner år sedan och gnejsiga, ådrade graniter, granodioriter och tonaliter, som trängde in i jordskorpan för ca 1 600 miljoner år sedan. Metagråvackorna består av fint medelkorniga, bandade gnejser, som ådrats, migmatitiserats och som ibland har omkristalliserat helt. Inom vissa områden har bergarten blivit utsatt för så höga temperaturer och tryck att den delvis har börjat smälta. Bergartens magnetiska susceptibilitet varierar mellan 0 och  $7\,000 \times 10^{-5}$  SI-enheter. Inlagrade i metagråvackorna finns sparsamt med metamafter, som tros ha vulkaniskt ursprung. Metagråvackorna dominerar inom den västra delen av kartområdet.

De ca 1 600 miljoner år gamla, gnejsiga och ådrade granitoiderna dominerar inom den östra delen av kartområdet. De utgör en kalk-alkalin, differentierad svit, vars sammansättning varierar från granitisk till tonalitisk. De granodioritiska leden dominerar. Bergartens magnetiska susceptibilitet varierar mellan 100 och  $2\,000 \times 10^{-5}$  SI-enheter. Underordnat finns också mafiska led såsom metadiorit, metagabbro och metaultramafit.

Inom de ca 1 600 miljoner år gamla, gnejsiga och ådrade granitoiderna förekommer långa, smala, ihållande band av s.k. ögongnejs. Bergarten innehåller fältspatögon, som är rektangulära och som har en maximal diameter på 10 centimeter. Berggrunden veckades under den svekonorvegiska bergskedjebildningen och ögongnejsbanden avslöjar tydligt den storskaliga veckningen i området. Bergarten är inte daterad.

För ca 1 560 miljoner år sedan trängde ytterligare en differentierad, kalk-alkalin magmasvit in i krustan. Dessa nu gnejsiga graniter, granodioriter och tonaliter återfinns mellan metagrå-



vackorna (Stora Le–Marstrandgruppen) i väster och de ådrade, gnejsiga, ca 1 600 miljoner år gamla granitoiderna i öster. Även här dominerar de granodioritiska leden. Bergartens magnetiska susceptibilitet varierar mellan 10 och  $1\,500 \times 10^{-5}$  SI-enheter. Inom de gnejsiga granitoiderna förekommer också mindre kroppar av metamafit, som är ungefär likåldriga med granitoiderna.

För ca 1 330 miljoner år sedan intruderade mafiska och granitiska magmor, som på vissa platser blandades så att hybridbergarter uppstod. Av dessa magmor bildades den metadiorit, metagabbro och porfyriska granit (Askimsgranit), som förekommer i två nord–sydliga stråk från centrala Göteborg till Kungälv. Metadioriten och metagabbro är massformiga till gnejsiga och har kvar rester av primära mineral, t.ex. pyroxen. Bergarternas magnetiska susceptibilitet varierar mellan 4 och  $100 \times 10^{-5}$  SI-enheter. Askimsgraniten har rektangulära eller linsformade fältspatögon. Stråkvis är bergarten gnejsig och där har fältspatögonen blivit utdragna, ibland så kraftigt att de liknar smala ränder. Granitens magnetiska susceptibilitet varierar mellan 5 och  $4\,000 \times 10^{-5}$  SI-enheter.

För ca 1 310 miljoner år sedan bildades en delvis ögonförande granit, den s.k. RA-graniten. Också den förekommer i två nord–sydliga stråk belägna strax öster om Askimsgraniten. Bergarten har kallats RA-granit på grund av att den har förhöjd gammastrålning (naturlig radioaktivitet). Radiumindex är dock bara undantagsvis högre än 1. Minalet flusspat förekommer i bergarten och förorsakar förhöjd fluorhalt i grundvattnet. Granitens magnetiska susceptibilitet varierar mellan 10 och  $4\,000 \times 10^{-5}$  SI-enheter.

Berggrunden genomslås av pegmatitgångar av olika ålder. De äldre är veckade och ibland boudinerade medan de yngre klipper rakt genom berggrunden. De yngsta bildades troligen under slutskedet av den svekonorvegiska bergskedjebildningen. Berggrunden genomslås också av diabaser bildade vid åtminstone två olika tidpunkter. Metadiabaserna har nord–sydlig till nordöst–sydvästlig riktning och okänd ålder, men är äldre än de s.k. Göteborgsdiabaserna, då de klipps av dem. De senare har västnordväst–östsydöstlig riktning och stupar brant. De har daterats till ca 930 miljoner år. Metadiabasernas magnetiska susceptibilitet varierar mellan 50 och  $200 \times 10^{-5}$  SI-enheter medan diabasernas varierar mellan 1 000 och  $6\,000 \times 10^{-5}$  SI-enheter.

Den yngsta bergarten inom kartområdet är den sandsten som finns som sprickfyllnad i en del sprickor. Den är troligen av mellankambrisk ålder (518 till 505 miljoner år) och likåldrig med sandstenen i Västgötabergen. Dessutom finns en kambrisk breccia sydväst om Kungälv som innehåller brottstycken av mellankambrisk sandsten och överkambrisk (505 till 495 miljoner år) kalksten, alunskiffer och orsten.

För ca 1 550 miljoner år sedan avslutades en bergskedjebildning (den gotiska) inom området. Under gotisk tid omvandlades och deformerades bergarterna under amfibolitfaciesförhållanden. Berggrunden förgnejsades, ådrades och veckades. Därefter följde en lugn, intraorogen period för mellan ca 1 550 och 1 150 miljoner år sedan, även om en viss kontinental magmatism skedde. Berggrunden eroderades också ned under denna period. För ungefär 1 150 miljoner år sedan inleddes den svekonorvegiska bergskedjebildningen. Överskjutningar skedde och det västra segmentet sköts upp relativt det östra längs Mylonitzonen. Under den senare delen av bergskedjebildningen avlastades området och blocken gled tillbaka. Berggrunden inom kartområdet omvandlades under amfibolitfaciesförhållanden och deformerades längs nord–sydliga stråk. Bergskedjebildningen avslutades för ca 900 miljoner år sedan. Därmed var den egentliga berggrundsbildande tiden över i sydvästra Sverige.

Då denna senaste bergskedjebildningsperiod var slut inträdde åter en lugn period. Bergskedjan eroderades ned och vid kambriums början för ca 545 miljoner år sedan hade en plan landyta (ett peneplan) bildats. Landytan sjönk och täcktes så småningom av vatten. På havsbotten avlagrades sand som så småningom cementerades ihop och bildade sandsten. Det är denna sandsten som nu återfinns som sprickfyllnad i en del sprickor. Kartområdet har troligen varit täckt av kambriska (och siluriska?) sediment som senare eroderats bort.

## BERGARTSBESKRIVNINGAR

### **Metagråvacka med inlagringar av metamafit, sannolikt vulkanogen (Stora Le–Marstrandgruppen)**

Inom den västra delen av kartområdet, dvs. skärgården och de västligaste delarna av fastlandet, består berggrunden huvudsakligen av gnejsig, ådrad och lokalt migmatitiserad metagråvacka. Den utgör en del av ett nord–sydligt stråk, som sträcker sig från Göteborgs södra skärgård, genom Bohuslän och västra Dalsland och vidare in i Norge. Inom den del som hör till kartområdet är dock ytbergartsgnejsen storskaligt, mjukt veckad, vilket medför att även öst–västliga strykningsriktningar förekommer. Gnejsen stupar huvudsakligen brant mot väster eller nordväst, förutom på fastlandet norr om Nordre älv där stupningsriktningen företrädesvis är brant eller medelbrant östlig.

Ytbergartsgnejsen tillhör en svit metasedimentära bergarter av gråvacketyyp med underordnade, konforma inlagringar av metamafit. Metagråvackornas ursprungsmaterial avsattes på havsbotten för ca 1 600 miljoner år sedan. En datering av sedimentära zirkoner har gett en maximiålder för avsättningen på ca 1 600 miljoner år (Åhäll m.fl. 1998), men då metagråvackorna är starkt omvandlade och veckade (fig. 3) är det omöjligt att säga var i lagerföljden de daterade zirkonerna är tagna. Eftersom sedimentationen skedde under en lång tidsperiod, får åldern på ca 1 600 miljoner ses som en ungefärlig anvisning om avsättningstiden. Neodymisotopundersökningar tyder på att metagråvackornas ursprungsmaterial härrör från två olika källor: dels från bergarter med en isotopsammansättning som liknar ytbergartsgnejsens inlagrade metavulkaniter, dels från kontinental berggrund som den svekofenniska eller det transskandinaviska magmatiska bältet (s. 4) i öster. Den hittills äldsta, daterade zirkonen i metagråvackorna är drygt 3 400 miljoner år (Cornell m.fl. 2000), vilket innebär att även arkeiskt material ingår. De metamafitiska inlagringarna utgjordes troligen från början av basaltiska till andesitiska lavar och pyroklastiska produkter, som senare kan ha omlagrats. Norr om kartområdet, på några små öar sydöst om Tjörn, finns det kuddlavastrukturer, vilket visar att lavafföden runnit ut under vatten. Metavulkaniternas kemi antyder enligt en teori att de bildats i oceanisk miljö i en vulkanisk öbåge eller innanför en öbåge.

Relativt välbevarad metagråvacka med bevarade primära texturer finns på Nordön strax öster om Marstrand. Inom kartområdet finns enbart några få mindre områden med relativt välbevarad metagråvacka, där bergarten är bandad (fig. 4) och diffus graderad skiktning förekommer. En av dessa lokaler är Sävvik (1 c) på Hisingen. De mer välbevarade partierna är finkorniga, grå till rödgrå, finbandade och uppvisar någon enstaka gång en diffus graderad skiktning. Banden





Fig. 3. Ådrad, veckad, migmatitiserad metagråvacka. Stora Le–Marstrandgruppen. Hönö (1a). 6405150/1250180.

*Veined, folded, migmatized metagreywacke. Stora Le–Marstrand group.*



Fig. 4. Bandad, ådrad metagråvacka (med isräfflor). Stora Le–Marstrandgruppen. Sävvik (1c). 6409990/1260380.

*Layered, veined metagreywacke (with glacial striae). Stora Le–Marstrand group.*





Fig. 5. Bandad, ådrad metagråvacka med inlagring av metamafit (med isräfflor). Stora Le-Marstrandgruppen. Sävvik (1 c). 6409990/1260380.

*Layered, veined metagreywacke with metamafite as layers (with glacial striae). Stora Le-Marstrand group.*

har vanligtvis en tjocklek på någon eller några centimeter, men det förekommer enstaka band som är upp till metertjocka. De är vanligen glimmerrika, mer sällsynt kvartsrika. De glimmerrika banden härrör från mer lerrika lager, medan de kvartsrika från början utgjorts av sandiga lager (tabell 2). Konforma inlagringar av mörkt grå till svarta, mafiska band förekommer sparsamt (fig. 5). Enstaka tunna skarnhorisonter har också observerats. Ofta har de, liksom de mafiska banden, under senare deformationer tänjts ut och slitits av och förekommer nu som boudiner i ytbergartsgnejsen. Då bergarten är kraftigt omvandlad och veckad är det omöjligt att avgöra hur mäktiga sedimenten har varit från början. De dominerande mineralen i metagråvackorna utgörs av kvarts, plagioklas och biotit. Även muskovit förekommer relativt rikligt och gnejsen kallades därför i äldre litteratur tvåglimmergnejs. Mineralinnehållet redovisas i tabell 2 och kemiska analyser i tabell 3.

Metagråvackornas ursprungsmaterial avsattes ungefär samtidigt med den senare delen av den gotiska bergskedjebildningen för 1 750 till 1 550 miljoner år sedan. I och med det har meta-sedimenten veckats ned i berggrunden och omvandlats under amfibolitfaciesförhållanden. För ca 1 560 miljoner år sedan trängde granitoidmagmor in strax öster om ytbergartsgnejsen och berggrunden värmdes då upp och en i stora drag ökande omvandlingsgrad kan ses i metagråvackorna från väster mot öster. I väster är de senare ådrade (fig. 6, 7), veckade och ställvis kraftigt migmatitiserade. Omvandlingsgraden ökar mot öster (fig. 8) och i zonen närmast de ca 1 560 miljoner år gamla, gnejsiga granitoiderna förlorar metagråvackorna helt sin struktur. De omkristalliserar till en i stort sett homogen, svagt gnejsig, tonalitisk bergart (fig. 9, 10), som ibland uppvisar äldre strukturer (fig. 11) eller innehåller mer eller mindre upplösta partier av





Fig. 6. Ådrad, migmatitiserad metagråvacka. Stora Le–Marstrandgruppen. Hönö (1 a). 6405150/1250180.

*Veined, migmatized metagreywacke. Stora Le–Marstrand group.*



Fig. 7. Ådrad, migmatitiserad metagråvacka (med isräfflor). Stora Le–Marstrandgruppen. Sillvik (1 b). 6409210/1257550.

*Veined, migmatized metagreywacke (with glacial striae). Stora Le–Marstrand group.*





Fig. 8. Migmatitiserad, omkristalliserad metagråvacka (med isräfflor). Stora Le–Marstrandgruppen. Sävvik (1 c). 6410000/1260410.

*Migmatized, recrystallized metagreywacke (with glacial striae). Stora Le–Marstrand group.*

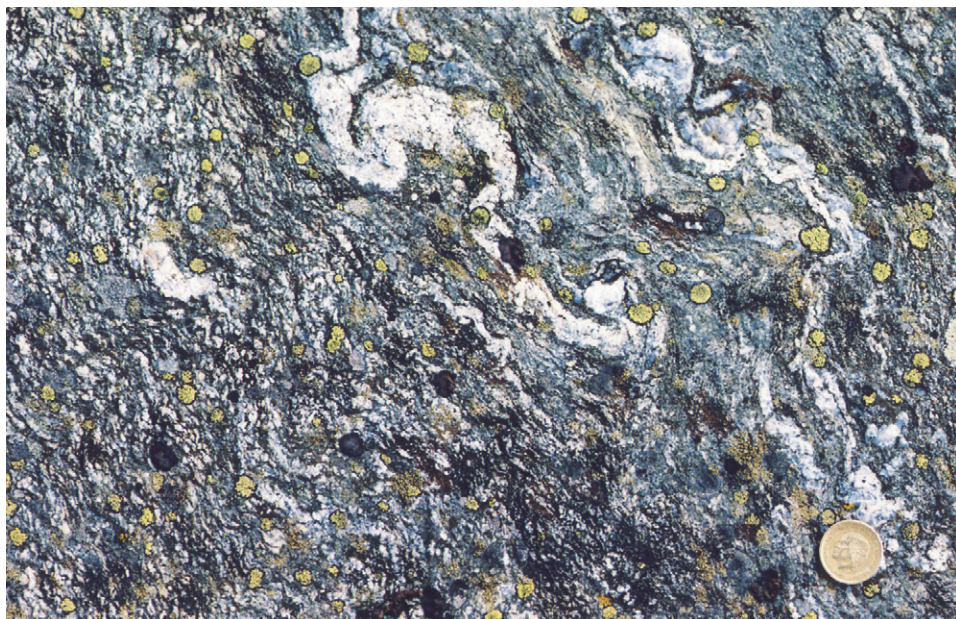


Fig. 9. Migmatitiserad, omkristalliserad metagråvacka. Stora Le–Marstrandgruppen. Torsviken (1 c). 6405510/1261320.

*Migmatized, recrystallized metagreywacke. Stora Le–Marstrand group.*





Fig. 10. Omkristalliserad metagråvacka. Stora Le–Marstrandgruppen. Torsviken (1 c). 6405510/1261320.

*Recrystallized metagreywacke. Stora Le–Marstrand group.*



Fig. 11. Omkristalliserad metagråvacka med ärvda strukturer (t.h.). Stora Le–Marstrandgruppen. Hönö (1 a). 6405070/1250390.

*Recrystallized metagreywacke with relict structures (right). Stora Le–Marstrand group.*





Fig. 12. Migmatitiserad metagråvacka. Stora Le–Marstrandgruppen. Pickel (1 b). 6409630/1258120.

*Migmatized metagreywacke. Stora Le–Marstrand group.*

ytbergartsgnejs. Kännetecknande för metagråvackornas omvandlingsgrad inom kartområdet är att den växlar mycket snabbt. Relativt välbevarade gnejser kan inom ett par meter övergå i rena migmatiter (fig. 12) eller helt omkristallisera till en nästan homogen bergart. Under den svekonorvegiska bergskedjebildningen för ca 1 150 till 900 miljoner år sedan omvandlades ytbergartsgnejsen under epidot-amfibolitfaciesförhållanden och deformerades stråkvis.

Ytbergartsgnejsen genomslås av gångar och mindre kroppar tillhörande de ca 1 560 miljoner år gamla, gnejsiga granitoiderna (s. 27). De förekommer företrädesvis inom de östra delarna av metagråvackornas utbredningsområde. De genomslås också av aplit- och pegmatitgångar (s. 39) av varierande ålder. Dessutom genomslås de av de ca nord-sydliga, äldre metadiabaserna, liksom av de ca 935 miljoner år gamla Göteborgsdiabaserna (s. 41).

## Metamafit och metaultramafit, gnejsiga

Metamafit och metaultramafit är omvandlade mörka bergarter och metamafiterna har inom kartområdet vanligen diorit- eller gabbrosammansättning. De har magmatiskt ursprung och har intruderat vid flera olika tidpunkter. En grupp är samtida med eller något äldre än de ca 1 600 miljoner år gamla, gnejsiga och ådrade granitoiderna (s. 25) och förmodligen associerad med dem. Likaså finns det en grupp, som är associerad med de ca 1 560 miljoner år gamla, gnejsiga granitoiderna (s. 27). I fält kan det vara svårt att skilja de olika grupperna åt och därför har de fått samma färg på kartan.

Metamafiterna finns spridda över hela kartområdet medan metaultramafit enbart förekommer i trakten av Glöskär (3b). Förekomsterna är relativt små och långsträckta, utdragna i den



Fig. 13. Inneslutningar (enklaver) av metamafit i ca 1560 miljoner år gammal granitoid. Österslätt (3 e). 6415000/1271240.

*Enclaves of metamafite in a c. 1560 million years old granitoid.*

förhärskande gnejsighetsriktningen. De uppträder också som gångar och ”skivor” i omgivande bergarter. Gångarna är ofta utdragna och avslitna (boudinerade) och bildar då små, linsformade kroppar. Kontaktarna mot omgivande bergart är för det mesta skarpa och då antingen tektoniserade eller med pegmatitiskt neosommateriell i själva kontakten. Ibland är det dock en gradvis övergång mellan granitoiden och metamafiten. Så är fallet runt kroppen vid Österslätt (3 e), där metamafiten förekommer som inneslutningar i den ca 1560 miljoner år gamla, gnejsiga granitoiden (fig. 13) och blandbergarter med olika sammansättning har bildats. Detta tyder på en nära association med den gnejsiga granitoiden och metamafiten skulle kunna vara ungefär likåldrig med (tidigt kristalliserat ur?) granitoiden. En datering av en metamafit på Kråkeskären (0 c) i Rivöfjorden har gett en ålder på ca 1555 miljoner år (Åhäll m.fl. 2000).

Metamafiternas utseende varierar. Kontaktzonen mot omgivande bergart är gnejsig, ofta med enstaka, tunna kvarts-fältspatådror (fig. 14), medan de centrala delarna är massformiga till svagt gnejsiga (fig. 15). Ju större förekomsten är, desto troligare är det att metamafiten är massformig i de inre delarna. Kornstorleken varierar från fint medelkornig till grovkornig. Mineralsammansättningen växlar inom några av förekomsterna. Vissa partier är relativt rika på plagioklas, medan andra nästan uteslutande består av hornblände. Färgen på bergarten varierar därmed från grå till svart. Mineralinnehållet redovisas i tabell 4, där de två första analyserna är från de ca 1600 miljoner år gamla metamafiterna. Kemiska analyser redovisas i tabell 5.

Metamafiterna genomslås av aplit- och pegmatitgångar. De kan också innehålla upp till meterstora kvartskörtlar och genomdras någon gång av dm-breda kvartsgångar.

Omkring 1 km norr om Tega (4 d) finns ett litet täljstensbrott, där man troligen tillverkat bl.a. dopfuntar (s. 44). Bergarten består av en metamafit, där sammansättningen varierar och vissa partier omvandlats till täljsten.





Fig. 14. Ådrad metamafit. Johanneberg (0 e). 6402680/1272280.  
*Veined metamafite.*



Fig. 15. Metamafit. Johanneberg (0 e). 6402680/ 1272180.  
*Metamafite.*

## Granit, granodiorit och tonalit, gnejsiga, ådrade (ca 1 600 miljoner år)

I den östra delen av kartområdet, från Bohus fästning och söderut längs Göta älv och genom de centrala delarna av Göteborg, sträcker sig ett område med granitisk, granodioritisk eller tonalitisk gnejs, som är kraftigt ådrad. Det utgör den västra delen av ett nord-sydligt stråk, som sträcker sig från den södra delen av det västra segmentet (s. 5) och norrut in i västra Värmland. Dessa gnejser dominerar i området öster om kartområdet. De tillhör en kalk-alkalin svit som intruderade för ca 1 600 miljoner år sedan under den gotiska bergskedjebildningens senare del.

De gnejsiga och ådrade granitoiderna tillhör de äldre bergarterna inom kartområdet. En U-Pb-datering på zirkoner från en granodioritisk ådergnejs strax norr om Norra Långevattnet (0 e) har gett en ålder på ca 1 600 miljoner år (Åhäll muntl. medd.). Ådergnejsernas sammansättning varierar från granitisk, över granodioritisk till tonalitisk och färgen därmed från röd till mörkt grå. Mineralinnehållet redovisas i tabell 6 och kemiska analyser i tabell 7. Vanligen är det ingen skarp gräns mellan de olika sammansättningsleden, utan de övergår gradvis i varandra. Inom de områden som är kraftigast ådrade är det dock en skarpare gräns, som främst är tektoniskt betingad. Bergarten får där också ofta ett bandat utseende. Kornstorleken varierar från fint medelkornig till grovt medelkornig. I ett smalt stråk i Kärralund (0 e) är gnejsen ögonförande med grovkorniga, polykristallina, stängliga fältspatögon. Ådergnejsen stryker i nord-sydlig riktning och den stupar medelbrant mot väster. Den innehåller sporadiskt med upp till meterlånga, kraftigt tillplattade mafiska enklaver.

De granitiska till tonalitiska ådergnejserna har deformerats och omvandlats under två bergskedjebildningar. Den första av dem är den gotiska, som avslutades för ca 1 550 miljoner år

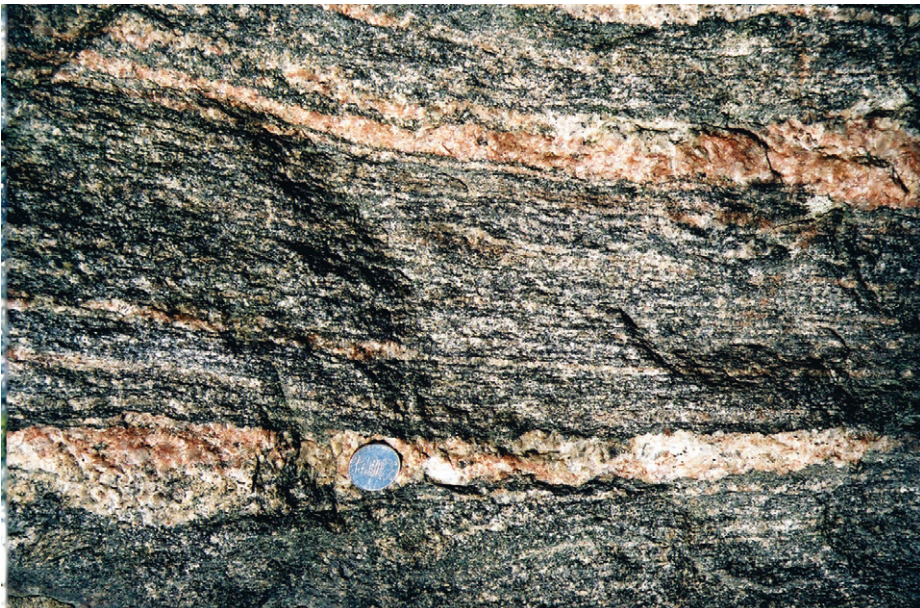


Fig. 16. Gnejsig, ådrad granit (ca 1 600 miljoner år gammal). Vasa (0 e). 6403280/1271850.  
*Gneissic, veined granite (age c. 1 600 million years).*



sedan och den andra är den svekonorvegiska, som ägde rum för ca 1 150 till 900 miljoner år sedan. Bergarterna har därigenom blivit deformerade, veckade och omvandlade under amfibolitfaciesförhållanden. Bergarten är nu gnejsig till starkt gnejsig, ibland tektoniskt bandad och ådrad (fig. 16). Ådrorna utgörs av två generationer, där den yngre övertvåras den äldre under liten vinkel. Den äldre består av smala, ihållande ådror, medan den yngre utgörs av bredare, ofta korta sliror.

Längs Göta älvdalen och dess fortsättning söderut mot Mölndal är ådergnejserna starkt tektoniserade och ibland mylonitiserade. I Göteborgs centrum finns också smala stråk där bergarten delvis är mylonitiserad. Myloniterna är i regel bara någon eller några centimeter tjocka, men kan vara upp till decimeterbreda. Deformationszonerna har ungefär nord-sydlig riktning och stupar medelbrant till brant mot väster. Deformationen skedde troligen huvudsakligen under den svekonorvegiska bergskedjebildningen.

I ådergnejserna finns skivliknande inneslutningar av mörkt grå till svart, gnejsig och ibland ådrad, metamafisk bergart (s. 22). De genomslås av flera generationer aplit- och pegmatitgångar. De äldre tycks konforma med och är utdragna i gnejsighetsriktningen, veckade och ibland boudinerade, medan de yngre klipper ådergnejserna (fig. 33).

## **Granodiorit, gnejsig, ögonförande med fältspatögon >2 cm**

Gnejsig, ögonförande granodiorit, s.k. ögongnejs, förekommer i två långsmala band i området runt Kärralund (0 e) i den östra delen av Göteborg. I Västsverige finns bergarten i ett stråk väster om Mylonitzonen från trakten norr om Varberg och norrut till Grästorp, som ligger två mil öster om Trollhättan. Banden kan vara upp till 2 km breda och kan följas i flera mil. De har blivit veckade samtidigt som den övriga berggrunden och avslöjar tydligt den storskaliga veckbildan.

Ögongnejsen inom kartområdet förekommer som skivformade kroppar med ungefärlig nord-sydlig utsträckning. De utgör en västlig del av en domformad veckstruktur, som återfinns strax öster om kartområdet. Veckningen skedde under den svekonorvegiska bergskedjebildningen som ägde rum för ca 1 150 till 900 miljoner år sedan. Ögongnejsen stupar medelbrant mot väster.

Bergarten kännetecknas av de stora fältspatögonen (fig. 17) som kan ha en diameter på upp till 10 cm. Ögonen består av stora kalifältspatkristaller eller ansamlingar av kalifältspat och plagioklas, ibland också med något kvarts. De största ögonen är rektangulära och består av en enda mikroklinkristall, som innehåller mindre korn av plagioklas och kvarts. Detta tyder på att kristallerna vuxit till i ett sent skede. De mindre ögonen är ovala till linsformade, stängliga och två till fyra centimeter i diameter. Ögonens form antyder att de blivit deformerade (pressade). De består av ett flertal korn av mikroklin, plagioklas och något kvarts. Det förekommer också enstaka plagioklas- eller kvartsögon. Ögonen varierar i storlek och antal inom en och samma yta, men utgör ungefär 20 till 30 volymprocent av bergarten.

Mellanmassan är rödgrå till grå, medelkornig och oftast gnejsig. Mineralsammansättningen utgörs av kvarts (25–35 volymprocent), kalifältspat (10–25 volymprocent), plagioklas (20–40 volymprocent) och biotit (10–20 volymprocent). Dessutom förekommer mindre mängder av muskovit, epidot, titanit, apatit, zirkon, pumpellyit och opakmineral. Kemiskt består bergarten



Fig. 17. Gnejsig, ögonförande granodiorit. Torp (0 e). 6402310/1274800.  
*Gneissic, porphyroblastic granodiorite.*

av ca 70,0 %  $\text{SiO}_2$ , 14,0 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 0,5 %  $\text{TiO}_2$ , 3,5 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 0,9 %  $\text{MgO}$ , 0,08 %  $\text{MnO}_2$ , 2,3 %  $\text{CaO}$ , 2,8 %  $\text{Na}_2\text{O}$ , 5,0 %  $\text{K}_2\text{O}$ , och 0,12 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Bergartens ålder är inte känd. Den förekommer som långsträckta band inom de ca 1 600 miljoner år gamla, ådrade och gnejsiga granitoiderna. Några intrusivkontakter mot dem har inte observerats, inte heller brottstycken av den ena i den andra. Kontakterna är konforma, men det tycks ibland vara en gradvis övergång mellan de båda bergarterna. Ögonen avslöjar att bergarten varit utsatt för två deformationsperioder, eftersom fältspatögonen först deformerats till kristallaggregat och senare tillväxt till stora, rektangulära fältspatkristaller. Detta tyder på att bergarten skulle kunna vara ungefär likåldrig med de ca 1 600 miljoner år gamla, ådrade och gnejsiga granitoiderna.

## Granit, granodiorit och tonalit, gnejsiga (ca 1 560 miljoner år)

En av de dominerande bergarterna inom kartområdet är de gnejsiga graniter, granodioriter och tonaliter, som huvudsakligen finns öster om Stora Le–Marstrandgruppens metagråvackor. De utgör en del av ett nord–sydligt stråk som sträcker sig från trakten söder om Göteborg, norrut genom Uddevalla och mellersta Dalsland till västra Värmland. De består av en kalk-alkalin, differentierad svit, som intruderade för ca 1 560 miljoner år sedan under slutfasen av den gotiska bergskedjebildningen. U-Pb-datering på zirkoner från två prov tagna på södra Hisingen (0 d) har gett åldrar på ca 1 560 miljoner år (Åhäll m.fl. 2000). De första intrusionerna utgjordes av mafiska led som bestod av de tidigaste kristallisaten ur magmorna. De bildar nu mindre kroppar och enklaver i granitoiderna (s. 22).

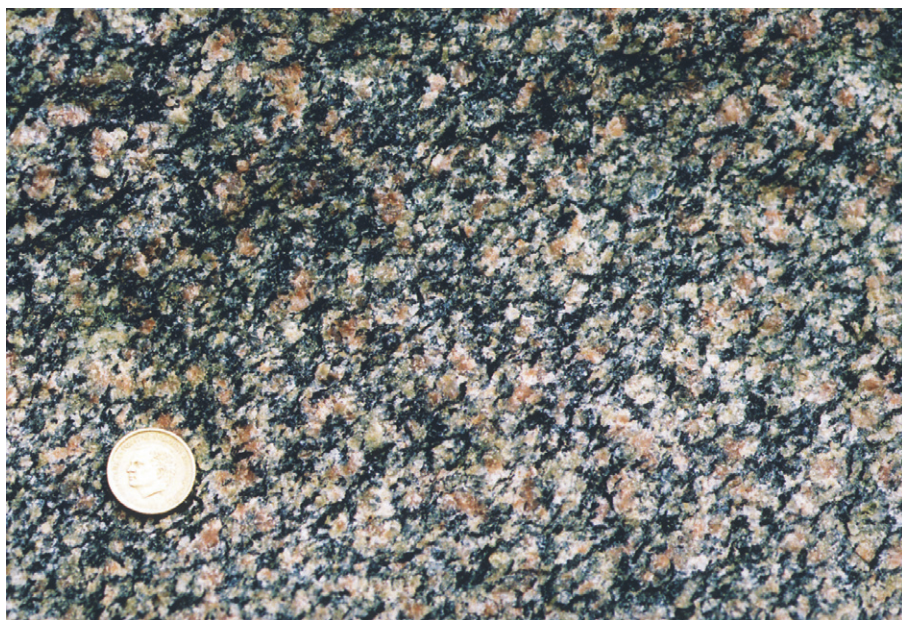


Fig. 18. Grå-röd granit (ca 1560 miljoner år gammal). Älvsborg (0 d). 6402060/1267330.  
*Greyish-red granite (age c. 1560 million years).*

Gnejsernas sammansättning varierar från granitisk (fig. 18), till tonalitisk och färgen från grå-röd till mörkt grå. Mineralinnehållet redovisas i tabell 8 och kemiska analyser i tabell 9. Plagioklaskornen innehåller små epidotkristaller och därmed får plagioklasen en svagt grön färgton. Bergarten innehåller ofta små mängder av vit glimmer (muskovit). Vanligen är det ingen skarp gräns mellan de olika sammansättningsleden, utan de övergår gradvis i varandra. Inom de områden, som är starkt gnejsiga kan det dock vara en skarp gräns som då främst är tektoniskt betingad. Kornstorleken varierar från fint medelkornig till grovt medelkornig och bergarten är oftast jämnkornig. I några områden, som t.ex. i trakten av Älvsborg (0 d) i västra Göteborg, Skarvikshamnen (0 d) på södra Hisingen och Skålvisered (3 d) på norra Hisingen, förekommer stängliga fältspatögon (fig. 19). Gnejserna innehåller sporadiskt, men inom vissa områden rikligt med, upp till meterlånga, rundade eller starkt tillplattade, mafiska enklaver (fig. 20). Enklavernas form beror på hur gnejsigheten varierar inom bergarten.

De granitiska till tonalitiska gnejserna har blivit deformerade och omvandlade under amfibolitfaciesförhållanden under den svekonorvegiska bergskedjeveckningen, som ägde rum för ca 1 150 till 900 miljoner år sedan. De har blivit olika kraftigt deformerade, eftersom den svekonorvegiska deformationen uppträder i stråk med ungefärlig nord-sydlig riktning. Granitoiderna är vanligtvis svagt gnejsiga till gnejsiga (fig. 21) medan de stråkvis är starkt gnejsiga och ibland ådrade. Den dominerande strökningsriktningen är nord-sydlig inom den södra delen av kartområdet, medan den på fastlandet norr om Nordre älv är nordöst-sydvästlig. Gnejserna stupar medelbrant till brant, huvudsakligen mot väster. Bergarten har också blivit mjukt veckad.

De gnejsiga granitoiderna innehåller brottstycken av en grå, bandad och ådrad bergart som tolkats som metagråvacka tillhörande Stora Le-Marstrandgruppen. Brottstyckena förekommer





Fig. 19. Ögonförande granit (ca 1 560 miljoner år gammal). Ruddalen (0 d). 6400260/ 1267460.  
*Porphyroblastic granite (age c. 1 560 million years).*



Fig. 20. Gråröd granit (ca 1 560 miljoner år gammal) med mafisk enklav. Älvsborg (0 d). 6402060/1267330.  
*Greyish-red granite (age c. 1 560 million years) with mafic enclave.*





Fig. 21. Gnejsig tonalit (ca 1 560 miljoner år gammal). Länsmansgården (1 d). 6407410/ 1266940.  
*Gneissic tonalite (age c. 1 560 million years).*

främst inom de västliga delarna av granitoiderna i ett stråk från Sandvik (2 c) mot nordost, på centrala Hisingen från Säve kyrka (3 d) mot norr till Tomtebacken (3 d) och i trakten av Långe- drag (0 c). De varierar i storlek från några decimeter till ett tiotal meter. Vissa av brottstyckena har delvis smält och assimilerats av den omgivande bergarten. Gnejserna innehåller också brottstycken av mörkt grå till svarta, gnejsiga och ibland ådrade, mafiska bergarter. Storleken på brottstyckena överstiger sällan ett par meter och de är utsträckta i gnejsighetsriktningen.

De granitiska till tonalitiska gnejserna genomslås av metamafit-, aplit-, pegmatit- och diabasgångar. Dessutom förekommer någon enstaka gång av ögonförande, gnejsig granit (RA-granit).

Yngre tektonik återspeglas i smala zoner, där bergarten är starkt förskiffrad och ibland mylonitiserad. Zonerna har nordväst–sydöstlig till nordöst–sydvästlig riktning och stupar medelbrant mot väster. Någon enstaka förkastning förekommer också. Från Kärra (2 c) till Skändla (2 d) sträcker sig en förkastningslinje, där det norra blocket rört sig mot väster i förhållande till det södra. Strax nordväst om Rödbo (4 c) upptäcktes vid motorvägsbygget en sprickzon med en kambrisk breccia som bl.a. innehåller material från kambriska bergarter (s. 44).

Gnejserna har brutits i ett fåtal små stenbrott (s. 44). Materialet har främst använts lokalt som byggnadssten.

## Granit, gråröd till grå, svagt gnejsig, vanligen muskovitförande

Om en bergart utsätts för högre temperatur och tryck, reagerar den först med att mineralen omkristalliserar. Om den 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 temperatur och tryck blir ännu högre börjar vissa mineral (framför allt kvarts och fältspat) att smälta. Smältorna kan stanna där de är eller tränga upp genom jordskorpan (s.k. mobilisat). De kan också ansamlas och bilda magmor som nu återfinns som större eller mindre bergartskroppar eller som gångar i andra bergarter. I fält kan det vara svårt att dra gränsen mellan ursprungsbergarten och det omvandlade materialet, då det ofta finns partier som har omkristalliserat eller delvis smält, 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 egen beteckning.

Den här aktuella graniten förekommer i större eller mindre massiv på fastlandet norr om Nordre älv, som kroppar inom Stora Le–Marstrandgruppen. Den innehåller ofta en del mer eller mindre assimilerade skivor eller brottstycken av ytbergartsgnejs och har bildats genom partiell uppsmältning av metagråvackorna. Bergarten är vanligtvis röd eller grå. Kornstorleken varierar från fin- till fint medelkornig och bergarten är oftast jämnkornig. I området väster om Torsby (4c) finns en ögonförande och stänglig variant av denna granit. Ögonen består av fältspat som är upp till två centimeter i diameter och rundade eller rektangulära. I vissa partier är bergarten massformig, men oftast är den mer eller mindre gnejsig. Sammansättningen är granitisk och de ingående mineralen utgörs av kvarts (30–50 volymprocent), mikroklin (20–40 volymprocent), plagioklas (15–30 volymprocent) samt mindre mängder av muskovit, biotit, apatit, titanit, zirkon och opakmineral. Bergarten är inte daterad, men den är yngre än Stora Le–Marstrandgruppen och äldre än den svekonorvegiska deformationen, då den har påverkats av denna.

På ett ställe inom kartområdet har man provbrutit den ögonförande varianten. Brottet är beläget i Brunnefjäll fyra kilometer söder om Lycke (4b).

## Metadiorit och metagabbro

Metadiorit och metagabbro förekommer som relativt små kroppar, huvudsakligen i anslutning till en porfyrisk granit (Askimsgranit s. 34). De finns i ett stråk från Högsbo (0d) och vidare norrut till Rambergsstaden (1d). Norr därom finns en kropp i Glöstorp (2d). Ytterligare en förekomst av metadiorit och metagabbro finns sydväst om Tagene (2e). De är associerade dels med den granitkropp, som stäcker sig från Onsalahalvön, genom centrala Göteborg och vidare till Kungälv, dels med den som sträcker sig från Backa (1e) till Larsered (2e). Vidare finns det några små kroppar av metadiorit och metagabbro som inte uppträder i anslutning till någon granitkropp, men som tolkats som likåldriga med de övriga. Till dessa hänförs t.ex. en liten förekomst vid Chalmers i Johanneberg (0e) och dessutom ett antal gångar spridda över kartområdet.

Metadioriten och metagabbro har magmatiskt ursprung och intruderade ungefär samtidigt som eller något tidigare än den granitmagma, som gav upphov till Askimsgraniten (bimodal magmatism). De båda magmorna har på en del ställen blandat sig med varandra så att hybridbergarter bildats (fig. 22). Både i Rambergsstaden (1d) och norr om Glöstorp (2d) finns det





Fig. 22. Hybridbergart mellan metagabbro och Askimsgranit. Rambergsstaden (1d). 6405410/1268890.

*Hybrid rock formed by mixing between mafic magma (metagabbro) and granitic magma (Askim granite).*

illustrativa exempel på detta. En datering av zirkoner, som nybildats i ådergnejsen runt metagabbbron vid intrusionstillfället, har gett en ålder på drygt 1 330 miljoner år (Kiel 2001). En datering (U-Pb-metoden) av Askimsgraniten på ett prov taget strax söder om kartområdet har gett en ålder på ca 1 340 miljoner år (Austin Hegardt 2000).

Bergarterna är medel- till grovkorniga, men kornstorleken varierar inom en och samma kropp. De består av omvandlad diorit och gabbro och enligt äldre litteratur också norit. Sammansättningen varierar också den inom en och samma kropp. Vanligen är det ingen skarp gräns mellan de olika sammansättningarna utan de övergår gradvis i varandra. Färgen på bergarterna varierar från grå till svart. I metagabbbron i Johanneberg (0 e) finns strökor av plagioklas, som är upp till 2 × 6 cm stora (fig. 23). Rester av pyroxen omgivna av senare bildat hornblände är vanligt förekommande. Mineralinnehållet redovisas i tabell 10 och kemiska analyser i tabell 11. Oftast är metadioriten och metagabbbron massformiga (fig. 24), men de är gnejsiga i kantzonen mot omgivande bergarter och i smala svekonorvegiska skjuvzoner. Inom vissa delar finns också små, tunna ådror av kvarts och plagioklas.

Metadioriten och metagabbbron innehåller få och relativt små brottstycken av äldre bergarter. Några av dessa har tolkats som tillhörande metagråvackorna och andra som gnejsiga granitoider. Gångar av ögonförande granit liksom pegmatit förekommer sparsamt. De yngre Göteborgsdiabaserna (s. 42) klipper metadioriten och metagabbbron.





Fig. 23. Metagabbro med plagioklasströckorn. Johanneberg (0 e). 6402530/1271670.  
*Metagabbro, plagioclase-phyric.*

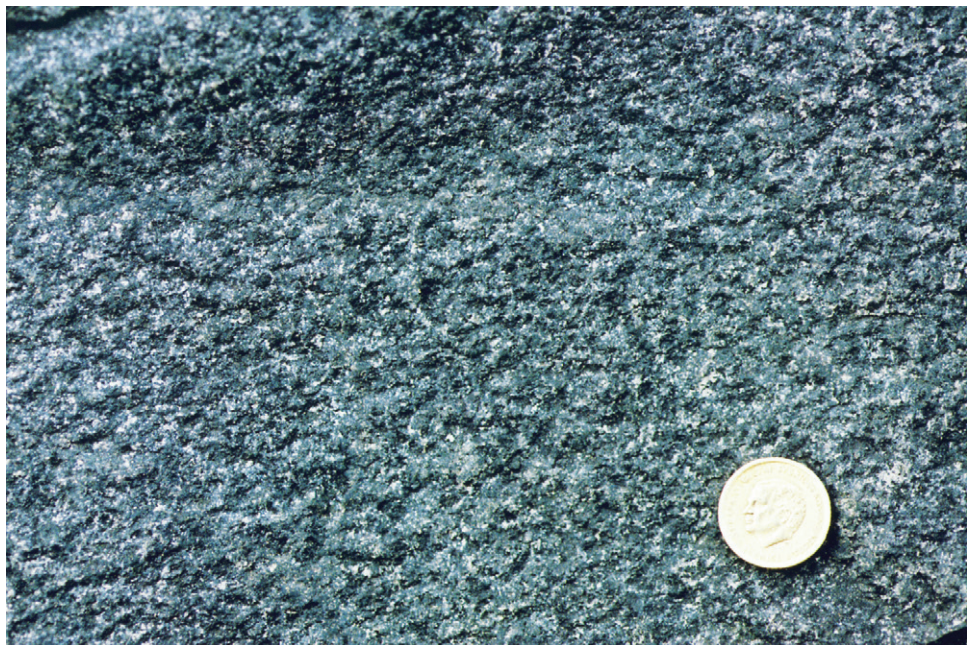


Fig. 24. Massformig metagabbro. Glöstorps (1 d). 6409750/1268620.  
*Isotropic metagabbro.*



## Granit (Askimsgranit), porfyrisk, gråröd till rödgrå, massformig till förgnejsad

Porfyrisk granit, s.k. Askimsgranit, förekommer i två nord–sydliga stråk parallella med den s.k. RA-graniten (s. 37). Det västra stråket sträcker sig från Högsbo (0 d) i den södra delen av kartområdet, men utgörs här av ett mycket smalt parti, som blir bredare mot norr. Stråket fortsätter tvärs över Hisingen, smalnar av och avslutas sydväst om Kungälv. Det utgör den norra delen av en kropp, som sträcker sig från Onsalahalvön söder om Göteborg, genom Askim och vidare norrut. Det östra stråket sträcker sig från Backa (1 c) på Hisingen och norrut till Larsered (2 e).

Graniten har magmatiskt ursprung. Den trängde in i de äldre, gnejsiga granitoiderna under den intraorogena period som inleddes för ca 1 530 miljoner år sedan och som avslutades i och med att den svekonorvegiska bergskedjebildningen påbörjades för ca 1 150 miljoner år sedan. En åldersbestämning på Askimsgraniten, gjord på ett prov taget strax söder om Göteborg, har gett en ålder på ca 1 340 miljoner år (Austin Hegardt 2000). Liknande och likåldriga graniter finns spridda inom sydvästra Sverige (s. 10), ofta associerade med mafiska bergarter (s. 31). Metadiorit och metagabbro uppträder som relativt små kroppar i och i anslutning till graniten. De är i stort sett likåldriga med eller något äldre än graniten och de båda magmorna har ibland blandats så att hybridbergarter (fig. 22) har bildats. Lokalt uppträder det i graniten centimeter- till meterstora inneslutningar (enklaver) av metadiorit och metagabbro, liksom det finns allt från smala linser (fig. 25) och gångar av granit till enstaka centimeterstora fältspat- och kvartskorn i metadioriten och metagabbro. I Rambergsstaden (1 d) och väst om Tängen (2 d) finns exempel på detta.



Fig. 25. Askimsgranit som gångar och linser i metagabbro. Rambergsstaden (1 d). 6405410/1268890.

*Askim granite as dykes and lenses in metagabbro.*





Fig. 26. Askimsgranit. Rambergsstaden (1 d). 6405400/1268890.

*Askim granite.*

Askimsgraniten (fig. 26) är gråröd till rödgrå. Den är porfyrisk (ögonförande) med rektangulära, ibland rundade, ca  $1 \times 2$  cm stora fältspatkristaller i en medelkornig grundmassa. På Ramberget vid Brämaregården (0 d) och norrut finns dock ögon, som är upp till 12 cm i diameter (fig. 27). Ögonen är ibland av rapakivtyp (fig. 28), dvs. den centrala kalifältspaten omges av plagioklas. Mindre partier av graniten saknar ögon och är jämnkornig. De mörka mineralen utgörs främst av biotit, men ett grönaktigt hornblände förekommer ibland. Mineralinnehållet redvisas i tabell 12 och kemiska analyser i tabell 13. Några intrusionskontakter mot omgivande äldre bergarter har inte observerats. De flesta kontakterna är dock inte synliga utan jordtäckta och de som är exponerade är tektoniserade.

Under den svekonorvegiska bergskedjeveckningen för ca 1 150 till 900 miljoner år sedan deformerades graniten (fig. 29) längs nord–sydliga stråk, samtidigt som den omvandlades under amfibolitfaciesförhållanden. Den vanligen massformiga graniten övergår i dessa nord–sydliga skjuvzoner i en starkt pressad, gnejsig bergart. Övergången mellan deformerade och icke deformerade partier kan vara gradvis men också närmast knivskarp. I zonerna är bergarten ibland mjukt veckad vilket syns på vertikala hälltytor.

Askimsgraniten innehåller sparsamt med upp till meterstora brottstycken av en grå, medelkornig, ådrad, migmatitiserad gnejs, som tolkats som tillhörande Stora Le–Marstrandgruppens metagråvackor (s. 16). Pegmatitgångar slår igenom graniten. De är övertvärande med skarp kontakt mot graniten och tycks opåverkade av sena deformationer. Gångarnas bredd varierar, men de är vanligen inte mer än några meter breda. Graniten klipps också av de ca 935 miljoner år gamla Göteborgsdiabaserna (s. 42).

Askimsgraniten har varit föremål för stembrytning (blocksten) i några få, små stembrott, bl.a. norr om Säre kyrka (3 d).





Fig. 27. Ögonförande, gnejsig Askimsgranit. Ramberget (1 d). 6405360/1269840.  
*Askim granite, feldspar-phyric, gneissic.*



Fig. 28. Ögonförande Askimsgranit med rapakivimantling av ögonen. Säve kyrka (3 d). 6415400/  
 1268920.  
*Askim granite, feldspar-phyric (rapakivi texture).*





Fig. 29. Deformerad Askimsgranit. Säve kyrka (3 d). 6415400/1268920.

*Deformed Askim granite.*

## Granit (RA-granit), röd till gråröd, medelkornig respektive ögonförande

Graniten förekommer i två stråk parallella med och öster om Askimsgraniten (s. 34). Det ena sträcker sig från Änggården (0 e) i södra delen av kartområdet och norrut genom centrala Göteborg, Tuve (2 d) och Säve (3 d) på Hisingen till Kungälv. Det andra sträcker sig från Backa (2 e) på Hisingen norrut till Kungälv, där de båda stråken löper samman och fortsätter vidare norrut. Det västliga stråket fortsätter i sin tur söderut mot Kungsbacka strax söder om Göteborg. Graniten har populärt kallats för RA-granit på grund av sin förhöjda gammastrålning (naturlig radioaktivitet). Radiumindex är dock bara i undantagsfall högre än 1, vilket motsvarar ca 16 ppm uran.

Graniten har magmatiskt ursprung och trängde in både i de gnejsiga, ca 1 560 miljoner år gamla och de gnejsiga och ådrade, ca 1 600 miljoner år gamla granitoiderna. Delvis skedde detta längs Askimsgranitens östra kontakt. Det skedde under den intraorogena period som avlöste den gotiska bergskedjebildningen för ca 1 530 miljoner år sedan. En U-Pb-datering på zirkoner från ett bergartsprov taget nordväst om Kärra (2 c) har gett en ålder på ca 1 310 miljoner år (Austin Hegardt 2000). Ungefär likåldriga graniter finns spridda inom sydvästra Sverige (s. 10).

RA-graniten (fig. 30) är röd till gråröd, medelkornig eller diffust ögonförande. Ögonen är linsformade, polykristallina och ca en till två centimeter i diameter. De består av kalifältspat (mikroklin) och plagioklas. De mörka mineralen utgörs av ett blågrönt hornblände, biotit och





Fig. 30. Granit (RA-granit). Kärra (3 e). 6415150/1272610.  
*Granite (RA-granite).*

ibland pyroxen. Mineralen flusspat är vanligt och förorsakar förhöjd fluorhalt i grundvattnet. Mineralinnehållet redovisas i tabell 14 och kemiska analyser i tabell 15.

Några intrusivkontakter mot omgivande bergarter har inte observerats. De flesta kontakter är dock inte synliga utan jordtäckta och de som syns i håll är tektoniserade. Graniten innehåller sparsamt med brottstycken av äldre bergarter. I trakten av Halleröd, ca en kilometer nordväst om Surte (3 e), förekommer dock meterstora brottstycken av en grå, gnejsig granodiorit, som tolkats tillhöra de ca 1 560 miljoner år gamla, gnejsiga granitoiderna. Vidare finns det skivor eller möjligen gångar av gnejsig, ibland ådrad metamafit.

Under den svekonorvegiska bergskedjebildningen för ca 1 150 till 900 miljoner år sedan omvandlades graniten under amfibolitfaciesförhållanden och deformerades längs nord-sydliga stråk. Bergarten är svagt gnejsig till gnejsig och i de deformerade stråken ibland också ådrad. Längs det västra stråkets östliga gräns är graniten starkt tektoniserad och mylonitiserad.

Graniten grusvittrar på en del platser (fig. 31). Vittringen har skett i allt från smala zoner till områden där den nått ca tre meter djupt. På de senare platserna har förekomsterna ibland använts som grustag. Så har skett i t.ex. Skändla (2 d) i Tuve och Svensby (2 d) i Säve. På den senare platsen använder man sig fortfarande av materialet om än i liten skala.

Pegmatit- och aplitgångar slår igenom graniten. Gångarna är konforma eller övertvärande och är av olika ålder. De äldre har blivit deformerade medan de yngre tycks opåverkade av sena deformationer. Graniten genomslås också av de ca 935 miljoner år gamla Göteborgsdiabaserna.

RA-graniten har brutits bl.a. i Rödbo (4 e) och i Tagene (2 e) finns för närvarande en större bergtäkt (bergkross s. 44).



Fig. 31. Grusvittrande granit (RA-granit). Svensby (2 d). 6414480/1269630.

*Granite (RA-granite) affected by granular weathering.*

## Pegmatit, pegmatit- och aplitgångar

Pegmatit är en grovkornig, granitisk bergart, där de ingående mineralen till största delen utgörs av kvarts, kalifältspat och, plagioklas samt biotit eller muskovit, eller båda dessa. Kornstorleken växlar ofta även inom en och samma förekomst. Enstaka mineralkorn kan ha en diameter på flera meter. Aplit har också granitisk sammansättning, men är finkornig.

Inom kartområdet är pegmatitgångar relativt vanliga medan aplitgångar är något mer sällsynta. De är av olika ålder (fig. 32) och har trängt in i jordskorpan vid flera olika tidpunkter. De äldsta är medveckade i berggrunden, utdragna i gnejsighetsriktningen och kan ibland vara avslitna i mindre bitar (boudinerade). Yngre pegmatitgångar slår rakt igenom de ca 1 600 miljoner år gamla, gnejsiga och ådrade granitoiderna (fig. 33) och är alltså yngre än dem. De allra yngsta gångarna kan ha en ålder på ca 1 000 miljoner år, då den s.k. Högsbopegmatiten strax söder om kartområdet är daterad till ca 1 030 miljoner år (Romer & Smeds 1996). Någon datering av pegmatit från kartområdet har dock inte gjorts. Bredden på gångarna varierar, men de flesta är mindre än en meter breda. Bara några få pegmatitförekomster är så stora att de markerats med egen färg på kartan. De finns öster om Klöverön (4 a), vid Lerbäck (2 e), 1 km väster om Larsered (2 e), väster om Hästevik (1 b) och norr om Kålltorp (1 c). Ibland förekommer brottstycken av sidoberget i pegmatiten.

En del pegmatitgångar innehåller mineralet amasonsten (fig. 34), en grönfärgad variant av kalifältspat. Dessa gångar har bara observerats inom RA-graniten. Strax öster om Slätta damm (1 d) har man brutit en pegmatit av denna typ. Gången är ca fem meter bred och stryker i väst-nordvästlig riktning.





Fig. 32. Pegmatitgångar av olika ålder, som klipper metagråvacka (Stora Le–Marstrandgruppen). Skeppstadholmen (0 b). 6404370/1259840.

*Dykes of pegmatite of different ages cutting metagreywacke (Stora Le–Marstrand group).*



Fig. 33. Pegmatitgångar som klipper ådrad, gnejsig granodiorit (ca 1600 miljoner år gammal). N. Långevattnet (0 e). 6400820/1275000.

*Dykes of pegmatite cutting veined, gneissic granodiorite (age c. 1600 million years).*



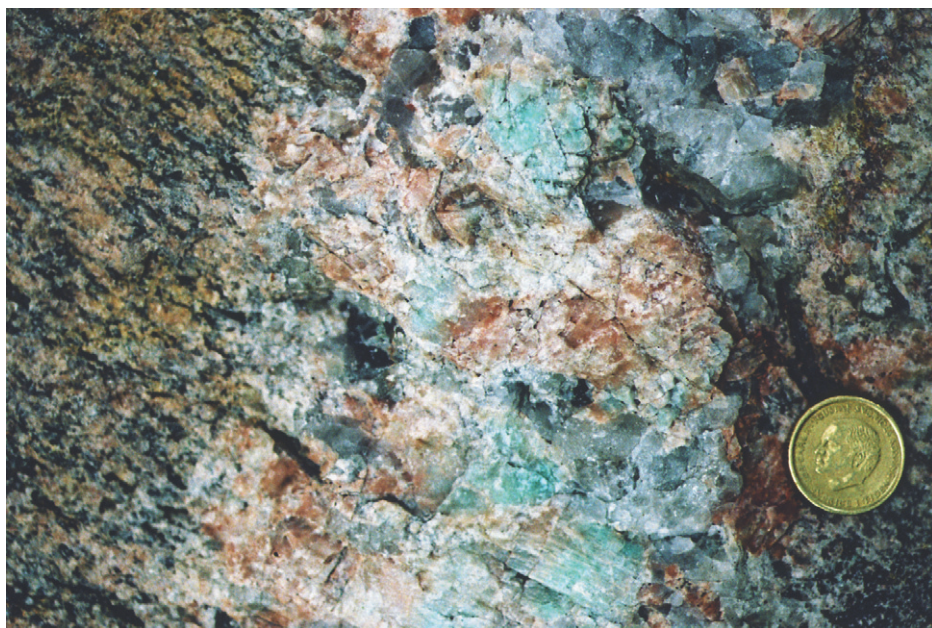


Fig. 34. Amasonstensförande pegmatitgång, som klipper granit (RA-granit). Norum (1d). 6409970/1269360.

*Amazonite in dyke of pegmatite cutting granite (RA-granite).*

Vissa av pegmatitgångarna har förhöjd gammastrålning, men denna varierar stort inom en och samma gång. De högsta gammastrålningsvärdena (51 mR/tim), som överhuvudtaget erhållits inom kartområdet, har uppmätts på en pegmatitgång i Lunden (0e). Det motsvarar ett radiumindex på 1,53.

## Metadiabas och diabas

Diabas är en mörk gångbergart, där de viktigaste mineralen utgörs av plagioklas och pyroxen. Vanligen är plagioklasen listformad och omgiven av pyroxen i en s.k. ofitisk textur. Bergarten är grå till svart och får på vittrad yta en brunaktig färgton.

Inom kartområdet förekommer det relativt rikligt med gångar bestående av metadiabas. De har företrädesvis observerats längs kusten, vilket skulle kunna bero på att blottningsgraden är högre och det därmed är lättare att upptäcka dem där. Gångarna har nord-sydlig till nordöst-sydvästlig riktning och de stupar i regel brant. Bredden varierar från någon decimeter till några meter. Metadiabasen är finkornig, massformig till svagt förskiffrad och mörkt grå till svart. Pyroxen påträffas mycket sällan; den har omvandlats till hornblände. Mineralinnehållet utgörs av kvarts 0–5 volymprocent, plagioklas 30–40 volymprocent, hornblände 50–60 volymprocent och biotit 5–10 volymprocent. Som accessoriska mineral förekommer pumpellyit och opakmineral. Rester av klinopyroxen omgivna av sekundärt hornblände återfinns sporadiskt.

Det har inte gjorts någon åldersbestämning på metadiabaserna. Strax söder om kartområdet

klipper de dock de ca 1 560 miljoner år gamla, gnejsiga granitoiderna. De genomslås själva i sin tur av de ca 935 miljoner år gamla Göteborgsdiabaserna. Öster om Hjuvik (0b) klipper en av Göteborgsdiabaserna en ca meterbred metadiabas.

Inom kartområdet finns tre större och ett antal mindre diabaser. De kallas med ett gemensamt namn för Göteborgsdiabaserna. De har västnordväst–östsydöstlig riktning och är brantstående. En paleomagnetisk åldersbestämning har gett en ålder på 800 till 900 miljoner år (Abrahamsen 1974). Diabaserna har dock samma paleopol som Egersundsgångarna i sydvästra Norge, som är ca 650 miljoner år gamla. En nyligen gjord datering på Tuvegången har gett en ålder på ca 935 miljoner år (Hellström m.fl. 2004). Diabaserna bildades således under den svekonorvegiska bergskedjebildningens slutskede. De klipper de omgivande bergarternas strukturer och har skarpa och kylda kontakter mot sidoberget. Ibland innehåller de kantiga brottstycken av omgivande bergart och ibland har de bildat apofyser. Magman trängde in i en kall, spröd krusta längs förmodligen redan existerande spricksystem. Diabasen har kvar sin primära mineralogi förutom i vissa partier, där den är hydrotermalt omvandlad. De tre största gångarna kallas Tuve-, Grimbo- respektive Slottsskogsgången. Tuvegången sträcker sig från Backadalen (1 c), förbi Tuve kyrka (2 d), Säve flygplats (2 d), över Lilla Överön (3 b), Gräsholmarna (3 b) och Gillholmen (3 b) västerut till Torvskär (3 a). Av den flygmagnetiska kartan framgår att gången går alldeles norr om Stockholmsarna (2 c). Grimbogången återfinns ett par kilometer söder om Tuvegången och den sträcker sig från Tingstad (1 e) över Grimbo (1 d) till Björlanda (2 c) och kan därefter följas ytterligare några kilometer västerut enligt den flygmagnetiska kartan. Slottsskogsgången återfinns ca sju kilometer söder om Grimbogången och sträcker sig från Slottskogen (0 d) över Kungsladugård (0 d) och Ryhamnen (0 d) till Hjuvik (1 b). Förmodligen är det denna gång, som fortsätter på Björkö (1 a), Hälsö (1 a) och Burö (1 a) och vidare västerut, för att sedan dyka upp på Stora Oset (2 a). Norr om Tuvegången på Lilla Överön finns en ca en meter bred gång i Vråkär (3 b) och norr om Nolvik (3 c) finns ytterligare några upp till meterbreda gångar. Dessutom finns det diabaser i Alleby (2 d), Högåsa (2 c) och nordöst om Björlanda kyrka (2 c), vilka alla är mellan en och två meter breda. På Fånyttan (3 j) norr om Rörö finns en gång som är ca 20 meter bred. På norra Fotö (0 a) och södra Hönö (0 a) finns ytterligare några smala gångar. På många platser har diabasen vittrat bort och man kan då följa den längs den klyfta som finns kvar. Förmodligen finns det fler diabaser än vad som observerats, eftersom de kan ha vittrat bort helt i vissa sprickor.

Tuevegången är som bredast ca 200 meter (Lilla Överön) och smalnar av både mot öster och väster. Gången är brant, enligt flyggeofysiska mätningar stupar den eventuellt brant mot söder (s. 60). Bergarten är grå till mörkt grå och fint medel- till medelkornig (fig. 35). I kontaktzonen är den dock finkornig och något hydrotermalt omvandlad. Mineralen utgörs av plagioklas (60–70 volymprocent), olivin (0–25 volymprocent) och opakmineral (5–15 volymprocent). Dessutom förekommer orto- och klinopyroxen, biotit, apatit och någon gång kvarts. De sekundära mineralen utgörs av bl.a. serpentin, aktinolit, klorit och epidot. Plagioklasen består av labrador till andesin. Bergarten har klassificerats som olivingabbronorit (Johansson 1997).

Grimbogången är ca 20 meter bred och stupar också den brant. Diabasen är mörkt grå till svart och finkornig. Mineralen utgörs av plagioklas (ca 60 volymprocent), klinopyroxen (ca 20 volymprocent) och malmmineral (5–10 volymprocent). Dessutom förekommer biotit, karbonatmineral och sekundärt hornblände. Slottsskogsgången är ca 25 meter bred på Hälsö (1 a) och Björkö (1 a) och också den brantstående. Diabasen är mörkt grå till svart och finkornig.



Fig. 35. Diabas (Tuvegången). Nolvik (2 c). 6413740/1262660.

*Dolerite (Tuve dyke).*

Mineralen utgörs av plagioklas (65–75 volymprocent), klinopyroxen (15–20 volymprocent), opakmineral (ca 10 volymprocent) och dessutom ortopyroxen, biotit, klorit ± karbonatmineral.

## Sandstensfyllda sprickor och kambrisk breccia

Sandstensfyllda sprickor (s.k. sandstensgångar) har bara påträffats på ett ställe inom kartområdet, strax norr om Nylöse (1 e). Då dessa sprickor i regel är smala (1–3 cm breda), är de mycket lätta att förbise och det finns förmodligen fler inom området. Sandstensfyllda sprickor har påträffats inom stora delar av sydvästra Sverige från Dalboslätten i Dalsland till Varbergstrakten. Samuelsson (1975) har undersökt sandstensfyllda sprickor företrädesvis inom ett område öster och nordöst om Göteborg. Sprickriktningen varierar, men de flesta är västnordväst–östsydöstliga. Två andra betydande riktningar är öst–väst och östnordöst–västsydväst. Sandstensgångarna stupar brant och har vanligtvis en bredd på ca en till fem centimeter (max. 40 cm). I vertikala hälltytor syns att sprickorna har ungefär samma bredd vid ytan som längre ned och att de kan vara åtminstone tio meter djupa. Sandstenen är vanligen ljusgrå, finkornig och hård. Mineralinnehållet utgörs av kvarts (55–95 volymprocent), kalifältspat (1–5 volymprocent), plagioklas (0–2 volymprocent) och ett lerigt 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 i sandstenen inom detta område, men däremot i Tofta strax norr om Varberg (C. Eklund muntl. medd.). Där har



man påträffat spor- eller algliknande mikrofossil (akritarker), som tyder på mellankambrisk ålder (ca 518 till 505 miljoner år).

Bildningen av de sandstensfyllda sprickorna anses ha skett på följande sätt (Samuelsson 1975): på den prekambrisk berggrundsytan hade det avlagrats sand som ännu inte hunnit förfastas. Under en period i yngre kambrium öppnades sprickor momentant i samband med jordbävningar och den ännu inte konsoliderade sanden sögs ned i sprickorna, där den senare cementerades ihop och bildade sandsten. På några ställen finns det brottstycken av omgivande berg i sandstenen och detta kan ses som bevis för ett snabbt händelseförlopp. Hade det varit öppna sprickor, som sandkornen successivt hade sedimenterat i, skulle sprickornas väggar varit mer eller mindre vittrade, vilket inte är fallet. De enda nu kända förekomsterna av sandsten i närheten av de sandstensfyllda sprickorna är de kambriska bildningarna i Västgötabergen. Förmodligen är det samma sandsten som finns representerad i sprickorna.

De sandstensfyllda sprickorna strax norr om Nylöse (1 e) är en till tre centimeter breda, stupar brant och stryker i västnordväst–östsydöstlig riktning.

På norra Hisingen, strax söder om Kungälv, finns en kambrisk breccia som innehåller brottstycken av mellankambrisk, ljus grå sandsten och överkambrisk (ca 505 till 495 miljoner år) kalksten, alunskiffer och orsten. Denna breccia korsas av sprickor fyllda med alunskiffer. I bl.a. tunnlar i trakten av Rödbo (3 e) har ytterligare tre sprickor fyllda med överkambrisk alunskiffer påträffats (Samuelsson 1975).

Att de sandstens- och alunskifferfyllda sprickorna och den kambriska breccian finns får ses som bevis på att kartområdet under kambrisk tid var täckt av sedimentära bergarter.

## NYTTOSTEN

Inom kartområdet finns ett tjugotal, mindre, nu nedlagda stenbrott. Materialet har framför allt använts lokalt till vägbyggen och som byggnadssten. Fältspat har brutits i en amasonstensförande pegmatit (s. 39) strax öster om Slätta damm (1 d). Brottet är litet och upptaget i en ca fem meter bred gång. Omkring en kilometer väster om Ytterby (4 d) finns ett litet täljstensbrott, upptaget i en liten metamafitförekomst, där bergarten delvis är omvandlad till täljsten. Brottet är ca tio meter i diameter och längs kanterna har en del arbeten påbörjats. Tillverkningen har bestått av ”skålar” (dopfuntar?).

Två krossbergstäkter (fig. 36) finns inom kartområdet. Den ena ligger i Tagene (2 e) och är upptagen i en röd, gnejsig granit (RA-granit). Den andra, Vikan, ligger strax söder om Sörred (1 c). Där bryts kraftigt migmatitiserad och omkristalliserad metagråvacka tillhörande Stora Le–Marstrandgruppen. I samband med den geologiska kartläggningen av Göteborgs kommun gjordes en bergkvalitetskarta med beskrivning (SGU Serie Ba 59 Bk). De olika bergarterna klassades efter användbarhet till betong, järnväg (spårballast) och vägmateriel. För vidare information hänvisas till denna publikation. I samband med detta arbete togs ca 30 prover inom kartområdet för tekniska analyser såsom kulkvarnsvärde och Los Angeles-tal (tabell 16).



Fig. 36. Krossbergstäkt i RA-granit Tagene. (2 e). 6412500/1273000. Foto Thomas Eliasson.  
*RA-granite. Tagene quarry.*

## SUMMARY

The map area consists of a south-western portion of the western segment within the south-west Swedish gneiss region. The oldest rocks consist of metagreywackes (Stora Le–Marstrand group), the original material which was deposited on the seabed approximately 1 600 million years ago, and gneissic and veined granites, granodiorites and tonalites, which penetrated the crust 1 600 million years before present. The metagreywackes consist of finely medium-grained, banded gneisses that have been veined, migmatized and locally completely recrystallized. In certain parts the rock has been subjected to such temperatures and pressures that it partially has melted. If this remelted material exceeds 50 % the rock has been assigned an individual symbol. Within the metagreywackes there are sparse metamafic layers, believed to be of volcanic origin. Metagreywackes dominate the western part of the map area.

Approximately 1 600 million years old gneissic and veined granitoids dominate the eastern part of the map area. They constitute a calc-alkaline, differentiated suite, the composition of which varies from granitic to tonalitic. The granodioritic part dominates. To a lesser extent mafic rocks such as metadiorite, metagabbro and metaultramafite are present.

Within the 1 600 million years old gneissic and veined granitoids, long, thin, persistent bands of (so-called) augengneiss are present. The rock contains feldspar augen, rounded or rectangular in shape with a maximum diameter of ten centimeters. The bedrock was folded during the Sveconorwegian orogeny, and the augengneiss bands clearly show the large-scale folding of the area. The rock has not yet been dated.

Approximately 1 560 million years ago, a differentiated, calc-alkaline magmatic suite penetrated the crust. These gneissic granites, granodiorites and tonalites are found within the central portion of the map area. Among these the granodioritic parts are the most common. Within these gneissic granitoids smaller bodies of metamaficite are found. These are of approximately the same age as the granitoids.

Roughly 1 330 million years ago mafic and granitic magmas intruded. In certain places magma mixing took place, giving rise to hybrid rocks. From these magmas the metadiorite, metagabbro and porphyritic granite (Askim granite) were formed, which are found as two north–south bodies from central Göteborg to Kungälv. The metadiorite and metagabbro are isotropic to foliated and contain remnants of primary minerals, for example pyroxene. The Askim granite is feldspar-phyrlic and contains rectangular or lense-formed porphyroclasts. In some bodies the rock is foliated and here the porphyroclasts have been elongated, sometimes to such an extent that they form thin stripes.

Approximately 1 310 million years ago a partially porphyroblastic granite, known as the RA-granite, was formed. This granite is found in two north–south bodies in the central part of the map area. The rock is called RA-granite due to its elevated level of gamma radiation (RadioActivity). The radium index, however, is only in exceptional cases greater than 1. The mineral fluorite is present in the rock and gives rise to elevated levels of fluorine in the ground water.

The bedrock is cut by dykes of pegmatite of different ages. The older ones are folded and sometimes boudinaged while the younger run straight through the bedrock. The younger dykes were probably formed during the last stage of the Sveconorwegian orogeny. The bedrock is also crosscut by dolerites formed during at least two different events. The metadolerites strike in a north to south or north-east to south-west orientation and are of unknown age. They are, however, older than the so-called Göteborg dolerites since they have been cut by them. The latter strike in a west–north-west by east–south-east direction and have a vertical dip. The dolerites have been dated at about 935 million years.

The youngest rock within the mapped area is the sandstone that fills some fissures. It is presumably mid-Cambrian (518–505 million years), and of similar age as the sandstone of the Västgötabergen hills. In addition, a Cambrian breccia is found south-west of Kungälv, containing fragments of mid-Cambrian sandstone and upper-Cambrian (505–495 million years) limestone, alum shale and stinkstone.

Approximately 1 550 million years ago the Gothian orogeny ended in the area. During the Gothian evolution the rocks were metamorphosed and deformed under amphibolite facies conditions. The bedrock was gneissified, veined and folded. A calm, intraorogen period followed from roughly 1 550 to 1 150 years ago even though some continental magmatism took place during this time. The bedrock was eroded and at the end of the period the Sveconorwegian orogeny commenced. Thrusts formed, and the western segment was uplifted relative to the eastern along the Mylonite Zone. During the later part of the orogeny the area was again lowered and the blocks slid back. The bedrock was metamorphosed under epidote-amphibolite facies conditions and deformed along north to south oriented zones. The orogeny came to an end some 900 million years ago. By that time the bedrock-forming processes in south-western Sweden ended.

When the orogeny was over a calmer period followed. The mountains were eroded and by the start of the Cambrian period 545 million years ago a flat landscape (a peneplane) had formed.



The land was lowered and was covered by the sea. On the seabed sand was deposited and eventually converted to sandstone. It is this sandstone that now can be found as a filling in certain fissures in the region. The map area has most likely been covered with Cambrian (and Silurian?) sediments that were later eroded.

## REFERENSER

- Abrahamsen, N., 1974: The palaeomagnetic age of the WNW-striking dikes around Gothenburg, Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 96, 163–170.
- Adriellsson, P. & Fredén, C., 1987: Beskrivning till jordartskartan Marstrand SO/Göteborg SV. *Sveriges geologiska undersökning Ae* 72, 103 s.
- Anfinset, S., 1999: Petrological description and discrimination of granites in the map sheet Göteborg SV, south-western Sweden. *Department of Geology, Earth Sciences Centre, Göteborg University, B205*, 31 s.
- Asklund, B., 1947: Svenska stenindustriområden I–II. Gatsten och kantsten. *Sveriges geologiska undersökning C* 47, 187 s.
- Austin Hegardt, E., 2000: Sveconorwegian crustal subduction and exhumation model for the Eastern Segment, south-western Dalarna. *Department of Geology, Earth Sciences Centre, Göteborg University, B 220*, 38 s.
- Blomberg, A., 1902: Beskrifning till kartbladet Göteborg. *Sveriges geologiska undersökning Ac* 4, 66 s.
- Cornell, D., Årebäck, H. & Scherstén, A., 2000: Ion microprobe discovery of Archaean and Early Proterozoic zircon xenocrysts in southwest Sweden. *GFF* 122, 377–383.
- Hellström, F., Johansson, Å. & Larson, S.Å., 2004: Age and emplacement of late Sveconorwegian monzogabbroic dykes, SW Sweden. *Precambrian Research* 128, 39–55.
- Johansson, F., 1997: Petrology and geochemistry of Neoproterozoic WNW trending dolerite dykes in the Göteborg area, SW Sweden. *Department of Geology, Earth Sciences Centre, Göteborg University, B60*, 84 s.
- Johansson, H.E., 1931: Beskrivning till kartbladet Göteborg. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 173, 49 s.
- Kiel, H., 2001: Chalmers intrusion – age and crustal setting. *Department of Geology, Earth Sciences Centre, Göteborg University, B302*, 50 s.
- Lindström, M., Lundqvist, J. & Lundqvist, T., 2000: *Sveriges geologi från urtid till nutid*. 2. upplagan. Studentlitteratur, Lund, 491 s.
- Lundegårdh, P.H., 1958: Göteborgstraktens berggrund. *Sveriges geologiska undersökning C* 553, 82 s.
- Lundqvist, I., 2000: Berggrundskarta över Göteborgs kommun, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ba* 59.
- Persson, P., Eliasson, T., Göransson, M., Kero, L., Lundqvist, S. & Sträng, M., 2000: Beskrivning till bergkvalitetskartan över Göteborgs kommun. *Sveriges geologiska undersökning Ba* 59 Bk, 18 s.
- Romer, R.L. & Smeds, S.-A., 1996: U-Pb columbite ages of pegmatites from Sveconorwegian terranes in southwestern Sweden. *Precambrian Research* 76, 15–30.

- Samuelsson, L., 1975: Palaeozoic fissure fillings and tectonism of the Göteborg area, southwestern Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 711*, 45 s.
- Samuelsson, L., 1978: Beskrivning till berggrundskartan Göteborg SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 117*, 85 s.
- Samuelsson, L., 1982: Beskrivning till berggrundskartan Kungsbacka NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 124*, 100 s.
- Samuelsson, L., 1985: Beskrivning till berggrundskartan Göteborg NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 136*, 101 s.
- Samuelsson, L. & Åhäll, K.-I., 1985: Berggrundskartan 7A Marstrand NO/7B Göteborg NV. *Sveriges geologiska undersökning Af 146*.
- Saraiva, I., 2000: Metagreywackes in the Stora Le–Marstrand Formation. Determination of tectonic setting using trace element geochemistry. *Department of Geology, Earth Sciences Centre, Göteborg University, B250*, 23 s.
- Sundius, N., 1952: Kvarts, fältspat och glimmer samt förekomster därav i Sverige. *Sveriges geologiska undersökning C 520*, 231 s.
- Swahn, L.H., 1996: Kinematic interpretation of the Göta-älv shear zone in the Kungsbacka area, SW Sweden. *Department of Geology, Earth Sciences Centre, Göteborg University, B34*, 42 s.
- Åhäll, K.-I., Cornell, D.H. & Armstrong, R., 1998: Ion probe zircon dating of metasedimentary units across the Skagerrak: New constraints for early Mesoproterozoic growth of the Baltic Shield. *Precambrian Research* 87, 117–134.
- Åhäll, K.-I., Connelly, J.N. & Brewer, T.S., 2000: Episodic rapakivi magmatism due to distal orogenesis?: Correlations of 1.69–1.50 Ga orogenic and inboard, "anorogenic" events in the Baltic Shield. *Geology* 28, 823–826.

## GEOFYSIK

### Flyggeofysiskt mätunderlag

De geofysiska flygmätningarna över kartområdet utfördes under sommaren 1983. Mätningarna gjordes längs linjer i öst–västlig riktning på 30 m höjd över marken och med 200 m linjeavstånd. Över tätbebyggda delar av Göteborg gjordes mätningarna på omkring 50 m flyghöjd över marken.

Det magnetiska totalfältet, det elektromagnetiska fältet (VLF-mätning) och den naturliga radioaktiva gammastrålningen registrerades samtidigt med den radarhöjd flygplanet hade vid mätögonblicket. De två förstnämnda är s.k. potentialfält, vilket ger möjlighet till filtreringar av data med metodik väl beprövad inom vetenskaperna matematik och fysik. Den tredje, den radiometrisk, är en mätning av gammastrålningen från det naturliga radioaktiva sönderfallet, som ger möjlighet att beräkna halterna av huvudelementet kalium samt spårämnena torium och uran.

Programvaran Oasis montaj™ (Geosoft inc.) har använts för flertalet av de digitala bearbetningarna.

Figur 37 över kartområdet åskådliggör resultatet av den radiometrisk mätningen från flyg. Bilden visar flyglinjerna och gammastrålningshalterna från kalium, uran och torium, som omräknats till gammastrålningsindex (gammaindex) på en gråskalebild av LMVs höjddata. Bergartsgränser visas med svarta konturer, kustlinjen med blå kontur och större stenbrott (i drift eller nerlagda) med röda konturer. Diabaser visas med lila färg.

## MARKMÄTNINGAR

### Tyngdkraftsmätningar

Med tyngdkraftsmätningar visas främst massfördelningen i den övre delen av berggrunden, men även stora jorddjup kan kvantifieras. Inom kartområdet förekommer bergarter, främst RA-granit och Askimsgranit, med låg densitet. Det finns även stora jorddjup inom kartområdet, t.ex. i de centrala delarna av Göteborg, som ger upphov till tyngdkraftsminimum. Dessa mätningar kan komplettera jorddjupssonderingar och seismiska undersökningar.

Inom den del av kartområdet som ligger utanför Göteborgs kommun och som motsvarar knappt halva det karterade området har ingen provtagning för parametermätning utförts. Den ojämna fördelningen av de 48 provtagningspunkterna medför att resultaten från parametermätningarna är otillräckliga för mer djupgående analys av tyngdkraftsfältet.

Information om SGUs flyg- och tyngdkraftsmätning finns på SGUs webbplats: [www.sgu.se/geofysik](http://www.sgu.se/geofysik).



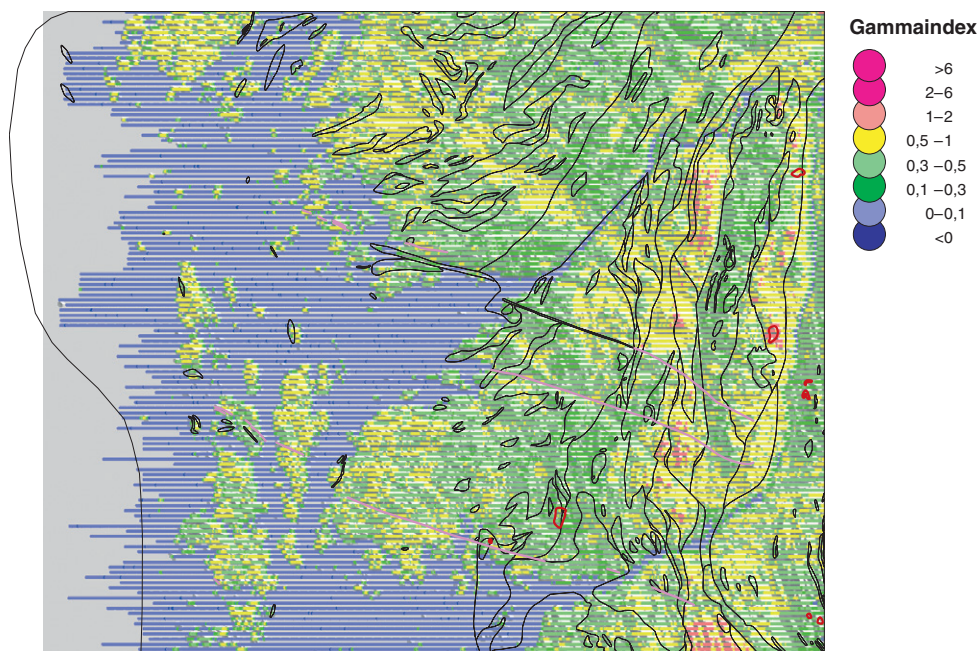


Fig. 37. Flygmätningen redovisad linjevis som gammaindex. Bergartsgränser visas med svart kontur, stenbrott med röda markeringar och diabaser med lila färg. I bakgrunden visas LMVs skuggade höjddata i gråskala.

*The gamma index from the airborne measurements displayed as line data. Bedrock outlines are shown in black, quarries in red and dolerites in violet. Elevation data from the Land Survey of Sweden are presented in the background, using shading from the north-east in grey scale.*

## Övriga fältarbeten

De geofysiska uppföljningarna i fält har endast gjorts i mycket begränsad omfattning under åren 1997 och 1998 och omfattar främst radiometrisk mätningar med spektrometer (spektromettermätningar) och provtagning i samband därmed samt provtagning av diabas. Av de senare togs orienterade prov för bestämning av den magnetiska remanensens riktning. Dessutom har kompletterande profilmätning av det magnetiska totalfältet utförts. Fältarbeten inom kartområdet uppgår till 10 arbetsdagar. Ett 20-tal bergartsprov har parametermätts med avseende på petrofysiska egenskaper. Spektromettermätningar har utförts endast inom Göteborgs kommun i samband med det s.k. Göteborgsprojektet och ett externt radonuppdrag för Naturvårdsverket. Dessa data har kunnat utnyttjas för denna beskrivning.

# BEARBETNING AV FLYGGEOFYSISKT MÄTUNDERLAG OCH MARKMÄTNINGAR

## Bearbetning av magnetiska data

Ett antal filtreringar har utförts med teknik beskriven av Jacobsen (1987) och Pedersen (1991). Magnetiseringen från det översta ca 200 meter djupa skiktet redovisas på en gråskalebild (fig. 38), där de magnetiska delarna är i mörk ton. Bergartsgränserna från den berggrundsgeologiska kartan har lagts på med röd kontur. Magnetiska maximum eller minimum sammanfaller med många bergartsgränser, men lokalt skär de igenom de olika bergartsytorna. I de senare fallen kan en sekundär förhöjning eller minskning av magnetisering ha skett i svaghetszoner längs dessa stråk. Det mönster den magnetiska mätningen visar återspeglar ofta tektoniken i berggrunden. Inom tätbebyggda områden störs tyvärr mätningarna i så hög grad av infrastrukturen att korrelationer mellan geologi och geofysik omöjliggörs.

Ovanpå den filtrerade magnetiska totalfältsmätningen från flygmätningen redovisas de 1093 mätningar av hållsusceptibilitet som utförts, samt 48 mätningar på petrofysikprov. Susceptibilitetsvärdena visas i proportionerlig storlek som gula plusmarkeringar (fig. 39). Som synes är de högsta värdena belägna vid de mörka och därmed mer magnetiserbara delarna av kartområdet.

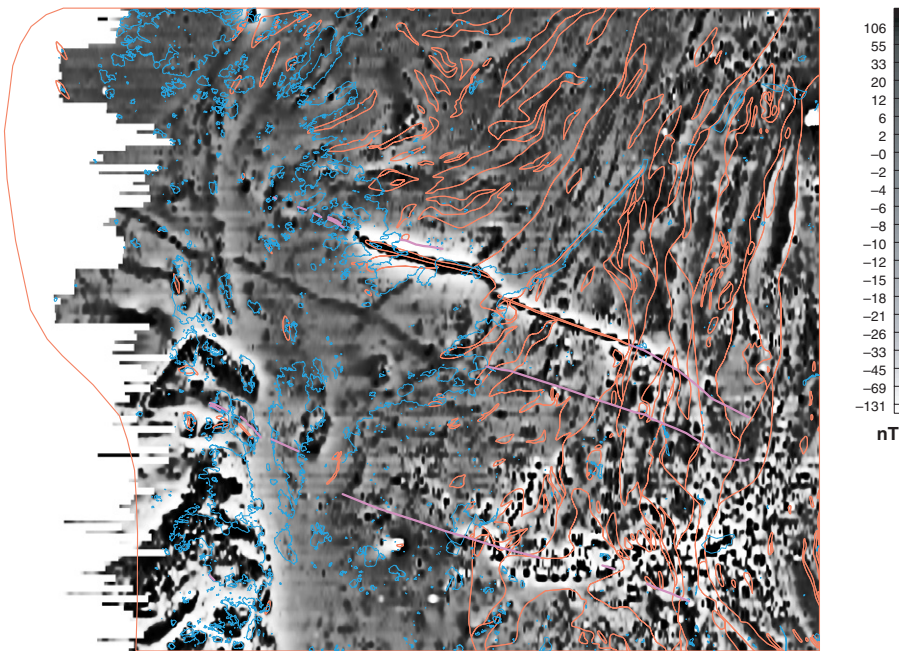


Fig. 38. De magnetiska orsakerna från det översta hundralet metrarna av jordskorpan redovisas i gråskala med bergartskonturer i röd, kustlinjer i blå och diabaser i lila färg.

*The magnetisation from the uppermost parts of the crust in greyscale and with the bedrock outlines in red, coast line in blue and dolerites in violet.*

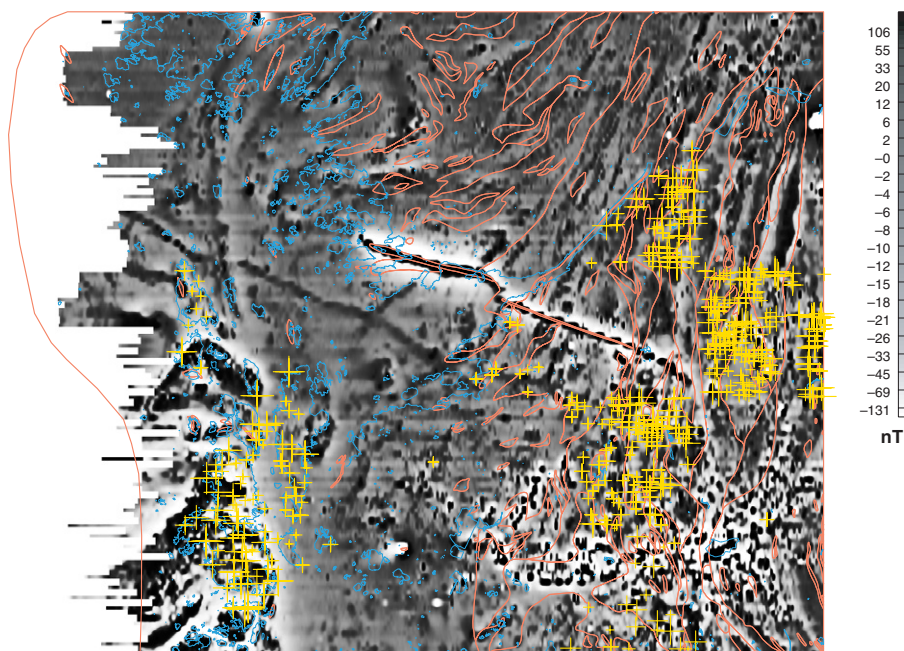


Fig. 39. De magnetiska orsakerna från det översta hundratalet metrarna av jordskorpan redovisas i gråskala med hållsusceptibilitetsvärden i logaritmisk proportionerlig storlek som gula +-markeringar.

*The magnetisation from the uppermost parts of the crust is shown in greyscale. The yellow crosses mark localities of in site measurements of susceptibility. The symbol sizes are proportional to the logarithm of the susceptibility.*

## Redovisning av VLF-data med data för bergborrade brunnar

VLF-data inom kartområdet redovisas på en höjdreliëfkarta i gråskala (fig. 40), där höjddata ur en 50 meters rutnätsdatabas från LMV har använts. De elektriska ledarna visas i blå färg och vattenföringsdata med röda fyllda cirklar med vattenmängdsklasser. Informationen om bergborrade brunnar kommer från SGUs brunnnsdataarkiv. I bilden finns även bergartsgränser från den geologiska kartan som svarta tunna konturer. Det synes föreligga en korrelation mellan vattenföringens storlek i de bergborrade brunnarna och närheten till goda ledare. De höjddata som ingår är skuggade från nordost för att visa berggrundens topografiska relief i nordväst-sydöstlig riktning. De vattenförande zonerna kan inte detekteras i denna riktning med den VLF-mätning (envägs-VLF) som finns över området. VLF-resultat från flygmätningar är heller inte användbara inom tätbebyggda områden eller platser som domineras av störningar från elektriska ledningar.



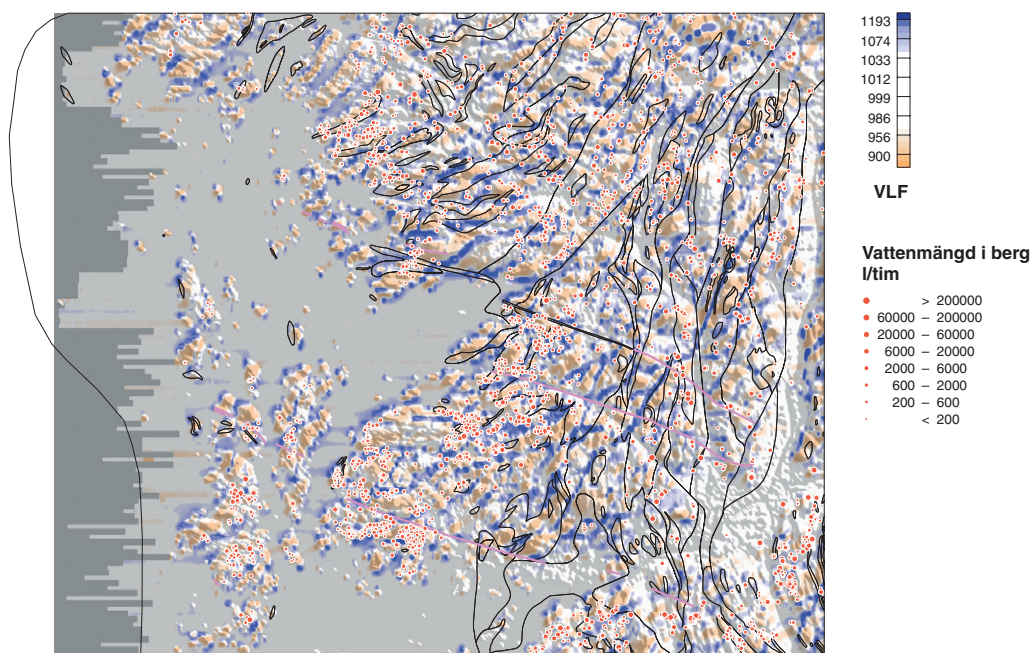


Fig. 40. Flygmätningens VLF-data kombinerade med en skuggbild av LMVs 50 m höjddata. Blå färg indikerar god elektrisk ledare. De röda fyllda cirkklarna visar lägen för bergborrade brunnar. Cirkklarnas storlek är proportionell mot vattenföringen.

*The airborne VLF-data combined with elevation data from the Land Survey of Sweden and water content data from drilled wells represented by red dots. Blue colours indicate good conductors.*

## Radiometriska mätresultat

De flygburna radiometriska mätningarna har kompletterats med markmätningar med gamma-spektrometer inom halva kartområdet. Mätningar med gammaspektrometer (2–3 mätningar per lokal) är utförda under åren 1997 och framåt i olika interna projekt (108 mätpunkter på 36 lokaler), samt ett av Naturvårdsverket externt finansierat pågående FoU-projekt (68 mätpunkter på 25 lokaler). En sammanställning av dessa data visas i figur 41.

Inom kartområdet förekommer en bergart med klart förhöjd radioaktivitet, känd under namnet RA-granit, där RA står för radioaktiv. RA-graniten är väl täckt med markmätningar och i tvåvariabeldiagrammet visas mätresultaten för den med röda punkter och för övriga bergarter med grå markeringar. För upphovet till de högre gammastrålningens nivåerna står spårämnen uran och torium i RA-graniten. Det finns även mätpunkter med höga halter av uran, som inte kommer från RA-graniten utan från uranförande, smala pegmatitgångar i de östra delarna av kartområdet.

RA-graniten har ett betydande innehåll av torium, som utgör en källa till en stor del av den totala gammastrålning som graniten avger. Den totala gammastrålning som avges från bergarten anges med ett s.k. gammaindex (mg). Beräkningen av gammaindex sker med formeln  $m_{\gamma} = C_K/3000 + C_{Ra}/300 + C_{Th}/200$ . I formeln är  $C_K$  koncentrationen av kalium-40,  $C_{Ra}$  är

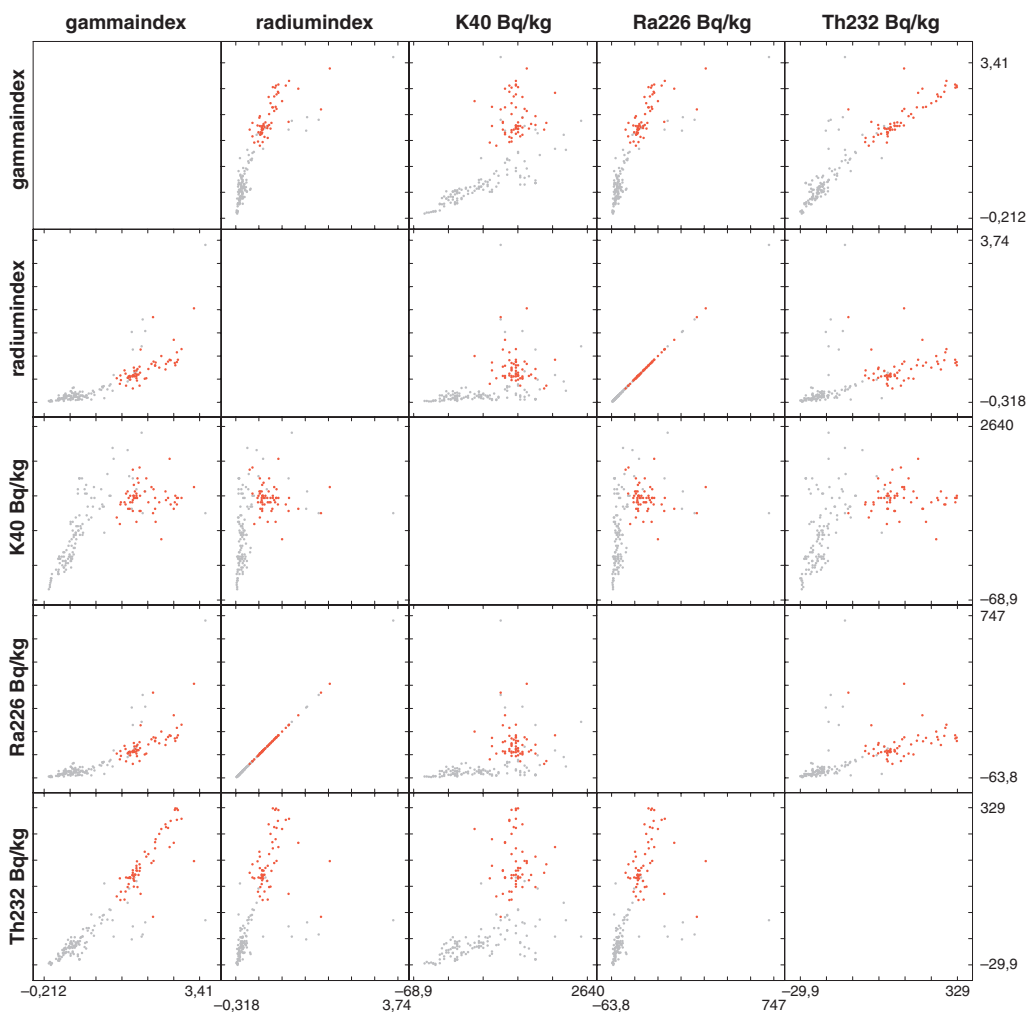


Fig. 41. Sammanställning av hållspektromettermätningar. RA-granit visas som röda symboler och övriga bergarter som grå.

*Display of in situ measurements with gamma spectrometer. RA-granite values are shown as red dots and all other rock measurements as grey dots.*

koncentrationen av radium-226 och  $C_{Th}$  är koncentrationen torium-232, alla i enheten Bq/kg. Gammaindex bör för byggnadsmaterial vara mindre än 2 (Åkerblom m.fl. 2000).

Detta gammaindex beräknas med de halter av kalium, uran och torium, som erhålls vid gammaspektromettermätningar, både från flyg- och markmätningar. Lokala variationer kan förekomma varför kompletterande mätningar i vissa fall kan bli aktuella. Mer information kan erhållas från SGU.

De gammastrålningshalter som flygmätningen registrerat ligger något under de som framkommit vid markmätningar. Detta kan studeras i figur 42, där spektrometervärden, som uppmäts på bergytor, har omräknats till gammaindex och markerats med samma färgskala som

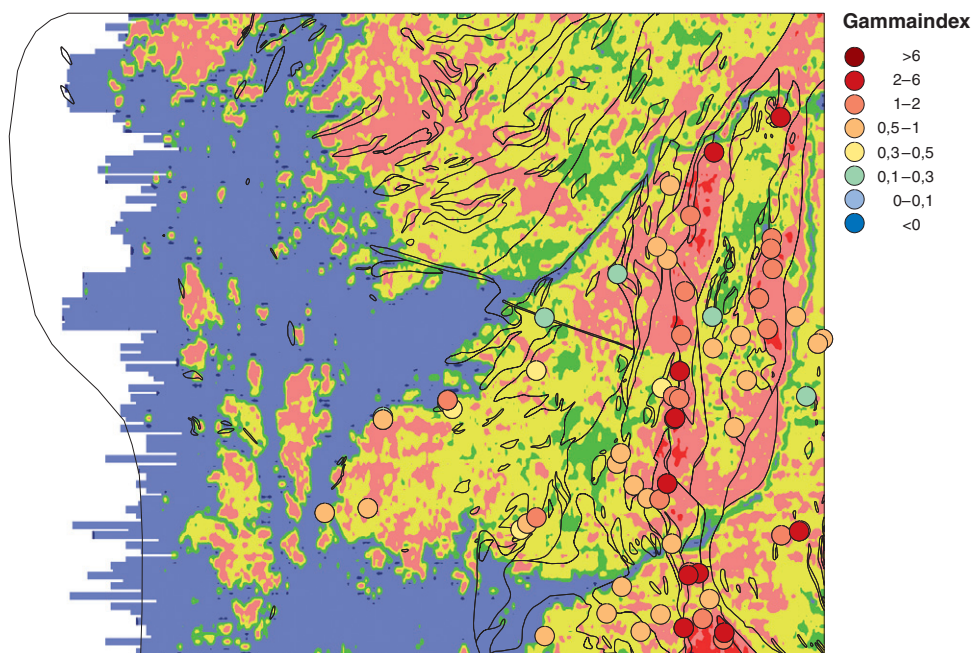


Fig. 42. Bakgrundsfärgen anger gammaindex baserat på flygmätning. Flygmättningsdata i rasterform och hållspektrometermätningar, som representeras i form av fyllda cirklar, redovisas med samma färgskala. Bergartskonturer har markerats med svarta linjer.

*Airborne spectrometric measurements in gridded form and in situ measurements with gamma spectrometer represented by circles with the same colour bar. Bedrock outlines in black colour.*

flygmättningsdata. Bergartsgränser är markerade med svart kontur. En del av mätningarna på hållar och några enstaka mätpunkter från flygmätningen ligger kring och över gränsvärdet  $m_\gamma = 2$ . Detta beror till stor del på den höga toriumhalten.

En ternär sammanställning av spektrometerdata redovisas i figur 43. Här redovisas de olika gammastrålningsnivåerna i bergarterna med avseende på de relativa gammastrålningsnivåerna från kalium, uran och torium. De olika bergarterna redovisas bergartsvis med röda markeringar och alla de övriga med grå markeringar i respektive ternärdiagram. I övre raden redovisas till vänster med röda symboler ca 1 560 miljoner år gamla granitoider (B) och till höger RA-granit med röda symboler. Mittradens röda symboler utgörs av Stora Le–Marstrandgruppens bergarter till vänster och pegmatit till höger samt i den undre raden utgörs de röda symbolerna av Askims-granit till vänster och ca 1 600 miljoner år gamla granitoider (ortognejs) till höger.

Den ternära redovisningen kan även med fördel utnyttjas för data från flygmätningen (fig. 44). Bilden visar strålningsmätningen i ternär form och med uppmätt radonhalt i vatten från bergborrade brunnar redovisade som trianglar. Brunnsinformationen har erhållits från Göteborgs kommun.

För att kunna förutsäga inom vilka områden det kommer att finnas risk för radon eller toron i vatten från bergborrade brunnar har vattenflödesdata från dem lagts på den ternära redovisningen (fig. 44). De ljusa delarna visar hög total gammastrålning och de mörka delarna indikerar



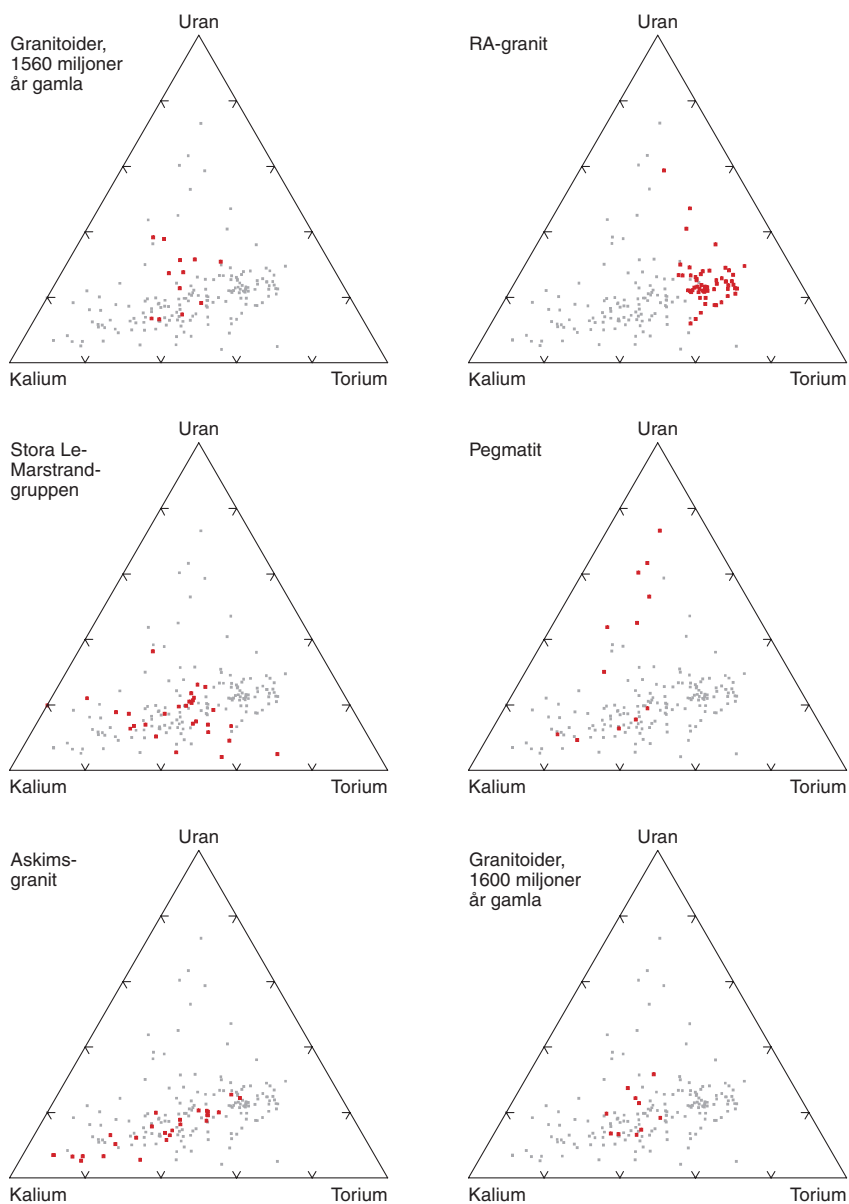


Fig. 43. Gammastrålningsmätningar på bergarter redovisade i ternär form med röda och grå markeringar för sex olika bergarter i ternära diagram. I övre raden ca 1 560 miljoner år gamla granitoider och RA-granit, i mittraden Stora–Le Marstrandgruppen och pegmatit och i undre raden Askimsgranit och ca 1 600 miljoner år gamla granitoider.

*Gamma ray measurements of six different rock types are represented in ternary form as red and grey dots. The top row shows c. 1 560 million years old granitoids and RA-granite, the middle row the Stora Le–Marstrand group and pegmatite, the bottom row Askim granite and the c. 1 600 million years old gneissic and veined granitoids.*

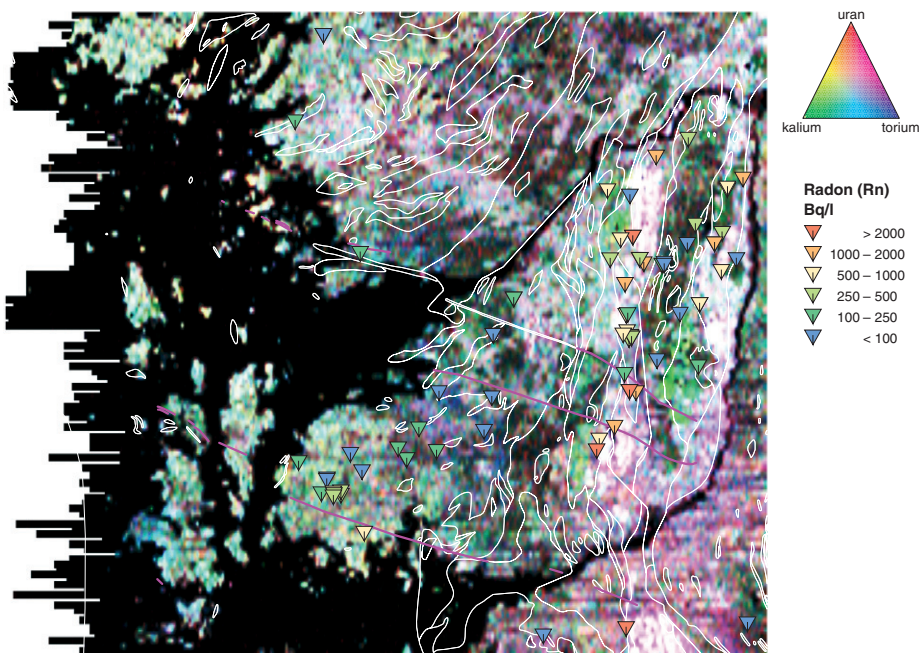


Fig. 44. Ternär representation av flygmätningen, som här är redovisad tillsammans med de mätresultat av radonhalt i brunnsvatten, vilka erhållits från Göteborgs kommun. Bergartskonturer har markerats med vita linjer och diabaser med lila linjer.

*Ternary representation of the airborne measurements and radon in water data from drilled wells. Bedrock outlines in white contours and dolerites as violet lines.*

låga gammastrålningsnivåer. Röda nyanser anger att uran dominerar, blå att torium dominerar och gröna att kalium dominerar. Inom områden med röda och ljusa nyanser är sannolikheten att påträffa radon i grundvatten högre. Inom områden med blå och ljusa nyanser kan den vattenburna, kortlivade, radioaktiva gasen toron bildas. Halterna av radon och toron i vattnet från kommunala vattenverk är så låga att de inte innebär någon hälsorisk.

I histogramform (fig. 45) redovisas samtliga spektrometerpunkter samt radiumindex och gamma-index för grupperna RA-granit, pegmatit, Stora Le–Marstrandgruppen, Askimsgranit, ca 1 560 miljoner år gamla granitoider (B) och ca 1 600 miljoner år gamla granitoider (orto-gnejs).

På grund av relativt höga uranhalter är utbredningen av RA-graniten och pegmatitgångarna av största intresse för de radonrelaterade problemställningarna inom berggrunden.

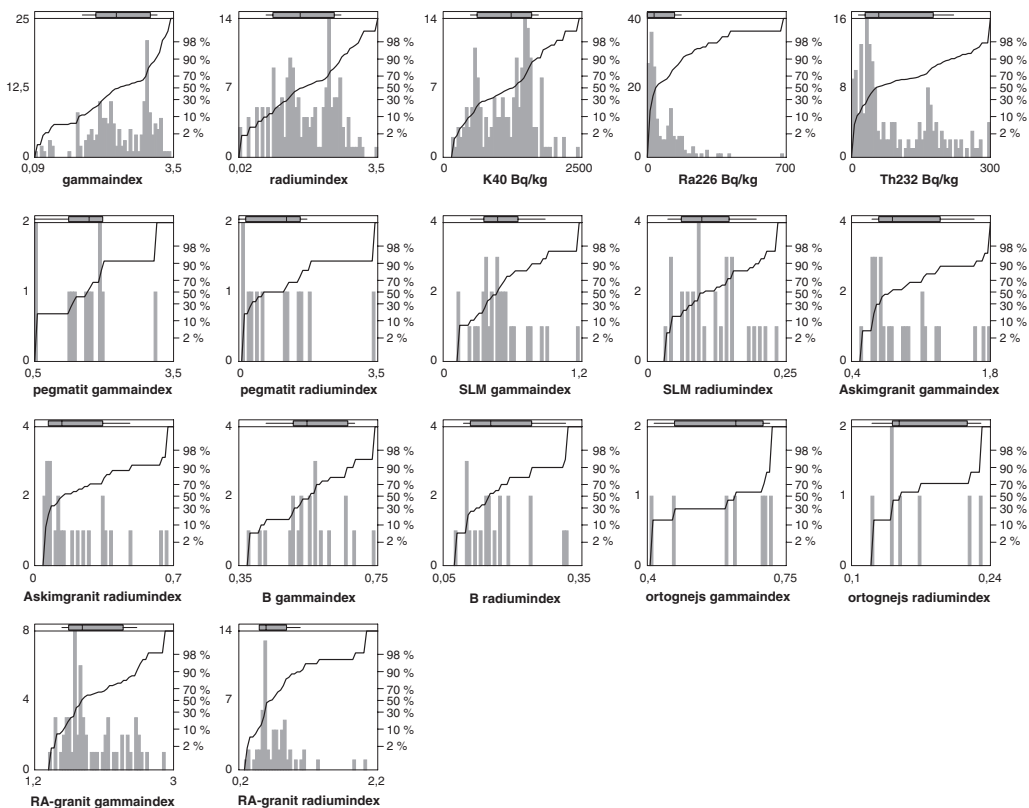


Fig. 45. Histogram visande fördelningen för gamma- och radiumindex baserat på gammaspektrometermätningarna på håll. SLM = Stora Le–Marstrandgruppen, B = ca 1 560 miljoner år gamla granitoider, ortognejs = ca 1 600 miljoner år gamla granitoider.

*Data in histogram form for in situ measurements with gamma ray spectrometer. SLM = Stora Le–Marstrand group, B = c. 1 560 million years old granitoids, ortogneiss = c. 1 600 million years old gneissic and veined granitoids.*

## DIABAS

Diabaserna ger upphov till ett antal magnetiska, gånglika anomalier i västnordvästlig riktning som skär övriga magnetiska strukturer. Den dominerande anomalien, den s.k. Tuvegången, har filtrerats med den metod som föreslagits av Jacobsen (1987) och Pedersen (1991). Filtringarna visar att gången har ett betydande djup och att den ligger i en gradient av det magnetiska fältets orsaker på större djup (fig. 46).

Orienterade prov av diabaser har tagits för parametermätningar och modellberäkningar. Mätningarna på ett fåtal prov har givit en susceptibilitet på ca  $3720 \times 10^{-5}$  SI-enheter, en Königsbergkvot på ca 1,65 samt en remanent magnetisering med inklinations på ca 61° och en deklination på ca 115°. (Königsbergkvot är den remanenta magnetiseringen dividerad med susceptibiliteten och det magnetiska fältets styrka.) Densitetsvärdena ligger mellan 2983 och 2998 kg/m<sup>3</sup>. Dessa ingångsvärden har använts vid modellberäkningarna. En markprofil har



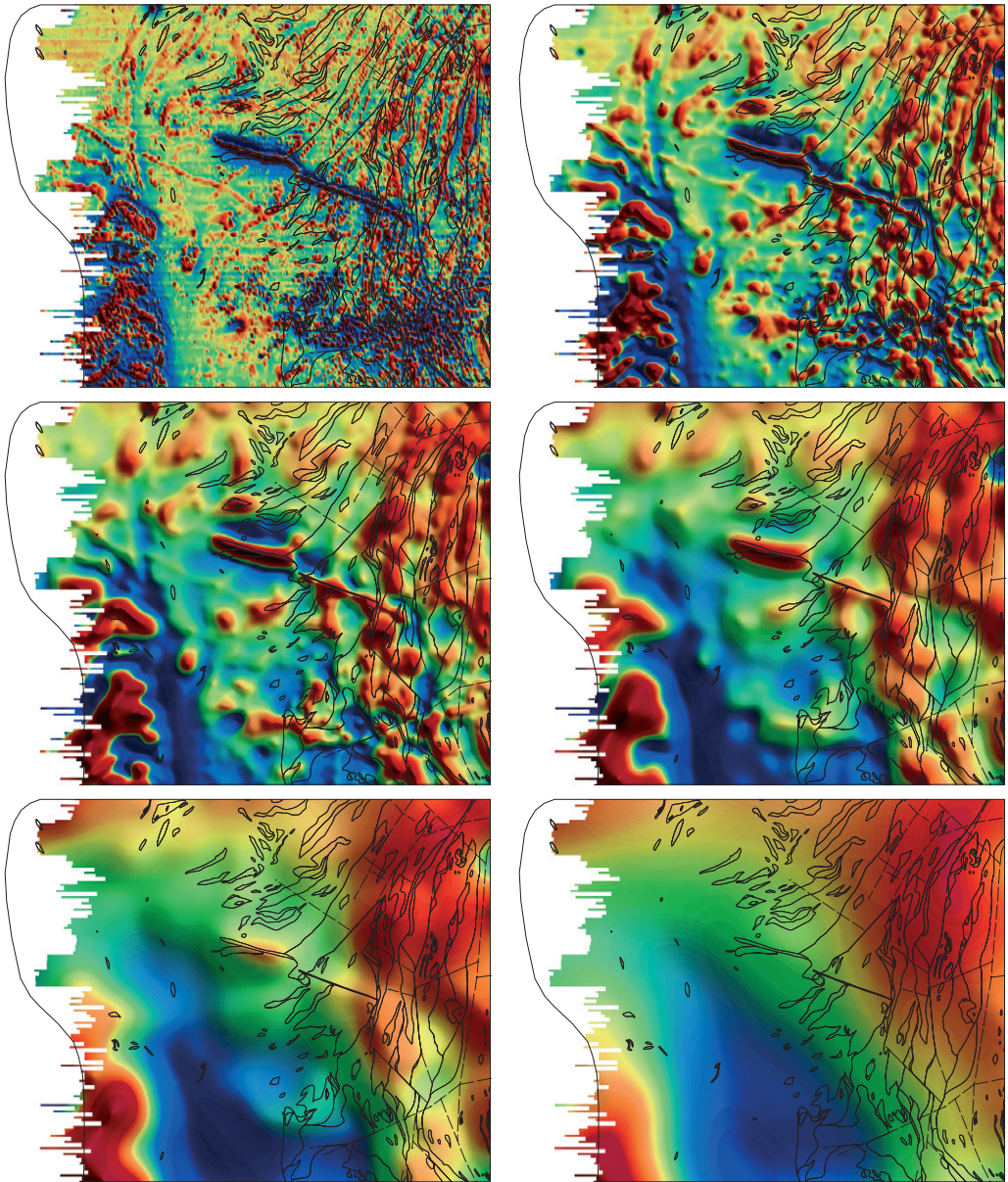


Fig. 46. Filtrering av magnetiska data från flygmätning. Filtreringen framhäver magnetfältet orsakat av ett visst djupsnitt av jordskorpan. Bergartskonturer har markerats med svarta linjer och diabaser med lila linjer. Översta raden visas till vänster ett ej filtrerat magnetiskt totalfält och till höger magnetiskt totalfält efter filtrering för att framhäva magnetiska källor på djup mellan 250 m och 500 m. I mittraden visas filtrering för djupskikten 500 m till 1000 m (vänster) respektive 1000 m till 2000 m (höger) och i undre raden visas filtreringen för djupskikten 2000 m till 4000 m (vänster) respektive 4000 m till 8000 m (höger).

*Filtered magnetic data for sources at different depths. Bedrock outlines are represented in black contours, and dolerites as violet lines. Top row from left to right, the magnetic total field and magnetic sources within 250 m and 500 m, the middle row shows sources from 500 m to 1000 m (left) and 1000 m to 2000 m (right), the bottom row shows sources from 2000 m to 4000 m (left), and 4000 m to 8000 m (right).*

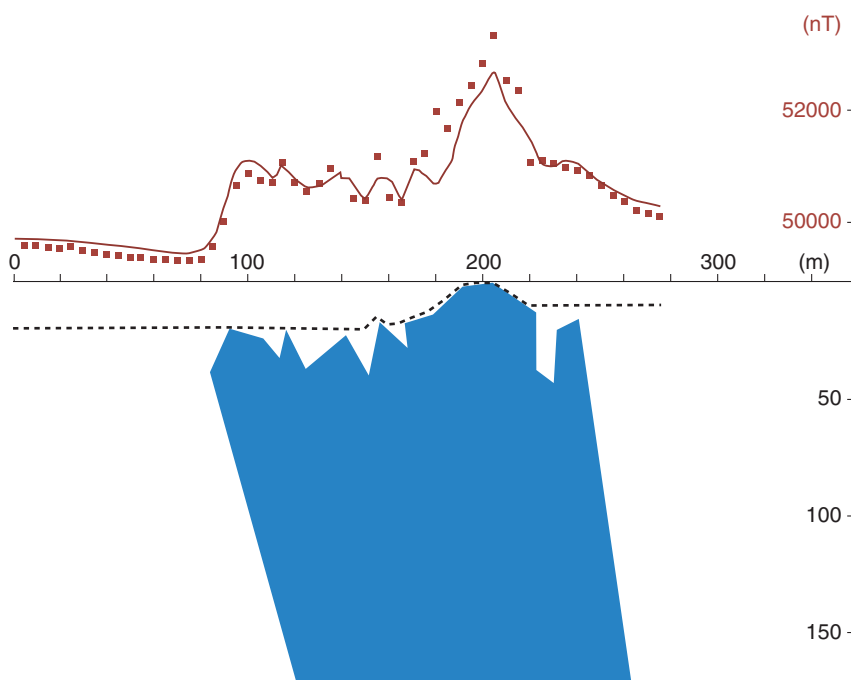


Fig. 47. Magnetisk modellering av Tuve-diabasen. Profil från norr (vänster) mot söder (höger). Den streckade svarta linjen visar markhöjden. Uppmätta värden i nT (nanoTesla) anges som små bruna kvadrater, beräknad anomali visas med brun linje.

*Magnetic modelling for the Tuve dolerite dyke. Profile from the north (left) towards the south (right). A black hatched line shows the terrain contours. The measured values are represented by small brown squares, and a brown line represents the calculated anomaly.*

märts över en blottning av Tuvegången. Resultatet av mätningen och modellberäkningen redovisas i figur 47.

Gångens riktning är nästan parallell med flygriktningen vilket innebär att modelleringen tenderar att överskatta bredden vid utnyttjandet av interpolerade flygdata för profilberäkning. Figuren visar diabasens utgående, dess stupning och jorddjupet till överytan.

En paleomagnetisk åldersbestämning har givit en ålder på omkring 900 miljoner år (Abrahamsen 1974). Den paleomagnetiska åldersdateringen har tidigare ifrågasatts och en ålder på 600 miljoner år förmodades vara riktigare med hänvisning till diabaser med ett likartat uppträdande i Egersundstrakten i Norge. En nyligen gjord datering av Tuvegången har gett en ålder på ca 935 miljoner år (Hellström 2004).

Den s.k. Slottsskogsgången är en diabas som ligger söder om Tuvegången och som är parallell med denna. Slottsskogsgången är betydligt smalare än Tuvegången, men är minst lika lång som denna inom kartområdet. Den ligger till stor del under vatten. Ett prov taget vid Sörgården (6405700/1257300) visar på en susceptibilitet på ca  $300 \times 10^{-5}$  SI-enheter samt en Königsbergkvot på 0,21. Den naturliga remanenta magnetiseringen har en inklinations på  $28^\circ$  och en deklination på  $285^\circ$ . Egenmagnetiseringens riktning avviker en del från Tuvegångens, så det kan inte uteslutas att de är av olika åldrar trots att de uppträder likartat.

Ett orienterat prov på en lågmagnetisk diabas (6410100/1274300) har en uppåtriktad remanent magnetiseringsriktning. Detta kan vara ett svagt indicium för en paleomagnetisk jotnisk ålder på omkring 1 270 miljoner år (Magnusson 1976, Mattson 2001). Susceptibiliteten är, till skillnad från den i de högmagnetiska jotniska diabaserna i norra Sverige, så låg som  $70 \times 10^{-5}$  SI-enheter. Den erhållna remanenta riktningen antyder att provtagningslokalen kan vara av intresse för paleomagnetisk åldersdatering.

## PETROFYSIK

Bergarternas egenskaper redovisas i tvåvariabeldiagram (fig. 48). De större bergartsklasserna är representerade, men yttäckningen för de metasedimentära (Stora Le–Marstrandgruppen) bergarterna är ej optimal. RA-graniten och Askimsgraniten uppvisar lägre densiteter än de ca 1 560 miljoner år gamla granitoiderna (B), de ca 1 600 miljoner år gamla granitoiderna (ortognejserna) samt de metasedimentära bergarterna. De sistnämnda är dock ej provtagna inom de delar som ligger inom Kungälv kommun. RA-granitens och Askimsgranitens låga densiteter samt det tillhörande anomalimönstret i tyngdkraftsdata (fig. 49) visar att den västra delen av de två parallella nord–sydliga granitstråken troligen har ett betydligt större djupgående än den östra delen.

Den remanenta magnetiseringen är av stor betydelse för genereringen av de magnetiska anomalierna från diabaserna, vilket framgår av figur 48. Diabaserna har en hög susceptibilitet och samtidigt en Köningsbergkvot omkring 1. För de metasedimentära bergarterna kan remanensens betydelse för generering av magnetiska anomalier ej uteslutas. Tyvärr har inte några av de mer magnetiska leden i de västra delarna provtagits för denna typ av parametermätning. Den remanenta magnetiseringen synes däremot ej vara någon viktig faktor för genereringen av magnetiska anomalier för de granitoida bergarterna, vilket även framgår av figur 48.

Hällsusceptibilitetens variation och fördelning för olika bergartsgrupper kan studeras i figur 50. Figuren visar att det finns högmagnetiska delar inom alla bergartsgrupper. Många fördelningar är bimodala vilket är ett starkt indicium för att de långsträckta zonerna med högre magnetisering ej är bergartsberoende. Baserat på filtreringar av magnetfältet med Werner dekonvolution (Werner 1955) synes de magnetiska zonerna i många fall ha en mer östlig stupning än vad stupningsmätningarna av förskiffring eller foliering och gnejsighet visar. Ett pågående forskningsprojekt inom SGU antyder att företeelsen inte är unik (Bastani, muntligt medd.). Jämförelser mellan strukturmätningarna i fält och de geofysiskt indikerade skiljer sig beträffande stupningarna bitvis uppseendeväckande mycket.

De högre magnetiserade delarnas läge kan studeras i figur 39. Läget, bredden och stupningen på dessa magnetiska zoner kan beräknas ur de flyggeofysiska mätningarna men en markuppföljning med provtagning av den remanenta magnetiseringen ger möjligheter till mer detaljerade beräkningar på djupet. Samtliga granitoida bergarter har en låg Köningsbergkvot enligt parametermätningarna. Hällsusceptibilitetsmätningarna visar att magnetithalter på upp till 1 procent förekommer längs de mer magnetiserbara zonerna i de granitoiddominerade delarna i de östra delarna av kartområdet. Tyvärr saknas prov från dessa zoner. Därför går det inte att utesluta att en ökad remanent magnetisering kopplad till de höga hällsusceptibilitetsvärdena kan vara en



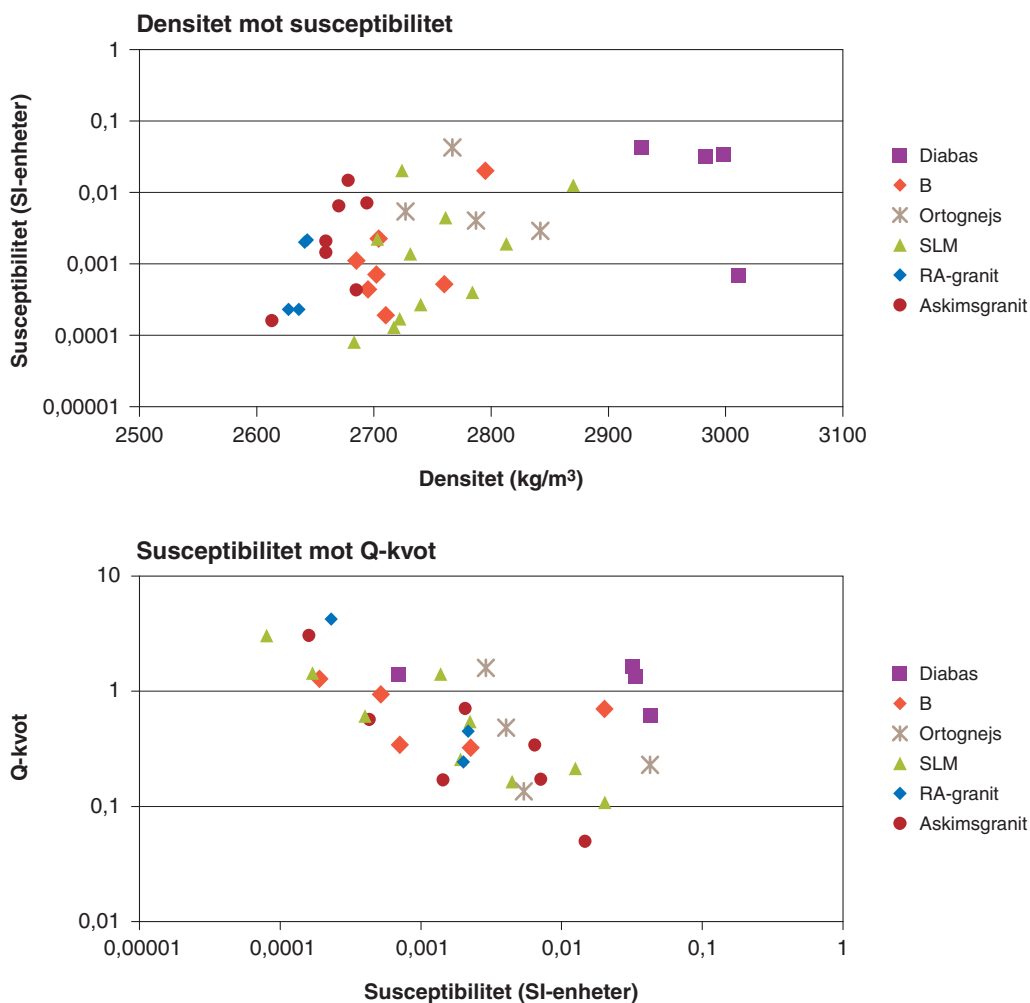


Fig. 48. Tvåvariabeldiagram för de petrofysiska egenskaperna. SLM = Stora Le–Marstrandgruppen, B = ca 1 560 miljoner år gamla granitoider, ortognejs = ca 1 600 miljoner år gamla granitoider.

*Diagrams showing petrophysical data. SLM = Stora Le–Marstrand group, B = c. 1 560 million years old granitoids, ortogneiss = c. 1 600 million years old gneiss and veined granitoids.*

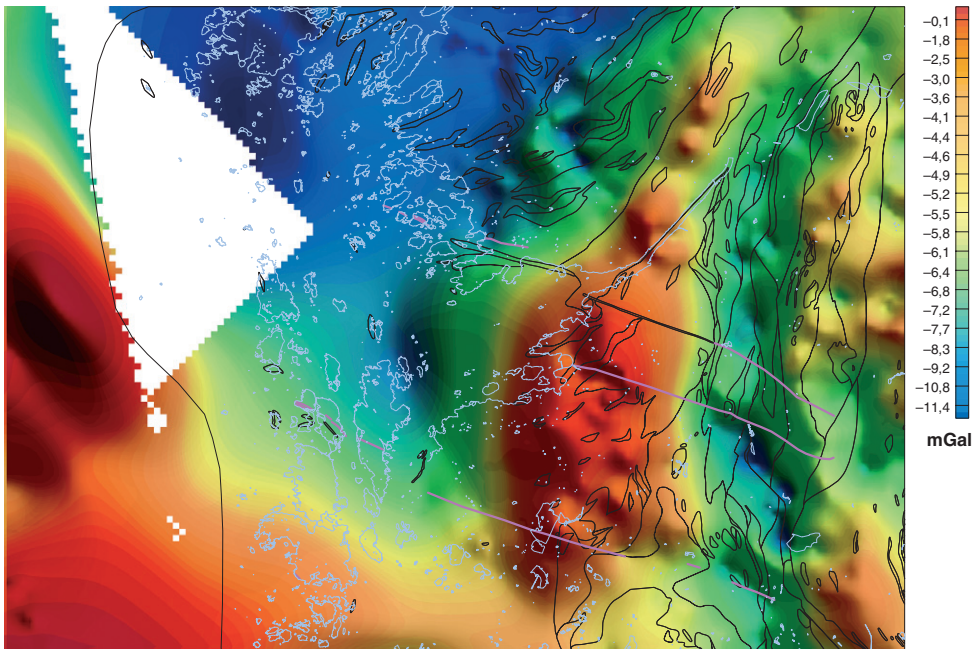


Fig. 49. Tyngdkraftsdata med bergartsgränser i svart och tunna diabasgångar i violett. Kustlinjen är markerad med blå kontur.

*Gravity data in gridded form with bedrock outlines in black and thin dykes in violet. The coastline is represented by a blue line.*

förklaring till den skillnad, som finns mellan uppmätt stupning av foliation eller gnejsighet och beräknad stupning av de magnetiska strukturerna. Vid beräkningarna av den magnetiska stupningen antas en remanent magnetisering i det jordmagnetiska fältets riktning, vilket fungerar även vid så låg remanent magnetisering som dessa parameterprov har.

De metasedimentära bergarterna (Stora Le–Marstrandgruppen) i väster har en del högre susceptibilitetsvärden som motsvarar halter av magnetiska mineral på flera procent. Flygmätningen av det totalmagnetiska fältet visar motsvarande förhållande (fig. 38). Här verkar även överensstämmelsen vara bättre mellan uppmätta och beräknade stupningar. Den relativt stora mängden opakmineral i relation till de hållsusceptibilitetsvärden som uppmäts, tyder dock på att större delen av opakmineralen utgörs av andra mineral än magnetit.

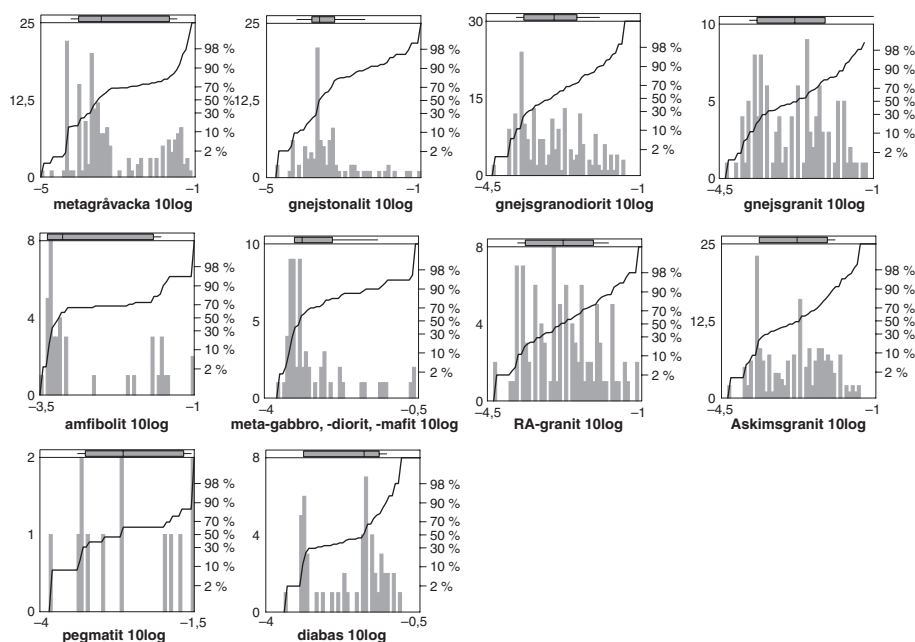


Fig. 50. Histogram för magnetisk susceptibilitet för en del av bergartsgrupperna. Ingående värden är erhållna vid mätningar på hälltytor.

*In situ susceptibility measurements for some rock types represented in histogram form.*

## SUMMARY

The airborne geophysical measurements were carried out during the summer of 1983, using a line spacing of 200 m and a ground clearance of 30 m. Over urban areas the ground clearance was increased to approximately 50 m. Measurements of the magnetic total field, the induced electromagnetic field (VLF) and the gamma-ray radiation were performed. From these gamma-ray measurements the ground content of the naturally occurring radioactive isotopes potassium, uranium and thorium were calculated. The gravity measurements were made with a sampling distance of 1.5–2 km on the mainland. The specifications for the measurements are in some detail presented on the web site [www.sgu.se](http://www.sgu.se).

Additional geophysical ground measurements have only been carried out in the part of the mapped area that lies in the municipality of Göteborg. Fortysix bedrock samples have been collected for measurements of density and magnetic properties by the Geological Survey of Sweden, (SGU). The results are presented in Figure 48.

1 093 measurements of susceptibility in situ have been carried out in connection with the geological fieldwork. The results are presented in histogram form in Figure 50. The susceptibility distribution shows that most of the rock types have parts with relatively high amounts of magnetic minerals. This implies that the magnetic zones visible in Figure 39 are not specifically



related to the different rock types, but more likely are related to the foliation and gneissosity which are parallel to the sources of the magnetic anomalies as seen in Figures 38 and 39. Similar results are published from the bedrock mapping of Göteborg NO (Samuelsson 1985).

Dense ground measurements with gamma-ray spectrometers have been carried out within the municipality of Göteborg. The results are displayed in histogram form in Figure 45 for the different bedrock types. The ground measurements are displayed with their gamma index-value using the formula  $\text{Gamma index } m_\gamma = C_K/3000 + C_{Ra}/300 + C_{Th}/200$  where  $C_{Ra}$ ,  $C_{Th}$  and  $C_K$  stands for the concentration of radium-226, thorium-232 and potassium-40 respectively in Bq/kg (Bequerel/kg). From Figure 45 and the scatter diagram in Figure 41 it is clear that the RA-granite and a few pegmatite dykes have the highest content of uranium. The dominating gamma radiation source in this area is thorium.

A ternary presentation of some of the rock types is shown in Figure 43. The airborne measurements of the gamma radiation are displayed in ternary form in Figure 44, where potassium is shown in green, uranium in red and thorium in blue colours. Grey colours represent the total gamma radiation with dark grey for low total values. The bedrock outline is displayed using black lines. The radon content in drilled wells is represented by inverted triangles. Most of the data have been acquired from the municipality of Göteborg. In the database at SGU a few measurements from the municipality of Marstrand are included.

As the investigated area is well exposed, the airborne gamma-ray spectrometric results are also recalculated to gamma index, and compared to the ground measurements (Fig. 42). The airborne measurements show somewhat lower values due to moisture in thin layers of soil and vegetation, which reduces the gamma radiation. A few sites have gamma indexes larger than recommended upper level for building materials as agreed upon by the Nordic countries.

A few dolerites have been sampled with a sun orientated system used at SGU (Henkel & Nisca 1978). On these sites some magnetic profiles have been measured. One profile, measured in a north–south direction over the Tuve dyke, is shown in Figure 47. The remanent magnetisation has an average declination of 115 degrees and an average inclination of 61 degrees. The Königsberger ratio is c. 1.65, and the mean susceptibility is 0.037 SI-units. The modelling shows an upright to south dipping dyke (Fig. 47). Processing of data from the airborne magnetic measurements with a filtering method proposed by Jacobsen (1987) and Pedersen (1991) shows that the dyke has a depth of at least a few kilometres. The dyke is situated at the edge of a magnetic source situated at a larger depth (Fig. 46).

Parallel to the Tuve dyke there are a few thin dykes, which are also visible in the airborne magnetic measurements. A few oriented samples from these dykes have been collected and measured. They show a somewhat different pattern for the remanent magnetisation than samples from the Tuve dyke, implying a slightly different palaeomagnetic age.

## REFERENSER

- Abrahamsen, N., 1974: The paleomagnetic age of the WNW-striking dikes around Gothenburg, Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 96, 163–170.
- BFS, 1990: Nybyggnadsregler ändringar. *Boverkets författningssamling. BFS 1990:28, Nr. 2.* Stockholm.
- Elming, S.-Å. & Mattsson, H.J., 2001: Post Jotnian basic Intrusions in the Fennoscandian Shield, and the break up of Baltica from Laurentia: a paleomagnetic and AMS study. *Precambrian Research* 108, 215–236.
- Hellström, F., Johansson, Å. & Larson, S.Å., 2004: Age and emplacement of late Sveconorwegian monzogabbroic dykes, SW Sweden. *Precambrian Research* 128, 39–55.
- Henkel, H. & Niska, H.D., 1978: A rock sample orientation system used by the Geological Survey of Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 740*, 15 s.
- Jacobsen, B.H., 1987: A case for upward continuation as a standard separation filter for potential field maps. *Geophysics* 52, 1138–1148.
- Magnusson, K.-Å., 1976: A petrophysical and paleomagnetic study of the Nordingrå region in eastern Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 801*, 70 s.
- Magnusson, K.-Å. & Larson, S.Å., 1977: A paleomagnetic investigation of the Ulvö dolerite, Ångermanland, central Sweden. *Lithos* 10, 215–221.
- Mattsson, H.J., 2001: Magnetic anisotropy and Paleomagnetism of Precambrian rocks in the Fennoscandian Shield. *ISSN:1402-1544*.
- Pedersen, L.B., 1991: Relations between potential fields and some equivalent sources. *Geophysics* 56, 961–971.
- Samuelsson, L., 1985: Beskrivning till berggrundskartan Göteborg NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 136*, 101 s.
- Werner, S., 1955: Interpretation of magnetic anomalies at sheet-like bodies. *Sveriges geologiska undersökning C 508*, 130 s.
- Åkerblom, G., Mjølnes, L., Annanmäki, M., Magnusson, S., Strand, T. & Ulbak, K., 2000: Naturally Occurring Radioactivity in the Nordic Countries – Recommendations. *ISBN 91-89230-00-0*.

TABELL 1. Den prekambriskas geologiska utvecklingen i det västra segmentet, sydvästra Sverige.  
*The geological evolution of the Precambrian of the western segment, south-western Sweden.*

| Bergart                                                                           | Ålder (miljoner år) | Bergskedjebildning (orogenes)                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anortosit, norit                                                                  | 915                 |                                                                                                                |
| Bohusgranit, -pegmatit                                                            | 920                 |                                                                                                                |
| Diabas (t.ex. Göteborgs-)                                                         | 935                 | Svekonorvegiska                                                                                                |
| Vingaporfyr                                                                       | 950                 |  (1150–900 miljoner år sedan) |
| Pegmatit (t.ex. Högsbo-)                                                          | 1030                |                                                                                                                |
| Dalslandsgruppen                                                                  |                     |                                                                                                                |
| Segmon-, Sandsjögranit                                                            | 1210–1250           |                                                                                                                |
| RA-granit                                                                         | 1310                |                                                                                                                |
| Bimodal magmatism: gabbro-granit,<br>t.ex. Hästefjorden-, Askimsgranit            | 1330                |                                                                                                                |
| Koster-, Orustgångar                                                              | 1450                |                                                                                                                |
| Bimodal magmatism: gabbro-diabas-granit,<br>t.ex. Stigfjordengranit, Brevikgabbro | 1500–1510           |                                                                                                                |
| Lanegranit                                                                        | 1535                |                                                                                                                |
| Kalk-alkalin magmatism: tonalit - granit                                          | 1560                |                                                                                                                |
| Kalk-alkalin magmatism: tonalit– granit                                           | 1580–1620           |                                                                                                                |
| Stora Le-Marstrandgruppen                                                         | 1600                | Gotiska                                                                                                        |
| Kappebo-, Ellenö-, Åmålgrupperna                                                  | 1615                | bergskedjebildningen                                                                                           |
| Horredgruppen                                                                     | 1660                | (1750–1550 miljoner år sedan)                                                                                  |



TABELL 2. Mineralfördelningen i metagråvacka (Stora Le–Marstrandgruppen, volym-%).  
*Modal compositions of metagreywacke (Stora Le-Marstrand group, vol.%).*

| Prov nr<br>Sample No. | IML97<br>0211:1 | IML97<br>0211:2 | IML97<br>0246:1 | IML98<br>0221 | IML97<br>0109:1 | IML97<br>0110 | IML97<br>0246:2 | IML97<br>0073 | IML95<br>0204 | IML97<br>0109:2 | IML98<br>0233 |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|
| Kvarts                | 66,0            | 28,4            | 26,7            | 34,6          | 31,6            | 38,4          | 20,2            | 22,8          | 30,0          | 11,1            | 23,3          |
| Mikroklin             | +               | +               |                 | 19,5          | +               |               | +               | +             |               |                 | 1,7           |
| Plagioklas            | 14,9            | 26,2            | 42,6            | 34,4          | 45,9            | 41,8          | 41,0            | 38,1          | 34,9          | 64,6            | 60,0          |
| Hornblände            |                 |                 |                 |               |                 | +             |                 |               |               |                 |               |
| Biotit                | 8,6             | 29,1            | 18,9            | 8,1           | 20,8            | 16,5          | 21,6            | 23,2          | 24,5          | 17,3            | 9,4           |
| Klorit                |                 |                 | 1,5             |               | +               | +             | 2,0             | 1,8           | 0,2           |                 |               |
| Muskovit              | +               | 15,5            | 0,7             | 2,0           |                 | 1,4           | 2,3             |               | +             | 3,0             | 1,8           |
| Epidot                |                 |                 | 8,4             | 1,4           | 1,6             | 1,9           | 12,6            | 13,3          | 10,4          | 3,4             | 3,6           |
| Klinozoisit           | 10,4            |                 | +               |               |                 |               | +               |               |               |                 |               |
| Allanit               |                 |                 |                 |               |                 | +             |                 | +             |               | +               |               |
| Apatit                |                 | 0,4             | 0,2             | +             | +               |               | 0,3             | +             | +             | 0,6             | +             |
| Titanit               | 0,1             | 0,4             | 1,0             | +             | 0,1             | +             | 0,2             | 0,5           | +             | +               | 0,1           |
| Zirkon                | +               | +               |                 | +             | +               | +             |                 | +             | +             |                 | +             |
| Pumpellyit            | +               |                 |                 | +             |                 | +             |                 |               |               | +               | +             |
| Opakmineral           | +               | +               | +               | +             | +               | +             | +               | +             | +             | +               | +             |
| Summa                 | 100,0           | 100,0           | 100,0           | 100,0         | 100,0           | 100,0         | 100,0           | 100,0         | 100,0         | 100,0           | 100,0         |

Antal räknade punkter: 1000 st./slip

Provlokaler  
*Localities*

|             |                       |                                                |
|-------------|-----------------------|------------------------------------------------|
| IML970211:1 | Sandigt lager.        | Hjuvik (1 b). 6405580/1255580.                 |
| IML970211:2 | Lerigt lager.         | Hjuvik (1 b). 6405580/1255580.                 |
| IML980221   | Ådergnejs.            | Arendal (0 c). 6404390/1262690.                |
| IML970246:1 | Ådergnejs.            | Torsviken (1 c). 6405550/1261400.              |
| IML970109:1 | Migmatit.             | Norr Lilleby fritidsby (1 b). 6409610/1258200. |
| IML970110   | Migmatit.             | Sillvik (1 b). 6409210/1257550.                |
| IML870246:2 | Migmatit.             | Torsviken (1 c). 6405550/1261380.              |
| IML970073   | Omkristalliserat led. | Lilleby (1 c). 6408700/1260900.                |
| IML950204   | Omkristalliserat led. | Björlanda strand (2 c). 6411100/1262150.       |
| IML970109:2 | Omkristalliserat led. | Norr Lilleby fritidsby (1 b). 6409600/1258210. |
| IML980233   | Omkristalliserat led. | Rödjan (0 c). 6404880/1263190.                 |

TABELL 3. Kemiska analyser av metagråvacka (Stora Le–Marstrandgruppen, vikt-%).  
*Chemical analyses of metagreywackes (Stora Le–Marstrand group, weight%).*

| Prov nr<br>Sample No.          | IML97<br>0211:1 | IML97<br>0211:2 | IML97<br>0246:1 | IML98<br>0221 | IML97<br>0109:1 | IML97<br>0110 | IML97<br>0246:2 | IML97<br>0073 | IML95<br>0204 | IML97<br>0109:2 | IML98<br>0233 |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 77,2            | 65,8            | 66,1            | 72,4          | 68,0            | 59,6          | 69,9            | 56,6          | 65,5          | 66,2            | 68,3          |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 11,3            | 16,1            | 16,0            | 14,8          | 14,7            | 14,8          | 15,8            | 17,0          | 16,0          | 15,6            | 16,1          |
| CaO                            | 4,27            | 1,21            | 3,00            | 2,21          | 3,48            | 3,23          | 5,80            | 6,96          | 4,41          | 3,75            | 4,03          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2,70            | 5,64            | 4,98            | 2,46          | 4,99            | 4,39          | 7,53            | 7,98          | 4,66          | 5,47            | 3,89          |
| K <sub>2</sub> O               | 1,21            | 4,56            | 2,44            | 3,56          | 2,19            | 2,05          | 2,51            | 2,34          | 2,03          | 2,48            | 1,67          |
| MgO                            | 0,865           | 2,20            | 2,38            | 0,686         | 1,99            | 1,70          | 2,58            | 3,97          | 2,19          | 1,98            | 1,33          |
| MnO <sub>2</sub>               | 0,106           | 0,0706          | 0,0828          | 0,0647        | 0,0780          | 0,0743        | 0,142           | 0,144         | 0,0991        | 0,115           | 0,0752        |
| Na <sub>2</sub> O              | 1,69            | 2,78            | 4,51            | 3,86          | 3,49            | 3,57          | 3,20            | 3,06          | 3,80          | 3,52            | 4,23          |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,0996          | 0,279           | 0,0950          | 0,0954        | 0,189           | 0,0491        | 0,284           | 0,365         | 0,159         | 0,264           | 0,100         |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,448           | 0,704           | 0,591           | 0,236         | 0,632           | 0,553         | 1,00            | 1,05          | 0,531         | 0,592           | 0,491         |
| Summa                          | 99,9            | 99,3            | 100,2           | 100,4         | 99,7            | 100,3         | 98,4            | 99,5          | 99,4          | 100,0           | 100,2         |
| (ppm)                          |                 |                 |                 |               |                 |               |                 |               |               |                 |               |
| Rb                             | 81,7            | 165             | 81,3            | 79,2          | 88,0            | 94,3          | 86,3            | 67,1          | 62,4          | 117             | 63,3          |
| Sr                             | 188             | 129             | 321             | 206           | 199             | 227           | 316             | 550           | 305           | 231             | 276           |
| Zr                             | 265             | 269             | 233             | 148           | 248             | 231           | 189             | 111           | 56,4          | 155             | 212           |
| U                              | 2,85            | 5,08            | 2,07            | 1,27          | 0,954           | 2,46          | 1,68            | 0,803         | 0,503         | 1,17            | 1,89          |
| Th                             | 9,05            | 10,3            | 12,2            | 5,04          | 1,40            | 45,1          | 5,85            | 2,96          | 3,64          | 0,860           | 6,22          |

Provlokaler  
*Localities*

|             |                       |                                                |
|-------------|-----------------------|------------------------------------------------|
| IML970211:1 | Sandigt lager.        | Hjuvik (1 b). 6405580/1255580.                 |
| IML970211:2 | Lerigt lager.         | Hjuvik (1 b). 6405580/1255580.                 |
| IML980221   | Ådergnejs.            | Arendal (0 c). 6404390/1262690.                |
| IML970246:1 | Ådergnejs.            | Torsviken (1 c). 6405550/1261400.              |
| IML970109:1 | Migmatit.             | Norr Lilleby fritidsby (1 b). 6409610/1258200. |
| IML970110   | Migmatit.             | Sillvik (1 b). 6409210/1257550.                |
| IML970246:2 | Migmatit.             | Torsviken (1 c). 6405550/1261380.              |
| IML970073   | Omkrystalliserat led. | Lilleby (1 c). 6408700/1260900.                |
| IML950204   | Omkrystalliserat led. | Björlanda strand (2 c). 6411100/1262150.       |
| IML970109:2 | Omkrystalliserat led. | Norr Lilleby fritidsby (1 b). 6409600/1258210. |
| IML980233   | Omkrystalliserat led. | Rödjan (0 c). 6404880/1263190.                 |

TABELL 4. Mineralfördelningen i metamafit (volym-%).  
*Modal compositions of metamafite (vol.%).*

| Prov nr<br><i>Sample No.</i> | IML97<br>0271 | UJB95<br>0265A | UJB97<br>0400A | IML98<br>0186 | CHC98<br>0012 |
|------------------------------|---------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| Kvarts                       | 0,7           | 1,6            | 2,2            | 4,3           | 7,4           |
| Plagioklas                   | 33,0          | 29,8           | 24,6           | 33,2          | 23,4          |
| Hornblände                   | 59,0          | 63,3           | 67,7           | 52,0          | 61,0          |
| Biotit                       | 6,5           | 2,2            | 1,5            | 2,0           | 4,5           |
| Klorit                       |               | 0,2            | 0,2            | 5,3           | 2,8           |
| Epidot                       |               |                | 3,4            | 2,7           |               |
| Klinozoisit                  |               |                |                |               | +             |
| Apatit                       | +             | 0,4            | 0,2            |               | 0,4           |
| Titanit                      |               | 0,1            | 0,2            | 0,3           | 0,2           |
| Karbonatmineral              |               |                | 0,1            | +             |               |
| Pumpellyit                   |               |                | +              | +             |               |
| Opakmineral                  | 0,8           | 2,4            | 0,9            | 0,2           | 0,3           |
| Summa                        | 100,0         | 100,0          | 100,0          | 100,0         | 100,0         |

Antal räknade punkter: 1000 st./slip

Provlokaler  
*Localities*

|            |                                    |
|------------|------------------------------------|
| IML970271  | Johanneberg (0e). 6402650/1272210. |
| UJB950265A | Hjällbo (2e). 6411010/1274760.     |
| UJB970400A | Österslätt (3e). 6415020/1271270.  |
| IML980186  | Sandvik (0b). 6404070/1258690.     |
| CHC980012  | Ruddalen (0d). 6400200/1267330.    |

TABELL 5. Kemiska analyser av metamafit (vikt-%).  
*Chemical analyses of metamafite (weight%).*

| Prov nr<br><i>Sample No.</i>   | IML98<br>0233 | UJB97<br>0400 |
|--------------------------------|---------------|---------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 44,8          | 47,5          |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 19,2          | 17,5          |
| CaO                            | 10,7          | 9,93          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 14,6          | 12,6          |
| K <sub>2</sub> O               | 0,774         | 0,908         |
| MgO                            | 6,30          | 6,33          |
| MnO <sub>2</sub>               | 0,195         | 0,198         |
| Na <sub>2</sub> O              | 2,42          | 2,47          |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,0758        | 0,118         |
| TiO <sub>2</sub>               | 1,31          | 0,813         |
| Summa                          | 100,4         | 98,4          |

(ppm)

|    |      |      |
|----|------|------|
| Rb | 15,2 | 15,1 |
| Sr | 461  | 372  |
| Zr | 38,6 | 32,3 |
| Cr | 23,8 | 45,5 |
| Ni | 41,7 | 40,3 |
| Co | 47,5 | 47,3 |
| V  | 332  | 297  |

Provlokaler  
*Localities*

|           |                                   |
|-----------|-----------------------------------|
| IML980223 | Hästholmen (0c). 6404040/1261760. |
| UJB970400 | Österslätt (3e). 5415020/1271270. |



TABELL 6. Mineralfördelningen i ådrad granit, granodiorit och tonalit (volym%).  
*Modal compositions of veined granite, granodiorite and tonalite (vol.%).*

| Prov nr<br>Sample No. | UJB95<br>0265A | AIP98<br>0083B | IML97<br>0265 | IML98<br>0160 | UJB95<br>0224 | AIP98<br>0083A | IML97<br>0272 |
|-----------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| Kvarts                | 26,4           | 31,6           | 27,0          | 24,8          | 26,0          | 28,2           | 26,0          |
| Mikroklin             | +              | +              |               | 8,4           | 9,1           | 12,6           | 17,2          |
| Plagioklas            | 41,5           | 43,6           | 54,0          | 43,0          | 42,8          | 42,6           | 35,4          |
| Hornblände            | 2,9            | 1,2            |               | 9,6           | 3,0           | +              |               |
| Biotit                | 22,2           | 19,0           | 17,9          | 11,7          | 15,1          | 14,0           | 16,1          |
| Klorit                | +              |                | +             | 0,2           |               |                | 0,2           |
| Epidot                | 5,8            | 2,0            | 0,6           | 1,6           | 1,8           | 1,4            | 4,6           |
| Allanit               |                |                |               |               |               | +              |               |
| Apatit                | 0,1            | 1,0            | 0,2           | 0,2           | 0,2           | 0,1            | 0,1           |
| Titanit               | 0,8            | 1,6            | 0,3           | 0,4           | 0,9           | 0,8            | 0,2           |
| Zirkon                |                | +              |               | +             |               | +              | +             |
| Pumpellyit            | 0,1            |                | +             | +             | 0,3           | +              | +             |
| Karbonatmineral       | +              |                |               |               |               |                |               |
| Opakmineral           | 0,2            | +              | +             | 0,1           | 0,8           | 0,3            | 0,2           |
| Summa                 | 100,0          | 100,0          | 100,0         | 100,0         | 100,0         | 100,0          | 100,0         |

Antal räknade punkter: 1000 st./slip

Provlokaler  
*Localities*

|            |                    |                                     |
|------------|--------------------|-------------------------------------|
| UJB950265B | Ådrad tonalit.     | Hjällbo (2 e). 6411010/1274740.     |
| AIP980083B | Ådrad tonalit.     | Nylöse (1 e). 6408350/1273990.      |
| IML970265  | Ådrad tonalit.     | Landala (0 e). 6403040/1271040.     |
| IML980160  | Ådrad granodiorit. | Kallebäck (0 e). 6401420/1274680.   |
| UJB950224  | Ådrad granodiorit. | Lärjeholm (2 e). 6410105/1274200.   |
| AIP980083A | Ådrad granodiorit. | Nylöse (1 e). 6408350/1273990.      |
| IML970272  | Ådrad granodiorit. | Johanneberg (0 e). 6402550/1272080. |

TABELL 7. Kemiska analyser av ådrad granit, granodiorit och tonalit (vikt-%).  
*Chemical analyses of veined granite, granodiorite and tonalite (weight%).*

| Prov nr<br>Sample No.          | IML97<br>0265 | IML98<br>0160 | UJB95<br>0224 | IML97<br>0272 |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 56,0          | 60,7          | 63,6          | 68,8          |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 19,0          | 17,0          | 15,2          | 14,7          |
| CaO                            | 7,44          | 5,65          | 4,71          | 3,14          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 7,63          | 6,48          | 6,42          | 3,87          |
| K <sub>2</sub> O               | 1,37          | 2,32          | 3,03          | 4,00          |
| MgO                            | 2,44          | 2,94          | 1,72          | 1,09          |
| MnO <sub>2</sub>               | 0,170         | 0,145         | 0,160         | 0,104         |
| Na <sub>2</sub> O              | 3,84          | 3,71          | 3,24          | 3,12          |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,287         | 0,210         | 0,408         | 0,179         |
| TiO <sub>2</sub>               | 1,04          | 0,838         | 0,960         | 0,561         |
| Summa                          | 99,2          | 100,0         | 99,4          | 99,6          |
| (ppm)                          |               |               |               |               |
| Rb                             | 34,8          | 116           | 94,1          | 111           |
| Sr                             | 387           | 538           | 318           | 246           |
| Zr                             | 317           | 239           | 409           | 281           |
| U                              | 0,387         | 1,37          | 2,95          | 3,07          |
| Th                             | 1,66          | 5,94          | 13,1          | 12,0          |

Provlokaler  
*Localities*

|           |                    |                                     |
|-----------|--------------------|-------------------------------------|
| IML970265 | Ådrad tonalit.     | Landala (0 e). 6403040/1271040.     |
| IML980160 | Ådrad granodiorit. | Kallebäck (0 e). 6401420/1274680.   |
| UJB950224 | Ådrad granodiorit. | Lärjeholm (2 e). 6410105/1274200.   |
| IML970272 | Ådrad granodiorit. | Johanneberg (0 e). 6402550/1272080. |

TABELL 8. Mineralfördelningen i gnejsig granit, granodiorit och tonalit (volym-%).  
*Modal compositions of granite, granodiorite and tonalite (vol.%).*

| Prov nr<br>Sample No. | UJB95<br>0364 | AIP98<br>0268 | AIP98<br>0452 | AIP98<br>0320 | TEN99<br>0007 | TEN98<br>0022 | CHC98<br>0036 | CHC98<br>0002 |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Kvarts                | 24,6          | 29,0          | 29,9          | 19,5          | 27,4          | 25,4          | 26,4          | 22,0          |
| Mikroklin             |               | +             | 3,3           | 5,1           | 8,8           | 21,2          | 18,2          | 27,3          |
| Plagioklas            | 45,1          | 44,6          | 48,4          | 51,4          | 44,1          | 36,3          | 28,0          | 37,4          |
| Pyroxen (klino-)      |               |               |               | 1,0           |               |               |               |               |
| Hornblände            | 16,4          | 10,7          |               | 5,2           | 4,0           |               |               |               |
| Biotit                | 8,6           | 12,0          | 14,6          | 15,6          | 10,4          | 14,4          | 21,8          | 8,2           |
| Klorit                | +             | +             | +             |               | 0,2           | +             | +             | +             |
| Muskovit              |               |               | 0,2           |               |               |               |               | +             |
| Epidot                | 3,7           | 3,0           | 3,4           | 0,7           | 4,3           | 2,5           | 4,6           | 4,2           |
| Allanit               |               |               | +             | +             |               |               |               |               |
| Apatit                | 0,4           | +             | +             | 0,3           | +             | 0,1           | 0,2           | 0,1           |
| Titanit               | 0,4           |               | 0,2           | 0,4           | 0,8           | 0,1           | 0,7           | 0,8           |
| Zirkon                |               | +             | +             |               |               | +             |               | +             |
| Pumpellyit            |               |               |               | +             |               | +             | +             |               |
| Karbonatmineral       |               | +             |               |               | +             | +             | 0,1           |               |
| Opakmineral           | 0,8           | 0,7           | +             | 0,8           | +             | +             | +             | +             |
| Summa                 | 100,0         | 100,0         | 100,0         | 100,0         | 100,0         | 100,0         | 100,0         | 100,0         |

Antal räknade punkter: 1000 st./slip

Provlokaler  
*Localities*

|           |                                |                                        |
|-----------|--------------------------------|----------------------------------------|
| UJB950364 | Gnejsig tonalit.               | Lerbäck (2 e). 6412990/1270770.        |
| AIP980268 | Gnejsig tonalit.               | Länsmansgården (1 d). 6407410/1266920. |
| AIP980452 | Gnejsig tonalit.               | Brunnstorp (3 d). 6415500/1268110.     |
| AIP980320 | Gnejsig tonalit – granodiorit. | Sörred (1 d). 6405300/1265300.         |
| TEN990007 | Gnejsig granodiorit.           | Rödbo (4 e).6421400/1273575.           |
| TEN980022 | Gnejsig granodiorit – granit.  | Nya varvet (0 d). 6402690/1267110.     |
| CHC980036 | Gnejsig granit.                | Bräcke (0 d). 6404460/1266330.         |
| CHC980002 | Gnejsig granit.                | Hagen (0 d). 6401090/1266010.          |

TABELL 9. Kemiska analyser av gnejsig granit, granodiorit och tonalit (vikt-%).  
*Chemical analyses of gneissic granite, granodiorite and tonalite (weight%).*

| Prov nr<br>Sample No.          | UJB95<br>0364 | AIP98<br>0268 | AIP98<br>0452 | AIP98<br>0320 | CHC98<br>0002 |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 61,7          | 62,1          | 70,0          | 60,3          | 66,2          |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 17,3          | 17,2          | 15,0          | 16,3          | 15,3          |
| CaO                            | 5,89          | 5,33          | 3,15          | 5,75          | 3,58          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 6,02          | 6,23          | 3,41          | 7,62          | 5,71          |
| K <sub>2</sub> O               | 1,49          | 1,61          | 2,44          | 2,53          | 3,58          |
| MgO                            | 2,57          | 2,86          | 1,10          | 2,46          | 1,67          |
| MnO <sub>2</sub>               | 0,115         | 0,121         | 0,0623        | 0,144         | 0,112         |
| Na <sub>2</sub> O              | 4,02          | 4,07          | 4,04          | 3,49          | 3,59          |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,229         | 0,182         | 0,118         | 0,296         | 0,190         |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,638         | 0,636         | 0,463         | 1,03          | 0,752         |
| Summa                          | 100,0         | 100,3         | 99,8          | 99,9          | 100,7         |
| (ppm)                          |               |               |               |               |               |
| Rb                             | 41,3          | 36,5          | 39,9          | 68,0          | 119           |
| Sr                             | 421           | 436           | 312           | 325           | 246           |
| Zr                             | 200           | 168           | 192           | 194           | 224           |
| U                              | 0,367         | 0,600         | 0,836         | 1,28          | 3,35          |
| Th                             | 0,777         | 2,85          | 5,83          | 4,66          | 13,8          |

Provlokaler  
*Localities*

|           |                                |                                        |
|-----------|--------------------------------|----------------------------------------|
| UJB950364 | Gnejsig tonalit.               | Lerbäck (2 e). 6412990/1270770.        |
| AIP980268 | Gnejsig tonalit.               | Länsmansgården (1 d). 6407410/1266920. |
| AIP980452 | Gnejsig tonalit.               | Brunnstorp (3 d). 6415500/1268110.     |
| AIP980320 | Gnejsig tonalit – granodiorit. | Sörred (1 d). 6405300/1265300.         |
| CHC980002 | Gnejsig granit.                | Hagen (0 d). 6401090/1266010.          |

TABELL 10. Mineralfördelningen i metadiorit och metagabbro (volym-%).  
*Modal compositions of metadiorite and metagabbro (vol.%).*

| Prov nr<br>Sample No. | IML97<br>0294 | UJB97<br>0495 | IML98<br>0079 |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|
| Kvarts                |               | +             | 14,8          |
| Plagioklas            | 32,2          | 38,6          | 32,6          |
| Pyroxen (klino-)      | +             |               |               |
| Hornblände            | 53,0          | 51,5          | 36,8          |
| Biotit                | 10,4          | 7,4           | 13,9          |
| Klorit                |               | +             |               |
| Muskovit              |               |               | +             |
| Epidot                |               |               | 0,6           |
| Apatit                | +             | 0,4           | +             |
| Titanit               | +             | 1,9           | 0,8           |
| Karbonatmineral       | +             |               | 0,1           |
| Zirkon                |               |               | +             |
| Opakmineral           | 4,4           | 0,2           | 0,4           |
| Summa                 | 100,0         | 100,0         | 100,0         |

Antal räknade punkter: 1000 st./slip

Provlokaler  
*Localities*

|           |                   |                                     |
|-----------|-------------------|-------------------------------------|
| IML970294 | Metagabbro.       | Johanneberg (0 e). 6402540/1271670. |
| UJB970495 | Metadiorit.       | Åketorp (2 e). 6410780/1272340.     |
| IML980079 | Metakvartsdiorit. | Glöstorp (2 d). 6410410/1268690.    |



Tabell 11. Kemiska analyser av metadiorit och metagabbro (vikt-%).  
*Chemical analyses of metadiorite and metagabbro (weight%).*

| Prov nr<br><i>Sample No.</i>   | UJB97<br>0495 | IML98<br>0079 |
|--------------------------------|---------------|---------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 50,5          | 52,8          |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 16,3          | 15,5          |
| CaO                            | 9,56          | 9,47          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 9,40          | 8,39          |
| K <sub>2</sub> O               | 1,20          | 1,50          |
| MgO                            | 7,50          | 6,67          |
| MnO <sub>2</sub>               | 0,178         | 0,175         |
| Na <sub>2</sub> O              | 2,83          | 3,13          |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,178         | 0,109         |
| TiO <sub>2</sub>               | 1,07          | 0,847         |
| Summa                          | 98,7          | 98,6          |
| (ppm)                          |               |               |
| Rb                             | 27,4          | 50,3          |
| Sr                             | 311           | 314           |
| Zr                             | 102           | 101           |
| Cr                             | 248           | 241           |
| Ni                             | 95,2          | 75,0          |
| Co                             | 40,5          | 29,5          |
| V                              | 177           | 155           |

Provlokaler  
*Localities*

|           |                   |                                   |
|-----------|-------------------|-----------------------------------|
| UJB970495 | Metadiorit.       | Åketorp (2 e). 6410780/1272340.   |
| IML980079 | Metakvartsdiorit. | Glöstorps (2 d). 6410410/1268690. |

TABELL 12. Mineralfördelningen i granit (Askimsgranit, volym-%).  
*Modal compositions of granite (Askim granite, vol.%).*

| Prov nr<br>Sample No. | AIP98<br>0161 | AIP98<br>0138 | AIP98<br>0451 | AIP98<br>0141 | UJB97<br>0494 |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Kvarts                | 26,0          | 34,0          | 20,2          | 25,2          | 40,0          |
| Mikroclin             | 35,3          | 32,2          | 43,7          | 40,2          | 24,7          |
| Plagioklas            | 28,3          | 19,3          | 26,4          | 27,4          | 28,7          |
| Hornblände            | 4,6           | 0,6           | 4,8           | 0,5           |               |
| Biotit                | 3,8           | 8,8           | 3,9           | 5,2           | 5,8           |
| Klorit                |               | +             |               | +             | +             |
| Muskovit              |               |               |               |               | +             |
| Epidot                | 0,2           | 3,6           | +             | 0,6           | 0,8           |
| Allanit               | 0,6           | +             | +             | +             |               |
| Apatit                |               | 0,1           | 0,1           | 0,2           | +             |
| Titānit               | +             | 0,6           | 0,9           | 0,7           | +             |
| Zirkon                | +             |               | +             | +             |               |
| Granat                | 0,2           |               |               |               |               |
| Flusspat              |               | +             |               |               |               |
| Pumpellyit            |               | +             |               |               |               |
| Karbonatmineral       | 0,1           |               |               | +             |               |
| Opakmineral           | 0,5           | 0,8           | +             |               | +             |
| Summa                 | 100,0         | 100,0         | 100,0         | 100,0         | 100,0         |

Antal räknade punkter: 1000 st./slip

Provlokaler  
*Localities*

|           |                                        |
|-----------|----------------------------------------|
| AIP980161 | Svartedalen (1 d). 6406680/1267560.    |
| AIP980138 | Brämaregården (1 d). 6406100/1269750.  |
| AIP980451 | Säve kyrka (3 d). 6415660/1268910.     |
| AIP980141 | Rambergssnaden (1 d). 6405570/1268670. |
| UJB970494 | Åketorp (2 e). 6410735/1272085.        |

TABELL 13. Kemiska analyser av granit (Askimsgranit, vikt-%).  
*Chemical analyses of granite (Askim granite, weight%).*

| Prov nr<br><i>Sample No.</i>   | AIP98<br>0161 | AIP98<br>0138 | AIP98<br>0451 | AIP98<br>0141 | UJB97<br>0494 |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 66,8          | 69,0          | 70,5          | 71,5          | 73,8          |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 15,8          | 13,2          | 14,2          | 14,0          | 13,4          |
| CaO                            | 1,85          | 2,41          | 1,74          | 1,53          | 1,48          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,25          | 5,49          | 3,76          | 2,80          | 1,84          |
| K <sub>2</sub> O               | 6,38          | 4,67          | 5,78          | 5,96          | 3,84          |
| MgO                            | 0,272         | 0,966         | 0,553         | 0,513         | 0,501         |
| MnO <sub>2</sub>               | 0,112         | 0,127         | 0,0819        | 0,0622        | 0,0628        |
| Na <sub>2</sub> O              | 3,90          | 2,97          | 3,88          | 3,17          | 3,90          |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,00685       | 0,208         | 0,102         | 0,0899        | 0,0997        |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,465         | 0,789         | 0,481         | 0,476         | 0,198         |
| Summa                          | 99,9          | 99,8          | 100,6         | 100,1         | 99,1          |
| (ppm)                          |               |               |               |               |               |
| Rb                             | 82,1          | 160           | 119           | 219           | 95,3          |
| Sr                             | 102           | 137           | 103           | 101           | 164           |
| Zr                             | 660           | 418           | 355           | 285           | 123           |
| U                              | 0,674         | 4,07          | 1,81          | 4,43          | 2,55          |
| Th                             | 1,72          | 20,3          | 7,64          | 24,7          | 11,6          |

Provlokaler  
*Localities*

|           |                                        |
|-----------|----------------------------------------|
| AIP980161 | Svartedalen (1 d). 6406680/1267560.    |
| AIP980138 | Brämaregården (1 d). 6406100/1269750.  |
| AIP980451 | Säve kyrka (3 d). 6415660/1268910.     |
| AIP980141 | Rambergsstaden (1 d). 6405570/1268670. |
| UJB970494 | Åketorp (2 e). 6410735/1272085.        |



TABELL 14. Mineralfördelningen i granit (RA-granit, volym-%).  
*Modal compositions of granite (RA-granite, vol.%).*

| Prov nr<br>Sample No. | IML98<br>0038 | LH598<br>0010 | TEN98<br>0035 | TEN99<br>0006 | UJB97<br>0308 | UJB97<br>0513 |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Kvarts                | 22,7          | 26,3          | 35,8          | 31,6          | 30,8          | 34,0          |
| Mikroklin             | 40,5          | 30,3          | 29,4          | 43,0          | 39,7          | 35,8          |
| Plagioklas            | 27,2          | 30,2          | 16,0          | 20,4          | 21,0          | 23,4          |
| Hornblände            | 5,7           | 5,0           | 13,8          |               | 2,6           |               |
| Biotit                | 2,6           | 6,2           | 3,5           | 3,0           | 5,1           | 5,6           |
| Klorit                |               |               |               | +             | +             |               |
| Muskovit              |               |               |               | +             |               |               |
| Epidot                |               |               | 0,4           | 0,8           | +             | +             |
| Allanit               |               | 0,2           | +             | 0,1           |               |               |
| Apatit                | +             | +             | +             | +             | +             |               |
| Titanit               | 0,4           | 1,5           | 0,7           | 0,8           | 0,8           | 0,1           |
| Zirkon                | +             | +             | 0,3           | +             |               | +             |
| Flusspat              | 0,9           | +             | 0,1           | 0,1           |               | 1,1           |
| Opakmineral           | +             | 0,3           | +             | 0,2           | +             | +             |
| Summa                 | 100,0         | 100,0         | 100,0         | 100,0         | 100,0         | 100,0         |

Antal räknade punkter: 1000 st./slip

Provlokaler  
*Localities*

|           |                                    |
|-----------|------------------------------------|
| IML980038 | Tuve kyrka (2 d). 6411060/1269590. |
| LH5980010 | Mysterna (3 e). 6416050/1273850.   |
| TEN980035 | Tagene (2 e). 6412445/1272680.     |
| TEN990006 | Rödbo (4 e). 6420950/1273300.      |
| UJB970308 | Klareberg (3 e). 6415010/1272460.  |
| UJB970513 | Svensby (2 d). 6414440/1269990.    |

TABELL 15. Kemiska analyser av granit (RA-granit, vikt-%).  
*Chemical analyses of granite (RA-granite, weight%).*

| Prov nr<br><i>Sample No.</i>   | LHS98<br>0010 | TEN98<br>0035 | TEN99<br>0006 | UJB97<br>0308 | UJB97<br>0513 |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 67,7          | 70,7          | 73,4          | 74,1          | 77,2          |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 14,8          | 12,4          | 13,0          | 13,2          | 11,8          |
| CaO                            | 1,66          | 1,27          | 1,16          | 0,538         | 0,794         |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,23          | 4,0           | 2,54          | 3,21          | 2,22          |
| K <sub>2</sub> O               | 5,76          | 6,8           | 6,24          | 5,54          | 5,42          |
| MgO                            | 0,665         | 0,11          | 0,469         | 0,346         | 0,116         |
| MnO <sub>2</sub>               | 0,082         | 0,09          | 0,0338        | 0,0557        | 0,0479        |
| Na <sub>2</sub> O              | 4,20          | 2,75          | 2,87          | 3,34          | 3,06          |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,116         | 0,03          | 0,0716        | 0,0796        | 0,0598        |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,680         | 0,373         | 0,412         | 0,327         | 0,248         |
| Summa                          | 99,9          | 98,8          | 100,2         | 100,7         | 101,0         |
| (ppm)                          |               |               |               |               |               |
| Rb                             | 233           | 344           | 274           | 204           | 303           |
| Sr                             | 91,4          | 27,1          | 96,5          | 29,6          | 17,8          |
| Zr                             | 797           | 886           | 291           | 698           | 414           |
| U                              | 9,5           | 6,3           | 5,89          | 8,16          | 15,5          |
| Th                             | 41,4          | 42,7          | 15,5          | 37,1          | 49,7          |

Provlokaler  
*Localities*

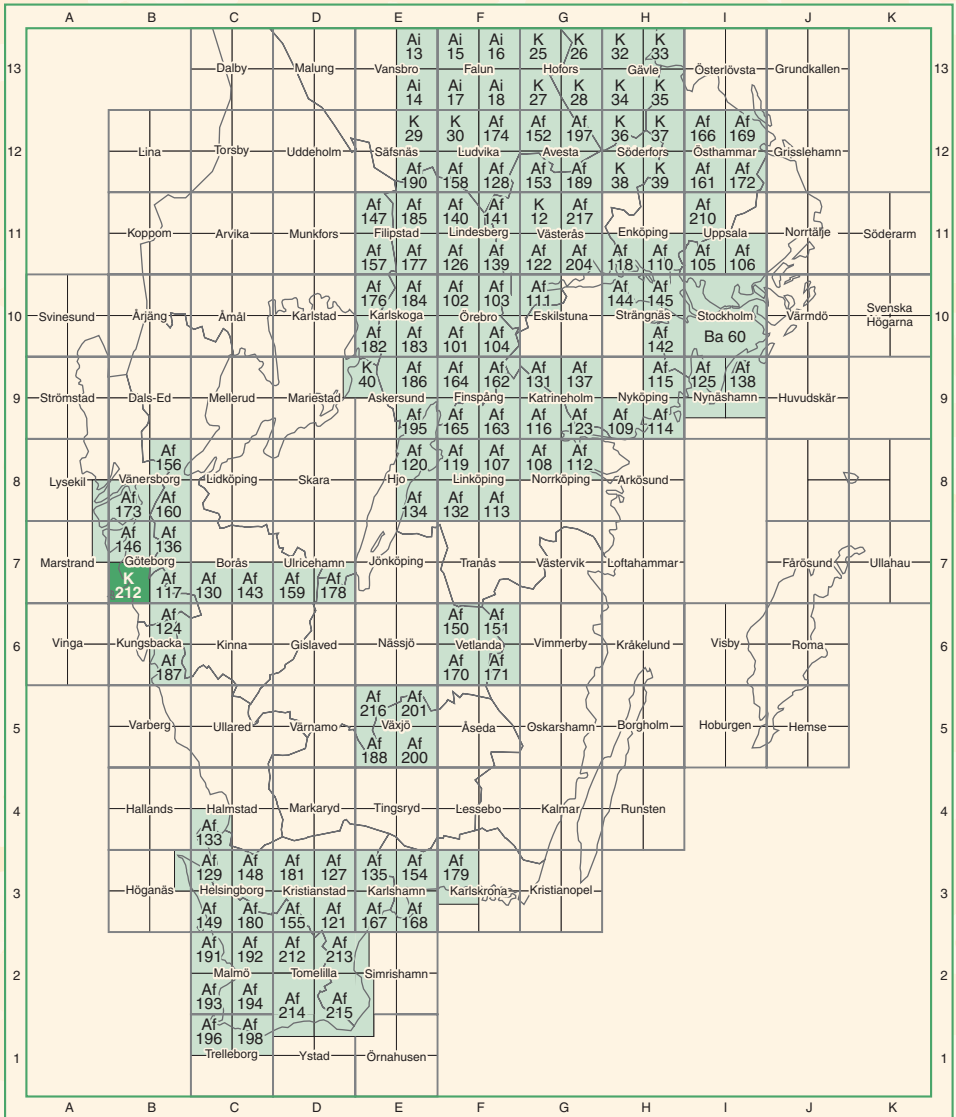
|           |                                   |
|-----------|-----------------------------------|
| LHS980010 | Mysterna (3 e). 6416050/1273850.  |
| TEN980035 | Tagene (2 e). 6412445/1272680.    |
| TEN990006 | Rödbo (4 e). 6420950/1273300.     |
| UJB970308 | Klareberg (3 e). 6415010/1272460. |
| UJB970513 | Svensby (2 d). 6414440/1269990.   |

TABELL 16. Bergkvalitetsanalyser.  
*Bedrock quality analyses.*

| Bergart                                                                           | Los Angeles-tal (%) | Medelvärde (%) | Kulkvarnsvärde (%) | Medelvärde (%) |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------|--------------------|----------------|
| Granit (RA-granit)                                                                | 21,0–28,5           | 26,5           | 8,1–14,7           | 11,8           |
| Granit (Askimsgranit)                                                             | 18,0–28,5           | 24,6           | 9,1–12,5           | 10,2           |
| Granit–tonalit, gnejsiga<br>(ca 1560 miljoner år gamla)                           | 17,9–31,0           | 23,5           | 11,5–15,1          | 13,3           |
| Granit–tonalit, ådrade<br>(ca 1600 miljoner år gamla)                             | 16,8–24,6           | 20,0           | 10,7–14,5          | 12,7           |
| Metagråvacka, migmatitiserad,<br>omkristalliserad (Stora Le–<br>Marstrandgruppen) | 13,9–24,0           | 19,0           | 13,5–15,2          | 14,1           |
| Metagråvacka, ådrad<br>(Stora Le–Marstrandgruppen)                                | 14,4–22,5           | 18,2           | 10,1–17,9          | 14,3           |



## Utgivna kartblad



**Sveriges geologiska undersökning**  
Box 670  
751 28 Uppsala  
Tel: 018-17 90 00  
Fax: 018-17 93 70  
[www.sgu.se](http://www.sgu.se)

Uppsala 2006  
ISSN 1652-8336  
ISBN 91-7158-770-5  
Tryck: Davidsons Tryckeri AB, Växjö