

Rapporter och meddelanden 102

# Regional berggrunds- geologisk undersökning

Sammanfattning av pågående undersökningar 1999

Hans Delin (red.)



**SGU**

Sveriges Geologiska Undersökning



Rapporter och meddelanden 102

# **Regional berggrunds- geologisk undersökning**

**Sammanfattning av pågående undersökningar 1999**

Hans Delin (red.)

ISSN 0349-2176  
ISBN 91-7158-633-4

Omslagsbild: Kvartsutfällningar i välbevarad kuddlava på ön Kluntarna i Piteå skärgård. Bilden är tagen under fältsäsongen 1999. Foto Anders Wikström.

© Sveriges Geologiska Undersökning

Layout: Agneta Ek, SGU  
Tryck: Wikströms, 2000



## INLEDNING

I denna skrift presenteras sammanfattningar av pågående undersökningar och fältarbeten som utfördes sommaren 1999 inom SGUs berggrundsgeologiska undersökningsverksamhet. Syftet är att informera om karteringsläget och preliminära resultat efter hand som undersökningarna fortskrider så att geoinformationen snabbare kan komma till nytta.

Detta är den sjätte avrapporteringen av detta slag. De fem tidigare rapporterna omfattade 1994, 1995, 1996, 1997 och 1998 års fältarbeten och publicerades i maj 1995, april 1996, april 1997, april 1998 och april 1999. Rapporterna är av relativt allmän, kortfattad och preliminär karaktär då i regel ingen bearbetning av den insamlade informationen ägt rum. Liksom i tidigare volymer har rapporterna i denna volym inte genomgått en strikt, vetenskaplig granskning, och författarna ansvarar för innehållet i varje enskild rapport. För vidare information hänvisas den intresserade till den för området ansvarige geologen eller geofysikern.

Manusstopp för rapporterna var den 5 november 1999.

Produktionsläget för berggrundsundersökningar i skala 1:50 000 samt för länskartor i skala 1:200 000 till 1:400 000 och provisoriska översiktliga berggrundskartor i skala 1:250 000 framgår av figur 1 respektive figur 2.

Den berggrundsgeologiska undersökningsverksamheten är sedan några år tillbaka i en övergångsperiod från att lagra insamlad information i fältdagböcker, till att lagra informationen i hälldatabaser med hjälp av det internt utvecklade programmet BGDATA. Informationen som ligger till grund för föreliggande rapporter är i de flesta fall lagrad i hälldatabaser. Tillgången till digitala berggrundskartor framgår av figur 3.

Alla är välkomna att ta del av det arbetsmaterial som föreligger från pågående arbeten, men det är först efter slutsammanställning och utgivning som resultaten och grundinformationen finns till allmän försäljning.

Hans Delin  
1:e Statsgeolog

## INTRODUCTION

This volume provides summaries of predominantly field activities carried out during the summer of 1999 within the Geological Survey of Sweden's (SGU) programme for regional bedrock mapping. It aims to present the status of bedrock map production at SGU as at 5th November 1999 and to provide access to new information from ongoing projects prior to final release when the material is published.

The status of production of bedrock maps at the scale 1:50 000, 1:200 000 - 1:400 000 (county maps) and 1:250 000 (provisional reconnaissance maps) can be seen in figures 1 and 2, respectively. The location of the ongoing mapping projects reported in this volume can be seen in figure 1. Outcrop information from the mapping projects is, or is in the process of being, stored in databases by use of the internally developed programme BGDATA. Digital bedrock geological maps which are available are illustrated in figure 3.

This is the sixth volume in the present series. The four earlier volumes comprised summaries of field activities during 1994, 1995, 1996, 1997 and 1998, and were published in May 1995, April 1996, April 1997, April 1998 and April 1999, respectively. The reports in all these volumes are relatively short and general in character and provide preliminary results from ongoing projects. As in earlier volumes, the reports presented here have not been subjected to a peer scientific review and the authors are solely responsible for the information provided in the individual contributions. If you are interested in more information from the individual projects, please do not hesitate to contact directly the responsible geologist or geophysicist. However, information cannot be fully released to the general public before the final compilation and publication.

Hans Delin  
Senior State Geologist

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Berggrundskartor 1:50 000 med beskrivning Kartbladen 2D Tomelilla .....	9
Mikael Erlström och Karl-Axel Kornfält, Lund	
Kartbladen 5E Växjö .....	13
Hugo Wikman, Lund	
Kartbladet 7A Marstrand SO/7B Göteborg SV och Göteborgs kommun .....	15
Inger Lundqvist, Göteborg	
Kartbladet 11G Västerås NO .....	20
Magnus Ripa och Lutz Kübler, Uppsala	
Berggrundskartor 1:50 000 Kartbladen 13G Hofors .....	26
Sam Sukotjo och Johan Söderman, Uppsala	
Kartbladen 17F Ånge NV och NO .....	40
Hans Delin och Sven Aaro, Uppsala	
Kartbladen 18F Bräcke NV, NO och 19F Häggenås SV, SO .....	43
Lena Lundqvist och Ildiko Antal, Uppsala	
Kartbladen 21K Robertsfors och 21L Ånåset .....	50
Torbjörn Thelander, Leif Kero och Lars Kristian Stølen, Uppsala	
Kartbladen 23J Norsjö .....	55
Kajsa Winnes, Pär Weihed och Ildikó Antal, Uppsala	
Kartbladen 24J Arvidsjaur .....	63
Benno Kathol, Uppsala och Carl-Axel Triumpf, Malå	
Kartbladen 24L Luleå .....	73
Anders Wikström och Johan Söderman, Uppsala	
Referenskartor 1:250 000 Syntes av berggrundsgeologisk och geofysisk information, Bergslagen och omgivande områden .....	78
Michael B. Stephens, Martin Ahl, Torbjörn Bergman, Ingmar Lundström, Lena Persson, Magnus Ripa och Carl-Henric Wahlgren, Uppsala	
Synteskartor över Skelleftefältet .....	98
Ildikó Antal <sup>1</sup> , Ulf Bergström <sup>2</sup> , Leif Björk <sup>1</sup> , Thomas Eliasson <sup>2</sup> , Benno Kathol <sup>1</sup> , Leif Kero <sup>1</sup> , Ingmar Lundström <sup>1</sup> , Thomas Sträng <sup>1</sup> , Lars Kristian Stølen <sup>1</sup> , Johan Söderman <sup>1</sup> , Carl-Axel Triumpf <sup>3</sup> , Pär Weihed <sup>1</sup> och Anders Wikström <sup>1</sup> 1=Uppsala, 2=Göteborg, 3=Malå,	

Sveriges geologiska undersökning  
Box 670, 751 28 Uppsala  
Tel. 018-17 90 00  
Fax. 018-17 92 10

Sveriges geologiska undersökning  
Geovetarcentrum  
Guldhedsgatan 5A, 413 81 Göteborg  
Tel. 031-20 00 75  
Fax. 031-20 02 05

Sveriges geologiska undersökning  
Kiliansgatan 10, 223 50 Lund  
Tel. 046-14 01 05  
Fax. 046-12 00 39

Sveriges geologiska undersökning  
Skolgatan 4, 930 70 Malå  
Tel. 0953-10 760  
Fax. 0953-216 86

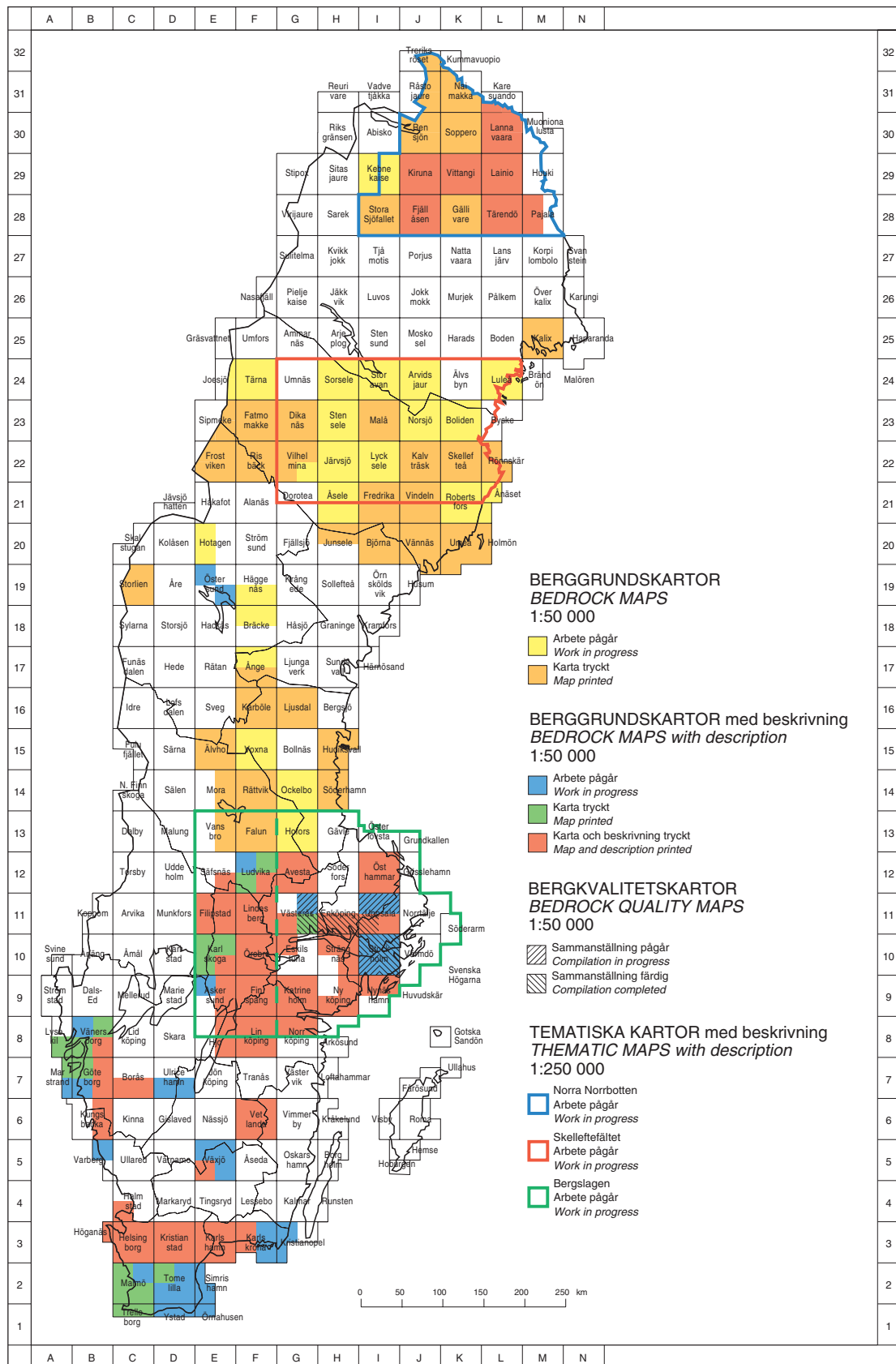


Fig. 1. Produktionsläget för berggrundsundersökningar i skala 1:50 000 (2000-03-01).  
Status concerning production of bedrock maps at the scale 1:50 000 (2000-03-01).

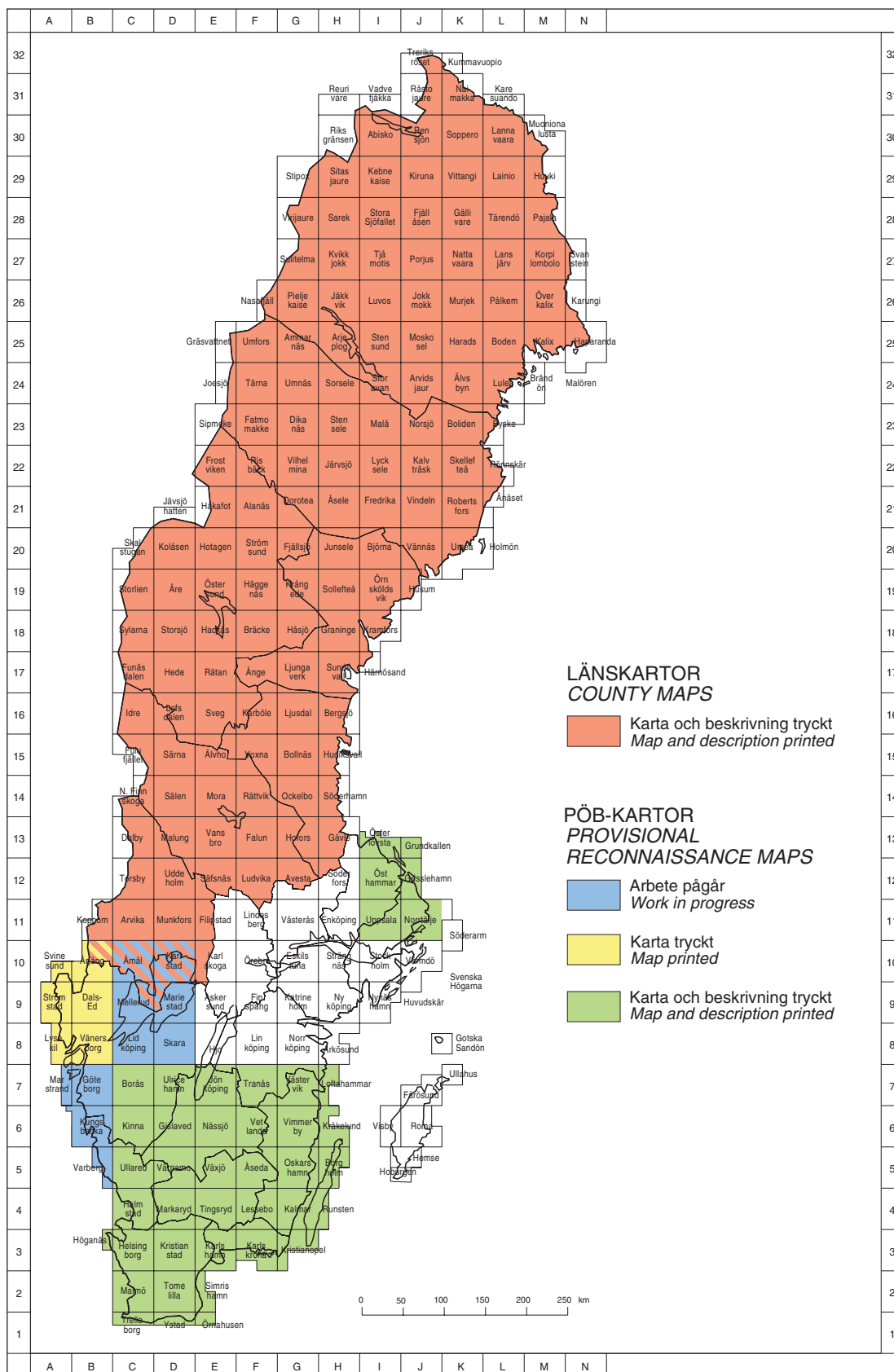


Fig. 2. Produktionsläget för länskartor (skala 1:200 000 – 1:400 000) och provisoriska översiktliga berggrundskartor (PÖB; skala 1:250 000).

*Status concerning production of county maps (scale 1:200 000–1:400 000) and provisional reconnaissance maps (scale 1:250 000).*

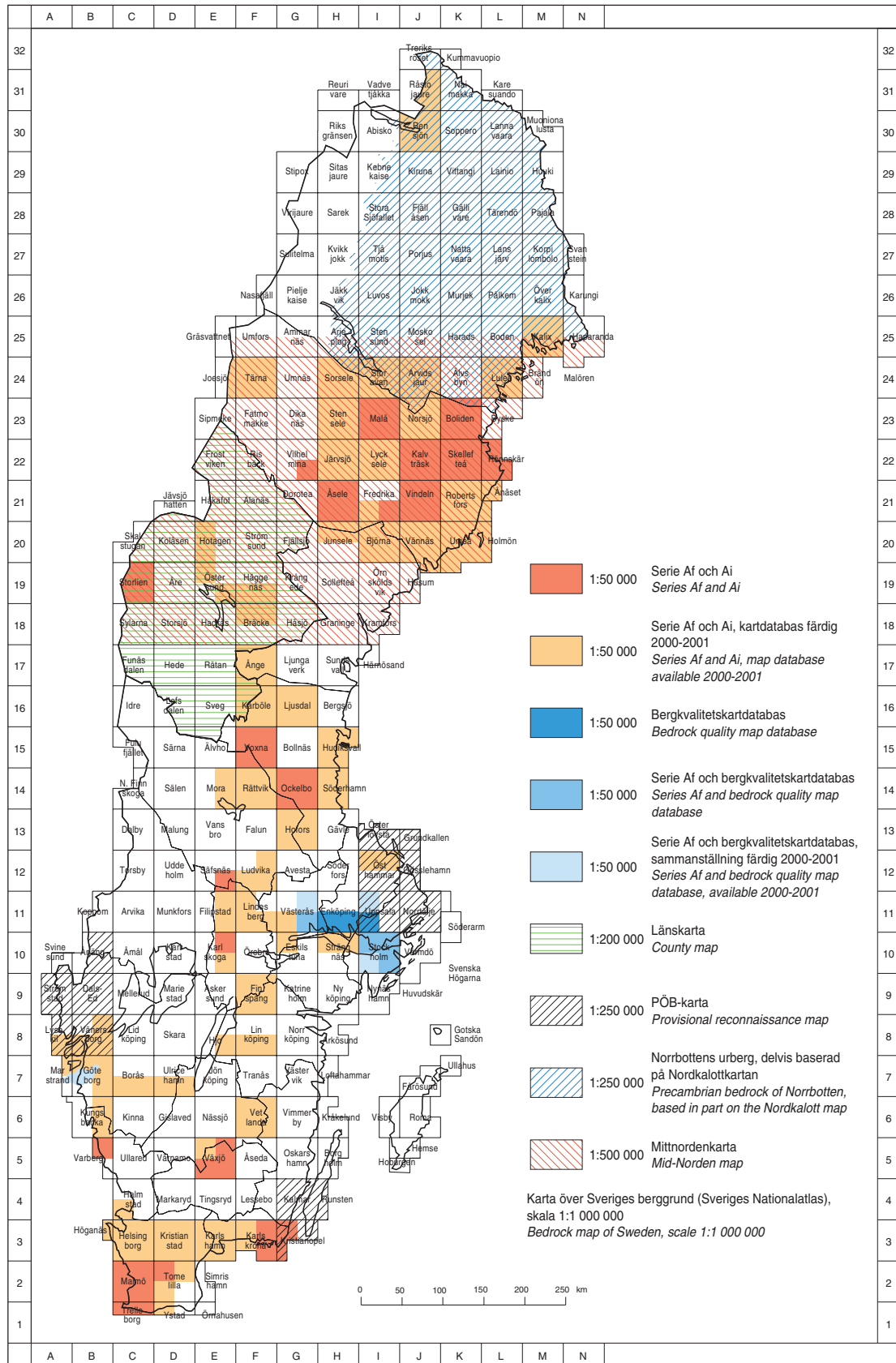


Fig. 3. Produktionsläget för digitala berggrundskartor. Den angivna skalan i teckenförklaringen anger den skala i vilken kartan är digitaliserad.

*Status concerning production of digital bedrock geological maps. The map scale shown in the legend refers to the scale in which the map is digitized.*

# **BERGGRUNDSKARTOR 1:50 000 MED BESKRIVNING**

## **Kartbladen 2D Tomelilla**

**Mikael Erlström och Karl-Axel Kornfält**

### **INLEDNING**

En allmän geologisk beskrivning till kartbladsområdet, som i stort sett utgör den sydöstra kvadranten av Skåne, finns i Erlström & Kornfält (1998). Under 1999 har kartläggningen på 2D NV slutförts och ett kartmanus färdigställts. Fältrekognoseringen av den sedimentära berggrunden och revideringen av urberget inom 2D NO har också slutförts under året. Dessutom har en bearbetning av brunnnsdata, geofysik och fältdata för färdigställandet av kartmanus till 2D NO samt en fältrekognosering av den sedimentära berggrunden i området 2D SO utförts under året.

Berggrundskartan 2D NV (Erlström m.fl. 1999) ger en hel del ny information bl.a. rörande förekomsten av alunskiffer i anslutning till Fyledalens förkastningszon och i det kambro-siluriska området sydost om Ringsjöarna. Kartan ger även ny information om förekomsten av diabasgångar och flera mindre förekomster av jurassisk basalt i Ringsjöområdet samt en tolkning av områdets tektoniska utveckling.

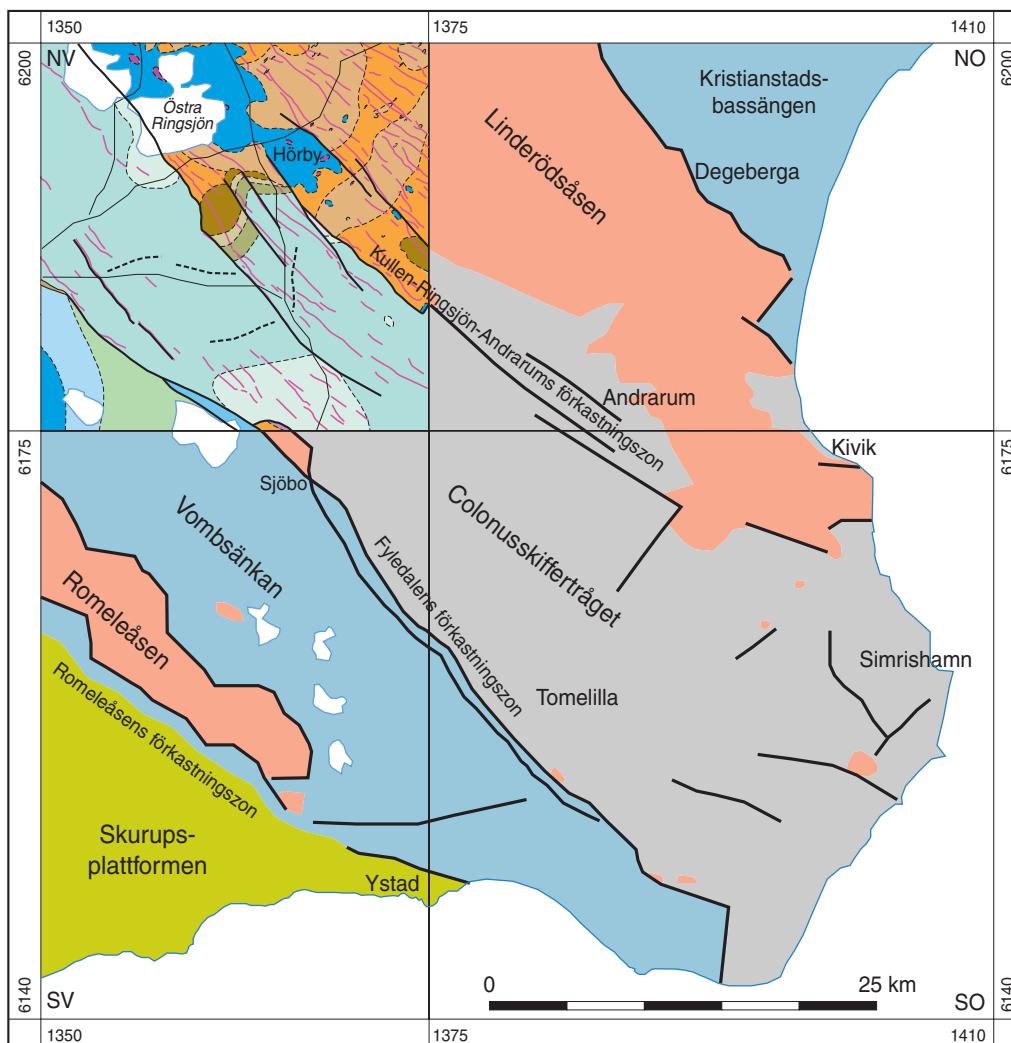
### **KORTFATTAD GEOLOGISK ÖVERSIKT AV 2D NV, SGU AF 212**

Den yttre berggrunden består till största delen av sedimentära bergarter. Prekambrisk berggrund (urberg) förekommer i huvudsak på Linderödsåsen, i den nordöstra delen av kartområdet. Inom övriga delar är urberget överlagrat av mer eller mindre mäktig, sedimentär berggrund.

Kartområdet ligger inom en regional sydostligt till nordvästligt strykande tektonisk zon, Tornquistzonen, som sträcker sig från södra Polen till Nordsjön. Zonen har varit aktiv under flera olika perioder, vilket lett till ett komplext mönster av förkastningar, sprickor och andra strukturer. Detta har i sin tur resulterat i stora variationer i den sedimentära berggrundens mäktighet och utbredning.

Den geologiska kartbilden domineras av nordvästligt orienterade förkastningar och strukturer. En av de större förkastningarna är Fyledalens förkastningszon som skiljer mesozoisk berggrund i Vombsänkan från paleozoisk i Colonusskifferträget. Diagonalt över Ringsjöarna och mot sydost löper Kullen–Ringsjön–Andrarums förkastningszon som utgör Tornquistzonens och Colonusskifferträgets nordöstra avgränsning.

Berggrunden är dåligt blottad p.g.a. betydande jorddjup inom stora delar av kartområdet. Jorddjupen varierar vanligen mellan 5 och 20 m, och är lokalt uppemot 70 m. Berggrundsbilden är p.g.a. den dåliga blottningsgraden till största delen baserad på tolkning av information från brunnborrningar (ca 900 st) och flygburna geofysiska mätningar, framför allt den magnetiska anomalikartan. Tidigare kartläggning av området har utförts av Karlsson (1879), Tullberg (1882), Nathorst (1885), De Geer (1884) och Törnebohm & Hennig (1904).



Legend för området utanför 2D NV (för 2D NV se kartlegend)



Fig. 1. Kartbladsområde 2D Tomelilla med infälld färdigställd karta 2D NV och en schematisk skiss av geologin inom övriga områden. För teckenförklaring till 2D NV hänvisas till SGU Af 212 (Erlström m.fl. 1999=).

## PREKAMBRISK BERGGRUND

Den prekambrika berggrunden utgörs av finkorniga till fint medelkorniga gnejser, s.k. ortognejser, vilka bildats genom deformation och omvandling av ursprungligen magmatiska bergarter, i detta fall huvudsakligen granitoider. De mer massformiga och homogena, tillika mer grovkorniga gnejserna har vid tidigare undersökningar kallats gnejsgraniter och uppfattats som yngre än de mer finkorniga gnejserna.

På en del ställen finns amfibolit i gnejserna, dels som tunna skivor eller gångar, dels som små, ställvis granatförande kroppar av vilka några möjligen är helt amfibolitomvandlade s.k. hyperitdiabaser (Kornfält m.fl. 1978 och Wikman m.fl. 1983). De senare trängde vid två tillfällen, för 1180 resp. 930

miljoner år sedan (Johansson & Johansson 1990), in i jordskorpan längs en mäktig NNO–SSV-lig tektonisk zon, den s.k. Protoginzonen, där de nu bildar gångar.

## FANEROZOISK BERGGRUND

De äldsta sedimentära bergarterna i området utgörs av underkambrisk sandsten tillhörande bl.a. Hardebergaformationen (Ahlberg 1998) som överlagras av den 60–80 m mäktiga mellankambriska–underordoviciska Alunskifferformationen (Buchart m.fl. 1997). Ordovicisk berggrund är påvisad i ett fåtal brunnborrningar sydost om Ringsjöarna. Här förekommer övre Didymograptusskiffer ovanpå Komstadkalksten och alunskiffer. Tøyenskiffer och Ceratopygelager saknas.

Den siluriska berggrunden är 1000–1500 m mäktig varav merparten utgörs av översilurisk Colonusskiffer (Hede 1915). Den översiluriska Övedssandstenen har bl.a. använts vid byggandet av Övedsklosters slott och Grand Hotell i Lund.

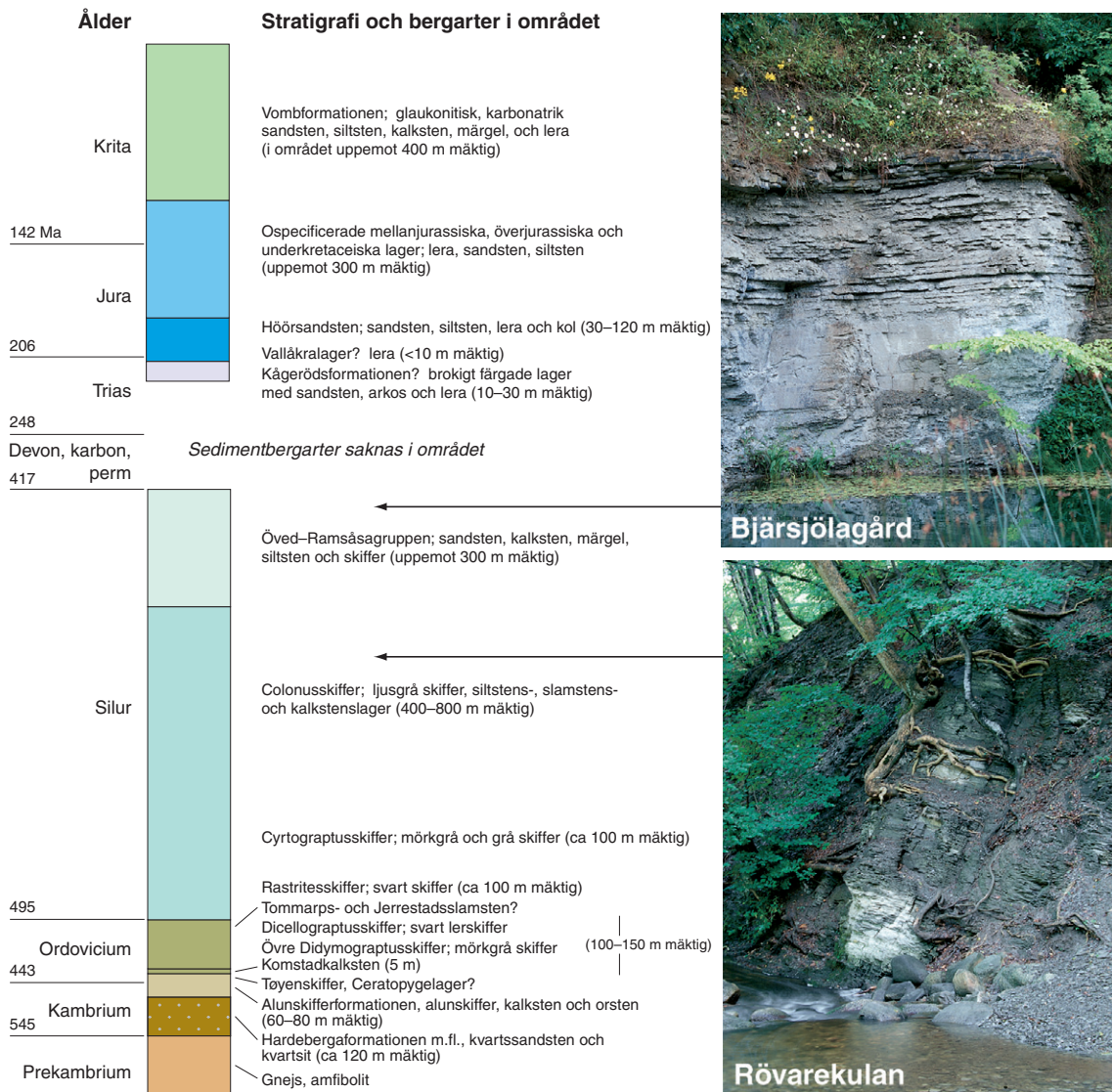


Fig. 2. Schematisk sammanställning av den stratigrafiska representationen i området. Infällda foton av Bjärsjölagårdskalksten tillhörande Öved Ramsåsgruppen i det nedlagda stenbrottet vid Bjärsjölagård och av Colonusskiffer i Bråans dalgång vid Rövarekulans naturreservat. Foton: M. Erlström resp. A. Damberg.

Inom kartområdet förekommer rikligt med diabasgångar av karbon-permisk ålder (ca 294 milj. år, K-Ar, Klingspor 1976) som slår igenom urberget och den paleozoiska berggrunden. Ganska få gångar har observerats i håll, men i den magnetiska anomalikartan är ett stort antal indikerade. Vid kontrollmätning på marken med magnetometer har bredden av den på kartan mest framträdande magnetiska anomalin uppmätts till ca 50 m. Sannolikt kan vissa gångar (smalare än 10–15 m) inte detekteras vid flygmätningen beroende på flygriktning och magnetisering. Antalet gångar kan därför vara betydligt större i verkligheten än vad som anges på berggrundskartan.

Inom kartområdet förekommer bevis på jurassisk vulkanism i form av basalt och basalttuff på flera platser, bl.a. vid Hörby och mellan Ringsjöarna.

I borrhål vid och öster om Ringsjöarna samt i Hörbyområdet förekommer sandsten-, siltsten- och lerdominerade bergartssekvenser som är daterade till rät–underjurassisk ålder. Lagren är i medeltal ca 30 m mäktiga och hör litostratigrafiskt till Höörsandstenen (Troedsson 1940). Den rät–underjurassiska lagerföljden vilar antingen på vittrat prekambriskt underlag eller, i delar av Osbyholm–Hörbyområdet, på brokigt färgade leror och arkoser som troligtvis tillhör Kågerödsformationen.

I Vombsänkan påträffas en sekvens med rät–underjurassisk berggrund av okänd mäktighet samt ospecificerade lager av mellanjurassisk till underkretaceisk ålder som överlagras den prekambrika berggrunden. Sekvensen består av en heterogen lagerföljd med lera, siltsten och sandsten med inslag av kol. Där den inte utgör ytnära berggrund överlagras den av den överkretaceiska Vombformationen (Erlström 1994).

## REFERENSER

- Ahlberg, P. (ed.), 1998: Guide to excursions in Scania and Västergötland, southern Sweden. IV field conference of the Cambrian Stage subdivision working group. *Lund Publications in Geology* 141, 47 s.
- Buchart, B., Thorshøj Nielsen, A. & Hemmingsen Schovsbo, N., 1997: Alun Skiferen i Skandinavien. *Geologisk Tidskrift*, 30 s.
- De Geer, G., 1884: Beskrivning till kartbladet Lund. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 92, 79 s.
- Erlström, M., 1994: Evolution of Cretaceous sedimentation in Scania. *Lund Publications in Geology* 122, 37 pp.
- Erlström, M. & Kornfält, K.-A., 1998: Kartbladen 2D Tomelilla. I C.H. Wahlgren (red): *Regional berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående undersökningar 1998. Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden nr 98*, 9–12.
- Erlström, M. & Kornfält K.-A. & Sivhed, U., 1999: Berggrundskartan 2D Tomelilla NV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af* 212.
- Hede, J.E., 1915: Skånes Colonusskiffer. *Lunds Universitets Årsskrift* 26, 1–66.
- Johansson, L. & Johansson, Å., 1990: Isotope geochemistry and age relationships of mafic intrusions along the Protogine Zone, southern Sweden. *Precambrian Research* 48, 395–414.
- Karlsson, V., 1879: Beskrivning till kartbladet Linderöd. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 68, 33 s.
- Klingspor, I., 1976: Radiometric age-determination of basalts, dolerites and related syenite in Skåne, southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 98, 195–216.
- Kornfält, K.-A., Bergström, J., Carsrud, L., Henkel, H. & Sundqvist, B., 1978: Beskrivning till berggrundskartan och flygmagnetiska kartan Kristianstad SO. *Sveriges geologiska undersökning Af* 121, 120 s.
- Nathorst, A.G., 1885: Beskrivning till kartbladet Trolleholm. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 87, 111 s.
- Troedsson G., 1940: Om Höörs sandsten. *Geologiska Föreningens i Stockholms Förhandlingar* 62, 245–283.
- Tullberg, S.A., 1882: Beskrivning till kartbladet Övedskloster. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 86, 51 s.
- Törnebohm, A.E. & Hennig, A., 1904: Beskrivning till blad 1 & 2 omfattande de topografiska kartbladen Landskrona, Lund, Kristianstad, Malmö, Ystad och Simrishamn. *Sveriges geologiska undersökning Aa*, 198 s.
- Wikman, H., Bergström, J. & Lidmar-Bergström, K., 1983: Beskrivning till berggrundskartan Helsingborg SO. *Sveriges geologiska undersökning Af* 127, 165 s.

E-post: mikael.erlstrom@sgu.se    karl-axel.kornfalt@sgu.se

## Kartbladen 5E Växjö

**Hugo Wikman**

De fyra Växjöbladen är nu alla färdigkarterade. SV-bladet är tryckt (Wikman 1997b) och tryckningen av kartorna Växjö SO och NO är nära förestående. Beskrivningen till de två södra bladen trycktes 1998 (Wikman 1998b). Beträffande geologin inom främst Växjö SV, SO och NO hänvisas till tidigare redogörelser i denna rapportserie (Wikman 1995, 1996, 1997a, 1998a och 1999), till berggrundskartan Växjö SV (Wikman 1977b) samt till ovannämnda beskrivning över Växjö SV och SO.

Under 1999 har fältarbete bedrivits drygt tre månader i kartområdet Växjö NV. Härvid har den resterande delen av området karterats, och kartmanuskriptet är klart för digitalisering under de sista två månaderna av 1999. Manuskriptet till beskrivningen av Växjö NO och NV beräknas vara klart i början av år 2000.

En karta över tyngdkraftsfältet inom de fyra Växjöbladen och angränsande områden presenterades i 1997 års sammanställning av karteringen i Växjöområdet (Wikman 1997a). Av denna karta framgår främst den markanta ändringen i anomalibilden längs den tektoniska störningszon som går under beteckningen Protoginzonen, men som numera också kallas för den svekonorvegiska deformationsfronten (Sveconorwegian Frontal Deformation Zone – SFDZ, Wahlgren m.fl. 1994). Som framgår av bilden skär zonen östra del (grönt på kartan) över kartområdet Växjö NV och SV i ungefär nord-sydlig riktning.

Kartläggningen av berggrunden på Växjö NV visar, att förekomsten av delvis kraftigt folierade Smålandsgraniter tillhörande det s.k. Transskandinaviska magmatiska bältet (TMB), i varje fall i norra delen fortsätter västerut över hela kartområdets bredd. Särskilt i den granitdominerade berggrunden längs den norra kartgränsen finns också rester av både basisk och sur suprakrustal, sannolikt tillhörande TMB, ganska långt västerut.

Vid sjön Rymmen i kartområdets södra del finns en gabbrointrusion som bl.a. framträder mycket tydligt på den flygmagnetiska kartan som en rundad högmagnetisk struktur. En åldersbestämning visar att intrusionen är ca 1690 miljoner gammal (Claeson 1999). Den är därmed obetydligt äldre än övriga daterade graniter från omgivningen, vilkas åldrar ligger runt 1680 miljoner år (Wikman 1997c). Både gabbroen och graniterna förefaller tillhöra samma intrusionsfas och ingår i TMB.

De strukturgeologiska förhållandena ändras från öster mot väster beroende på en ökande deformation längs den svekonorvegiska fronten. Den röda till gråröda granit, som i ett ganska brett område anstår öster om syeniten, är delvis mycket kraftigt förskiffrad (jfr Wikman 1999, fig.1). Längre norrut, längs Protoginzonen i Hagshultsområdet, finns en liknande granit som har åldersbestämts till ca 1660 milj. år (Jarl 1992). Även syeniten, som bl.a. är blottad i ett stort stenbrott alldeles väster om kartgränsen, har drabbats av den kraftiga, nord-sydliga deformationen (jfr Wikman 1999, fig. 2). Syenitens ålder är bestämd till ca 1200 milj. år (Jarl 1992).

I vissa delar av berggrunden finns dock klara tecken på en deformation med ungefär öst-västlig strykning. Den kan ses bl.a. i de nord-sydligt strykande, amfibolitomvandlade gångar som slår igenom ovannämnda röda granit (jfr Wikman 1999, fig.3). Huruvida denna foliation är av samma ålder som den man finner längre österut i TMB är oklart. Inom kartområdet finns nämligen lokaler som klart visar, att protoginzonsfolierad berggrund är veckad i delvis ganska öppna veckstrukturer efter branta veckaxlar. Öst-västliga foliationsstrukturer kan därför, åtminstone i vissa fall, vara relativt sett unga och orsakade av svekonorvegisk deformation.

Förekomsten av, med Smålandsgraniterna samhöriga, sura vulkaniska bergarter inom de två östra bladområdena minskar gradvis mot väster och ersätts i södra delen av Växjö NV av bl.a. betydligt mer basiska ytbergarter (jfr Wikman 1997a fig. 2). Dessa intermediära till basiska, ofta epidotrika bergarter, intruderar vanligen av fin- till medelkornig granit.

En del av de gnejser som förekommer inom kartområdet har sannolikt fått sitt nuvarande utseende av den kraftiga deformation som förekommer stråkvist inom Protoginzonen. Men det finns också,

bl.a. i NV-områdets södra del, bergarter som genom sin ådergnejsomvandling klart skiljer sig från folierade Smålandsgraniter och med dem samhöriga suprakrustalbergarter. Dessa ådergnejser (jfr Wikman 1999, fig. 4) intruderar av graniter som tycks tillhöra Smålandsgraniterna. Karteringen antyder att både gnejserna och den metamorfos som drabbat dem är äldre än de intruderande graniterna. Huruvida gnejserna hör ihop med berggrunden inom den sydvästsvenska gnejsregionens östra segment eller om de utgör en västlig utlöpare av svekofenniska ådergnejser är dock fortfarande oklart.

## LITTERATUR

- Claeson, D.T., 1999: Geochronology of the Rymmen gabbro, southern Sweden; implications for primary versus inherited zircon in mafic rocks and rheomorphic dykes. *GFF* 121, 25–31.
- Jarl, L.-G., 1992: New isotope data from the protogine Zone and southwestern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 114, 349–350.
- Wahlgren, C.-H., Cruden, A. R. & Stephens, M. E., 1994: Kinematics of a major fan-like structure in the eastern part of the Sveconorwegian orogen, Baltic Shield, south-central Sweden. *Precambrian Research* 70, 67–91.
- Wikman, H., 1995: Berggrunden på kartbladet 5E Växjö NO. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning - sammanfattning av pågående undersökningar 1994. Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden* 79, 14–17.
- Wikman, H., 1996: Kartbladet 5E Växjö NO. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning - sammanfattning av pågående undersökningar 1995. Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden* 84, 20–21.
- Wikman, H., 1997a: Kartbladen 5E Växjö. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1995. Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden* 89, 10 s.
- Wikman, H., 1997b: Berggrundskartan 5E Växjö SV. *Sveriges geologiska undersökning Af* 188.
- Wikman, H., 1997c: U-Pb zircon ages of three granitoids from the Växjö region, south central Sweden. I T. Lundqvist, (red): *Radiometric dating results 3. Sveriges geologiska undersökning C* 830, 63–72.
- Wikman, H., 1998a: Kartbladen 5E Växjö. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning - sammanfattning av pågående undersökningar 1997. Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden* 97, 11–13.
- Wikman, H., 1998b: Beskrivning till berggrundskartorna Växjö SV och SO. *Sveriges geologiska undersökning Af* 188 och 200, 90 s.
- Wikman, H., 1999: Kartbladen 5E Växjö. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning - Sammanfattning av pågående undersökningar 1998. Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden* 98, 13–16.

E-post: hugo.wikman@sgu.se

# Kartbladet 7A Marstrand SO/7B Göteborg SV och Göteborgs kommun

*Inger Lundqvist*

## INLEDNING

Fältarbetet i kartområdet 7A Marstrand SO/7B Göteborg SV inleddes 1990 under ledning av Lennart Samuelsson, men på grund av dennes hälsoproblem och senare dödsfall övertogs arbetet hösten 1995 av Inger Lundqvist. 1998 utvidgades karteringen med den del av Göteborgs kommun, som ligger inom kartbladet 6B Kungsbacka NV.

Syftet med karteringen är att ta fram ett modernt berggrundsgeologiskt underlag. Området har tidigare undersökts och beskrivits av Blomberg (1902), Johansson (1931) och Lundegårdh (1958). Norr och öster om karteringsområdet finns moderna berggrundskartor över områdena 7B Göteborg SO (Samuelsson 1978), 6B Kungsbacka NO (Samuelsson 1982), 7B Göteborg NO (Samuelsson 1985a) och 7A Marstrand NO/7B Göteborg NV (Samuelsson 1985b). Lennart Samuelsson karterade stora delar av området norr om Nordre älv (fig. 1). Området har reviderats under sommaren 1999, men berggrundskartan är ännu inte sammanställd.

Under sommaren 1999 har hela skärgården plus den allra sydligaste delen av Göteborgs kommun karterats på ett topografiskt underlag i skala 1:10 000, vilket innebär att området 7A Marstrand SO/7B Göteborg SV och Göteborgs kommun är färdigkarterat. Jordartskartans (Adriellson & Fredén 1987) hållmarkeringar har använts. Extrageologer var Anders Persson, Charlotte Cederbom och Anders Scherstén.

## ALLMÄN GEOLOGI

De äldsta bergarterna inom karteringsområdet utgörs av ytbergartsgnejser (fig. 1), som tillhör Stora Le-Marstrandgruppen. Gnejserna, som är ådrade till starkt migmatitiserade, förekommer inom den västra delen av området och utgör en del av ett nord-sydligt stråk, som sträcker sig från Göteborgs södra skärgård norrut till norska gränsen. I östra delen av området dominerar gråröda till grå, granitiska till tonalitiska, ådrade gnejser av magmatiskt ursprung med inslag av mörkgrå till svarta, basiska bergarter. I den mellersta delen av karteringsområdet finns två nord-sydliga stråk med ögongraniter, varav den ena granittypen har förhöjd gammastrålning (radioaktivitet). Pegmatitgångar finns i hela området, men är något vanligare i den västra delen. Ett antal brantstående, diskordanta diabasgångar med västnordvästlig riktning förekommer också. De yngsta bergarterna är paleozoiska och utgörs framförallt av kambrisk sandsten som återfinns i sprickor, s.k. sandstensgångar. I en breccia väster om Kungälv förekommer brottstycken av kalksten, alunskiffer och sandsten.

Berggrunden har utsatts för åtminstone två bergskedjebildningar (orogener), varvid bergarterna har omvandlats under tryck och temperaturer som motsvarar amfibolitfaciesförhållanden. För knappt 1600 miljoner år sedan inträffade den äldsta av dessa, den s.k. gotiska orogensen, varvid bergarterna ådrades, veckades och migmatitiserades. För omkring 1000 miljoner år sedan genomgick berggrunden återigen en orogenes, den s.k. svekonorvegiska. Bara de yngre pegmatitgångarna, diabasgångarna och de paleozoiska bergarterna har undgått denna omvandling.

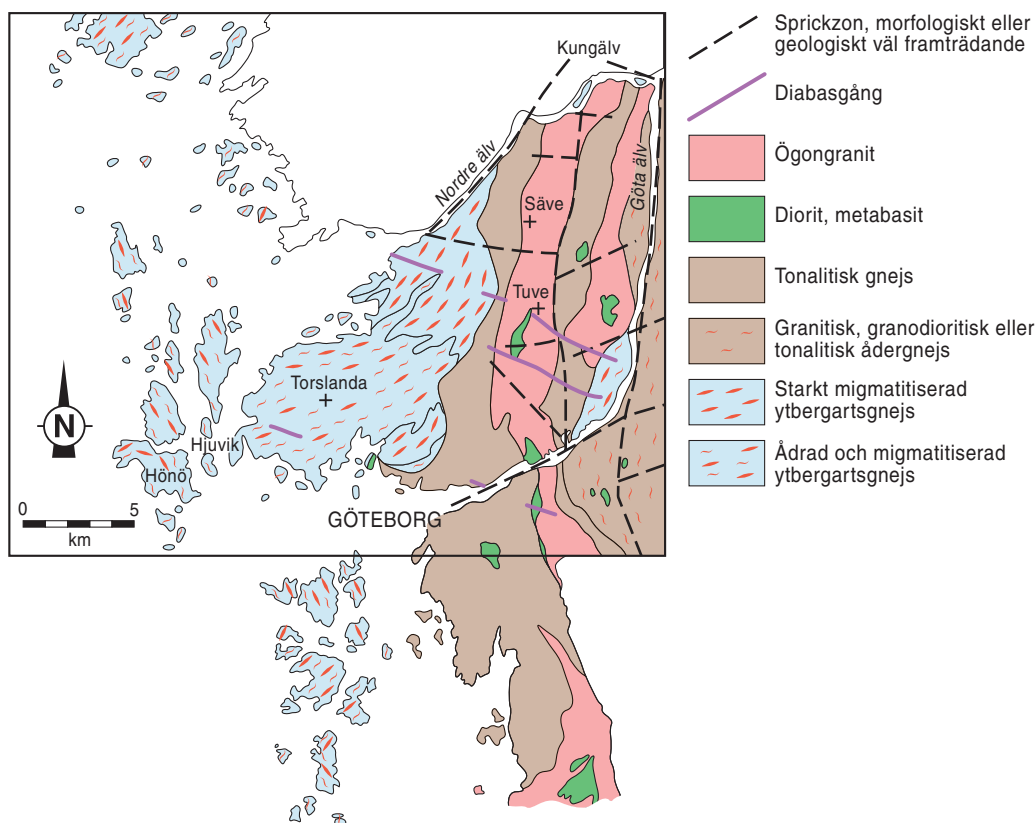


Fig. 1. Förenklad geologisk karta över 7A Marstrand SO/7B Göteborg SV och de södra delarna av Göteborgs kommun.

## Ytbergartsgnejs

Inom de västra delarna av ön Hisingen, dvs. i trakterna runt Torslanda och i skärgården, består berggrunden av ådrade och migmatiserade ytbergartsgnejser. De tillhör en svit metasedimentära bergarter av gråvacketyyp som tillhör den s.k. Stora Le–Marstrandgruppen, vars ursprungsmaterial troligen avsattes för drygt 1600 miljoner år sedan. Gnejserna utgör en del av ett stråk som sträcker sig från Göteborgs södra skärgård norrut in i sydöstra Norge. Inom karteringsområdet förekommer ytterst få välbevarade delar av dessa metasedimentära bergarter. Den mest välbevarade bergarten är finkornig, grå till rödgrå, finbandad, ibland med en diffus graderad skiktning. Banden har vanligtvis en tjocklek på någon till några centimeter, men det förekommer enstaka band som är upp till metertjocka. Banden är vanligen glimmerrika, men enstaka sandiga lager finns. Konforma inlagringar av mörkt grå till svarta, basiska band förekommer relativt sparsamt. De basiska banden utgörs troligen av lavar och pyroklastiska produkter som senare kan ha omlagrats.

I samband med bergskedjebildningarna omvandlades de metasedimentära bergarterna till gnejser och de är nu ådrade till kraftigt ådrade, veckade och migmatiserade. Migmatiseringen är starkare mot öster och nordost där ådergnejserna helt förlorar sin struktur. De övergår i en stort sett homogen, svagt gnejsig, tonalitic bergart som ställvis har ärvda strukturer och mer eller mindre upplösta gnejsfragment.

## Granitiska till tonalitiska gnejser och ådergnejser

I den östra delen av karteringsområdet återfinns en rödgrå till grå, granitisk till tonalitisk ådergnejs. De olika granitoidtyperna övergår vanligen successivt i varandra, men skarpa kontakter förekommer. Granodioritisk sammansättning dominerar hos dessa ortognejser. I den grå, tonalitiska gnejsen förekommer bara sparsamt med ådror, medan de granodioritiska och granitiska leden är betydligt kraftigare ådergnejsomvandlade. Ådrorna består av två generationer. Den äldre utgörs av smala, uthålliga pegmatitiska ådror och den yngre av korta, bredare sliror, som övertvåras de äldre med liten vinkel. De yngre ådrorna har troligen bildats under den senaste bergskedjebildningen för ca 1000 miljoner år sedan.

Den tonalitiska till granodioritiska gnejsen, som förekommer i två stråk på Hisingen (öster och väster om Tuve kyrka) och inom de västra delarna söder om Göta älv, är sparsamt ådrad.

## Diorit och metabasit

Basiska bergarter förekommer som mindre kroppar och gångar, företrädesvis inom den östra delen av karteringsområdet (fig. 1). Många av förekomsterna är så små att de inte har markerats på kartan. Basiterna består av två olika åldersgrupper, varav den äldre är mer omvandlad och utgörs av mörkt grå till svarta, medelkorniga, gnejsiga och ibland ådrade metabasiter. Bergarterna i den yngre gruppen är också mörkt grå till svarta och medelkorniga, men varierar i struktur från massformiga till gnejsiga. Vanligtvis är de basiska bergarterna konforma med omgivande bergarter, men förekomsten öster om Tuve kyrka breccieras av ögongranit.

## Ögongranit

Ögongranit förekommer i två nord-sydliga stråk. Det ena sträcker sig från södra delen av Göteborgs kommun, genom de centrala delarna av Göteborg, förbi Tuve och Säve och vidare norrut förbi Kungälv. De andra återfinns strax väster om Göta älv. Två olika ögongranittyper förekommer, varav den äldre har förhöjd gammastrålning (radioaktivitet) och därför kallas RA-granit. Denna har en uranhalt på 10–15 ppm och en toriumhalt på 40–50 ppm (fig. 2 och 3). Gammastrålningen varierar mellan 20 och 40  $\mu\text{R/h}$  i det karterade området. Den andra ögongranittypen (Askimsgranit) förekommer parallellt med RA-graniten i båda stråken. Askimsgraniten har en gammastrålning, som varierar mellan 15 och 21  $\mu\text{R/h}$ . Halten uran varierar mellan 5 och 15 ppm och toriumhalten mellan 15 och 40 ppm.

Ögongraniterna är rödgrå till gråröda, medelkorniga och massformiga till gnejsiga. Ögonen är linsformade eller rektangulära. Båda graniterna innehåller också partier som inte är ögonförande utan mer jämnkorniga.

## Pegmatit

Pegmatitgångar finns inom hela kartbladsområdet, men är något vanligare i trakterna runt Torslanda. De flesta gångarna är smala, men vissa är ca 50 m breda. De är konforma med eller övertvåras deformationsstrukturerna i den omgivande bergarten. Pegmatitgångarna är av olika ålder. De äldre har varit med om en stor del av områdets geologiska utvecklingshistoria och är veckade, avslitna (boudinerade) och deformerade. De yngsta gångarna är mycket lite deformerade och tros vara likåldriga med Bohuspegmatiten, dvs. de är drygt 900 miljoner år gamla.

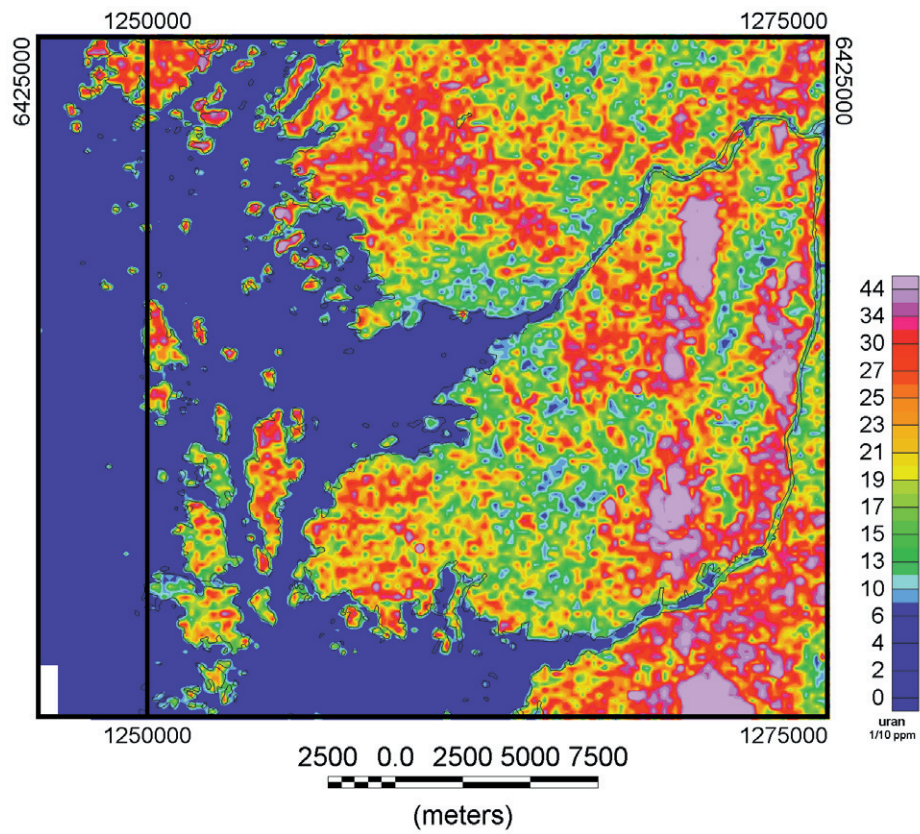


Fig. 2. Uranhalt. 7A Marstrand SO/7B Göteborg SV. Skala 1:250 000.

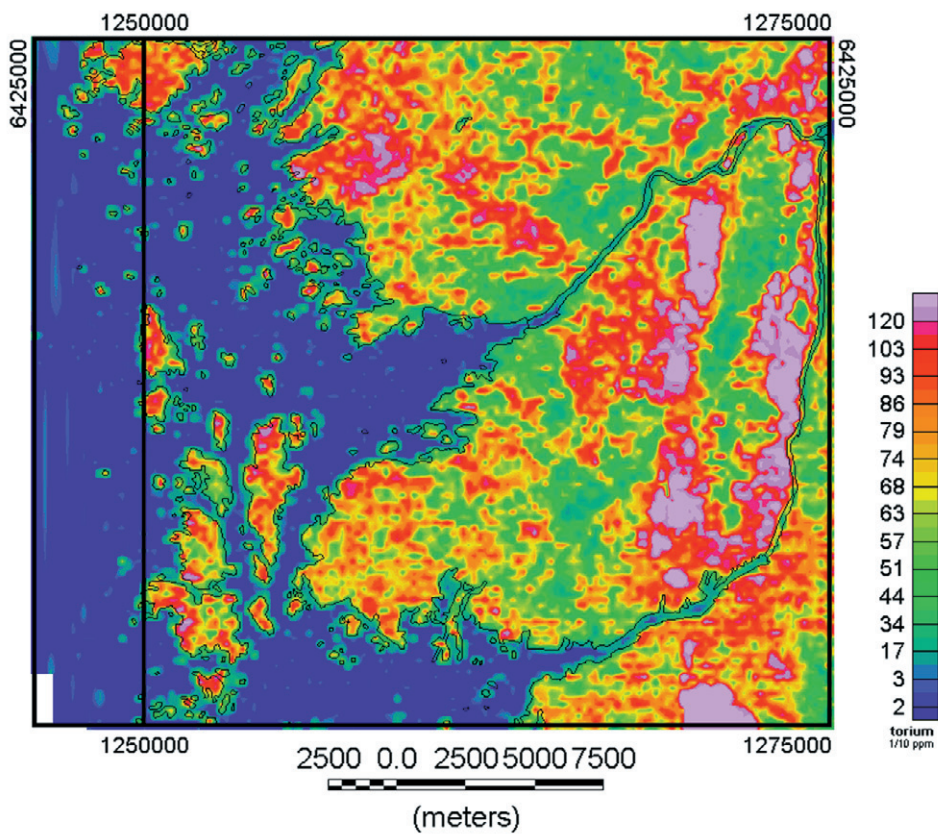


Fig. 3. Toriumhalt. 7A Marstrand SO/7B Göteborg SV. Skala 1:250 000.

## Diabasgångar

Ett antal brantstående diabasgångar tvärrar över berggrunden i västnordvästlig–ostsydostlig riktning. Den bredaste av dem är den s.k. Tuvegången, som har en maximal bredd på ca 200 m (Johansson 1997). Diabaserna är vanligen mörkgrå till svarta och finkorniga, men Tuvegången är medelkornig i de inre delarna. Den har också en något mer basisk sammansättning (gabbroid) än de övriga gångarna. Paleomagnetiska åldersbestämningar på diabasgångarna (Abrahamsen 1974) har givit åldrar på 800–900 miljoner år.

## Litteratur

- Abrahamsen, N., 1974: The paleomagnetic 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.
- Blomberg, A., 1902: Beskrifning till kartbladet Göteborg. *Sveriges geologiska undersökning Ac* 4, 28 s.
- Johansson, F., 1997: Petrology and Geochemistry of Neoproterozoic WNW trending Dolerite Dykes in the Göteborg Region, SW Sweden. *Department of Geology. Göteborgs Universitet B60*, 84 s.
- Johansson, H.E., 1931: Beskrivning till kartbladet Göteborg. Berggrunden. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 173.
- Lundegårdh, P.H., 1958: Göteborgstraktens berggrund. *Sveriges geologiska undersökning C* 553, 82 s.
- Samuelsson, L., 1967: Breccia av paleozoiska bergarter 1,5 km väster om Bohus fästning, Kungälv. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 89, 448–459.
- 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., 1985a: Beskrivning till berggrundskartan Göteborg NO. *Sveriges geologiska undersökning Af* 136, 101 s.
- Samuelsson, L., 1985b: Berggrundskartan 7A Marstrand/7B Göteborg SV. *Sveriges geologiska undersökning Af* 146.

E-post: inger.lundqvist@sgu.se

# Kartbladet 11G Västerås NO

*Magnus Ripa och Lutz Kübler*

## INLEDNING

Kartområdet 11G Västerås NO ligger i Västmanlands län och omfattar delar av Sala, Surahammar och Västerås kommuner. Under fältsäsongerna 1994, 1995, 1997, 1998 och 1999 har kartering, provtagning och revisionsarbete bedrivits i fält, och undersökningarna kan nu anses vara avslutade. Resultaten av den verksamhet som bedrevs före 1999 redovisades av Ripa (1995, 1996), Kübler & Ripa (1998) och Ripa & Kübler (1999).

Kartorna i SGUs serie Aa 3 (Kugelberg 1862) och Aa 26 (Gumaelius 1868) täcker kartområdet, och området kring Sala gruva finns beskrivet av N. Zenzen i Tegengren m.fl. (1924). Modern geologisk information från omgivande kartblad finns för 11G Västerås SV (Lundegårdh & Nisca 1978), 11G Västerås SO (Arnbom 1999), 12G Avesta SV (Ambros 1988), 11H Enköping SV (Stålhös 1976) och 12G Avesta SO (Persson 1997).

Karteringen har skett med hjälp av moderna ekonomiska kartblad i skala 1:20 000, och för orientering längs vägar har delvis den nya topografiska T5-kartan i skala 1:50 000 använts. Hällar från jordartskarteringen av området (Magnusson 1994) har överförts till fältkartorna.

## GEOLOGI

### Allmänt

Berggrunden domineras av äldre, s.k. tidigorogena svekokarelska intrusivbergarter. Underordnat förekommer svekofenniska ytbergarter och yngre, s.k. syn- till senorogena svekokarelska graniter, apliter och pegmatiter. Ett fåtal observationer av diabasgångar har också gjorts.

Den metamorfa graden i bergarterna ökar från lägre till övre amfibolitfacies, från kartområdets norra till dess södra delar. Parallellt med övergången från lägre till högre metamorf grad sker en förändring i trenden hos den dominerande strykningens riktning. I de mer välbevarade delarna dominerar ungefär NO–SV-ligt strykande förskiffringar, medan NV–SO-liga dominerar i söder.

### Svekofenniska ytbergarter

Ytbergarterna består av metavulkaniter, kristallina karbonatstenar (marmor) och klastiska meta-sedimentära bergarter.

Som tidigare beskrivits (Ripa 1995, 1996), består metavulkaniterna till övervägande delen av felsiska (ryolitiska till underordnat dacitiska) breccior till sandstenar och siltstenar (Sommarhagsformationen, se Ripa 1995). De senare är mer allmänt förekommande uppåt i stratigrafin och växellagrar där lokalt med karbonatstensskikt (Sandtorpsformationen, se Ripa 1995). Den växellagrade sekvensen av karbonatsten och siltiga vulkaniter övergår uppåt i en minst 300 meter mäktig karbonatstenshorisont. Karbonatstenen är övervägande dolomitisk till sammansättningen och har lokalt vackert utbildade stromatolitstrukturer, vilka anger uppåtriktningen i stratigrafin. I den mäktiga dolomitmarmorhorisonten förekommer både Sala gruvans zink- och silvermalmer och den vita, högklassiga dolomit som bryts i Tistbrottet i Sala. I både det numera nedlagda Finntorpsbrottet och det producerande Tistbrottet begränsas brytningen av den vita dolomiten uppåt i stratigrafin av ytterligare inlagringar av vulkanisk siltsten och diffust avgränsade förekomster av skarnmineral.

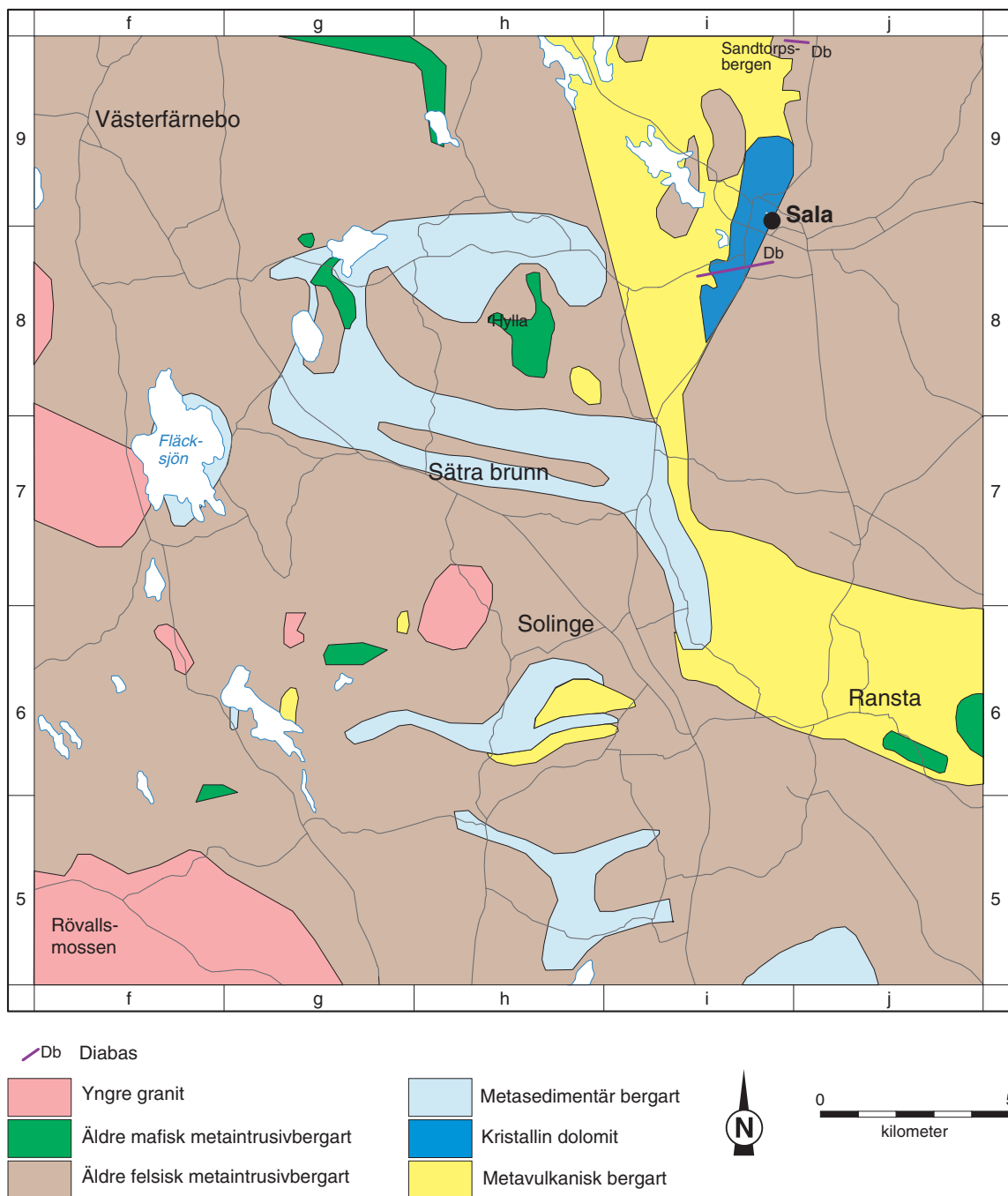


Fig. 1. Schematisk berggrundsgeologisk bild över kartområdet 11G Västerås NO. De Orts- och platsnamn som nämns i texten har markerats. En ekonomisk kartruta, t.ex. 5f, har 5 kms sida.

Den översta lokaliserade stratigrafiska nivån utgörs av en pisolitförande vulkanisk siltsten, som ligger ungefär i mitten av en mot nordväst stupande (flackt till måttligt brant) synklinal mellan Finntorps- och Tistbrotten. Det mäktiga karbonatstensstråket, inlagrade vulkanogena siltstenar och överlagrande dito benämndes Finntorpsformationen av Ripa & Kübler (1999). På flera ställen har metavulkaniter eller subvulkaniter med ett klart intrusivt utprägnande gentemot ytbergarterna kunnat identifieras (Eklövstorpsformationen; Ripa 1995). Lokalt är dessa relativt rikligt och grovt kvartsporfyriska och kvarts-fältspatporfyriska och övergår gradvis i nedan beskrivna, äldre intrusivbergarter.

De klastiska metasedimentära bergarterna (fig. 1) benämndes Östromformationen av Ripa & Kübler (1999) och utgörs huvudsakligen av gråvackor, men lokalt förekommer kvartsitisk, arkosisk och även argillitisk sammansättning. Relationen till de metavulkaniska bergarterna är inte säkerställd. På de ställen där båda bergartstyperna förekommer intill varandra, utan att uppenbara tektoniska komplikationer stör bilden, tycks de klastiska ytbergarterna överlagra de vulkaniska, men inlagringar av vulkanitliknande skikt i de förra antyder att klastisk och vulkanisk sedimentation också pågick samtidigt. De metasedimentära bergarterna intruderades liksom metavulkaniterna av subvulkaniska till plutoniska bergarter. Lokalt innehåller gråvacke- och argillit-led porfyroblaster av cordierit eller pinnitiserade sådana.

Östromformationens sedimentbergarter har varierande, men i allmänhet hög, magnetiserbarhet (max  $2000 \cdot 10^{-5}$  SI) och hög remanent magnetisering. Dessa egenskaper beror på förekomsten av magnetkis och ger upphov till ett karaktäristiskt ringformat anomalimönster (se fig. 2 i Kübler & Ripa 1998).

## Äldre metaintrusivbergarter

De äldre metaintrusivbergarterna dominerar stort i kartområdet. Deras sammansättning är övervägande granitisk, men underordnat förekommer tonalitiska, granodioritiska och mafiska bergarter. Noterbart är, att de felsiska leden innehåller mafiska xenoliter och enklaver (*magma mingling*-struktur) av mafiskt till felsiskt material, det senare av samma typ som värdbergarten men finkornigare. Frekvensen av mafiska inneslutningar tycks vara högre i närheten av diorit- och gabbromassiv, och granitiska led övergår ofta i tonalitiska och enklavrika intill mafiter. Detta visar att mafiska och felsiska led bildats ungefär samtidigt.

I områdets södra delar förekommer granat lokalt i tonalitiska metagranitoider, sannolikt som ett uttryck för den högre metamorfa graden.

Dessa äldre, granitoida intrusivbergarter har genomgående låg magnetiserbarhet och mycket låg eller ingen magnetisk remanens. Det linjära sambandet mellan susceptibilitet och densitet indikerar att alla magnetiska egenskaper styrs av paramagnetiska mineral (se fig. 2 i Ripa & Kübler 1999).

Öster om ytbergartstråket kring Sala domineras de äldre intrusivbergarterna av en röd till grå, lokalt hornbländeförande, jämnkornig och i de flesta fall massformig granit, som är åldersbestämd till  $1891 \pm 6$  milj. år (Ripa & Persson 1997). En granodioritisk varietet (s.k. Salagranit) från ett område strax nordväst om Sala daterades av Persson (1993) till  $1890 \pm 3$  milj. år.

Bla. vid Sättra brunn (7h) förekommer plagioklasporfyrisk, subvulkanisk metatonalit (-dacit), vilken är nära besläktad dels med den omgivande plutoniska metatonaliten, dels med några av de strökorrika subvulkaniterna kring Sala, som beskrivits ovan.

Det föreligger en anmärkningsvärd monoton i de äldre intrusivbergarternas strålningsegenskaper.

I det ternära diagrammet i figur 2 visas data från 46 provtagna lokaler, jämnt fördelade över hela kartområdet. Förhållandet mellan de tre registrerade komponenterna kalium (K), uran (U) och torium (Th) är ganska stabilt. Data från 13 observationsplatser med felsisk till intermediär metavulkanit visas i samma diagram för att illustrera den obetydliga skillnaden mellan de två bergartstyperna.

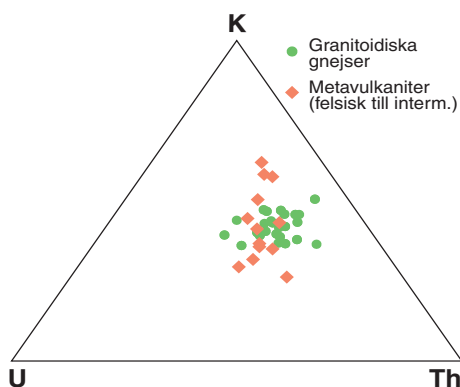


Fig. 2. Normaliserade halter av K, U och Th i de äldre intrusivbergarterna med tonalitisk eller granodioritisk sammansättning samt i felsiska till intermediära metavulkaniter. Samma koefficienter som i diagrammet i figur 3 har använts för normaliseringen.

## Äldre gångbergarter

Tunna (meterskala) amfibolitiska gångar förekommer i kartområdets södra delar. Lokalt omges de av parallella gångar med finkorniga och felsiska bergarter. Tillsammans bildar gångbergarterna förmodligen s.k. blandade gångar (*composite dykes*). Gångarnas strykning är parallell med den strukturella trenden i området (se nedan).

## Yngre, syn- till senorogena magmatiska bergarter

I kartområdets södra och sydvästra delar förekommer syn- till senorogena svekokarelska graniter, granitgångar, apliter och pegmatiter. De är i allmänhet massformiga och klipper omgivande tektoniska strukturer. Ställvis visar de tecken på förskifring eller stänglighet.

Med avseende på komponenterna K, U och Th skiljer sig graniten längst i SV (5f–g) (Fellingsbrotyp) något från den finkornigare graniten (Malingsbotyp) i norr (6f–7f) genom en högre andel av torium (fig. 3). Det är anmärkningsvärt att förhållandet mellan uran och torium är mer eller mindre konstant i de här nämnda yngre graniterna inklusive Solingetypen (se nedan) (fig. 4).

Den yngre graniten innehåller lokalt centimeter- till meterstora mafiska fläckar. De senare består huvudsakligen av biotit eller av plagioklas och biotit/hornblände. Pegmatiterna kan innehålla decimeterstora turmalinkristaller. I fältspatgruvan vid Hylla (8h) innehåller pegmatiten rikligt med bergbeck i drusrum och sent bildad granat.

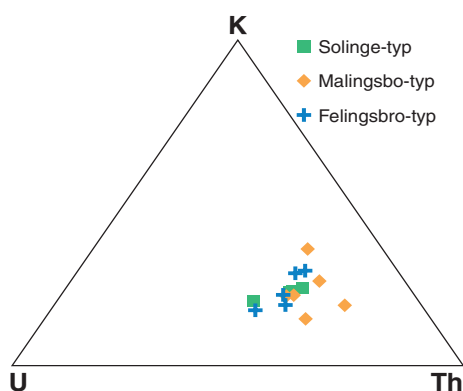


Fig. 3. Normaliserade halter av K, U och Th i de yngre granitintrusionerna plottade i ett triangeldiagram. Följande koefficienter har använts för normaliseringen:  $K \cdot 2,42$ ;  $U \cdot 1$  och  $Th \cdot 0,5$ .

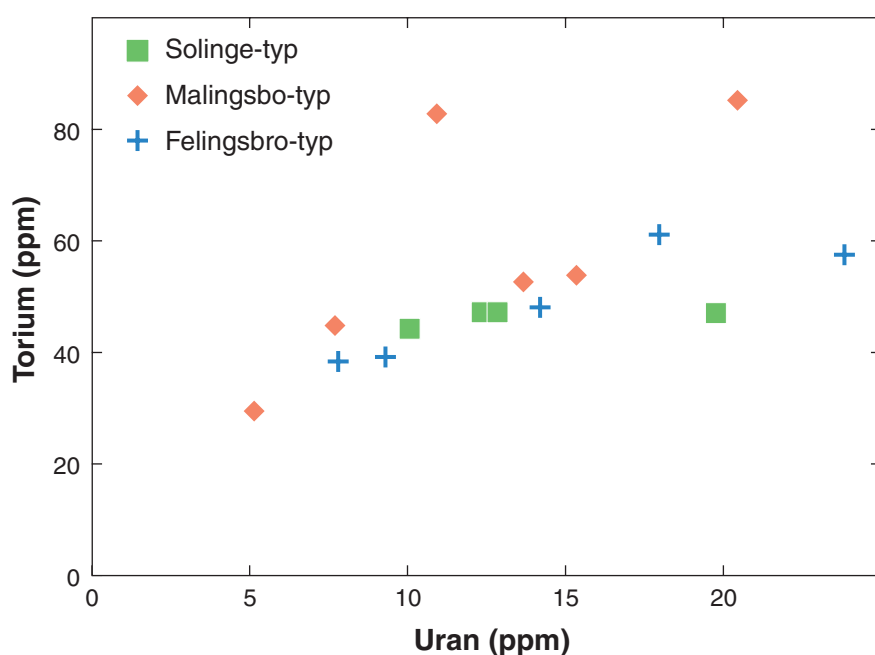


Fig. 4. Th-U-förhållandet i yngre graniter. De två punkter som avviker från det linjära sambandet härstammar från mätningar i ett område (6f) där yngre granit och äldre granitoider är kraftigt infliktade i varandra.

## Diabasgångar

Förutom den västnordvästligt strykande och relativt mäktiga diabasgång som nämndes av Ripa (1995), har ett antal ostnordöstligt strykande, decimeter- till meterbredda gångar observerats i Tistbrottet (8i) och väster därom.

Den magnetiska anomalikartan avslöjar flera diabasgångar som stryker i nordsydlig riktning, men som endast har kunnat observeras i fast klyft i angränsande kartområden. De tillhör ett regionalt system av diabasgångar, och deras lägen syns tydligt även på jordartskartan. Jorddjupet till diabashällarnas överytor torde ligga mellan 20 och 30 meter.

## Metamorfos

Berggrundens metamorfa grad är relativt låg i områdets norra delar, men ökar gradvis mot söder. Exakt metamorf facies är inte utvärderad, men torde ligga i intervallet undre till övre amfibolitfacies. Detta grundas på att mycket (till relativt) välbevarade metavulkaniter och metasedimentära bergarter finns vid Sala, medan tämligen svårbestämda och genomgående rekristalliserade ytbergarter, lokalt med porfyroblaster av cordierit, förekommer i områdets södra delar. I djupbergarterna kan man inte se någon lika tydlig metamorf förändring, men tonalitiska led är lokalt granatförande i söder. Detta antas bero på metamorf omvandling av anortitkomponenten i plagioklas.

## Strukturer

I områdets norra delar domineras strukturerna av en NO–SV-ligt strykande och brant stupande, penetrativ förskiffring och i söder av en NV–SO-lig. I de mer välbevarade bergarterna i norr kan man se att den dominerande strukturen är en S2-förskiffring. I söder är den dominerande förskiffringen starkare utvecklad och i allmänhet den enda urskiljbara planstrukturen. Den åtföljs lokalt av en stänglighet, vars riktning är ungefär parallell med förskiffringen. I de metasedimentära bergarterna kan man se att den dominerande förskiffringen krenulerar en äldre, och att den förra således är som yngst en S2-förskiffring. De syn- till senorogena magmatiska bergarterna delar är generellt sett massformiga, men där de lokalt har en struktur är denna parallel med S2, vilket antyder att den senare strukturen sannolikt är synmetamorf.

De välbevarade ytbergarterna vid Sala (speciellt Finntorpsformationens bergarter) har flackt till medelbrant mot nordväst stupande veckaxlar i trakten kring Sala gruva. Strax norr därom stryker dock alla lager mot nordost. Ett antal subvulkaniska intrusioner och äldre plutoniter intruderar ytbergarterna i området mellan Sala gruva och Sandtorpsbergen, vilket ger en komplicerad vecktekonik.

## Naturresurser

Förutom de aspekter som nämnts av Ripa (1995) kan följande noteras:

*Malm och karbonatsten:* Undersökningarna visar några av de begränsande faktorerna för malm- och karbonatstenstillgångarna i området söder och öster om Finntorpsbrottet, Tistbrottet och Sala gruva (8i). Dolomitmarmorn, i vilken malmerna förekommer, utgör ett relativt mäktigt lager som är veckat och stupar flackt till medelbrant mot nordväst. Dess stratigrafiska övre begränsning markeras av uppträddandet av skarnfläckar och vulkaniska siltstensskikt. I de båda ovannämnda stenbrotten är uppåtriktningen huvudsakligen mot nordväst respektive norr. Bergarterna i området mellan de båda

brotten torde huvudsakligen utgöra en antiklinal, vari både mer dolomitmarmor och kanske även en fortsättning på Salastråkets malmer skulle kunna finnas. Karbonatstensstråket begränsas åt sydost av äldre graniter (se fig. 1).

NV om Ransta (7i) förekommer magnetitomvandling i metavulkaniter. De senare är lokalt också epidot- och/eller glimmeromvandlade och har kvarts- och epidot-kvarts-magnetitläkta sprickor. Mineraliseringar och omvandlingar förefaller att vara rumsligt associerade med tonalitiska till dacitiska subvulkaniska intrusioner. Möjligen föreligger här ett slags Kirunatypmineralisering, vilket är intressant med tanke på att moderna rön (t.ex. Hitzman m.fl. 1992) associerar denna malmtyp med Cu-Au-mineralisering.

Magnetitomvandlingarna i metavulkaniterna syns för övrigt som lokala, skarpt avgränsade och till den regionala strukturtrenden obundna magnetiska anomalier. Susceptibiliteten kan i vissa fall nå  $3500 \cdot 10^{-5}$  SI-enheter.

*Byggnadssten:* Den generella spricktätheten uppskattas ligga i storleksordningen en spricka per m, vilket skulle utesluta brytning för byggnadsstensändamål. Väster om ridskolan i Sala (8–9j) finns dock partier i röd och grå äldre granit, ur vilken man tidigare brutit relativt stora block. Likaså förekommer exempel på större block av röd till grå yngre granit i gamla skärpningar väster om Solinge (6h). Den yngre granitens lämplighet för byggnadsändamål är emellertid även avhängig av diverse andra egenskaper, bl.a. gammastrålningens intensitet. Den grå graniten har genomsnittligt nästan dubbelt så hög uranhalt som den röda, dvs. 19,8 ppm mot 10–12 ppm för den röda, och dess radiumindex är alltså större än 1. Däremot har båda granittyperna generellt höga toriumhalter, ca 47 ppm. I triangeldiagrammet (fig. 3) ligger värdena för graniterna från Solingetrakten nära de för graniter av Malingsbotyp.

## LITTERATUR

- Ambros, M., 1988: Beskrivning till berggrundskartorna Avesta NV och SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 152 och 153*, 84 s.
- Arnbom, J.O., 1999: Beskrivning till berggrundskartan 11G Västerås NO. *Sveriges Geologiska Undersökning Af 204*, 46 s.
- Gumaelius, O., 1868: Några ord till upplysning om bladet Sala. *Sveriges geologiska undersökning Aa 26*, 127 s.
- Hitzman, M.W., Oreskes, N. & Einaudi, M.T., 1992: Geological characteristics and tectonic setting of Proterozoic iron oxide (Cu-U-Au-REE) deposits. *Precambrian Research* 58, 241–287.
- Kugelberg, O.F., 1862: Några ord till upplysning om bladet Skultuna. *Sveriges geologiska undersökning Aa 3*, 32 s.
- Kübler, L. & Ripa, M., 1998: Kartbladet 11G Västerås NO. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning - sammanfattning av pågående undersökningar 1997*. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 97*, 20–23.
- Lundegårdh, P.H. & Nisca, D., 1978: Beskrivning till berggrundskartan och geofysiska kartorna Västerås SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 122*, 60 s.
- Magnusson, E., 1994: Jordartskartan 11G Västerås NO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 117*, 80 s.
- Persson, L., 1993: The U-Pb zircon age of the Sala "granite" of south-central Sweden. I T. Lundqvist (red.): *Radiometric dating results*. *Sveriges geologiska undersökning C 823*, 32–35.
- Persson, L., 1997: Berggrundskartorna 12G Avesta SO och NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 189 och 197*, 69 s.
- Ripa, M., 1995: Berggrunden på kartbladet 11G Västerås NO. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning - sammanfattning av pågående undersökningar 1994*. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 79*, 33–37.
- Ripa, M. & Kübler, L., 1999: Kartbladet 11G Västerås NO. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning - sammanfattning av pågående undersökningar 1998*. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 98*, 21–27.

- Ripa, M. & Persson, P.-O., 1997: The U-Pb zircon age of the Sala-Vänge granite at Sala, south central Sweden. I T. Lundqvist (red.): *Radiometric dating results. Sveriges geologiska undersökning C 830*, 57–62.
- Stålhös, G., 1976: Beskrivning till berggrundskartan Enköping SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 118*, 45 s.
- Tegengren, F.R., 1924: Sveriges ädlare malmer och bergverk. *Sveriges geologiska undersökning Ca 17*, 406 s.

E-post: magnus.ripa@sgu.se

lutz.kubler@sgu.se

## **BERGGRUNDSKARTOR 1:50 000**

### **Kartbladen 13G Hofors**

**Sam Sukotjo, Johan Söderman och Erik Jonsson**

#### **INLEDNING**

Berggrundskarteringen som omfattar geologiska och geofysiska undersökningar i kartbladsområdet 13G Hofors inleddes 1995, den geofysiska delen först 1997. Syftet var att ta fram ett berggrundsgeologiskt kartunderlag, främst för prospektering. Berggrundskarteringen avslutades under fältsäsongen 1999 och en berggrundsgeologisk karta i digital form skall färdigställas år 2000. Området har tidigare beskrivits av Blomberg (1895) och omfattas av regionala berggrundsgeologiska kartor över Kopparbergs (Hjelmqvist 1964) och Gävleborgs län (Lundegårdh 1967). I omgivande områden finns modern berggrundsgeologisk information i skala 1:50 000 på 13F Falun (Kresten & Aaro 1987), 14F Rättvik (Kresten m.fl. 1990), 14H Söderhamn (Sukotjo 1995) och 14G Ockelbo (Sukotjo & Sträng, under bearbetning).

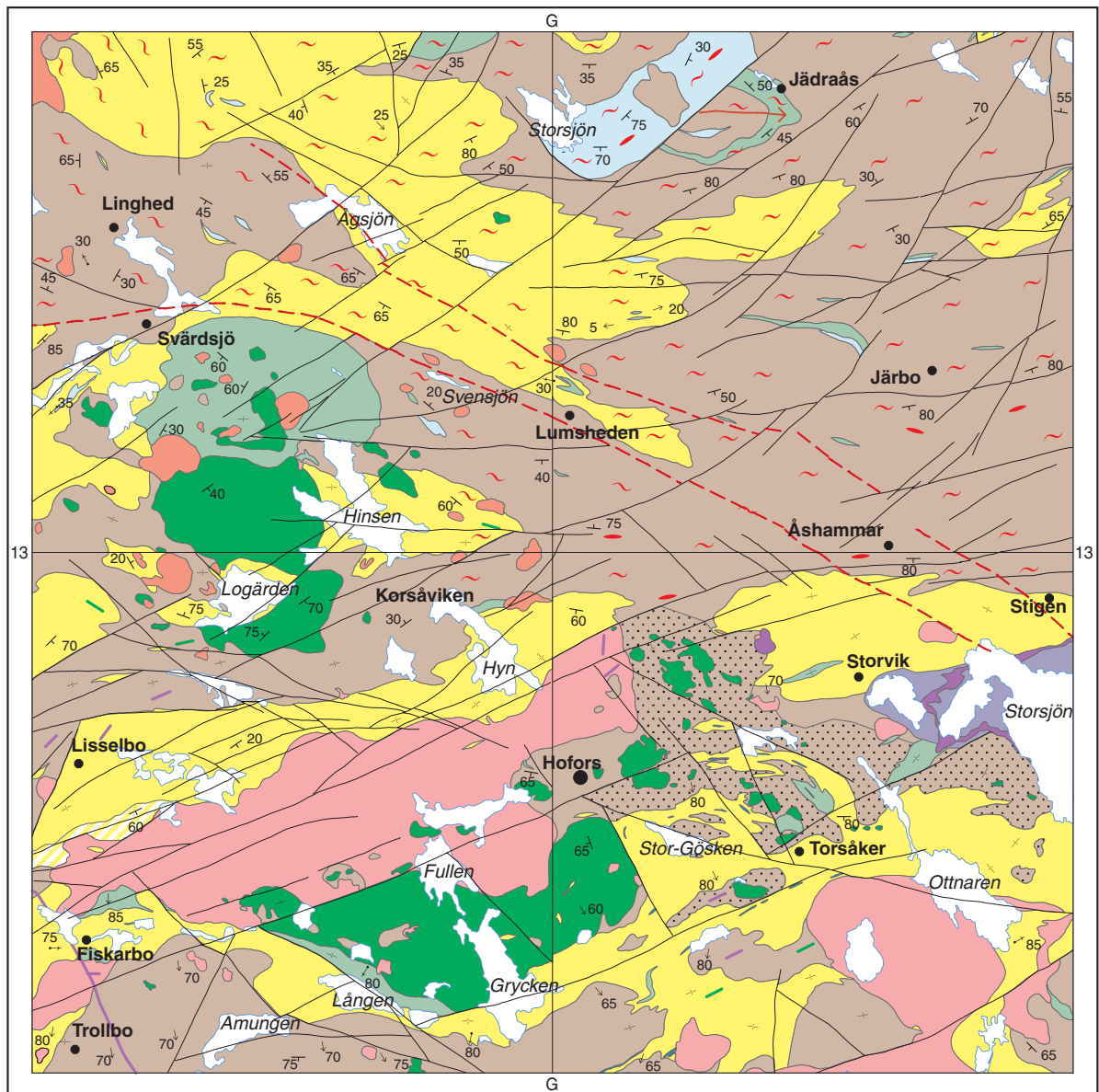
Under fältsäsongen 1999 bedrevs revidering och kompletteringsarbete över hela karteringsområdet. Geolog E. Jonsson utförde en gruvinventering inom hela kartbladsområdet. Denna rapport sammanfattar de preliminära resultaten av fältarbetet t.o.m. 1999. Mindre justeringar av bergartsgränser och tektoniska zoner på kartan genomfördes under det sista årets fältarbete. Justeringarna baserades på ny geologisk och geofysisk information.

Berggrunden inom kartbladsområdet utgörs av bergarter som omvandlats under både undre och övre amfibolitfaciesförhållanden (Sukotjo 1996) (fig. 1). De senare dominerar inom kartområdet 13G NO, större delen av 13G NV och i den norra delen av 13G SO. De ingående bergarterna är olika typer av pretektoniska yt- och djupbergarter, vilka skärs av amfibolitgångar.

Syn- till sentektoniska graniter med associerade pegmatiter finns främst inom kartområdena 13G NV och NO. Posttektoniska graniter har en stor utbredning inom 13G SV och SO.

Jotnisk sandsten (ca 1200 till 1300 miljoner år) har ej med säkerhet kunnat påvisas i fast klyft inom kartbladsområdet under detta arbete. Däremot finns den kring Storsjön i det angränsande kartbladsområdet 13H Gävle SV och har tidigare observerats i mindre blottningar på 13G SO (Gorbatshev 1967).

De allra yngsta bergarterna är diabaserna, vilka för 900 till 1200 miljoner år sedan intruderade i övriga bergarter inom kartbladsområdet.



### Teckenförklaring

#### POSTTEKTONISKA BERGARTER

- Diabasgång
- Diabas
- Jotnisk sandsten

#### SEN- TILL POSTTEKTONISKA BERGARTER

- Mikroklinggranit

#### SYN- TILL SENTEKTONISKA BERGARTER

- Granit

#### PRETEKTONISKA BERGARTER

- Amphibolitgång
- Metagranit
- Metatonalit
- Metadiorit, metagabbro och ultramafit
- Basisk metavulkanit
- Medasedimentär bergart
- Kristallin karbonatsten
- Metasomatisk omvandling
- Sur metavulkanit

- Ådergnejsomvandlad
- Migmatitiserad
- Foliation, med gradtal för stupning / vertikal
- Stänglighet, med gradtal för stupning
- Veckaxel, med gradtal för stupning
- Antiform, pilen visar stupningen
- Deformationszon, ospecificerad
- Deformationszon, plastisk

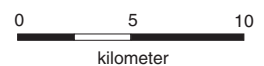


Fig. 1. Förenklad berggrundsgeologisk karta över 13 G Hofors.

# PRETEKTONISKA BERGARTER

## Allmän inledning

Berggrunden inom kartbladet 13G Hofors utgörs av bergarter som omvandlats under både undre (i söder) och övre amfibolitfaciesförhållanden (i norr). Dessa två områden kan särskiljas av en ganska distinkt, nästan öst–västlig linje (Stålhös 1991, Sukotjo 1996, Sjöström & Bergman 1998). Denna linje sammanfaller med en öst–västlig deformationszon som sträcker sig från trakten väster om Svärdsjö (7a) till området norr om Svensjön (6d), fortsätter längs en linje mellan Svensjön och Korsåviken (4d) och vidare mot öster längs en skjuvzon mellan Korsåviken och Stigen (4j). Deformationszonen syns på den magnetiska anomalikartan (fig. 2). Ett metamorft språng i områdets berggrund är uppenbart, då bergarterna norr om den definierade linjen har påverkats av metamorfos av övre amfibolitfaciesgrad. De har genomgående blivit mer eller mindre migmatitomvandlade (röda spiriller och linser på kartan).

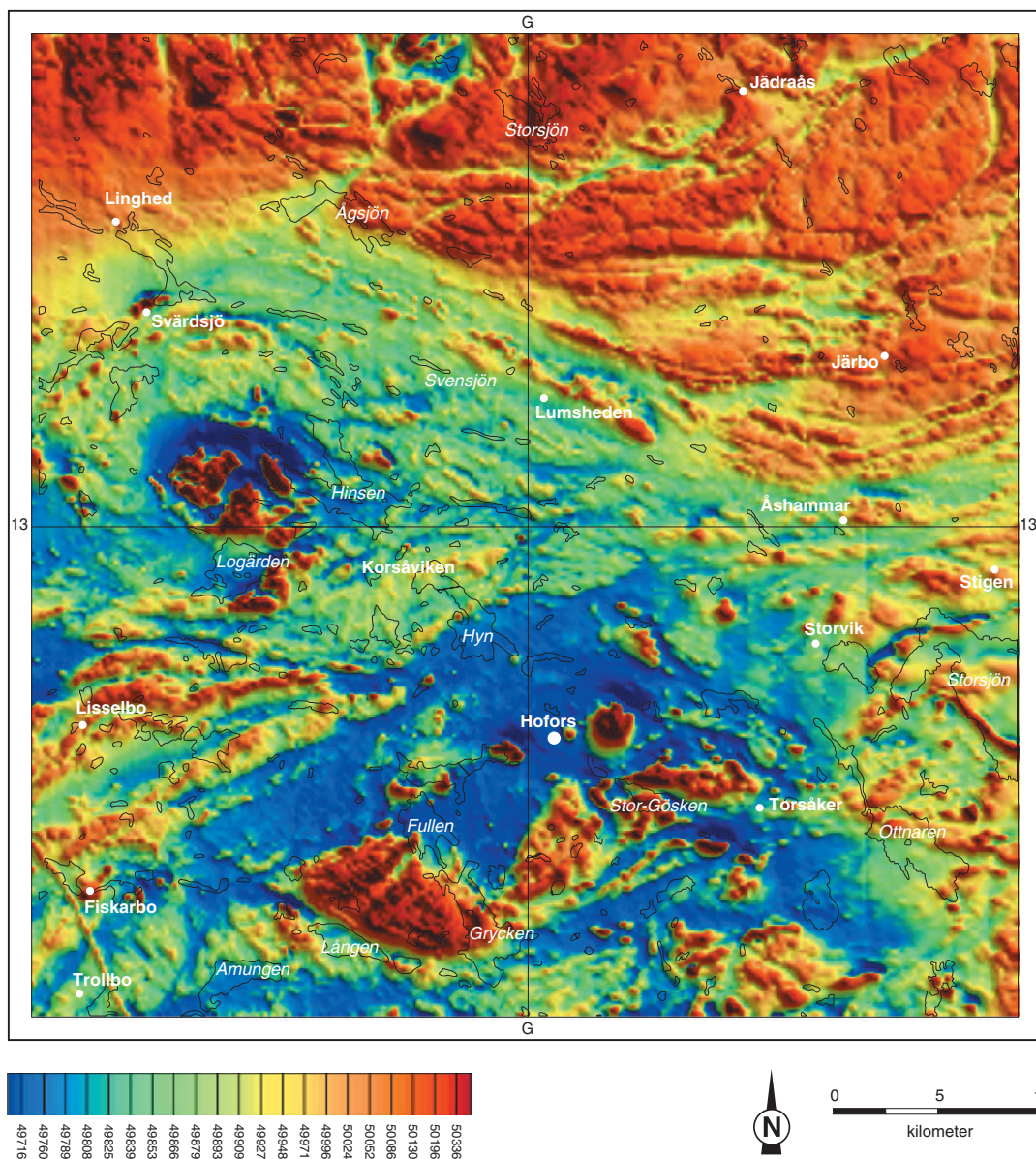


Fig. 2a. Magnetisk anomalikarta över 13 G Hofors.

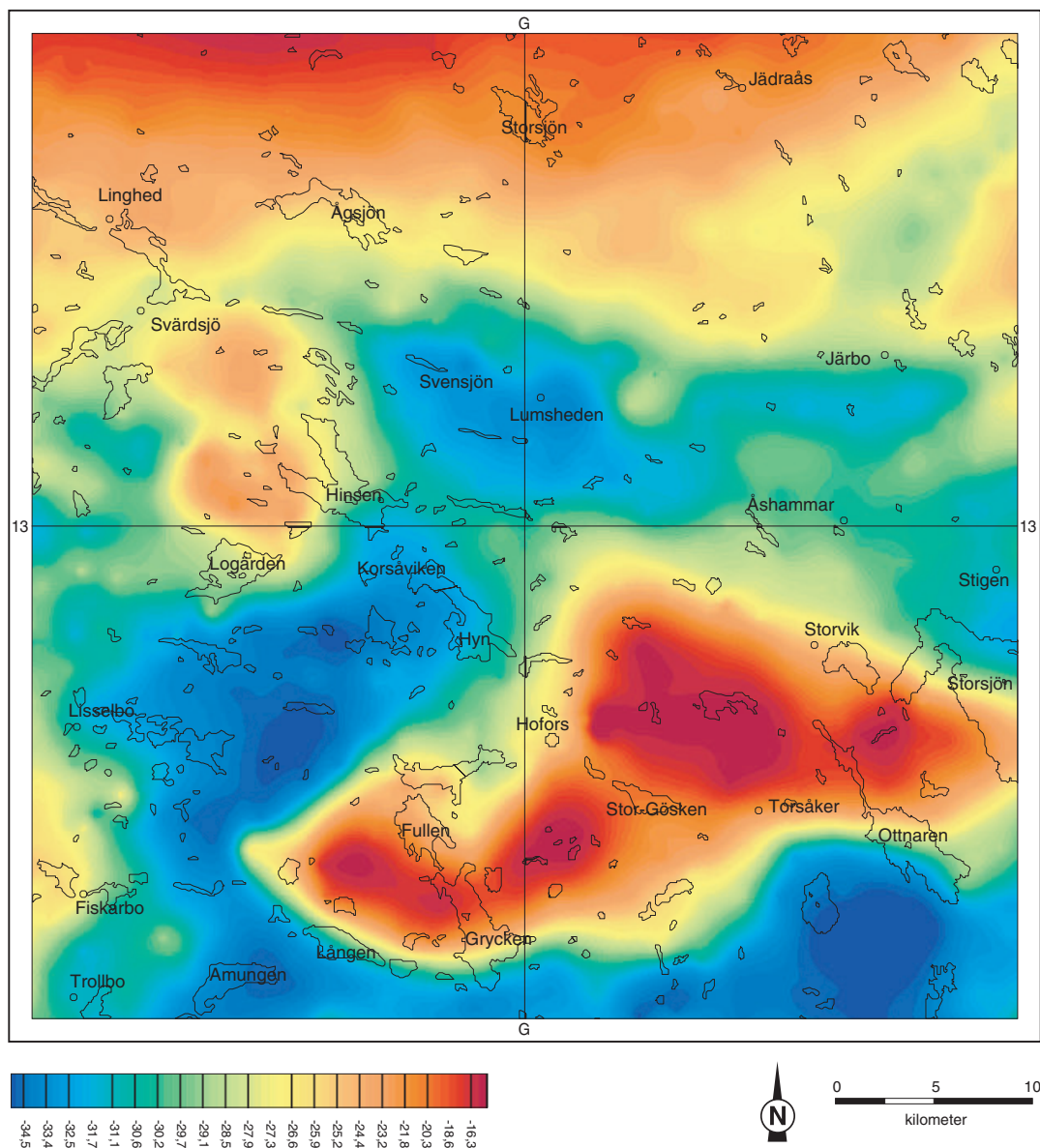


Fig. 2b. Tyngdkraftskarta över 13G Hofors.

## Ytbergarter

Ytbergarterna, vilka utgörs av metasedimentära och metavulkaniska bergarter, upptar mer än två femtedelar av kartbladsområdet. De starkast omvandlade ytbergarterna (övre amfibolitfacies) är genomgående kraftigt omkristalliserade och eventuella primära strukturer har till största delen utplånats. Primärstrukturer i svagare omvandlad metavulkanit (undre amfibolitfacies) förekommer däremot i enstaka lokaler, t.ex. kring sjöarna Övre och Nedre Klingan (1a–b). Lagerföljden är dock svår att bestämma beroende på de glesa förekomsterna av dessa strukturer. Någon definitiv stratigrafi kan därför inte upprättas.

Ytbergarterna inom kartbladsområdet utgörs generellt sett av tre huvudtyper:

- 1) felsisk metavulkanit
- 2) metasedimentära bergarter
- 3) basiska metavulkaniter

#### *Felsisk metavulkanit*

Felsisk metavulkanit, omvandlad i undre amfibolitfacies, är den dominerande ytbergarten i kartbladsområdet. Den utgörs i sin centrala del av ett komplex av metavulkaniter, som för både järnoxidmalmer, en mindre mängd sulfidförekomster samt kristallina karbonatstenar. Detta komplex förekommer inom kartbladsområdena 13G Hofors SV, SO och i södra hälften av 13G NV. Denna bergartssvit förekommer som värd bl.a. för de omfattande mineraliseringarna i Hofors–Torsåkers malmtrakt (1–2 f–h). Allmänt sett är de felsiska metavulkaniterna ljusgrå till rödgrå, på vittrad yta är de vanligen ljusare, i en del fall vita. De är finkorniga till mycket finkorniga och domineras av kvarts och fältspat. I varierande mängd förekommer biotit och i mindre utsträckning amfibol. Dessa mineral definierar en bandad och/eller folierad struktur. Ställvis kan de felsiska metavulkaniterna vara närmast homogena med endast en svagt urskiljbar foliation. Varieteter som för kvartsströkorn finns också, liksom kvarts-fältspatporfyriska typer.

De felsiska metavulkaniterna har för det mesta en låg susceptibilitet ( $0-100 \cdot 10^{-5} \text{SI}$ ). Det finns dock områden där de har hög susceptibilitet ( $5000 \cdot 10^{-5} \text{SI}$ ) t.ex. norr om Svarttjärnen (2a) och Stenkumlet (2a).

I sydvästra hörnet av kartbladsområdet 13G Hofors SV och i området mellan Svarttjärnen och Stenkumlet (2a) finns ett sydväst–nordostligt orienterat stråk av felsiska metavulkaniter. Dessa bergarter är ställvis kraftigt deformerade och har också påverkats av metasomatiska omvandlingar, vilket har medfört att fältspaten i bergarternas grundmassa i olika hög grad omvandlats till fyllosilikater (Lundström 1995). De omvandlade metavulkaniterna kännetecknas bl.a. av en distinkt knölig morfologi ("knoppar") på vittringsytan, där partier med oomvandlad kvarts-fältspatdominerad grundmassa framträder i en fyllosilikatrik, folierad grundmassa. Bergarten liknar där något slags "pseudo-konglomerat" (fig. 3). Bergarter av denna typ förekommer främst i områden mellan Svarttjärnen och Stenkumlet (2a), kring Brändan (2a) och i trakten mellan Skallberget (2a), Vitmossen (2b) och Osjön (2a) samt väster om Piparbo (0a). Dessa bergarter är (utom väster om Piparbo) ställvis rikligt granatförande och den största andelen euhedraala granater förekommer i de glimmerrikare, skiffrika partierna. Andalusit och amfibol förekommer också ställvis.



Fig. 3. Metasomatiskt omvandlad felsisk metavulkanit. Vid Svarttjärnberget. Foto Anders Damberg.



Fig. 4. Kwarts-fältspatströkornsförande felsisk metavulkanit. Vid Storåsen.



Fig. 5. Felsisk metavulkanit, ojämnt fint medelkornig med en del ådror. Vid skogsbilvägen söder om Predikstolen.

I området kring Storåsen (3e) finns en komplex sekvens av felsiska metavulkaniter och subvulkaniter. Bergarterna är ljusgrå till vita, finkorniga och har ställvis lagringsstrukturer. Dessutom förekommer en massformig metavulkanit, som är rikligt med kvartsströkorn och lokalt även fältspatströkorn (fig. 4). Den senare bergarten, som förekommer allmänt, ger i vissa fall ett närmast granitliknande intryck. En skarp och kantig kontakt mellan metavulkaniterna och subvulkaniterna kan observeras på flera ställen längs skogsbilvägen i området, vilket kan tolkas som att den senare typen intruderat den förra.

Felsiska metavulkaniter i övre amfibolitfacies förekommer främst i norra delen av kartbladsområdet samt öster om sjön Hinsén (4e). Dessa bergarter utgör ett relativt brett stråk som fortsätter norrut in i kartområdet 14G Ockelbo SV, där motsvarande metavulkaniter uppträder i stora hållområden. Metavulkaniterna är i allmänhet gråroda till ljusgrå, fint medelkorniga till medelkorniga, nästan massformiga till bandade och har en del ådror (fig. 5). Granat förekommer ställvis. Den största järngruvan i området, Vintjärn (9c), är associerad till dessa bergarter liksom flera mindre gruvor och skärpningar.

Metavulkaniterna har en hög susceptibilitet ( $1000\text{--}4000 \cdot 10^{-5}$ SI-enheter). Vid den plastiska deformationszonen (se "Metamorfos och strukturgeologi") är dock susceptibiliteten låg ( $0\text{--}500 \cdot 10^{-5}$ SI-enheter).

### *Metaargillit*

I nordvästra delen av kartbladsområdet 13G Hofors NO finns ett brett, sammanhängande stråk av sillimanit-, cordierit- och granatförande sedimentådergnejser (fig. 6), vilket fortsätter norrut in i kartområdet 14G Ockelbo SO. Detta stråk utgör en del av den södra skänkeln i en östligt stupande antiformalitet (se nedan). Norr om Lumsheden (6e) är granatförande sedimentådergnejs växelagrad med felsisk metavulkanit. Sedimentådergnejsen uppträder också som enskilda isolerade stråk och även som inneslutningar i djupbergarter, framför allt inom kartbladsområdet 13G Hofors NO.

Öster om Gruvsjön (6a) uppträder ett tunt nordostligt stråk av metasedimentära bergarter med inlagringar av skarn, amfibolit och kvartsit i en felsisk metavulkanitformation. Detta stråk, vilket även är malmförande, innehåller ställvis rikligt med cordierit och granat. Cordieritkristaller och aggregat av dessa är ställvis upp till ca 5cm stora.

Susceptibiliteten för de metasedimentära bergarterna är låg ( $<100 \cdot 10^{-5}$ SI-enheter).

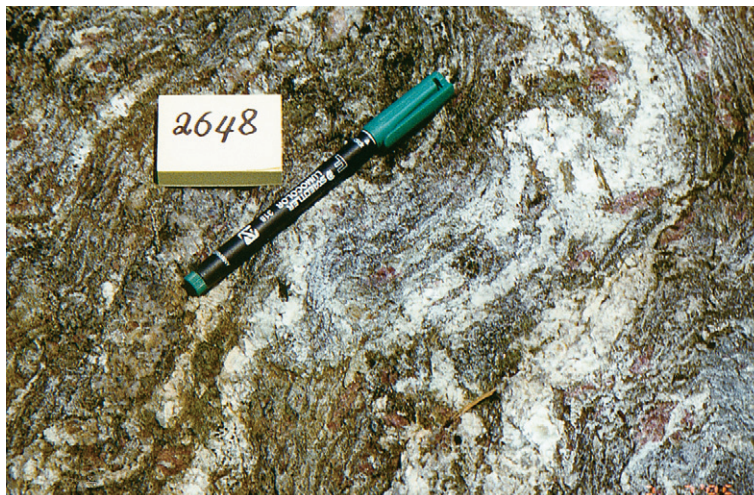


Fig. 6. Granat-, cordierit-, och sillimanitförande sedimentådergnejs. Vid Sidsjön, något norr om kartbladsgränsen, i kartområdet 14G Ockelbo SO.

### *Kristallin karbonatsten*

I begreppet kristallin karbonatsten ingår i detta område både kalcitisk och dolomitisk marmor, den senare är dock underordnad. Bergarten är ställvis skarnförande (både reaktions- och kontaktskarn) och uppträder som inlagringar eller linser inom de malmförande felsiska metavulkanitstråken. Mäktigare lager och linser av karbonatsten finns till exempel söder om Torsåker (2h), väster om Prästhyttan (1g), väster och norr om sjön Stor-Gösken (2f–g), sydväst och sydöst om Sälgsjön (3g–h) samt norr om Gårdviksjön (7a). I de flesta förekomsterna finns också nedlagda kalkbrott. Den kristallina karbonatstenen vid Mellansjödammen (0f) har sin utbredning mot sydväst, in i kartbladsområdet 12G Avesta NO. Flertalet av järnoxidmalmen inom kartbladsområdet är kalkbandade, och i anslutning till dessa förekommer även en del mindre sulfidmalmer (se nedan).

### *Basisk metavulkanit*

Basisk metavulkanit inbegriper även ospecificerade finkorniga metabasiter. Basisk metavulkanit uppträder inom alla delar av kartbladsområdet, främst sydost om Svärdsjö (7a). Ett större stråk finns norr om sjön Lången (0–1 c–d) och nordost om Torsåker (2h). Tunna skikt av basisk metavulkanit förekommer även i den felsiska metavulkaniten. Bergarten är mörkgrön till svart, finkornig, folierad och består huvudsakligen av plagioklas och hornblände.

Densiteten för de basiska vulkaniterna är ganska hög (ca 2960 kg/m<sup>3</sup>) vilket gör att större områden, t.ex. det sydost om Svärdsjö (7a), syns som en positiv anomali på tyngdkraftskartan (fig. 2a). Susceptibiliteten varierar på samma sätt som hos de felsiska metavulkaniterna, vilket innebär att bergarterna söder om den plastiska deformationszonen (se nedan) har låg susceptibilitet (0–100 \*10<sup>-5</sup>SI-enheter) medan de norr om zonen har högre susceptibilitet (100–1000 \*10<sup>-5</sup>SI-enheter).

I norra delen av kartbladsområdet 13G Hofors NO finns en veckad metabasit av okänt ursprung i en östligt stupande antiform (se nedan). Denna bergart syns tydligt som ett positivt anomalimönster på den magnetiska anomalikartan. Metabasit förekommer även som isolerade stråk och som inneslutningar i djupbergarter. Sulfidmineraliseringar i basisk metavulkanit har undersökts i ett antal skärpningar och gruvförsök.

## **Djupbergarter**

Den största andelen pretektoniska bergarter inom kartbladsområdet utgörs av djupbergarter, vilka varierar i sammansättning från ultramafit till granit. De basiska djupbergarterna domineras av metagabbro som utgör den äldsta intrusiva bergarten i området. Den breccieras i sin tur av metagranitoider. Djupbergarterna är i likhet med de tidigare beskrivna ytbergarterna i stor utsträckning folierade.

### *Metabasiska djupbergarter*

De basiska djupbergarterna utgörs av metaultramafit och metagabbro. I den senare ingår även underordnade metadioriter. Metagabbro finns i stort sett över hela kartbladsområdet. De största massiven finns kring sjöarna Grycken (0c, 1d, 2e) och Logården (4–5 b–c). Bergarten är vanligen mörkgrön till svart, medel- till grovkornig samt mestadels otydligt folierad. Ställvis förekommer primära magmatiska lagringsstrukturer, vanligen som en rytmisk lagring med ljusare och mörkare skikt. Västsydväst om Kyrktjärnen (5c) förekommer även en laminering med plagioklasrika skikt (fig. 7).

Beräkningar av den tredimensionella uppbyggnaden av metagabbromassivet kring sjön Logården (4–5 b–c) är baserade på magnetiska och gravimetriska data och visar att massivet har relativt litet djupgående. Den rundade huvuddelen av massivet väster om Flinten (5c) är ca 650 meter tjock. Kroppen tunnare ut vid kontakterna mot sydost, sydväst och nordost men är ungefär lika tjock vid den nordvästra kontakten.

Metagabbro vid sjön Grycken (0c, 1d, 2e) består huvudsakligen av plagioklas (37%) och hornblände (55%). I underordnad mängd uppträder bl.a. biotit, muskovit, klorit, epidot, kalcit, titanit, apatit samt olivin och pyroxen. Preliminära beräkningar visar att denna metagabbro är mäktigare än den vid sjön Logården.

Densiteten för metagabbro är hög (3000–3030 kg/m<sup>3</sup>) vilket gör att större intrusioner syns tydligt som positiva anomalier på tyngdkraftkartan. Gabbro öster om Hofors (2–3 g–h) har sin största utbredning på djupet.

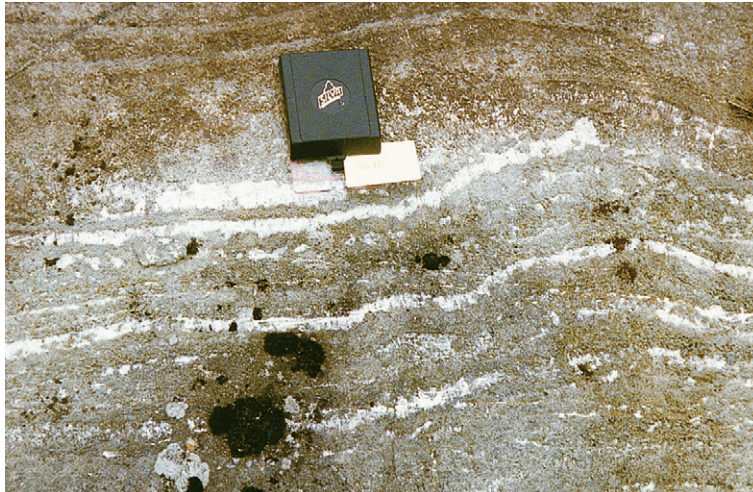


Fig. 7. Lagrad metagabbro. Västsydväst om Kyrktjärnen.

Metaultramafiter uppträder ställvis som mindre partier i kropparna av metagabbro. Två större massiv förekommer dock vid Furulund (2e) respektive Vällbyheden (1g). De är omgivna av metagranit och metatonalit. De båda intrusionerna framträder tydligt som högmagnetiska anomalier på den magnetiska anomalikartan. Massivet vid Furulund (2e) utgörs av en fläckig, grovkornig och tämligen homogen serpentinit. Sannolikt är detta en omvandlad ultrabasisk djupbergart. Den har brutits lokalt under namnet ”hoforsit”.

Mindre fragment och kroppar av amfibolit, ultramafit och metagabbro förekommer vidare som inneslutningar i granitoider inom kartbladsområdet.

Susceptibiliteten inom metagabbromassiven varierar, generellt är den dock hög (1000–8000 \*10<sup>-5</sup>SI-enheter). Ställvis förekommer även mycket höga värden (25000\*10<sup>-5</sup>SI-enheter).

#### *Metatonalit*

Metatonalit förekommer som en grå, genomgående medelkornig och folierad bergart främst inom kartbladsområdet 13G Hofors SO. I en vägskäring längs väg 68 vid Albron utgörs metatonalitens huvudmineral av kvarts (21%), kalifältspat (7%), plagioklas (46%), biotit (12%) och amfibol (10%). Accessoriska mineral är bl.a. muskovit, klorit, epidot, titanit, apatit, prehnit, zirkon samt opakfaser. Metagabbroenklaiver och även fragment av metavulkaniter är vanliga i metatonaliten. I vissa områden förekommer de rikligt, exempelvis mellan Hammarby (2i), Daniels (3i) och Lund (2j). Olika blandningsstrukturer är vanliga, särskilt vid kontakten mellan metagabbro och metagranitoider till exempel vid Uvberget (1c) och Gräsberget (1d).

Susceptibiliteten för metatonaliterna är låg till medelhög (10-800 \*10<sup>-5</sup>SI-enheter).

#### *Metagranit*

Metagranit är den mest utbredda djupbergarten inom kartbladsområdet. Metagraniterna är vanligen rödgrå, genomgående medelkorniga samt folierade och stängliga, framför allt i södra delen av kartbladsområdet. I ett metagranitmassiv vid Väster (6a) har åldern 1873 ±10 miljoner år erhållits vid U-Pb-datering på zirkon (Åberg m.fl. 1984).

I området väster om Ågsjön (8c), norr om Svärdsjö (8b), i området kring Storsjön (9e) och i norra hälften av kartbladsområdet 13G Hofors NO är metagraniten grovkornig och starkt förgnejsad med deformerade fältspatskristaller (fig. 8). Den framstår tydligt som en högmagnetisk anomali på den magnetiska anomalikartan. Ådergnejsomvandlade metagraniter, vilka i varierande grad är

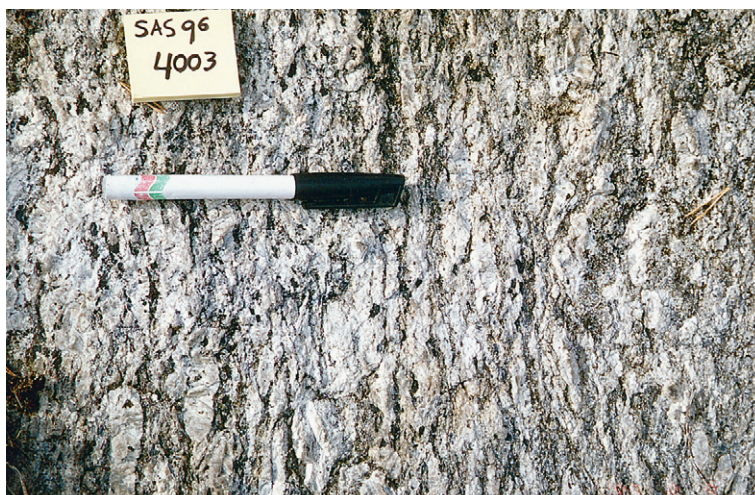


Fig. 8. Metagranit, grovt ögonförande och ådrig. Nordost om Mellanflyet.

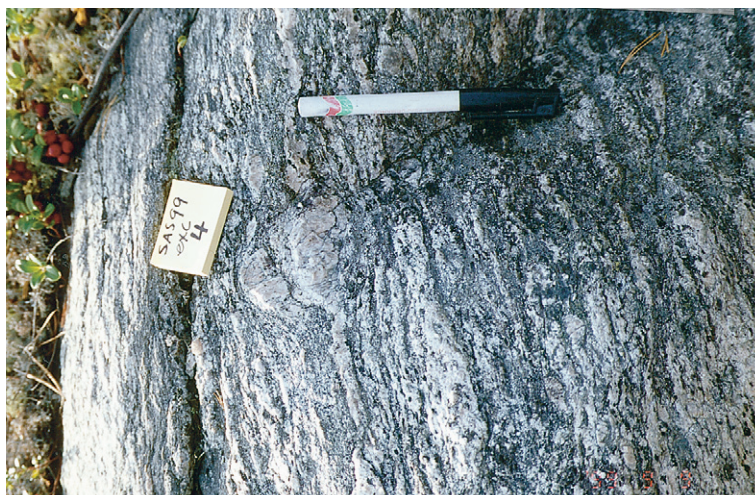


Fig. 9. Skjuvad metagranit med fältspatporfyroblaster. Vid Mellanflyet.

migmatitiserade, förekommer framför allt längs plastiska skjuvzoner i södra delen av 13G Hofors NO. I området kring Mellanflyet (7a) till exempel är bergarten grovkornig och kraftigt förskiffrad med grova fältspatporfyroblaster som är roterade längs foliationen (fig. 9).

Susceptibiliteten för metagraniter i övre amfibolitfacies har stor spridning, från låg till hög ( $0-4000 \cdot 10^{-5}$ SI-enheter). För metagraniter i undre amfibolitfacies är susceptibiliteten övervägande låg ( $0-200 \cdot 10^{-5}$ SI-enheter).

### *Amfibolit*

De äldre basiska gångarna utgörs av amfibolit. De varierar i bredd från någon decimeter till några meter och klipper de pretektoniska yt- och djupbergarterna. Inom det område som genomgått omvandling i övre amfibolitfacies, där bergarterna delvis är migmatitiserade, är det dock i många fall svårt att skilja dessa gångar från amfibolitinnestlutningar.

## SYN-TILL SENTEKTONISKA BERGARTER

### *Yngre granit*

Begreppet yngre granit omfattar migmatitgranit, muskovitgranit och pegmatit. Migmatitgraniten utgörs av heterogent granitiskt till pegmatitiskt mobilisat, huvudsakligen bestående av fältspat och kvarts med en underordnad mängd mörka mineral. I denna bergartstyp förekommer enstaka små fragment av pretektoniska djup- och ytbergarter. Migmatitgranit förekommer som intrusioner i de högmetamorfa bergarterna, exempelvis norr om Lumsheden (6e) och i den nordvästra delen av kartområdet.

Muskovitgranit förekommer ofta tillsammans med pegmatiter. Denna granittyp är ljusgrå, ojämnt medel- till grovkornig, massformig, eller på vissa ställen något förskiffrad, samt muskovitförande. Inom kartbladsområdet 13G NV för den ställvis rektangulära fältspatögon och är fragmentförande.

Markstrålningsmätningar på den yngre graniten visar en tydlig skillnad i mätvärden ( $K = 4,1\%$ ,  $U = 14$  ppm och  $Th = 43$  ppm) jämfört med den nedan beskrivna mikroklinggraniten. Susceptibiliteten för yngre granit är hög ( $<2000 \cdot 10^{-5}$ SI-enheter) norr om den plastiska deformationszonen (se nedan) och låg ( $<100 \cdot 10^{-5}$ SI-enheter) för de yngre graniter som finns och söder om den.

## SEN-TILL POSTTEKTONISKA BERGARTER

### *Mikroklinggranit*

Mikroklinggranit (Hedesundagranit) är den yngsta graniten i området. En radiometrisk datering (U-Pb på zirkoner) av ett prov från ett angränsande område (13H Gävle) gav en ålder av  $1782 \pm 5$  miljoner år (Persson & Persson 1997). Granitens största utbredning finns i de södra delarna av kartområdet. Allmänt sett är bergarten röd, mikroklinrik, medelkornig, jämnkornig och massformig. Lokalt kan den dock uppvisa en svag foliation. Mikroklinggranitmassiv öster om sjön Ottnaren (0–1 h–i) har vanligen stora mikroklinögon.

Mikroklinggranit har en låg till medelhög susceptibilitet ( $0-2000 \cdot 10^{-5}$ SI-enheter), men det finns även partier där susceptibiliteten är hög ( $>4000 \cdot 10^{-5}$ SI-enheter).

Väster om sjön Fullen (1–2 d) uppträder en blandning av rödaktig mikroklinggranit, vilken här utgör en slags "grundmassa" (susceptibilitet  $800-2000 \cdot 10^{-5}$ SI-enheter), och metagranitoider som bildar inneslutningar (susceptibilitet  $40-80 \cdot 10^{-5}$ SI-enheter). Mikroklinggraniten uppvisar en större spridning vid markstrålningsmätningar än den ovan nämnda yngre graniten ( $K = 3,5\%$ ,  $U = 6$  ppm och  $Th = 18$  ppm), men är generellt mer lågstrålande.

## POSTTEKTONISKA BERGARTER

### **Jotnisk sandsten**

I området mellan Näsby sjön och Storsjön (3i) samt på Näsby sjöns västra strand (3i) fanns tidigare ett antal hållar och stenbrott i jotnisk sandsten (Gorbatshev 1967). Inga av dessa finns kvar i dag, och sandsten i fast klyft har ej observerats under föreliggande arbete.

### **Diabas**

Diabas är den yngsta bergarten som förekommer i området. Flera diabasgångar syns som högmagnetiska anomalier på den magnetiska anomalikartan. Kring Storsjön (3 i–j) finns den s.k. Gävlediabasen, vilken är en brun till brunlila, finkornig och massformig bergart, med allmänt förekommande

mörka, centimeterstora amygduler. Den utgör enligt Gorbatshev (1967), en lagergång i den jotniska sandstenen.

Susceptibiliteten för Gävlediabasen är hög (1500–2500  $\cdot 10^{-5}$ SI-enheter). Bergarten syns därför också på den magnetiska anomalikartan. Vid Hohällen (4g) finns en mörkgrå, generellt finkornig och massformig diabas, som innehåller svart augit i en grundmassa av plagioklasliter, augit och biotit. Den är genomgående högmagnetisk och framträder som en cirkelformad brantstående struktur på den magnetiska anomalikartan. I det sydvästra hörnet av kartbladsområdet finns en distinkt sydost-nordvästligt elongerad magnetisk anomali, vilken möjligen kan orsakas av en diabasgång. Detta har dock ej kunnat bekräftas i fält.

## **METAMORFOS OCH STRUKTURGEOLOGI**

Alla bergarter i området utom de sen- och posttektoniska har påverkats av regionalmetamorfos i undre (i söder) eller övre (i norr) amfibolitfacies. En metamorf isograd kan följas från trakten väster om Svärdsjö (7a) till området norr om Svensjön (6d) och vidare utefter en linje mellan Svensjön och Korsåviken (4 d–e) till Stigen (4j). Delar av denna metamorfa skiljelinje markerar också tektoniska kontakter mellan de två metamorfa enheterna. De pretektoniska bergarterna norr om linjen är starkt deformerade, ådergnejsomvandlade och i stor utsträckning migmatitiserade. De karakteriseras av kraftig foliation, stänglighet och veckstrukturer. Kartbladsområdet 13G Hofors NO domineras av en ungefär öst-västligt orienterad foliation med en stänglighet som stupar mot öster.

I den nordöstra delen av kartområdet är den regionala foliationen veckad i två antiformer med östligt stupande veckaxlar. Den ena antiformens norra skänkel finns i den sydvästra delen av 14G Ockelbo SO och har sin veckomböjning söder om Tallås, i angränsande kartområde (14G Ockelbo SO). Den andra antiformen har sin veckomböjning kring Jädraås (9h). Antiformerna korsas av en större sydväst-nordostlig förkastningszon, vilken i sin tur bildar en tektonisk kontakt mellan metabasit och metasedimentära bergarter. Dessa strukturer syns tydligt på den magnetiska anomalikartan.

I området söder om den metamorfa skiljelinjen uppträder primära strukturer lokalt, bl.a. lagring och korsskiktning i ytbergarterna. Området karakteriseras av en genomgripande regional foliation som stryker i öst-västlig till ostnordostlig riktning. Stängligheten i området stupar brant mot söder. Dessutom finns en bred plastisk deformationzon, vars norra begränsning sträcker sig från trakten nordväst om Ågsjön (7c) mot sydöst till Stigen (4j). Det magnetiska anomalimönstret böjer in mot denna zon. Den södra begränsningen av zonen sträcker sig från trakten väster om Svärdsjö (7a), mot öster genom Svensjön (6d) och vidare till området söder om Åshammar (5i). I den västra delen av den södra begränsningen, mellan Svärdsjö (7a) och Svensjön (6d), stupar zonen brant mot söder och sammanfaller med den ovan nämnda metamorfa isograden.

Längs deformationszonerna förekommer vanligen tektoniska breccior och myloniter. De skärs vanligen av yngre deformationzoner som sannolikt uppkommit efter den svekokarelska bergskedjebildningen. Dessa unga zoner framträder som topografiska lineament och syns även på den magnetiska anomalikartan. De nordostligt och nordvästligt orienterade deformationzonerna är de mest uthålliga inom kartbladsområdet.

## **MALMER OCH MINERALFÖREKOMSTER**

Inom kartbladsområdet finns en stort antal malm- och mineralförekomster, de största och förmodligen mest kända av dessa ligger i Svärdsjö (7b) (sulfider), Nyberget (0g), Kalvsbäcken (1a) (sulfider), Vintjärn (9c) (järnoxider), Hofors-Torsåkers malmtrakt (1–2 f–h) (järnoxider). Järnmalmgruvor och -skärpningar, framför allt av mindre typ, förekommer allmänt i kartbladsområdet. Den sista gruvan i drift, Vingesbacke (2g) i Hofors-Torsåkers malmtrakt, togs ur drift 1980. Bland sammanfattande arbeten av vikt för malmförekomsterna bör nämnas Tegengren (1923), Geijer & Magnusson (1944)

samt Magnusson (1973). Industrimineralförekomsterna finns delvis sammanfattade i Lundegårdh (1971).

Malmförekomsterna inom kartbladen kan förenklat indelas i två huvudtyper, järnoxidmalmer som är den övervägande typen samt sulfidmalmer. Inte sällan förekommer dessutom sulfidmalmer (vanligen mindre) i association med järnoxidmalmen. De senare kan vidare generellt delas in i två mindre grupper, manganrika skarnjärnmalmer samt manganfattiga kalk-skarnjärnmalmer. Av dessa två är den senare typen dominerande. Lokalt förekommer också mindre koncentrationer av järnoxider och sulfider i basiska bergarter, framförallt i metagabbro.

Järnoxidmalmen domineras av magnetit, vilken sporadiskt är sekundärt omvandlad till hematit genom oxidation, s.k. martitisering. I anslutning till magnetitmalmen förekommer ofta aggregat av kalksilikat (skarn), dominerade av amfibol, pyroxen, granat och epidot. De större stråken och förekomsterna av magnetitdominerade järnmalmer kan observeras på den magnetiska anomalikartan, där de syns i form av högmagnetiska anomalier.

Förekomsterna av järnoxidmalm, både manganrika och manganfattiga typer, liksom sulfidmalm är direkt kopplade till stråken med svekofenniska ytbergarter, speciellt felsiska metavulkaniter med associerade karbonatstenar. Mindre mängder av basisk metavulkanit förekommer också inlagrade i dessa komplex. De manganrika skarnjärnmalmen förekommer främst inom Hofors–Torsåkers malmtrakt, och de kan följas i ett metavulkanitstråk från Vingesbacke–Penningegruborna (2g), västerut via Erik-Ersgruborna (2g) samt vidare söder om Stor-Gösken (1–2 f–g) via bland andra Sjöströmsgruvan (2f). Dessa manganrika skarn innehåller exempelvis manganrik olivin ("knebelit") samt manganamfibol (dannemorit) som karaktärsmaterial. Ovannämnda järnmalmstyper är fosforfattiga, och utnyttjades tidigt av bergs- och hyttfolk i området. Små och stora gruvor, många med mycket gamla anor, samt en mycket stor mängd gruvförsök och/eller skärpningar är tecken på detta. Järnmalmkoncentrationer finns i ett flertal veckade ytbergartsstråk som bygger upp lokala s.k. malmtrakter. Av dessa är den viktigaste ovan nämnda Hofors–Torsåkers malmtrakt och mindre malmtrakter väster därom. Inom Hofors–Torsåkersområdet har ett flertal större järnmalmförekomster brutits, till exempel Bodåsgruvan (0h), Nyängsgruvan (2g), Storstrecksgruvan (2f) samt tidigare nämnda Vingesbackegruvan (2g). I norr finns en större bruten förekomst av järnoxidmalm, Vintjärn (9c), vilken ligger i ett område dominerat av felsiska metavulkaniter med en distinkt högre metamorfosgrad än i de sydligare belägna förekomsterna.

Mindre mängder av sulfidmineral (vanligen dominerade av magnetkis och pyrit) förekommer allmänt och i anslutning till järnoxidmalmen. Ställvis kan de uppnå halter som varit av brytningsintresse. Detta gäller framförallt där rika koncentrationer av blyglans och zinkblände förekommer, exempelvis i området Torsåker–Prästyttan (1–2 h).

Förutom allmänt spridda, mindre sulfidförekomster (Pb-Zn-Cu-Ag-Fe) förekommer också ett mindre antal större sulfidmalmer inom kartbladsområdet. I den södra till centrala delen av området kan nämnas Skällingsbergsgruborna (0–1 c), Kalvsbäcken (1c), Rällingsbergs gruvor (1c), samt Nyberget–Lövåsen (1b). Norr om detta område förekommer större sulfidmalmsförekomster framförallt i och i anslutning till Svärdsjö gruva (7b).

Typiskt för de flesta större sulfidförekomsterna i detta område är att de är associerade med omfattande omvandlingszoner i värdbergarterna, huvudsakligen felsiska metavulkaniter. Dessa har genom metasomatiska processer omvandlats till kvartsrika bergarter, s.k. malmkvartsiter. I anslutning till omvandlingarna har även fyllosilikatdominerade bergarter (s.k. skölar) samt i många fall magnesiumrika skarn bildats.

Av industrimineral förekommer framförallt kristallin karbonatsten inom kartbladsområdet. Ett ganska stort antal större och mindre stenbrott har upptagits på övervägande kalcitisk karbonatsten (marmor). Dolomitiska karbonatstenar förekommer underordnat. Karbonatstenarna är kopplade till de järnoxidförande ytbergartssekvenserna och förekommer vanligen som lager och linser, ofta växellagrade med (i huvudsak felsiska) metavulkaniska bergarter. Reaktionsskarnbildning förekommer i relativt begränsad utsträckning och många av karbonatstenarna är rena, förutom i kontaktzoner. Lokalt kan dock omfattande skarnbildning finnas, som till exempel i kalkbrotten på Körbergsklack (2h), där bildning av grovkristallina skarn bestående av bland annat granat, epidot, pyroxen, amfibol

samt wollastonit har skett.

Kvarts förekommer på flera ställen, i allmänhet som kvartsläkning i zoner med breccia, bl.a. vid Tranåsen (4h). Kvarts (och fältspat) i granitpegmatit har observerats i ett par mindre förekomster, bland annat nordväst om sjön Logården (4b).

Serpentinit ("hoforsit") förekommer i ett par mindre stenbrott vid Furulund (2e).

Krossberg för vägändamål har brutits i metagranit öster om Djupdalen (1g) samt vid förkastningszonen vid Springberget (4g).

## LITTERATUR

- Blomberg, A., 1895: Praktiskt geologiska undersökningar inom Gefleborgs län. *Sveriges geologiska undersökning C 152*, 209 s.
- Geijer, P. & Magnusson, N. H., 1944: De mellansvenska järnmalmernas geologi. *Sveriges geologiska undersökning Ca 35*, 654 s.
- Gorbatshev, R., 1967: Petrology of Jotnian rocks in the Gävle area, East Central Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 621*, 50 s.
- Hjelmqvist, S., 1966: Berggrunden över Kopparbergs län. *Sveriges geologiska undersökning Ca 40*, 217 s.
- Kresten, P. & Aaro, S., 1987: Berggrundskartorna 13F Falun NV, NO, SV, SO. *Sveriges geologiska undersökning Ai 15–18*.
- Kresten, P., Aaro, S. & Karis, L., 1990: Berggrundskartorna 14F Rättvik NV, NO, SV, SO. *Sveriges geologiska undersökning Ai 46–49*.
- Lundegårdh, P. H., 1967: Berggrunden i Gävleborgs län. *Sveriges geologiska undersökning Ba 22*.
- Lundegårdh, P. H., 1971: *Nyttosten i Sverige*. Almqvist & Wiksell, 271 s.
- Lundström, I., 1995: Beskrivning till berggrundskartorna Filipstad SO och NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 177*, 185, 218 s.
- Magnusson, N. H., 1973: *Malm i Sverige 1. Mellersta och södra Sverige*. Almqvist & Wiksell, 320 s.
- Persson, L. & Persson, P.O., 1997: U-Pb datings of the Hedesunda and Åkersberga granites of south-central Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 119*, 91–95.
- Sandegren, R., Asklund, B. & Westergård, A.H., 1939: Beskrivning till kartbladet Gävle. *Sveriges geologiska undersökning Aa 178*, 143 s.
- Sjöström, H. & Bergman, S., 1998: Svecofennian Metamorphic and Tectonic Evolution of East Central Sweden. Opublicerad FoU-rapport, Sveriges geologiska undersökning.
- Stålhös, G., 1991: Beskrivning till berggrundskartorna Östhammar NV, NO, SV, SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 161, 166, 169, 172, 249* s.
- Sukotjo, S., 1995: Berggrundskartorna 14H Söderhamn NV/NO och SV/SO. *Sveriges geologiska undersökning Ai 27, 28*.
- Sukotjo, S., 1996: Kartbladen 13G Hofors. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning - sammanfattning av pågående undersökningar 1995*. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 84*, 47–51
- Sukotjo, S., 1997: Kartbladen 13G Hofors. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning - sammanfattning av pågående undersökningar 1996*. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 89*, 18–20.
- Sukotjo, S. & Sträng, T., 1998: Kartbladen 13G Hofors. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning - sammanfattning av pågående undersökningar 1997*. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 97*, 24–30.
- Sukotjo, S. & Sträng, T., 1999: Kartbladen 13G Hofors. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning - sammanfattning av pågående undersökningar 1998*. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 98*, 28–30.
- Tegengren, F. R., 1924: Sveriges ädlare malmer och bergverk. *Sveriges geologiska undersökning Ca 17*, 406 s.
- Åberg, G., Levi, B. & Fredriksson, G., 1984: Zircon ages of metavolcanic and synorogenic granitic rocks from the Svärdsjö and Yxsjöberg areas, south central Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 105*, 199–203.

E-post: sam.sukotjo@sgu. johan.soderman@sgu.se erik.jonsson@geo.su.se

# Kartbladen 17F Ånge NV och NO

*Hans Delin och Sven Aaro*

## INLEDNING

Undersökningsområdet ligger i södra Norrlands inland, på gränsen mellan Jämtlands och Väster-norrlands län, och omfattar 1250 km<sup>2</sup>. Berörda kommuner är Ånge, som omfattar större delen av kartbladsområdet, samt Bräcke i den norra och Bergs i den västra delen av området. De sistnämnda berörs enbart till mindre delar. Den enda större tätorten är Ånge, som är centralort i kommunen och järnvägsknut där Ostkustbanan via linjen från Sundsvall ansluter till norra stambanan. Mindre befolkningscentra är bland andra Alby, Överturingen och Byberget, vilka samtliga ligger längs Ljungans vattensystem. Resten av undersökningsområdet är i huvudsak öde skogsbygd. De viktigaste större vägarna är E 14 (Sundsvall–Östersund–Trondheim), riksväg 83 (E 4:an–Bollnäs–Ljusdal–Ånge) och väg 315 (Rätan–Östvall–Ånge) som binder samman riksväg 45 (Inlandsvägen) med E 14.

Den geologiska undersökningen av kartområdet Ånge NV och NO har genomförts i form av ett så kallat integrerat projekt, vilket innebär att kartläggning av både berggrund och jordlager sker ungefär samtidigt. Projektet startade under vintern 1996 och skulle ha avslutats inom ca två år, men har blivit förlängt på grund av SGUs budgetnedskärningar. Enligt projektplanen skulle allt fältarbete avslutas under säsongen 1998, men på grund av omprioriteringar av SGU till förmån för uppdragsverksamheten, kunde en månads fältarbete i maj–juni inte utföras. Fältarbetet är avslutat i och med årets undersökningar och projektet beräknas vara avslutat i början av år 2000. Resultatet av undersökningarna kommer att redovisas i form av berggrunds- och jordartskartor i skala 1:50 000 samt digitalt lagrade fältobservationer. Endast berggrundsdelen, som omfattar berggrundskartering och anslutande geofysiska undersökningar, redovisas i denna rapport.

Berggrunden i området har tidigare undersökts i form av länskarteringar inom Jämtlands och Väster-norrlands län (Lundegårdh m.fl. 1984, Gorbatshev m.fl. 1997, Lundqvist m.fl. 1990). Persson (1976) har detaljstuderat petrologin i Järnvägsforsens kraftverkstunnel inom kartområdet 17F NO. Forskningsarbeten som främst berör områden inom det västra kartbladet, 17F NV, har gjorts av Ginet (1980) och Bergman & Sjöström (1994). Delin & Aaro (1994) har gjort en kortfattad geologisk beskrivning av berggrunden inom de i söder angränsande kartbladen 17F Ånge SV och SO. I föregående fältrapporter om undersökningsområdet (Delin & Aaro 1997, 1998 och 1999) finns en översiktlig beskrivning av geologi och geofysik i Ångeregionen, en kortfattad geologisk och geofysisk beskrivning av berggrunden inom området 17F NV samt en sammanfattning av 1996, 1997 och 1998 års fältarbeten. Dessutom finns ett flertal opublicerade prospekteringsrapporter, bl.a. i SGUs arkiv, från slutet av 1970-talet och början av 1980-talet.

Flyggeofysiska mätningar över undersökningsområdet har utförts 1976 (17F NV) och 1978 (17F NO). Huvuddelen av de regionala tyngdkraftsmätningarna har utförts under 1995. Dessutom utfördes relativt omfattande petrofysiska undersökningar inom den västra delen av undersökningsområdet i samband med prospekteringsverksamhet på 1970- och 1980-talen.

Moderna berggrundskartor i skala 1:50 000 över närliggande områden finns för kartbladen 16F Kårböle (Delin & Aaro 1992), 16G Ljusdal (Delin 1989), 17F Ånge SV, SO (Delin & Aaro 1994). Inom kartbladen 18F Bräcke NV, NO samt 19F Häggenås SV, SO pågår karteringsarbete (Lundqvist & Korja 1997, Lundqvist m.fl. 1998).

## RESULTAT FRÅN FÄLTARBETET 1999

Den berggrundsgeologiska delen av arbetet omfattar ca fem veckor. Fältarbetet har utförts med hjälp av ett topografiskt underlag i skala 1:20 000 (digitalt framställd ortofotokarta) samt flyggeofysiska kartor. Fältarbetet har endast bedrivits inom 17F NO och den mesta tiden har ägnats åt kartering av kartområdets sydöstra hörn, nära Ånge tätort. Dessutom har en del revidering och komplettering av begränsade områden ägt rum. I början av oktober genomfördes den obligatoriska slutkursjonen för undersökningsområdet. Årets resultat omfattar 66 nya fältobservationer (en observation består i många fall av mer än en häll) och totalt finns nu ca 1270 digitalt lagrade observationer från hela undersökningsområdet. Dessutom har 21 bergartskemiska analyser utförts och levererats till den bergartskemiska databasen (LIKE) hos SGU. En slutlig sammanställning av fältobservationerna har gjorts i form av kartmanus i skala 1:50 000. Berggrundskartan 17F NV är digitaliserad och NO-bladet kommer att digitaliseras under december/januari 1999/2000. Bergdelen av projektet beräknas bli helt klar under februari år 2000.

### Geologiska resultat

I förra årets fältrapport (Delin & Aaro 1999) nämns ett dateringsprov av förmodad Revsundsgranit. Resultatet av denna zirkondatering (U-Pb) blev klart under försommaren 1999 och gav en ålder av  $1797 \pm 4$  miljoner år, vilket bekräftar fältobservationerna. Resultatet stärker också de antaganden som görs beträffande "Revsundsproblemet" i Delin & Aaro (1999).

Vid Dysjön finns ett område (8–9 g–h) som på berggrundskartorna över Västernorrlands och Jämtlands län (Lundqvist m.fl. 1990 resp. Lundegårdh m.fl. 1984) betecknas som migmatitomvandlade sedimentära bergarter med något inslag av äldre granitoidgångar. Området är svårbedömt, men efter fältrevidering och studier av fältdagböcker från bergrundskarteringen av Västernorrlands län tolkas bergarterna som en blandning av synorogena mobilisat och senorogena granitintrusioner med rester och sliror av metasedimentära bergarter. Även enstaka små inslag av tidigrogen granitoid har observerats.

I slutet av fältsäsongen 1999 observerades en för kartområdet "ny" granittyp i ett antal hållar öster om Stugusjöarna (9f). Graniten är vanligen ljus grå, relativt grov, kvartsrik, delvis småporfyrisk och absolut massformig. Bergartens strålningsSignatur avviker tydligt från den hos senorogena graniter, och på ett par ställen har rester av trolig senorogen granit observerats. Detta gör att den "nya" graniten bedöms tillhöra Revsundssviten, vilket också är fallet enligt berggrundskartan över Jämtlands län (Lundegårdh m. fl. 1984).

Senorogen granit har troligen större utbredning i kartområdet än vad som tidigare varit känt. Under årets kartering har ett antal mindre och medelstora intrusioner avgränsats, delvis med hjälp strålningskartan och/eller större blockförekomster. Senorogen granit är vanligen relativt högstrålande, och strålningskartan antyder att det sannolikt finns ännu fler förekomster än de som kunnat läggas in på kartan.

I området sydost om Ånge tätort (5i–j) finns partier/zoner med starktdeformerade, äldre granitoider med tvära övergångar mot relativt svagt deformerad berggrund.

### Geofysiska resultat

Den geofysiska fältverksamheten, som omfattar två arbetsveckor, avslutades den 18 augusti. Arbetet har i huvudsak rört kompletteringsmätningar med hjälp av spektrometer samt provtagning för bestämning av bergarternas densitet och magnetiska egenskaper (susceptibilitet och q-värde).

I samband med sammanställningen av den geofysiska fältverksamheten (ARBETSRAPPORT 1999-09-24) har även det äldre petrofysiska materialet, som insamlats under 1970- och 1980-talen,

uppdaterats. Av totalt 599 prov har 184 plockats bort på grund av dålig överensstämmelse mellan mätvärden och bergartsklassificering samt på grund av dubblering av vissa prov. Vidare har de äldre provens koordinater jämförts med hällkartor som tagits fram i föreliggande kartering. Denna analys antyder att en hel del av det äldre materialet tagits från block. Huvuddelen av den tidigare provtagningen är koncentrerad till den västra delen av kartområdet 17F Ånge NV. Eftersom proven är insamlade i prospekteringsyfte och inom tidigare diabasprojekt är vissa typer av bergarter överrepresenterade. Detta är av betydelse i samband med regionala sammanställningar.

Sammanfattningsvis kan nämnas att den geofysiska fältverksamheten 1996–1999 omfattar totalt 293 lokaler. Under de olika fältarbetsperioderna (totalt 65 arbetsdagar) har 486 spektrometermätningar utförts på 251 lokaler och 284 bergartsprov tagits för bestämning av densitet och magnetiska egenskaper. Profilmätningarna, som omfattar 13 profiler, har i huvudsak koncentrerats till enstaka begränsade, starka magnetiska avvikelser. Dessutom har uppföljningsmätningar med gravimeter utförts på väldefinierade, främst punktformiga magnetiska anomalier inom områden som saknar hållar.

## LITTERATUR

- Bergman, S. & Sjöström, H., 1994: *The Storsjön–Edsbyn Deformation Zone, Central Sweden*. Opublicerad FoU-rapport till SGU.
- Delin, H., 1989: Berggrundskartorna 16G Ljusdal, 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai 33–36*.
- Delin, H., 1993: The radiometric age of the Ljusdal granodiorite of central Sweden. I T Lundqvist (red.): *Radiometric dating results. Sveriges geologiska undersökning C 823*, 13–16.
- Delin, H. & Aaro, S., 1992: Berggrundskartorna 16F Kårböle, 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai 56–59*.
- Delin, H. & Aaro, S., 1994: Berggrundskartorna 17F Ånge, 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai 82–83*.
- Delin, H. & Aaro, S., 1997: Kartbladen 17F Ånge NV och NO. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1996. Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 89*, 20–27.
- Delin, H. & Aaro, S., 1998: Kartbladen 17F Ånge NV och NO. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning - sammanfattning av pågående undersökningar 1997. Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 97*, 30–39.
- Delin, H. & Aaro, S., 1999: Kartbladen 17F Ånge NV och NO. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1998. Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 98*, 33–42.
- Ginet, C. B., 1980: *Geological evolution of the Bodsjö area, Central Sweden*. Akad. avh., Université de Genève, nr 1964.
- Gorbatshev, R., Kornfält, K.-A. & Lundegårdh, P.H., 1997: Beskrivning till berggrundskartan över Jämtlands län. Del 1: Urberget.. *Sveriges geologiska undersökning Ca 53:1*, 250 s..
- Lundegårdh, P.H., Gorbatshev, R., Kornfält, K.-A., Strömberg, A., Karis, L., Zachrisson, E., Sjöstrand, T. & Skoglund, R., 1984: Karta över berggrunden i Jämtlands län utom förutvarande Fjällsjö k:n. *Sveriges geologiska undersökning Ca 53*.
- Lundqvist, L. & Korja, A., 1997: Kartbladen 18F Bräcke NV, NO och 19F Häggenås SV, SO. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning - sammanfattning av pågående undersökningar 1996. Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 89*, 27–34.
- Lundqvist, L., Karis, L. & Korja, A., 1998: Kartbladen 18F Bräcke NV, NO och 19F Häggenås SV, SO. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1997. Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 97*, 40–49.
- Lundqvist, Th., Gee, D.G., Kumpulainen, R., Karis, L. & Kresten, P., 1990: Beskrivning till berggrundskartan över Västernorrlands län. *Sveriges geologiska undersökning Ba 31*, 429 s.
- Persson, L., 1976: Petrology of the Järnvägsforsen tunnel, western Medelpad, central Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 722*, 16 s.

E-post: hans.delin@sgu.se

sven.aaro@sgu.se

# Kartbladen 18F Bräcke NV, NO och 19F Häggenås SV, SO

*Lena Lundqvist och Ildiko Antal*

## INLEDNING

Den geologiska kartläggningen av 18F Bräcke NV/NO samt 19F Häggenås SV/SO har pågått under 4 fältsäsonger; 1995, 1996, 1997 och 1999. Geofysiskt fältarbete bedrevs under 1996 och 1997 och återupptogs 1999. Resultaten från de geologiska och geofysiska arbetena inom området har beskrivits tidigare (Lundqvist 1996, Lundqvist & Korja 1997 och Lundqvist m.fl. 1998). Årets geofysiska fältarbeten omfattar kompletterande markmätningar på hållar (susceptibilitet och gammastrålning), parameterprovtagning samt profilmätningar. Sammanställning och tolkning av insamlad geofysisk information kommer att göras under vintern 1999-2000. En förenklad geofysisk tolkningskarta återfinns i figur 1.

Av områdets 2500 km<sup>2</sup> är nu ca 2400 km<sup>2</sup> karterade. De återstående 100 km<sup>2</sup> samt revidering av området skall göras under kommande fältsäsong. Berggrundskartorna beräknas vara färdiga vid utgången av år 2000. Därför följer här endast en mycket översiktlig beskrivning, för detaljer refereras till tidigare års beskrivningar samt till den kommande slutprodukten.

## GEOLOGI OCH GEOFYSIK

En preliminär berggrundskarta återfinns i figur 2. I stort dominerar underpaleozoiska fjällbergarter i de västra delarna av Häggenås SV samt i det nordvästra hörnet av Bräcke NV och urberget i övriga delar av karteringsområdet. Revsundsgranit dominerar kartområdet Bräcke NV medan migmatitomvandlade sedimentära bergarter och S-graniter dominerar Häggenås SV och SO. Stora områden täcks också av flackt liggande, ca. 1,2 miljarder år gamla diabasgångar.

I det nordöstra hörnet av Häggenås SO finns ett med Ragundabatoliten associerat massiv, Mårdsjömassivet (Andersson 1996). Geofysiskt framträder Mårdsjömassivet som en högmagnetisk anomali (fig. 3). Den magnetiska anomalibilden visar på flera intrusionspulser. På tyngdkraftskartan framträder massivet som en stor positiv anomali vilket tyder på att de basiska leden dominerar på djupet (fig. 4).

Större delen av berggrunden i området är påverkad av regional deformation och metamorfos. Deformationen syns i graniterna som en relativt svag gnejsighet, ställvis som en utpräglad stänglighet. Breda, plastiska skjuvzoner, huvudsakligen med NV-SO-lig riktning, förekommer också i området.

Metamorfosgraden i den prekambrisk berggrunden varierar från lägre amfibolitfacies i de sedimentära bergarterna i centrala delen av karteringsområdet till övre amfibolitfacies och granulitfacies i de migmatitiserade delarna som dominerar kartområdet Häggenås.

En allmän geofysisk beskrivning av kartområdet har gjorts av Annakaisa Korja i Lundqvist & Korja (1997).

## Svekofenniska ytbergarter

De svekofenniska ytbergarterna inom karteringsområdet domineras av gråvackor vilka genomgått olika grad av metamorfos. De mest välbevarade metagråvackorna finns i dalgången längs sjösystemet Ismunden-Börjesjön samt norr om Stugun. De övergår snabbt i ådergnejser och migmatiter när man rör sig vinkelrätt strykningsriktningen. I de mest migmatitomvandlade områdena är de metasedimentära bergarterna genomsatta av pegmatitgångar av flera generationer. Även större partier

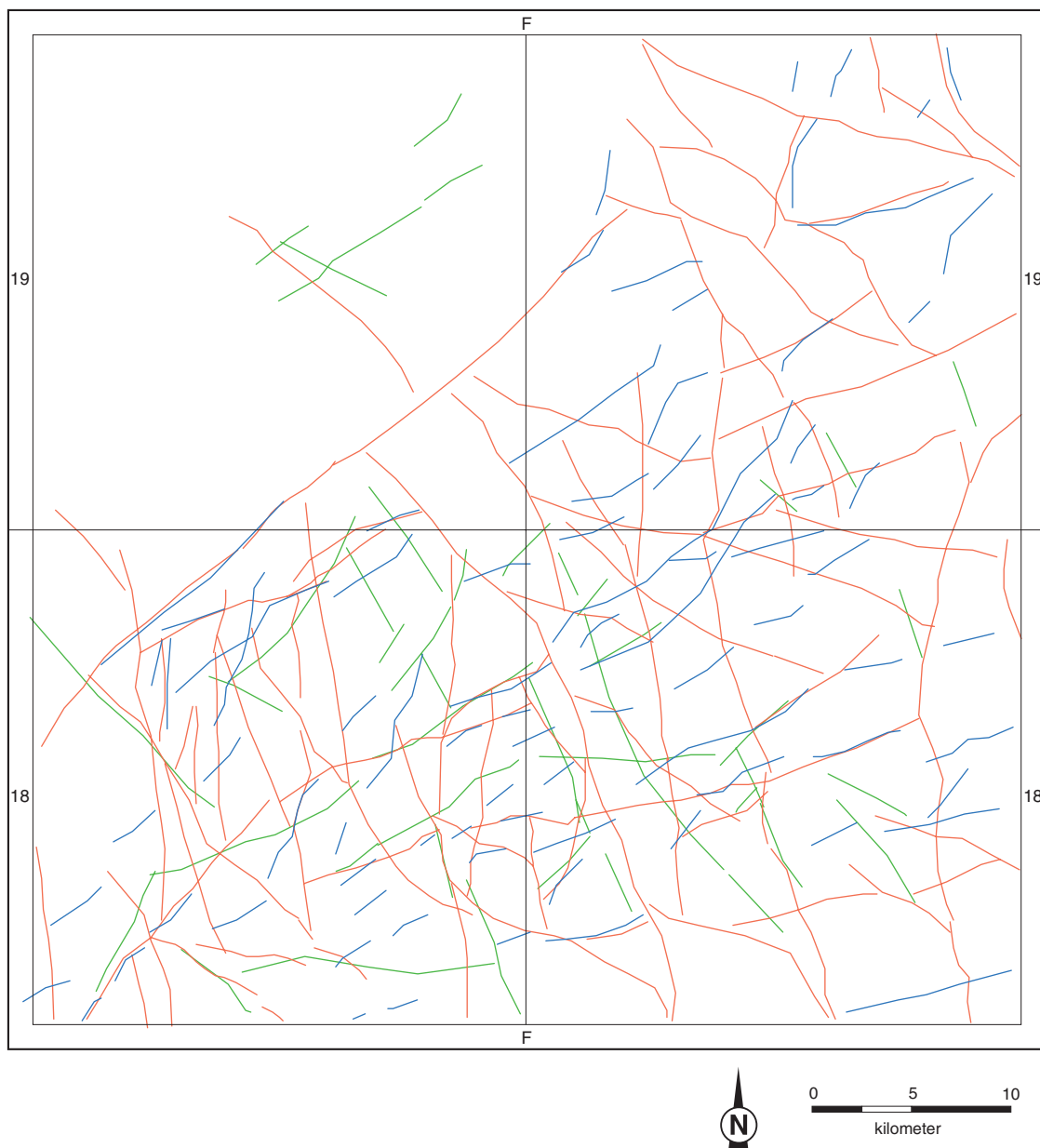


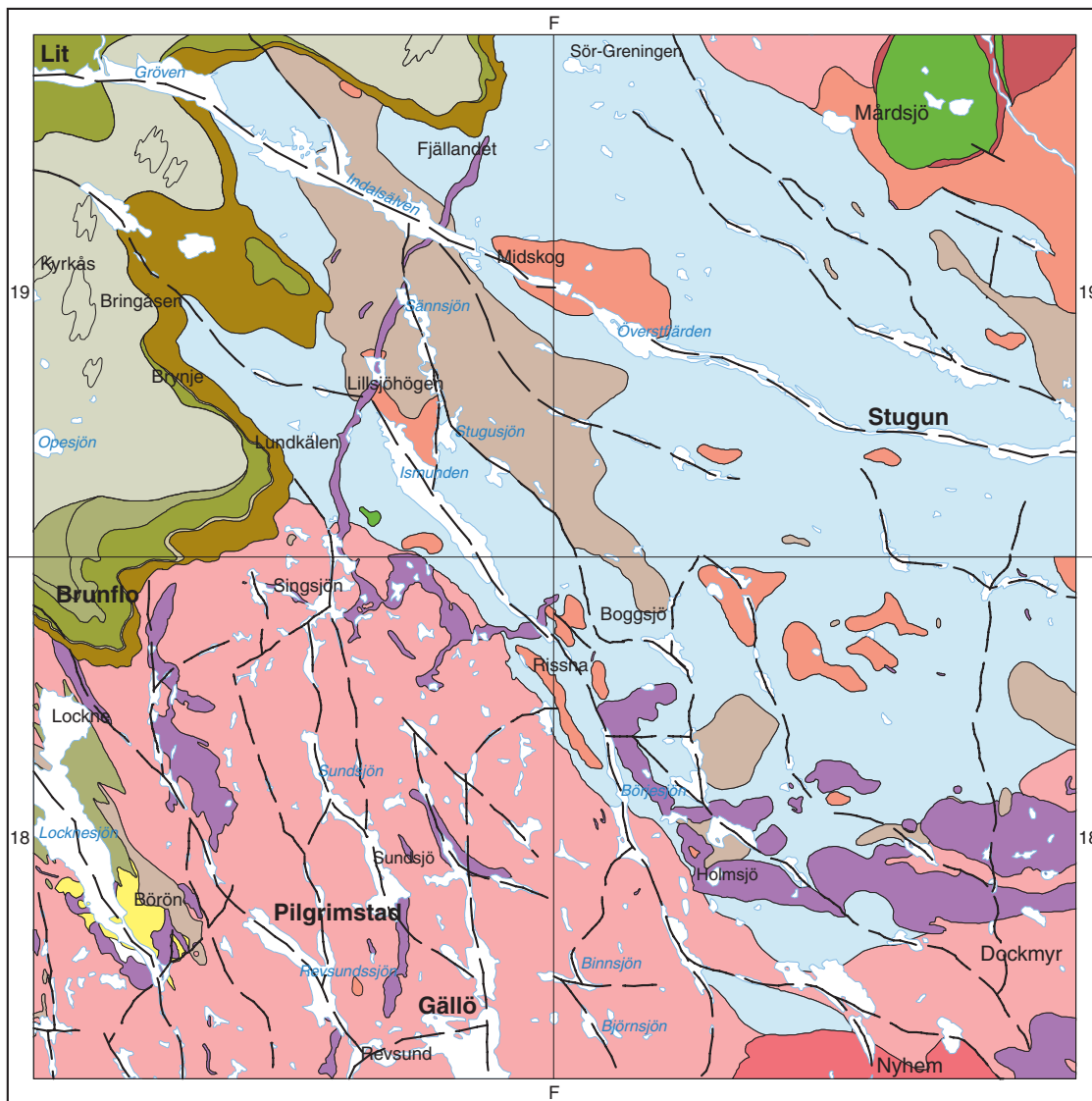
Fig. 1. Tolkning av geofysisk information samt höjddata. Blå färg visar elektriska ledare, grön färg visar magnetiska dislokationer och röd färg visar dalgångar eller branter.

med mer homogen, uppsmält granit av S-typ kan förekomma.

De migmatitomvandlade sedimentära bergarterna och pegmatiterna uppvisar mycket varierande gammastrålningsegenskaper. Preliminärt kan man säga att de i regel har höga toriumhalter, mellan 20 och 50 ppm (fig. 5), och i vissa fall höga uranhalter (som högst har 52 ppm uran har uppmätts). Det har dock även observerats en typ av migmatitiserade sedimentbergarter med betydligt lägre gammastrålning. Innebörden av detta kommer att utvärderas senare under vintern.

I den östra delen av det karterade området finns lokalt intermediära till basiska metavulkaniska bergarter inlagrade i de sedimentära bergarterna. Mer betydande förekomster av metavulkaniska bergarter finns i den sydvästra delen. De har beskrivits av Lundqvist (1996).

De basiska metavulkaniterna i sydvästra delen av kartområdet ger upphov till högmagnetiska anomalier. Deras susceptibilitet varierar mellan 20–40, 400–600 och 1000–6000  $\times 10^{-5}$  SI-enheter.



**Yngre berggrund**

- Yngre ordovicium
- Mellanordovicium
- Äldre ordovicium
- Yngre kambrium
- Mellankambrium

**Äldre berggrund**

- Diabas
- Gabbro av Mårdsjötyp
- Granit av Mårdsjötyp
- Granit av Revsundstyp
- Granit av Grötingentyp
- Granit av Härnötyp
- Äldre, svekokarelsk granitoid
- Metasedimentär bergart
- Metavulkanit
- Deformationszon

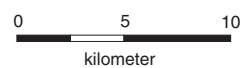


Fig. 2. Preliminär förenklad berggrundskarta över kartbladen 18F Bräcke NV, NO och 19F Häggenås SV, SO.

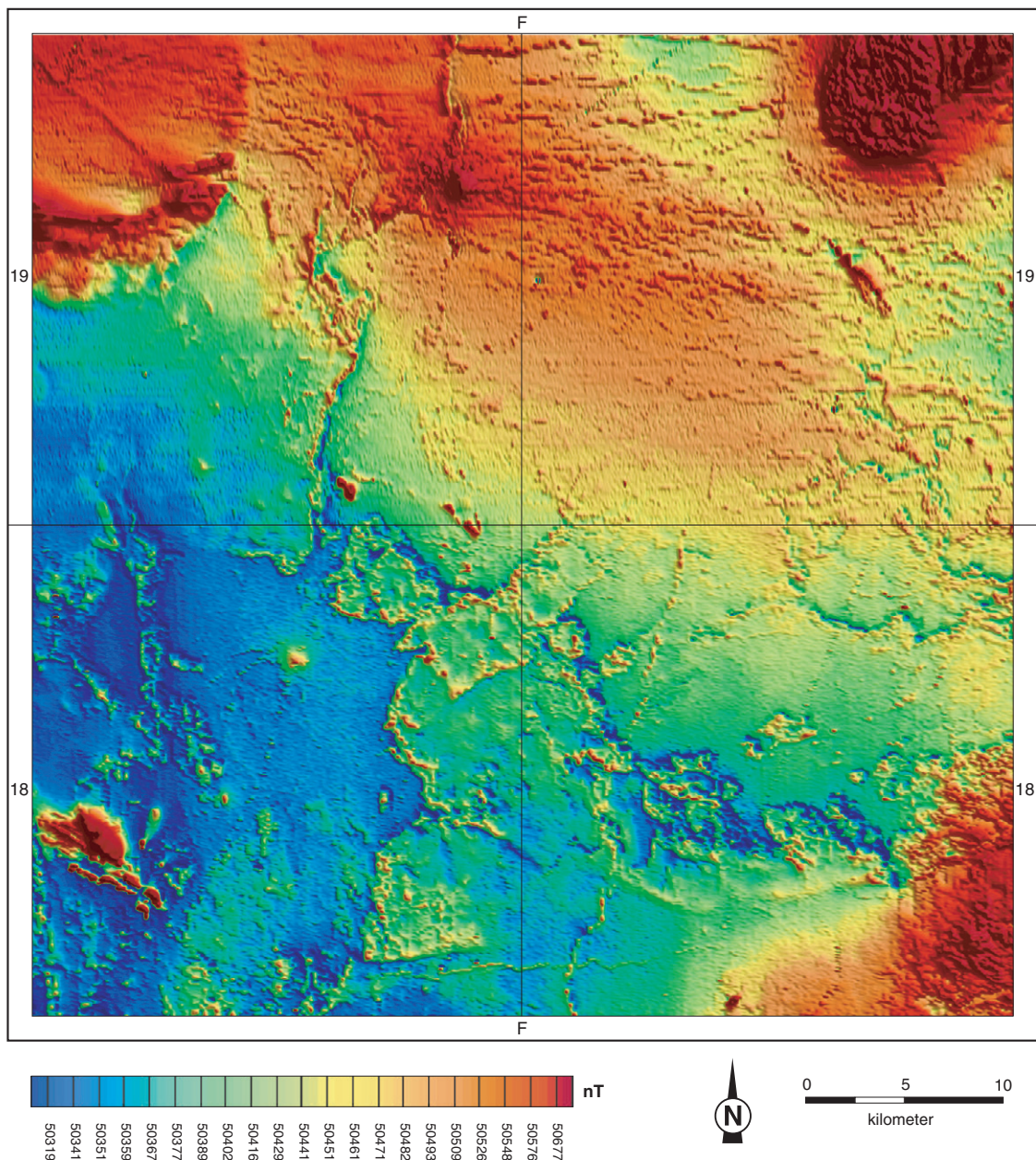


Fig. 3. Magnetisk anomalikarta över 18F Bräcke NV, NO och 19F Häggenås SV, SO.

## Intrusivbergarter

Intrusivbergarterna i kartområdet Bräcke/Häggenås kan delas in i fyra grupper baserade på åldersrelationer. Indelningen och tolkningen är ofta svår att göra i fält då likheterna mellan grupperna är stora. Lika svårt är det att tillämpa etablerade geokemiska modeller då inga klara geokemiska distinktioner mellan grupperna förekommer. Gemensamt för de tre äldre generationerna av granitoider inom området är en svag S-karaktär, vilket skulle kunna innebära att de är kontaminerade av krustalt material.

De intrusiva bergarterna har övervägande låga susceptibilitetsvärden vilket bekräftas av den magnetiska anomalibilden. Den enda avvikelser från detta är en röd ögonförande Revsundsgrenit som förekommer i sydöstra delen av kartområdet och som har något högre susceptibilitetsvärden ( $100\text{--}400 \times 10^{-5}$  SI-enheter).

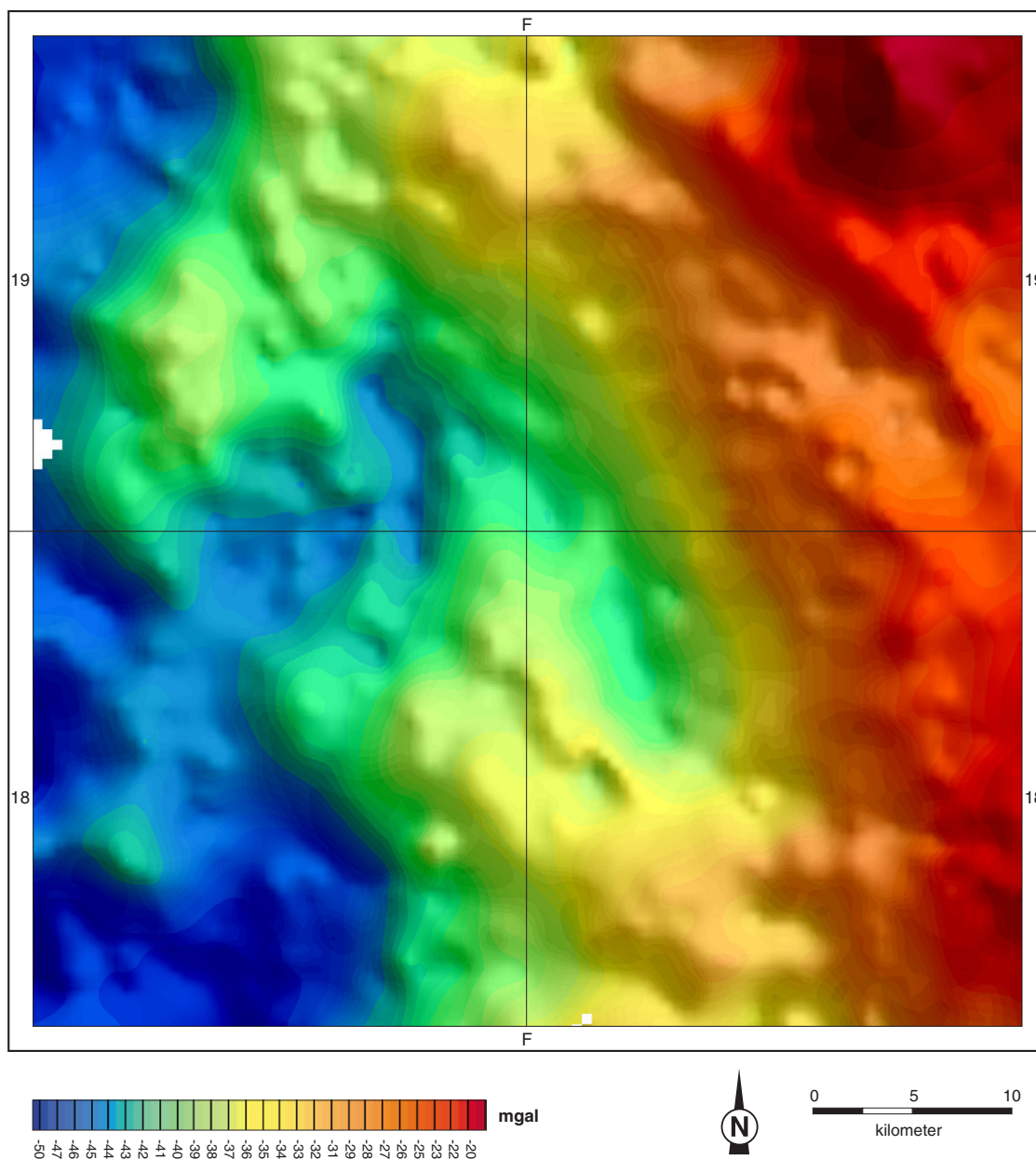


Fig. 4. Bouguer-anomalikarta över 18F Bräcke NV, NO och 19F Håggenås SV, SO.

### *Äldre metaintrusivbergarter*

De äldre metaintrusivbergarterna i området har företrädesvis en granodioritisk till tonalitisk sammansättning men även rena graniter förekommer. Vanligtvis är de massformiga eller svagt stängliga, lokalt kan de också uppvisa en viss gnejsighet. I den norra delen av karteringsområdet är granodioriten företrädesvis ögonförande. En typ av ljusgrå granit, som i fält tolkades som senorogen, har vid åldersbestämningar visat sig tillhöra de äldre granitoiderna. Problemen rörande dessa granittyper är inte lösta men ansträngningar att göra detta pågår.

### *Senorogena metaintrusivbergarter*

De senorogena metaintrusivbergarterna i området utgörs av Härnögruppens graniter. De är vita till ljusgrå, muskovitförande och har en tydlig S-karaktär och förhöjda halter av bl.a. torium.

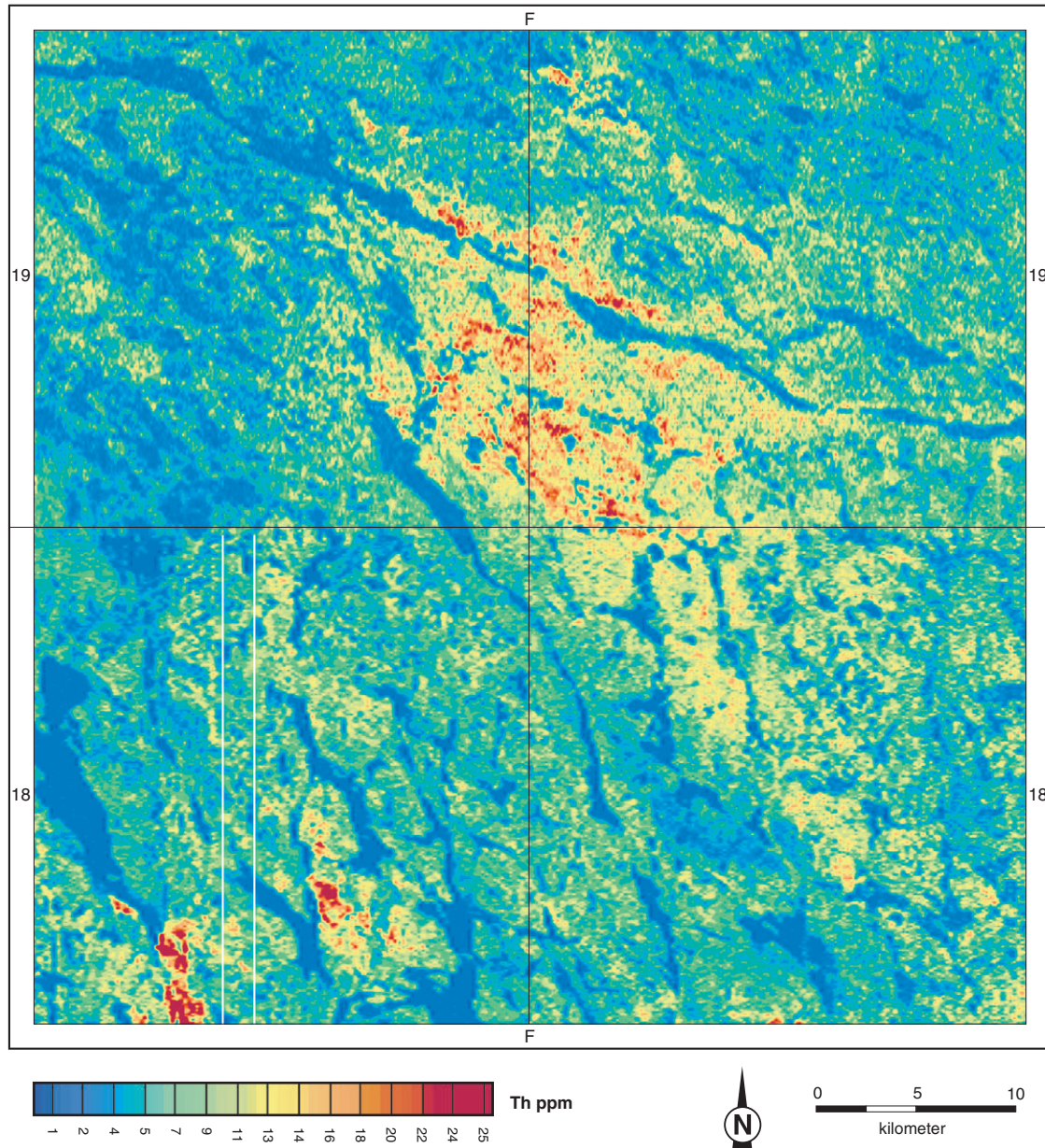


Fig. 5. Karta över toriumhalten i området 18F Bräcke NV, NO och 19F Häggenås SV, SO.

Spökstrukturer och rester av äldre, metasedimentära bergarter förekommer rikligt. Pegmatitiska segregeringar, i många fall rika på turmalin, är också vanligt förekommande. I vissa områden förekommer granat som ett av huvudmineralen i bergarten.

#### *Sen- till postorogena intrusivbergarter*

De sen- till postorogena intrusivbergarterna i området utgörs av Revsundsgraniter, vilka förekommer i stora delar av mellersta Norrland. Till övervägande del är de utbildade som grovporfyriska till mycket grovporfyriska, lågmagnetiska graniter. Variationer förekommer dock och mindre, helt ögonfria områden är observerade. Färgen varierar från ljusgrå till svagt röd, eller svagt grön om saussuritisering av plagioklasen förekommit. Delin & Aaro (1999) har diskuterat svårigheterna att skilja Revsundsgraniten från rikligt ögonförande äldre granit. I kartområdet Bräcke/Häggenås har

vi inte noterat denna typ av problem då inga säkra äldre ögonförande granitoider förekommer i anslutning till Revsundsgranit. Någon åldersbestämning av den karterade Revsundsgraniten har inte gjorts, men i fält kan endast ett större sammanhängande massiv med interna variationer urskiljas. Det kan därför inte uteslutas att hela detta massiv eller delar av det tillhör de äldre granitoiderna. Med utgångspunkt från pågående karteringar finns dock ingen anledning att misstänka det.

Revsundsgraniterna inom kartområdet har ovanligt låga uranhalter, mellan 1,5 och 2 ppm. Undantaget utgörs av den med Revsundsintrusionen associerade Gröttingengraniten (även kallad "röd Revsundsgranit") som innehåller högre halter, vanligen mellan 4,5 och 6 ppm uran. Den har även något högre toriumhalt (18–20 ppm) än övrig Revsundgranit (10–16 ppm) i området. En förhöjning av bergarternas uran- och toriumhalter har också observerats i den stora deformationszon som stryker i sydostlig riktning sydost om Locknesjön. Zonen syns tydligt även på gammastrålningskartorna (fig. 5).

### *Anorogena intrusivbergarter*

De anorogena intrusionerna i kartområdet representeras av Mårdsjömassivet i det nordöstra hörnet. Det består huvudsakligen av gabbroida bergarter kopplade till komagmatiska graniter. Blandningstexturer mellan gabbroider och graniter är mycket vanligt förekommande inom massivet och rena ändled av bergarterna är sällsynta. Till Mårdsjömassivet finns ost–västligt strykande gångar kopplade. Gångarna varierar i sammansättning från granitporfyr till porfyrnit eller ren diabas.

I den magnetiska anomalibilden framträder en svärm av högmagnetiska anomalier som huvudsakligen orsakas av de basiska gångarna. Dessa uppvisar i regel höga susceptibilitetsvärden, i motsats till de felsiska gångarna som har övervägande låg susceptibilitet. De senare kan heller inte urskiljas på den magnetiska anomalikartan. Kaliumhalten i Mårdsjömassivets basiska led är anmärkningsvärt hög; 2–2,3 %.

### *Diabas*

De största områdena med flackt liggande gångar av postjotnisk diabas återfinns i södra delen av karteringsområdet. Brantstående diabasgångar, som klipper de flacka gångarna och uppvisar kyllda kontakter mot dessa, är också observerade. De bedöms preliminärt ha sitt ursprung i samma källa som de flackt liggande, eftersom båda typerna har en identisk geokemisk signatur.

Både de flacka och de brantstående diabasgångarna syns tydligt i den magnetiska anomalibilden. Orienterade prov har insamlats för mätning av remanensens riktning. Redan under tidigare arbeten har ett betydande antal prov insamlats för detta ändamål. Resultatet från mätningar av dessa prover visar att remanensen inom området huvudsakligen är uppåtriktad. Dock förekommer även prover med remanens i magnetfältets riktning.

De flackt liggande diabasgångarna bidrar också i viss utsträckning till det regionala massöverskottet i området. Huvudorsaken till det stora regionala tyngdöverskottet ligger antagligen djupare ner i jordskorpan (fig. 4).

### *Yngre berggrund*

Den yngsta berggrunden i kartområdet är de underpaleozoiska bergarter som finns i den västligaste delen. De finns närmare beskrivna i Lundqvist m.fl. (1998).

## LITTERATUR

- Andersson, U. B., 1996: The classical Fennoscandian rapakivi granite complexes. *I* Ahl, M., Sundblad, K. & Andersson, U.B.(red.). *Rapakivi granites and related rocks in central Sweden. Excursion guide to IGCP project 315, Correlation of Rapakivi granites and related rocks on a global scale. July 16–23*, 43–61.
- Delin, H. & Aaro, S., 1999: Kartbladen Ånge NV och NO. *I* C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1998. Sveriges geologiska undersökning Rapporten och meddelanden nr 98*, 33–42.
- Lundqvist, L., 1996: Kartbladen 18F Bräcke NV, NO och 19F Häggenås SV, SO. *I* C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1995. Sveriges geologiska undersökning Rapporten och meddelanden nr 84*, 62–67.
- Lundqvist, L. & Korja, A., 1997: Kartbladen 18F Bräcke NV, NO och 19F Häggenås SV, SO. *I* C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1996. Sveriges geologiska undersökning Rapporten och meddelanden nr 89*, 27–34.
- Lundqvist, L., Karis, L., & Korja, A., 1998: Kartbladen 18F Bräcke NV, NO och 19F Häggenås SV, SO. *I* C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1997. Sveriges geologiska undersökning Rapporten och meddelanden nr 97*, 40–49.

E-post: lena.lundqvist@sgu.se    ildiko.antal@sgu.se

## Kartbladen 21K Robertsfors och 21 L Änåset

**Torbjörn Thelander, Leif Kero och Lars Kristian Stølen**

### INLEDNING

Undersökningarna av kartområdena 21K och 21L påbörjades 1995 och har med uppehåll för 1997 nu pågått under fyra fältsäsonger. Resultaten och resursinsatserna har redovisats fortlöpande (Stølen & Kero 1996, 1997 och Thelander, Kero & Stølen 1998). I det följande behandlas fältarbeten utförda 1999. Figur 1 visar när de olika kartområdena karterats. Projektet beräknas avslutas år 2000.

Berggrundsarteringen under 1999 har omfattat 13 geologveckor koncentrerade på kartområdet Robertsfors SO, med målsättningen att hela kartbladet nöjaktigt skulle karteras under den tilldelade tiden. Karteringen bedrevs utan extrageologer. Fältrekognoseringar som gjorts av Thomas Lundqvist 1991 i samband med projekt Mittnorden har tagits med i sammanställningen (fig. 2). Geofysiska fältmätningar har utförts under 2 veckor.

### ALLMÄN GEOLOGI

Området tillhör den bottniska bassängen inom den fennoskandiska urbergsskölden söder om Skelleftefältet. Berggrunden domineras helt av sedimentgnejsar som i varierande omfattning genomgått ådergnejsomvandling och migmatitisering (fig. 2). Bevarade rester av metagråvacka och argillitiska skiffrar påträffas endast som tunna inlagringar eller fragment. Tillsammans med gnejserna uppträder ofta pegmatitiska eller granitiska körtlar och gångar av varierande, men oftast obetydlig storlek. Bland basiska bergarter märks bandade amfiboliter, vilka uppträder gångformigt eller som fragment i gnejserna. En massformig kropp av en basisk intrusion med en i fält uppskattad dioritisk sammansättning har också observerats.

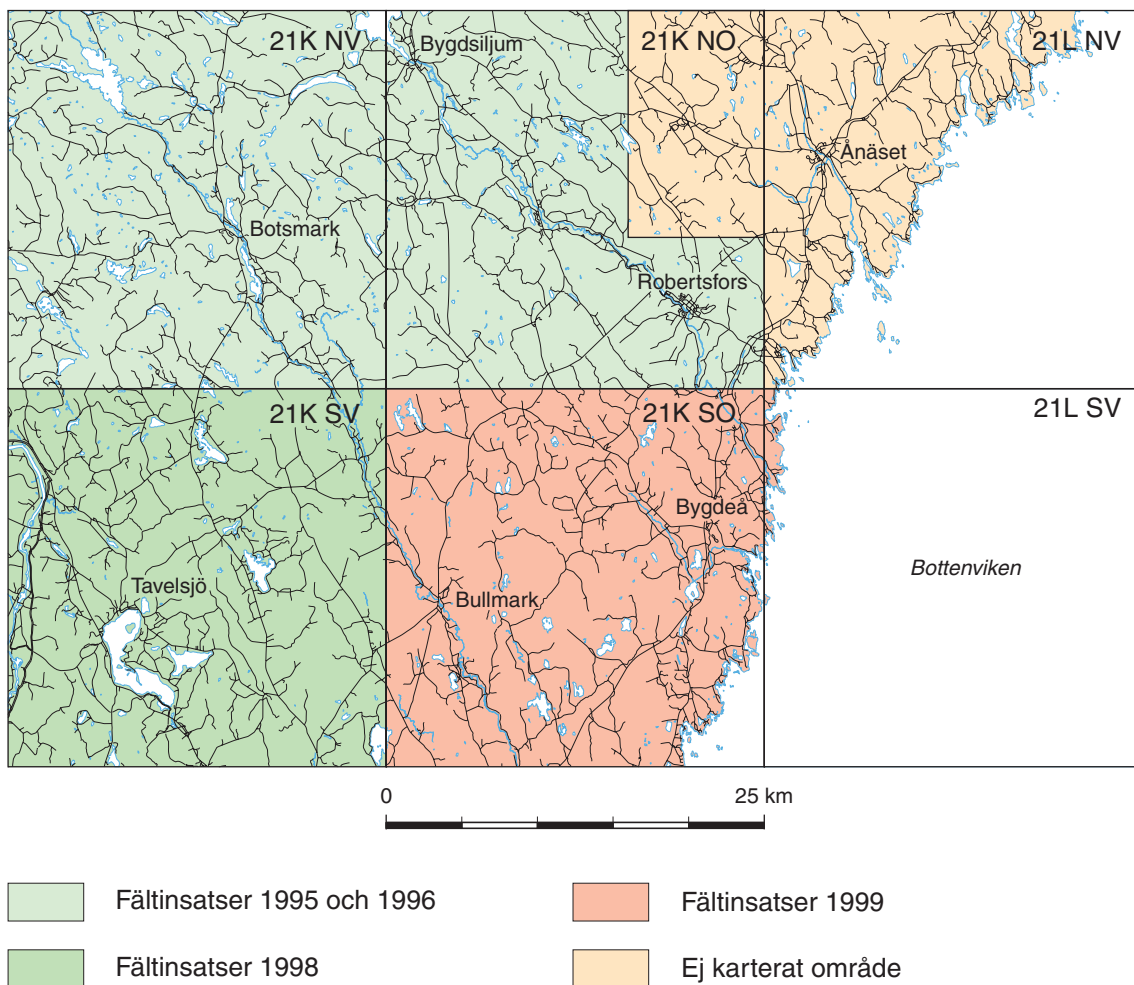


Fig. 1. Översikt visande fältinsatser 1995, 1996, 1998 och 1999.

## RESULTAT FRÅN FÄLTARBETET 1999

Beskrivningen av bergarter grundar sig enbart på fältobservationer. Kemiska analyser och tunnslip av bergarter saknas ännu (oktober 1999). Resultatet från de geofysiska fältarbetena innefattar 27 spektromettermätningsslokaler, 36 parameterprov, varav 2 orienterade, samt 4 markprofiler som mätts med magnetometer och VLF-instrument.

## GEOLOGI

### Sedimentgnejsjer

Sedimentgnejserna är utbildade som biotitgnejsjer eller biotitådergnejsjer. De senare uppvisar förutom ådror och sliror av kvarts, fältspat och biotit, relativt allmänt förekommande kantiga ögon av mikroklin. Bland metamorfa indexmineral förekommer sillimanit och granat ganska allmänt i kartområdets nordvästra del. Däremot tycks åtminstone granat saknas i områden med utbredd och

omfattande migmatitisering. Cordierit har påträffats mer sparsamt och då i kartområdets norra del. Även underordnade skarnomvandlingar förekommer.

Bevarade inlagringar eller fragment av metagråvacka samt basiska fragment förekommer ställvis. Mer sammanhängande, karterbara inlagringar av metagråvacka har inte påträffats inom kartbladet Robertsfors SO. Rostvittrande zoner som ställvis innehåller en svag dissemination av främst magnetkis förekommer. Påträffade zoner kan vara något tiotal meter breda, men är vanligen betydligt tunnare.

## **Migmatitgranitoider**

När sedimentgnejserna och sedimentådergnejserna ytterligare omvandlats och migmatitiserats har migmatitgranitoider bildats. Med migmatitgranitoid avses här en närmast massformig, ofta ojämnkornig bergart med granodioritisk sammansättning. Spridda kantiga kalifältspatögon förekommer allmänt. Ursprunget från sedimentgnejserna framgår av en mängd olika övergångsformer såsom grovådriga biotitådergnejsler, gnejsiga och biotitliriga inlagringar samt xenoliter av biotitådergnejsler. Migmatitgranitoider med sina föregångsstadier förekommer främst inom en bågformad zon som sträcker sig från kartområdets sydvästra del till dess nordöstra. Zonen tycks i stora drag följa gnejsbandningens formlinjer, men i håll är det dock klart att migmatitgranitoiderna mobiliserats och ofta abrupt övertvärs gnejsbandningen.

## **Graniter och pegmatiter**

Granitiska, aplitiska och pegmatitiska derivat genomsätter såväl sedimentgnejserna som migmatitgranitoiderna. Inom kartområdet Robertsfors SO har de bara påträffats som obetydliga körtlar eller gångar. Med några få undantag är de i blottning vanligen högst något tiotal m<sup>2</sup> respektive några meter breda. De tolkas som mobiliserade lösningar som bildats i samband med migmatitseringen av sedimentgnejserna.

## **Basiska bergarter**

Basiska bergarter förekommer sparsamt inom kartområdet. Med ett undantag utgörs de av bandade amfiboliter, som kan nå mäktigheter överstigande 70 meter. Sannolikt kan åtminstone någon del representera en omvandlad spilit (Lundqvist 1991). Amfiboliter förekommer även som fragment i migmatitgranitoiderna. En basisk intrusion i form av en medelkornig, massformig bergart med dioritisk sammansättning har också påträffats.

## **Strukturer**

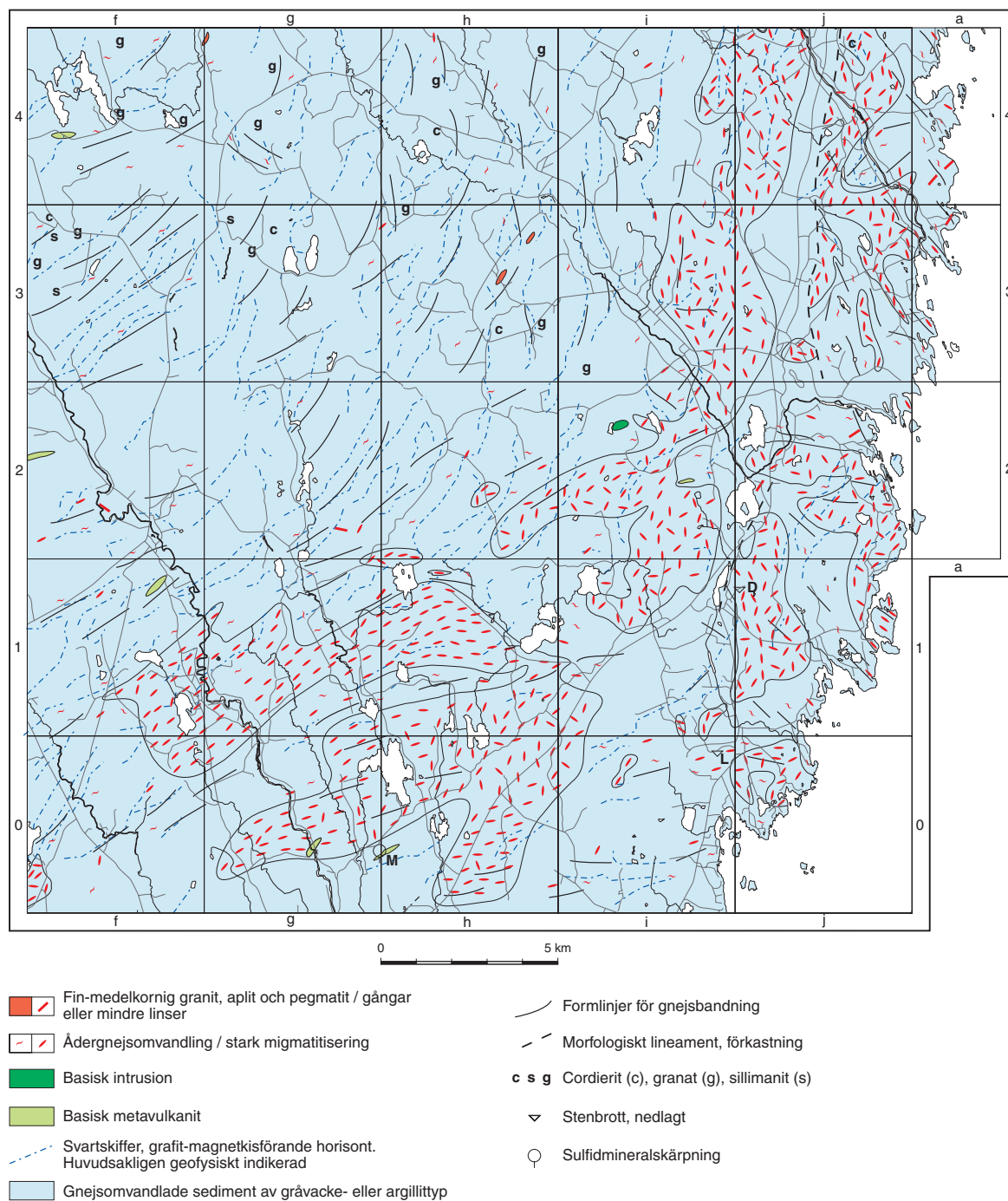
Gnejsbandningen utgör det mest framträdande strukturelementet inom kartbladsområdet. På kartan återges den som generaliserade formlinjer. Någon analys av de ofta täta eller isoklinala veck som återfinns i gnejserna har inte genomförts.

## **GEOFYSIK**

De geofysiska uppföljningarna har inriktats på att ta fram petrofysiska grunddata för de ingående bergarterna. Under år 1996 har spektrometernätningar kombinerat med en gles parameterprovtagning utförts. Dessa arbeten har kompletterats i år.

De profiler som markmätts med magnetometer och VLF-instrument har lagts över de enstaka

## 21K Robertsfors SO



Lokaler refererade till i text: **D** = Djäkneberget, **L** = Lemansberget, **M** = Malmberget

Fig. 2. Preliminär berggrundskarta sammanställd från fältarbete 1999 och T. Lundqvists dagboksanteckningar 1991.

blottningar med högre magnetisering som påträffats. Profilerna har kompletterats med magnetiskt orienterade prov. Laboratiormätningen av dessa prover visar på en extremt stor remanent magnetisering orsakad av magnetkis. De elektriska egenskaperna är ännu ej mätta, men ett visst grafitinnehåll i proverna antyder att den elektriska ledningsförmågan också är stor. Detta bekräftas även av

markprofilerna, som visar bredd och stupning för de grafit- och magnetkisförande zonerna även i jordtäkta områden, vilket är det vanligaste fallet inom detta för övrigt relativt välblottade kartområde. Resultaten är i överensstämmelse med resultat från angränsande kartbladsområden. De magnetiska och elektriskt ledande zonerna är markerade i figur 2.

## KROSSBERG OCH SULFIDMINERALSKÄRPNINGAR

De två stenbrott som markerats på kartan (fig. 2), och från vilka krossbergsprodukter har utvunnits, är relativt betydande. Det större av de två (Djäkneberget) har brutits i en relativt massformig migmatitgranitod, det andra (Lemanberget) i kraftigt migmatiserad biotitådergnejs. I båda brotten är driften nedlagd.

En mindre skärpning efter sulfider (Malmberget, se fig. 2), har gjorts intill en bandad amfibolit i kartområdets södra del. I påträffade uppgrävda block dominerar magnetkis bland sulfidmineralen.

## LITTERATUR

Gavelin, S., 1955: Urbergsområdet inom Västerbottens län. I S. Gavelin & O. Kulling: *Beskrivning till berggrundskarta över Västerbottens län. Sveriges geologiska undersökning Ca 37*, 5–99.

Lundqvist, T., 1991: Dagboksanteckningar 21 K Robertsfors. *Sveriges geologiska undersökning*. Opublicerad fältdagbok.

Stølen, L.K. & Kero, L., 1996: Kartbladen 21K Robertsfors och 21L Ånäset. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgelogisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1995. Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden nr 84*, 67–71.

Stølen, L.K. & Kero, L., 1997: Kartbladen 21K Robertsfors och 21L Ånäset. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgelogisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1996. Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden nr 89*, 34–41.

Thelander, T., Kero, L. & Stølen, L.K.: 1998: Kartbladen 21K Robertsfors och 21L Ånäset. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgelogisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1998. Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden nr 98*, 42–47.

E-post: torbjorn.thelander@sgu.se

leif.kero@sgu.se

lars.kristian.stolen@sgu.se

## Kartbladen 23J Norsjö

*Kajsa Winnes, Pär Weihed och Ildikó Antal*

### INLEDNING

Inom ramen för programmet regional berggrundsgeologisk undersökning har fältarbeten på kartbladen 23J Norsjö bedrivits under juni till augusti 1999. Undersökningarna inleddes i slutskedet av fältsäsongen 1992 och har pågått i full skala under åren 1993–1995 samt 1998–1999 (jfr Antal 1995, Weihed 1995, Weihed & Antal 1999). På grund av interna omprioriteringar företogs inget fältarbete säsongerna 1996 och 1997. Karterade områden är markerade i figur 1. Karteringsunderlag har varit ortofotokartor i skala 1:20 000. Årets undersökningar har letts av Kajsa Winnes under överinseende av Pär Weihed. Medhjälpare vid karteringen har varit extrageologerna Jessica Hult och Åsa Pettersson. Årets kartläggning har inneburit dokumentation av ca 600 hållar, vilket betyder att hålltätheten är ca 1,5/km<sup>2</sup>. Blottningsgraden måste därför betecknas som mycket dålig, och hållunderlag för bedömning av bergartsgränserna saknas därför i vissa områden.

De geofysiska fältarbetena började sommaren 1993 (jfr Antal 1995) och fortsatte till och med 1995. Under 1998 gjordes en liten insats under 4 fältdagar då profilmätningar genomfördes i kartområdet Norsjö SO. Omfattande markgeofysiska mätningar gjordes i samband med prospektering under 1970- och 1980-talen. Under fältsäsongen 1999 har inga geofysiska arbeten utförts i undersökningsområdet.

### ALLMÄN GEOLOGI

Kartbladsområdet 23J Norsjö är 50 x 50 km stort och omfattar bl.a. de centrala delarna av det s.k. Skelleftefältet. I de södra delarna av området, söder om riksväg 370 mellan Skellefteå och Malå, dominerar berggrunden av sen- till postorogen Revsundsgranit (ca 1800 milj. år) med tillhörande mafiska intrusiv. De har intruderat i en äldre berggrund som består av högmetamorfa metasedimentära bergarter, starkt folierade till gnejsiga tidigorogena granitoider (ca 1850–1890 milj. år) samt underordnat senorogena, i många fall pegmatitiska, graniter av Skelleftetyper (ca 1800–1820 milj. år).

Ovanstående område är relativt skarpt avgränsat och har en brant metamorf gradient mot det egentliga Skelleftefältet, som utgör den resterande delen av kartområdet. Skelleftefältets bergarter domineras av svekofenniska, felsiska och mafiska metavulkaniter, fin- till grovklastiska metasedimentära bergarter samt tidigorogena intrusivbergarter. Dessa bergarter är delvis lågmetamorfa motsvarigheter till de som beskrivs i föregående stycke. För en mer detaljerad beskrivning av dessa bergarter hänvisas till Weihed m.fl. (1992) och Allen m.fl. (1996).

I kartområdet förekommer malmer och mineraliseringar framförallt i de vulkaniska, men även i de intrusiva bergarterna. I de vulkaniska bergarterna uppträder ett flertal s.k. vulkanogena massiva sulfidmalmer. De är i huvudsak Zn-Cu-Pb-Au-Ag-dominerade. Ni-Cu-mineraliseringar som är associerade till mafiska intrusioner förekommer vid Älgleden (4i), och järnmalm finns i Näsbergsgabbron. Malmer av "porphyry copper"-typ förekommer vid Tallberg (4i) i den stora Jörnbatoliten.

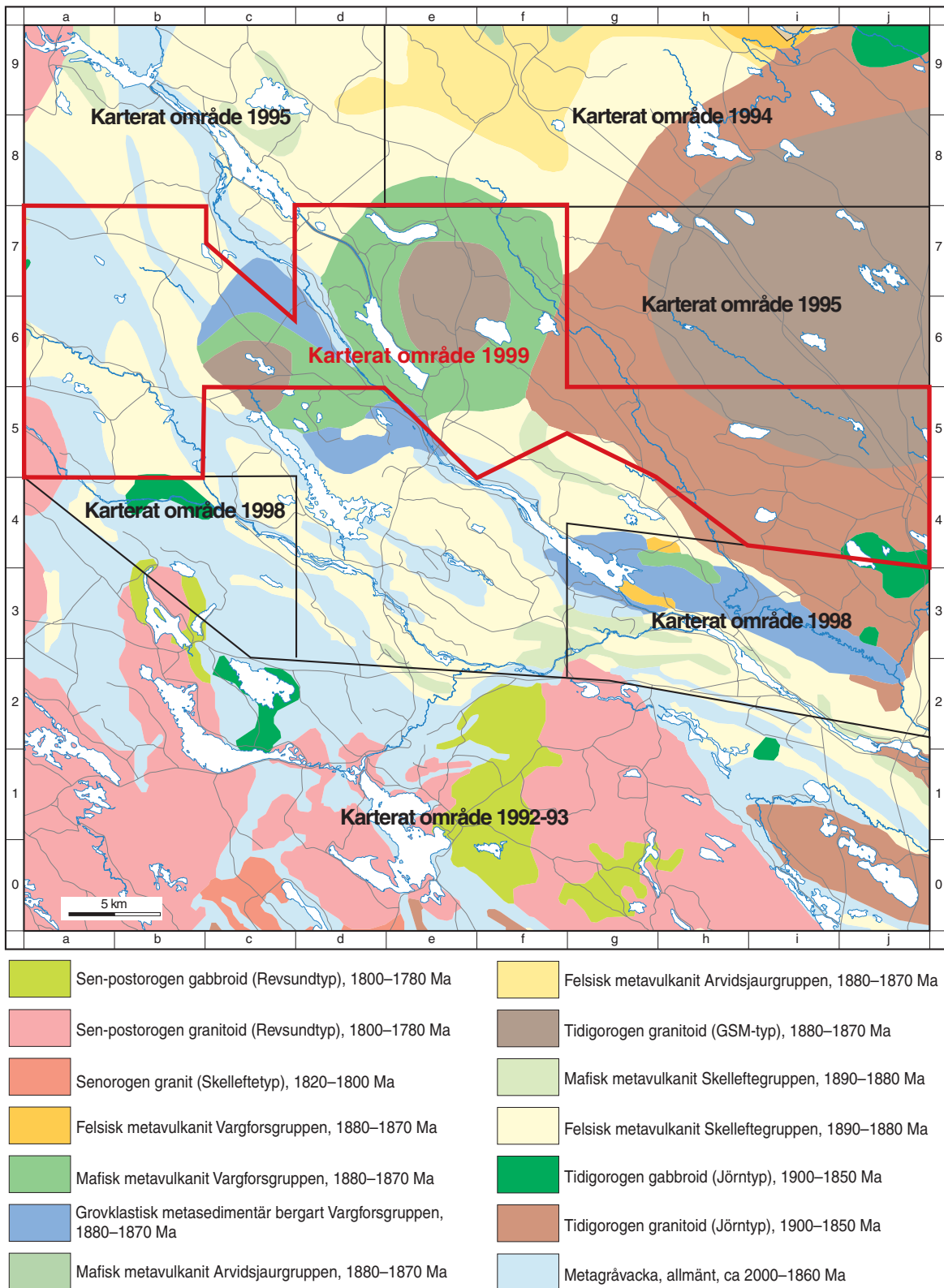


Fig. 1. Förenklad berggrundskarta över 23J Norsjö.

## ALLMÄN GEOFYSIK

Den magnetiska anomalikartan (fig. 2) domineras av den runda högmagnetiska, komplexa (monzonit till gabbro) Gallejaurintrusionen i norra delen av kartområdet samt av områdets största intrusion, Jörngranitoiden i nordost. Båda strukturerna syns tydligt även på tyngdkraftskartan (fig. 3); Gallejaurintrusionen som ett kraftigt tyngdkraftsöverskott och Jörngraniten (GIII) som en stor negativ anomali. En rad olika studier av Jörngranitoider och av Gallejaurstrukturen har gjorts, bl.a. av Enmark & Nisca (1984) och Wilson m.fl. (1987).

Karsträskdomen i sydost framträder tydligt som en oval struktur. Den består av tidigorogena granitoider av Jörntyp och ger upphov till en negativ tyngdkraftsanomali. Anomalin bekräftas av låga densitetsvärden hos bergarterna, varierande mellan 2650 och 2687 kg/m<sup>3</sup>.

De intrusioner av Revsundsgranitoider som förekommer i södra delen av kartområdet är lågmagnetiska. Densiteten är låg (2650–2680 kg/m<sup>3</sup>) och ger upphov till ett tyngdkraftsunderskott i sydväst. I södra delen av Norsjö SO finns gabbroider (densitet 2850–2928 kg/m<sup>3</sup>) som tillhör Revsundssviten och som orsakar ett tyngdkraftsöverskott.

I mitten av den magnetiska anomalikartan framträder bandade, i huvudsak nordvästligt strykande högmagnetiska anomalier som är kopplade till Skelleftefältets ytbergarter. Fältundersökningar visar att det huvudsakligen är magnetkisförande metasedimentära bergarter som ger upphov till anomalierna. Vidare påträffades en rad högmagnetiska, mestadels mafiska metavulkaniter som kan kopplas till anomalierna. De felsiska Arvidsjaurvulkaniterna norr om Gallejaurintrusionen förorsakar högmagnetiska anomalier. För information om petrofysiska egenskaper och gammastrålningsegenskaper hänvisas till kartbladsbeskrivningen 23K Boliden (Lundström & Antal under tryckning).

De felsiska Skellefte- respektive Arvidsjaurvulkaniterna ger båda upphov till negativa tyngdkraftsanomalier. I området Norsjö SV framträder ett stort tyngdkraftsöverskott som antagligen orsakas av mafiska metavulkaniter. Om så är fallet, indikerar tyngdkraftsbilden en betydande mäktighet för dessa metavulkaniter.

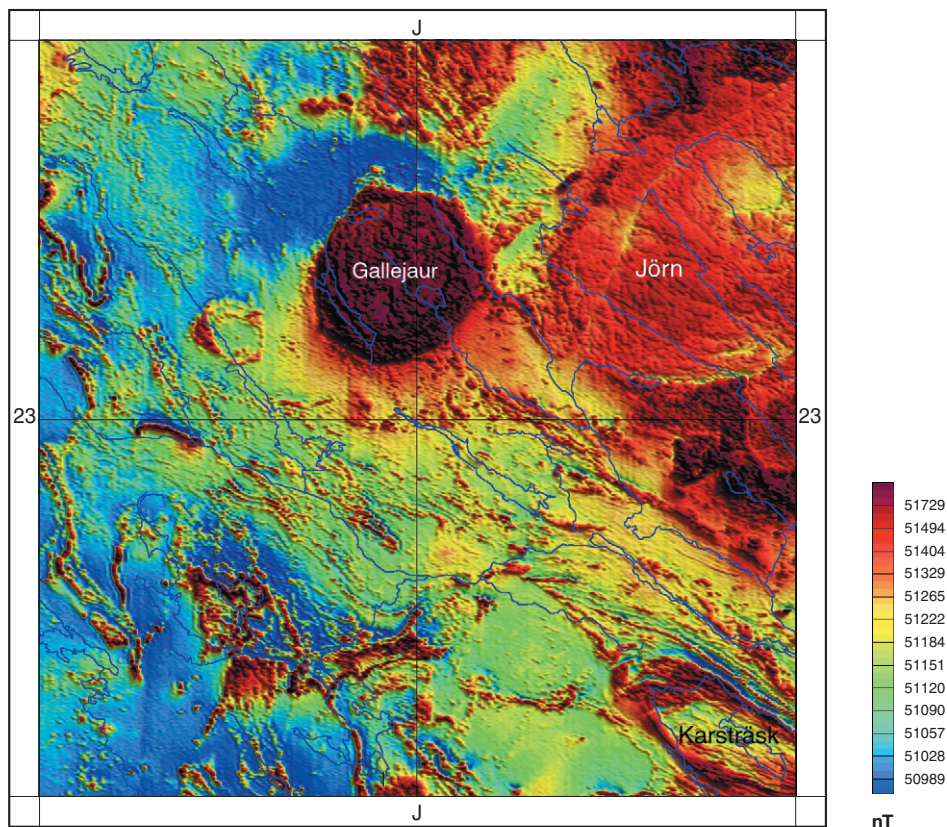


Fig. 2. Magnetisk anomalikarta över 23J Norsjö.

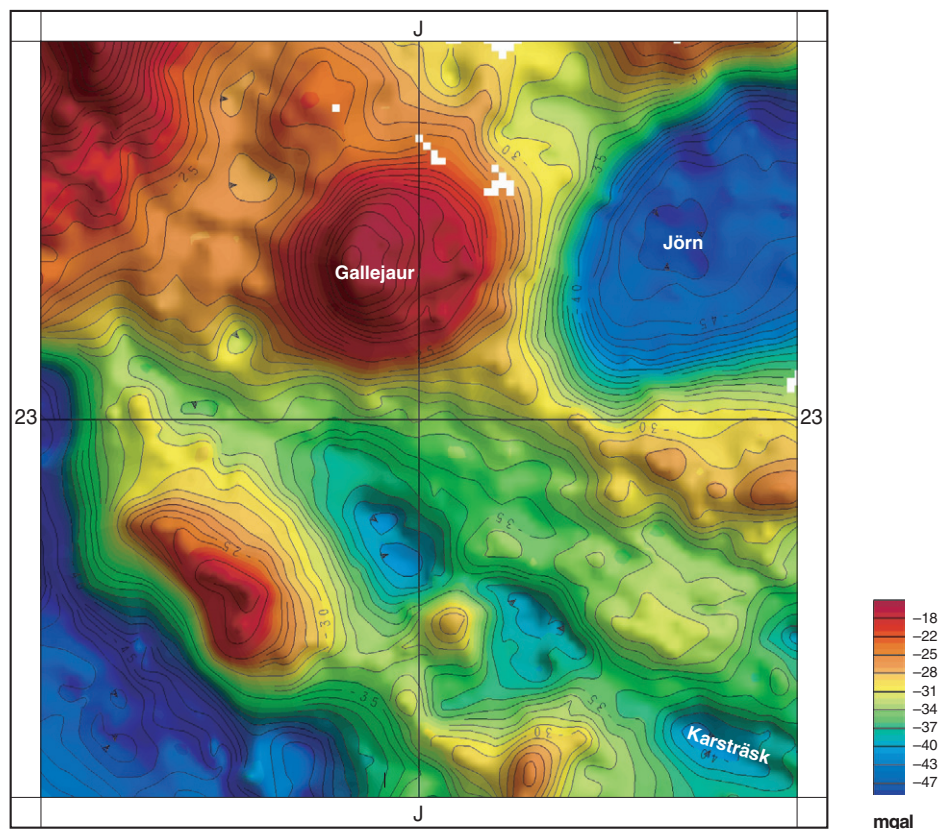


Fig. 3. Tyngdkraftsfältet över 23J Norsjö. Rött betyder tyngdkraftsoverskott och blått tyngdkraftsunderskott.

Det geofysiska arbetet nästa år kommer att koncentreras på tolkning och sammanställning av redan insamlat material samt viss komplettering av data.

## RESULTAT FRÅN FÄLTARBETET I 1999

Nedan redovisas en översiktlig beskrivning av de bergarter som undersökts i kartområdena (ekonomisk kartruta) 6–7 a–f, 8–9 a–b samt delar av 4–5 a–j under 1999.

### Ytbergarter

#### *Metasedimentära bergarter*

De sedimentära enheter som karterats under sommaren förekommer i huvudsak i området Norsjö 23J NV (fig. 1). Det rör sig mestadels om finkorniga metasediment. Enstaka observationer av grovklastiska bergarter som konglomerat och sandsten har gjorts söder och väster om Gallejaurdammen (5–6 e) och i ett större sammanhängande område söder och norr om Vargforsdammen (3–4f).

De finkorniga bergarterna i väster utgörs av turbiditiska metagråvackor och metaargilliter. Sporadiskt förekommer grövre bergartsled som metasandsten och metakonglomerat. Inslaget av vulkaniskt material i de metasedimentära bergarterna är ofta påtagligt, och på flera ställen längs Storbäcken (6–7b) och Skäppträskån (6a) förekommer t.ex. lagrade metavulkaniska silt-lerstenar, sandstenar och konglomerat (fig. 4a). Stratigrafiskt överlagrar de metasedimentära bergarterna Skelleftegruppens

massivmalmförande felsiska metavulkaniter och överlagras i sin tur av Vargforsgruppens mafiska metavulkaniter (Allen m.fl. 1996). Mot söder ut övergår de metasedimentära bergarterna i Bottniska bassängens metagråvackor.

I ett begränsat område norr och söder om Vargforsdammen förekommer talrika blottningar av metakonglomerat i Vargforsgruppen. Den dominerande konglomerattypen karaktäriseras av klaster av tidigorogena Jörngranitoider (fig. 4b) och går allmänt under namnet Abborrtjärnkonglomerat. De har i allmänhet fragmentstödd textur med välrundade fragment, och enskilda granitoidfragment kan överstiga 1 meter i diameter. Enstaka fragment från Skelleftegruppens metavulkaniska bergarter samt från Arvidsjaurgruppens metavulkaniter kan också förekomma. Metakonglomerat som är helt dominerade av metavulkaniska bergarter från Arvidsjaurgruppen och Skelleftegruppen har observerats i några få hållar söder om Vargforsdammen. Dessa konglomerat benämns allmänt Dödmanbergskonglomerat efter typlokalen på Dödmanberget. Karakteristiskt för denna typ är ett innehåll av klaster från Arvidsjaurgruppens metavulkaniter, vilket antyder att de bildats senare än åtminstone delar av Arvidsjaurgruppen. Dödmanbergskonglomeraten överlagras också de tidigare nämnda Abborrtjärnkonglomeraten. En uppfattning om båda dessa konglomerats exakta ålder fås från en åldersbestämning av en inlagrad felsisk metaignimbrit nordväst om det karterade området. Ignimbriten har en ålder av  $1875 \pm 4$  Ma (Billström & Weihed 1996). Klaststorleken i metakonglomeraten är i allmänhet mindre än 1 dm i diameter, och sedimentära strukturer som utskurna kanaler och graderad skiktning är vanliga. Inlagringar av metasandsten har också observerats, och i dessa är korsskiktning vanligt förekommande.

Abborrtjärnkonglomeraten har genomgående lägre densiteter (medel  $2650 \text{ kg/m}^3$ ) än Dödmanbergskonglomeraten, vars medelvärde är ca  $2720 \text{ kg/m}^3$ . Båda varianterna är lågmagnetiska.

### *Vulkaniska bergarter*

Under årets fältarbeten har större enheter av felsiska, metavulkaniska bergarter tillhörande Skelleftegruppen karterats i de västligaste delarna av området (fig. 1). Dessa, vanligen fältspat- och ställvis kvartsporfyriska, vulkaniska bergarter utgörs till stor del av vulkanoklastiskt material, men även områden där bergarterna tolkats som koherenta lavar har påträffats. På Tallberget (7b) har breccierade horisonter i en kvartsporfyritolkats som breccierade överytor på lavaflöden. Sydväst om Storbäcken (6–7 b) uppträder en rikt strökorntförande fältspatporfyrisk vulkanisk breccia/vulkaniskt konglomerat. Enheten uppskattas i vissa delar vara minst 1 km mäktig. Den varierar i uppträdande från en in situ-breccia med upp till 1 m stora kantiga fragment (fig. 4c) till ett matrixstött monomikt konglomerat. Den vulkaniska breccian överlagras de ovan beskrivna metagråvackorna och antas därför inta ett för området högt stratigrafiskt läge. Ett prov för radiometrisk datering har tagits i enheten, men inga resultat föreligger i skrivande stund. I karteringsområdets sydvästra del, väster om den nedlagda Rakkejaurgruvan, finns blottningar av kvartsporfyriska, ryolitiska, sulfidimpregnerade tuffer. De utgör Rakkejaurmalmens liggvägg och är beskrivna av Trepka-Bloch (1989).

Centralt i karteringsområdet dominerar mafiska metavulkaniter tillhörande Vargforsgruppen. De omgärdar de s.k. Gallejaur- och Högnäsintrusionerna som är beskrivna nedan. De mafiska metavulkaniska bergarterna utgörs av koherenta lavar, pyroklastiter och olika typer av vulkanisk breccia, från hyaloklastiska in situ-breccior till omlagrade monomikta till polymikta massflöden. Kännetecknande för Vargforsgruppens mafiska vulkaniter är, att de vanligen för rikligt med amfibolströkorn (fig. 4d). Strökornen är består troligen av uralitiskt hornblände efter pyroxen. Amygduler och vesikulära texturer är också mycket vanliga. På Vithattens norrlutning (7f) finns blottningar med upp till 5 cm stora kalcitfyllda amygduler.

I Vargforsgruppens mafiska metavulkaniter har mycket varierande, men generellt höga susceptibilitetsvärden uppmätts. De ligger vanligen mellan 2000- och  $10000 \times 10^{-5}$  SI-enheter. Det finns en tydlig koppling mellan de höga susceptibilitetsvärdena och de yttre delarna av den runda, höganomala struktur (fig. 2) som är det mest markanta draget på den magnetiska anomalikartan över Norsjöområdet. De felsiska metavulkaniterna har i regel låg susceptibilitet.

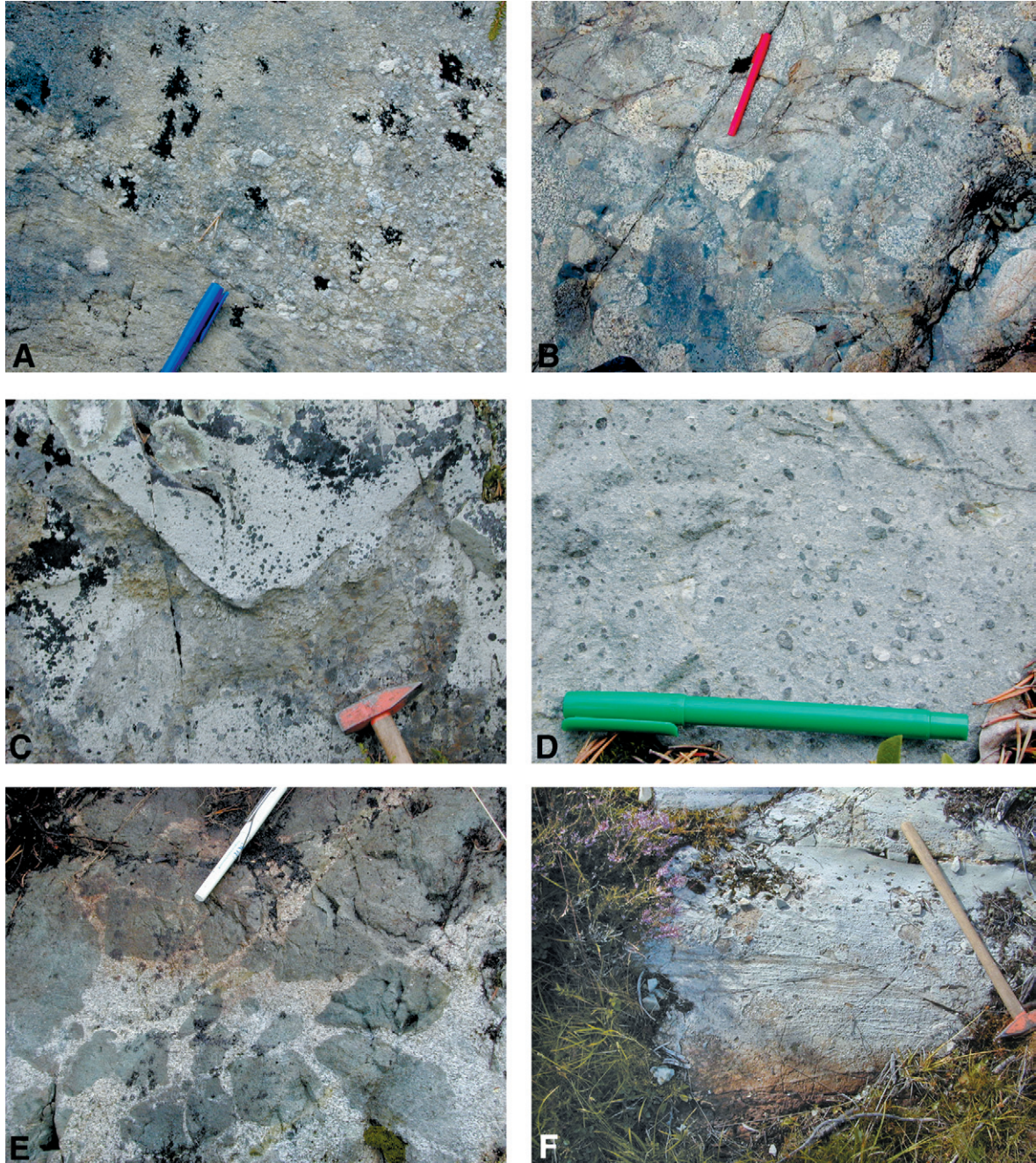


Fig. 4. Bergartsenheter, karterade under 1999. a) Lagrade vulkaniska metasediment väster om Långträsk. b) Abborrtjärnkonglomerat norr om Vargforsdammen. c) Fältspatporfyrisk vulkanisk breccia norr om Rakkejaur. d) Amfibolströkorn och kalcitfyllda amygduler i mafisk Vargforsvulkanit söder om Gallejaurdammen. e) Breccierad kontakt mellan mafisk Vargforsvulkanit och Gallejurgabbroid söder om Gallejaurdammen. f) Graderad skiktning i metasedimentär bergart sydväst om Långträsk.

## Djupbergarter

### *Äldre granitoider och gabbroider*

Karteringsområdets östligaste del (4–5, g–j) domineras helt av Jörngranitoidkomplexet. Dess södra kontakt mot Skelleftefältets vulkaniter är blottad på relativt få ställen, vilket försvårar tolkningen av bergarternas inbördes relationer. Vissa led av granitoiderna har varit blottade och i erosionsläge vid tiden för avsättningen av Abborrtjärnkonglomeraten. På många ställen i de kontaktnära delarna av Jörngranitoidkomplexet finns porfyriska, relativt starkt hydrotermalomvandlade led. Omvandlingarna domineras vanligen av klorit och sericit och är snarlika de omvandlingar som bildas under regionalmetamorfos i grönskifferfacies (se nedan under kap. Metamorfos). Frågan kvarstår huruvida Jörngranitoidens södra kontakt mot Skelleftefältet är intrusiv, tektonisk eller en tidig erosionskontakt. För information om Jörngranitoidernas fysikaliska egenskaper hänvisas till Wilson m.fl. (1987).

Under den gångna sommaren har också den så kallade Gallejaurintrusionen undersökts. Intrusionen är belägen mitt i karteringsområdet (6–7, e–f) och utgörs av en central, monzonitisk till syenitisk kropp med en tunnare, gabbroid randzon. Monzoniten är daterad till  $1873 \pm 10$  Ma (Skiöld 1988). I de centrala delarna är monzoniten mycket homogen. I kontaktzonen mellan gabbroid och monzonit förekommer i båda bergarterna rikligt med finkorniga, mafiska enklaver av varierande storlek (upp till 0,5 m i diameter). I vissa monzonitiska hållar på Erik-Ersaberget (6e) utgör de mafiska enklaverna ca 50% av bergarten. Troligen rör det sig om mekanisk magmablandning (eng. "mingling") av den finkorniga mafiska bergarten och monzoniten respektive gabbroiden. Det finns inga kemiska data eller tunnslipsanalyser från den gabbroida bergarten i det område där "mingling" observerats, och det är därför osäkert hur gabbroisk sammansättningen där egentligen är. Den senare bergartens kontaktrelation till monzoniten är ej helt klarlagd. Det är dock troligt att övergången från monzonit till mer gabbroida led sker gradvis, och att övergångszonen utgörs av en hybridbergart.

Gallejaurstrukturens djupbergarter är intrusiva i de ovan beskrivna mafiska vulkaniska bergarter som tillhör Vargforsgruppen. Breccierade kontakter mellan Vargforsmafiten och Gallejaurintrusionens gabbroider (fig. 4e) har observerats på flera ställen, bl.a. norr om Järvtträsket (7e) och söder om Gallejaurdammen (6e). Den magnetiska anomalikartan visar intrusionen som en nästan cirkulär struktur, ca 10 km i diameter (fig. 2). På tyngdkraftskartan representeras den av ett tydligt massöverskott (fig. 3). För en detaljerad beskrivning av Gallejaurintrusionens geofysiska egenskaper hänvisas till Enmark & Nisca (1984).

En annan intrusion i Vargforsgruppens vulkaniter är den så kallade Högnäsintrusionen. Den är belägen ca 5 km väster om Gallejaurintrusionen och uppträder som en satellit till denna. På den magnetiska anomalikartan (fig. 2) syns Högnäsintrusionen som en högmagnetisk cirkel med ett lågmagnetiskt centrum. Strukturens inre utgörs av en granodiorit med låga susceptibilitetsvärden ( $50\text{--}500 \times 10^{-5}$  SI-enheter), medan de yttre områdena består av kvartsdiorit med relativt höga susceptibilitetsvärden ( $1000\text{--}4000 \times 10^{-5}$  SI-enheter).

I de mafiska Vargforsvulkaniterna förekommer också felsiska gångar som antas höra samman med Gallejaurintrusionen. Väster om Vithatten (7f) har en sådan gång provtagits för radiometrisk datering. Inga resultat föreligger i skrivande stund.

## Metamorfos

Bergarterna i hela det undersökta området har omvandlats i grönskifferfacies. Typiska metamorfa parageneser i de mer felsiska vulkaniska bergarterna är klorit-biotit-sericit. I vissa områden har bergarterna troligen präglats av hydrotermalomvandling innan regionalmetamorfosen ägde rum. Denna tidiga omvandling är svår att skilja från regionalmetamorfa parageneser i grönskifferfacies.

## Strukturgeologi

I de metasedimentära bergarterna i områdena 5–7 a–b och 6–7 d finns det relativt gott om information från sedimentationsytor, uppåtbestämmningar (fig. 4f), förskiffringar och veckaxlar. I väster pålagrar de finkorniga metasedimentära bergarterna Skelleftegruppens metavulkaniter. Ställvis är en intensiv veckdeformation utbildad i dessa relativt glimmerrika bergarter, och åtminstone två veckdeformationer kan urskiljas. Inom kartrutorna 5–7 b löper, som nämnts ovan, en relativt kraftig nord–sydlig deformationszon. Dess rörelsemönster är för närvarande ej känt, men liknande deformationszoner i norr uppvisar i huvudsak en vertikal rörelse, där den västra sidan har rört sig uppåt i förhållande till den östra (Bergman Weihed 1997).

## Naturresurser

Som nämnts ovan är Skelleftefältet och således också kartområdet Norsjö rikt på olika malmtyper. Inom det karterade området har Boliden Mineral AB brutit främst koppar och zink i den numera nedlagda Rakkejaurgruvan. För en allmän översikt gällande metalliska naturresurser i undersökningsområdet hänvisas till Weihed m.fl. (1992), Allen m.fl. (1996) samt Weihed & Mäki (1997).

## LITTERATUR

- Allen, R.L., Weihed, P. & Svenson, S-Å. 1996: Setting of Zn-Cu-Au-Ag massive sulfide deposits in the evolution and facies architecture of a 1.9 Ga marine volcanic arc, Skellefte district, Sweden. *Economic Geology* 91, 1022–1053.
- Antal, I., 1995: Geofysiska undersökningar på kartbladen 23J Norsjö. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1994. SGU Rapporten och meddelanden* 79, 98–102.
- Bergman Weihed, J., 1997: Regional deformation zones in the Skellefte and Arvidsjaur areas. *Final research report SGU-project 03-862/93*.
- Billström, K. & Weihed, P.: 1996: Age and provenance of host rocks and ores of the Paleoproterozoic Skellefte District, northern Sweden. *Economic Geology* 91, 1054–1072.
- Enmark, T. & Niska, D. H. : 1984: The Gallejaur intrusion in northern Sweden – a geophysical study. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, vol 105, 287–300.
- Trepka-Bloch, C., 1989: Volcanogenic and tectonic features of the Rakkejaur sulfide deposit, Skellefte district, Sweden. *Mineralium Deposita* 24, 279–288.
- Skiöld, T., 1988: Implications of new U-Pb zircon chronology to early Proterozoic crustal accretion in northern Sweden. *Precambrian Research* 38, 147–164.
- Weihed, P., 1995: Berggrunden på kartbladet 23J Norsjö. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1994. Sveriges geologiska undersökning Rapporten och meddelanden* 79, 93–98.
- Weihed, P. & Antal, I., 1999: Berggrunden på kartbladet 23J Norsjö. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1998. Sveriges geologiska undersökning Rapporten och meddelanden* 98, 54–62.
- Weihed, P. & Mäki, T., 1997: Volcanic hosted massive sulphide deposits and gold deposits in the Skellefte district Sweden and western Finland. Research and Exploration – where do they meet? *4th Biennial SGA Meeting, August 11-13, 1997, Turku, Finland, excursion guidebook A2. Geological Survey of Finland, Guide* 41.
- Weihed, P., Bergman, J. & Bergström, U., 1992: Metallogeny and tectonic evolution of the early Proterozoic Skellefte district, northern Sweden. *Precambrian Research* 58, 143–167.
- Wilson, M. R., Claesson, L-Å., Sehlstedt, S., Smellie, J. A. T., Aftalion, M., Hamilton, P. J. and Fallick, A. E., 1987. Jörn: an early Proterozoic intrusive complex in a volcanic-arc environment, north Sweden. *Precambrian Research* 36, 201–225.

E-post: kajsa.winnes@hotmail.com

per.weihed@sgu.se

ildiko.antal@sgu.

## Kartbladen 24J Arvidsjaur

*Benno Kathol och Carl-Axel Triumph*

### ALLMÄN INLEDNING

Berggrundsundersökningarna i kartområdet 24J Arvidsjaur har utförts under somrarna 1994 till 1999 och avslutades i augusti 1999. Under denna tid har 32 manmånader ägnats åt insamling av geologiska grunddata (tabell 1) och 6,7 manmånader åt geofysiska markmätningar (tabell 2). Den geologiska undersökningen 1999 koncentrerades till området 24J NO och till den norra delen av 24J NV. Kompletterande kartering och revidering utfördes i områdena söder och sydost om Gråträsket samt sydost om Östra Kikkejaure. Det geofysiska fältarbetet i projektet började 1995 och bedrevs under fältsäsongen 1999 huvudsakligen i området 24J NV. För resultaten av 1994–1998 års undersökningar hänvisas till Kathol (1995) och Kathol & Triumph (1996, 1997, 1998, 1999).

Det undersökta området ligger i Arvidsjaur och Piteå kommuner i södra Norrbotten. Hela kartbladsområdet ligger ovanför högsta kustlinjen vilket medför en relativt dålig blottningsgrad med i genomsnitt en håll per km<sup>2</sup>. Stora delar av området täcks helt av kvartära avlagringar med mycket få hållar eller inga hållar alls. Den geologiska kartbilden i dessa områden bygger till stor del på tolkningen av de geofysiska flygmätningarna.

Berggrunden i kartområdet 24J Arvidsjaur domineras av svekofenniska marina (Skelleftegruppen) och terrestriska (Arvidsjaurgruppen) vulkanoklastiter, lavar och subvulkaniska intrusioner. Områdets djupbergarter utgörs av äldre, tidigorogena granitoider, dioriter och gabbror tillhörande Jörnsviten samt något yngre, i många fall skenbart odeformerade, tidigorogena intrusioner tillhörande granit-syenit-monzonitsviten (GSM). Dessa intrusioner uppträder dels som distinkta plutoner (Arvidsjaur- och Antakgraniter), dels som mer inhomogena, sammansatta massiv med mindre intrusioner av monzodiorit, diorit och gabbro. I kartbladsområdets sydvästra hörn utgörs berggrunden av sen- till postorogen Adakgranit. Sedimentära bergarter uppträder i den sydvästra delen av 24J SV samt som mindre inlagringar i de vulkaniska bergarterna. En preliminär och förenklad berggrundsgeologisk karta över kartbladen 24J Arvidsjaur visas i figur 1.

### GEOLOGI

*Benno Kathol*

#### Inledning

Årets undersökningsområden ligger helt i Arvidsjaurdistriktet, dvs. norr om gränsen mellan Skelleftefältets marina facies i söder och en anslutande terrestrisk facies i norr. Berggrunden i de undersökta områdena består till övervägande delen av intrusioner av GSM-typ och vulkaniska bergarter tillhörande Arvidsjaurgruppen. Tidigare arbeten som berör de undersökta områdena eller bergarterna är Grip (1935, 1946), Falk (1973) och Muller (1980). En detaljstudie av vulkaniter och en granit ges av Rapp (1996) och Kathol & Rapp (1996). Regionala deformationszoner i bl.a. Arvidsjaurområdet behandlas av Bergman Weihed (1997). Zirkondateringar (U-Pb) från 24J Arvidsjaur presenteras av Skiöld m.fl. (1993) och Kathol & Persson (1997).

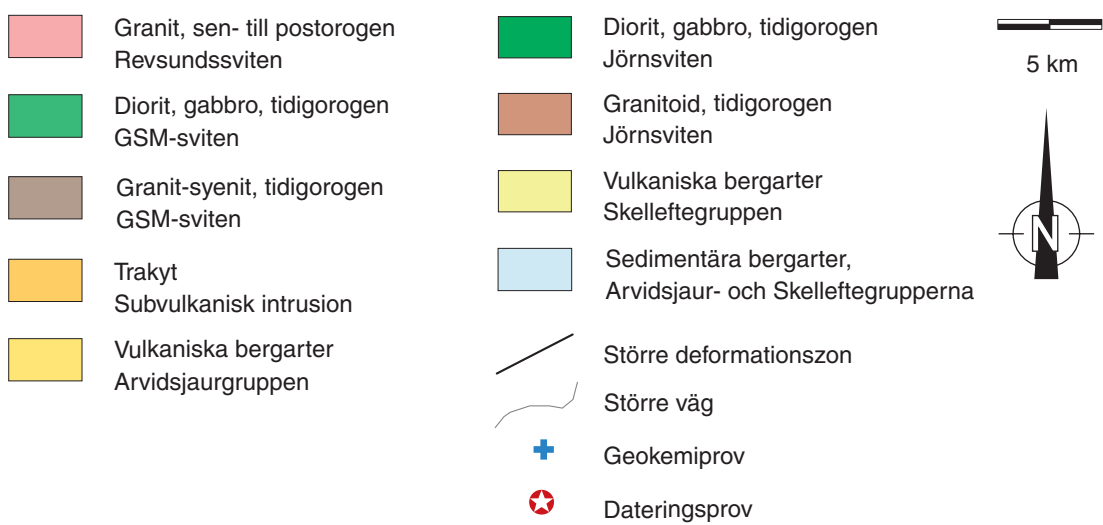
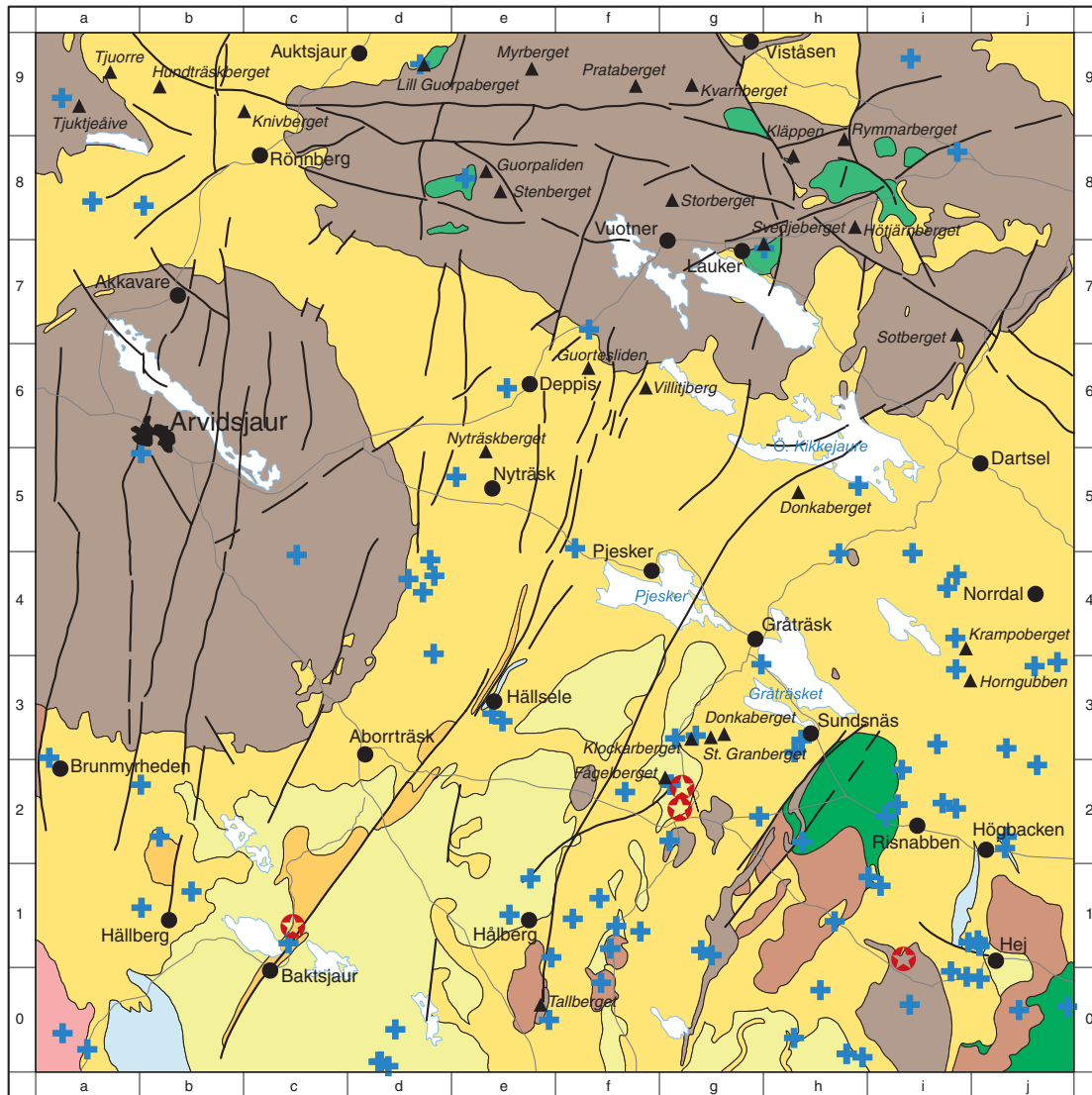


Fig. 1. Preliminär och förenklad berggrundsgeologisk karta över kartbladen 24J Arvidsjaur med lägen för geokemi- och dateringsprover.

## Undersökningarnas omfattning

Den fältgeologiska undersökningen 1999 inleddes i början av juni och avslutades i slutet av augusti. Medhjälpare under sommaren har varit Charlåtta Brandt och Magnus Frumerie från institutionen för geologi och geokemi vid Stockholms universitet.

Tabell 1. Data från den geologiska undersökningen.

Tidsperiod	1999	1994–1999
Extrageologer	5 månader	22 månader
Kartbladsgeolog	2 månader	10 månader
Observerade hållar/hällområden	745	2478
Karterad yta	425 km <sup>2</sup>	2500 km <sup>2</sup>
Bergartsprover	255	942
Prover för kemisk analys	13	98
Dateringsprover	1	4

Lägen för geokemi- och dateringsprover visas i figur 1.

## Ytbergarter

Vulkaniska bergarter har under 1999 års kartering påträffats i flera områden. Berggrunden mellan Tjuorre (9a) och Rönneberg samt på Guortesliden (6f) består av ryoliter och daciter. Andesiter uppträder på Villitjberg (6f) och öster därom. I vulkanitområdet i nordöstra hörnet av 24J NO är berggrundens sammansättning mera varierande med ryolitiska till andesitiska led. Detta gäller också för området mellan Gråträsket och den östra kartbladsgränsen. Områdena söder om Gråträsket och öster om Östra Kikkejaure domineras av relativt homogena, brunröda ignimbritiska ryoliter, och mot sydväst ansluter andesitiska lavar och tuffer. Merparten av de under sommaren observerade vulkaniterna är vulkanoklastiter, men lavar uppträder, om än underordnat, i de flesta undersökta områdena.

Som tidigare nämnts är blottningsgraden ganska dålig och dessutom varierande i många områden inom Arvidsjaurbladen. Detta medför att det inte var möjligt att etablera ett för hela området giltigt stratigrafiskt schema inom Arvidsjaurvulkaniterna. Generellt tyder dock det mesta på att den vulkaniska utvecklingen i stort sett gick från mafiska mot felsiska led. Dessa förhållanden råder också i det bättre blottade området söder om Gråträsket. Genom uppåtbestämningar (korsskiktning och erosionsytor) i andesitiska lagrade tuffer på Stora Granberget (3g) och genom observerade kontaktförhållanden kunde följande stratigrafi (räknat nerifrån) för detta område etableras.

- Sulfidförande ryodaciter av Fågelbergstyp som räknas till Skelleftegruppen.
- Andesitiska lagrade tuffer (Stora Granberget) med enstaka inlagrade lavaflöden.
- ”Medelporfyriska” andesitiska lavar med tuffer.
- Ignimbritiska ryoliter som i Sundsnäs stenbrott.

I den andesitiska lagerföljden uppträder mindre, oregelbundet formade kroppar av koherenta, kvarts-fältspatporfyriska ryoliter som anses vara subvulkaniska motsvarigheter till de ignimbritiska ryoliter som förekommer söder om Gråträsket. På bergryggen ovanför stenbrottet vid Sundsnäs uppvisar ryoliten reliktperlitisk textur, vilket tyder på hög svetsningsgrad och partiell uppsmältning inom ignimbritflödena.

Vulkanoklastiter som bildats under höga temperaturförhållanden har även observerats i andra sammanhang. Vid Hundträskberget (9b) uppträder en breccia med delvis rundade, 1–30 cm stora



Fig. 2. Kvarts-fältspatporfyrisk, ignimbritisk ryolit vid Sundsnäs stenbrott (3h).



Fig. 3. Perlitisk ryolit på bergryggen ovanför Sundsnäs stenbrott (3h). Perlitisk textur bildas genom hydration av vulkaniskt glas i lavar, subvulkaniska intrusioner eller tätt svetsade ignimbriter.



Fig. 4. Kontakt mellan GSM-granit (nedan) och felsisk vulkanit av Arvidsjaurtyp (ovan) i sydsluttningen av Sotberget (6-7i). Bilden är tagen mot söder.



Fig. 5. Sammansatt gång ("sheeted dyke") som skär genom ryodaciter av Skelleftetyp i det jordavrymda området ovanför stenbrottet vid Fågelberget (2g). Den centrala intrusionen består av en porfyrisk dacit, de yttre, smalare av basaltisk andesit. Den centrala intrusionen betraktas som matargång till vulkaniter av Arvidsjaurtyp. Bilden är tagen mot väster.



Fig. 6. Kvartssprickor och -sliror i andesit öster om Donkaberget (3g).



Fig. 7. Nyöppnat stenbrott i basalt. Sydsluttningen av Tallberget (0e) söder om Hållberg. Bilden är tagen mot norr.

fragment. Breccian är polymikt, fragmentstödd och dåligt sorterad. Matrixen består av en dacitisk, ströfkornsförande vulkanisk bergart, vilket tyder på att breccian har bildats nära kratern i en ignimbritisk miljö ("lag fall breccia"). Även vid Nyträskberget (5e) finns en vulkanisk breccia med vulkanisk matrix. Klasterna är här upp till en halv meter stora och består delvis av flödesbandade vulkaniter. Vissa stora klaster är i sin tur fragmenterade i mindre bitar med pusselpassning. Matrixen är litofysförande. Eftersom litofyser vanligen uppstår under devitrifiering av glasiga lavar eller starkt svetsade vulkanoklastiter bör denna breccia ha bildats under hög temperatur. Brecciorna vid både Hundträskberget och Nyträskberget anses antyda lägen för vulkaniska centra i Arvidsjaurvulkaniterna.

Ett exempel på omlagrade, grovklastiska bergarter finns öster om Villitjberg (6f) där en dacitisk till andesitisk, polymikt breccia uppträder i en sekvens av andesitiska lavar och vulkanoklastiter. Breccians klastfördelning är bimodal, grundmassan är grusaktig med korn upp till 2 cm i diameter. Grundmassans beskaffenhet, klasternas sortering samt rundningen av de större klasterna tyder på transport och omlagring av det ursprungliga vulkaniska materialet i en akvatisk (vattenförande) miljö.

## Djupbergarter

Djupbergarterna i de norra massiven är för det mesta röda, ljust röda eller rödbruna, fin- till medelkorniga graniter. Grovkornig granit förekommer ställvis på Guorpaliden (8e) och nordväst om Prataberget (9f). Grå granit har observerats på Knivberget (9c) sydväst om Auktsjaur, på Storberget (8g) norr om Vuotner, på Guorpaliden (8e) och på Myrberget (9e) mellan Auktsjaur och Viståsen. Rostfärgning i granit har iakttagits på Hötjärnberget (8h) öster om Lauker, vid Krokaforsen (9i) och söder om Kvarnberget (9g) sydost resp. sydväst om Viståsen.

På Sotberget (6i) är kontakten mellan GSM-granit och Arvidsjaurvulkanit blottad. Kontakten uppfattas av följande anledningar som intrusiv:

- Klippa strukturer i vulkaniten vid kontakten mot graniten.
- Det allmänna uppträdandet av båda bergarterna i hållområdet (tät "interfingering").
- Kontaktmetamorfa zoner i vulkaniten längs kontakten.
- Järnutfällning på kvartskorn i vulkaniten, dvs. i det kallare mediet.
- "Drag structures" i graniten längs kontakten.

De mindre dioritintrusionerna inom GSM-massiven söder om Auktsjaur och mellan Lauker och Viståsen verkar vara knutna till nordliga fortsättningsgrenar av den regionala Deppis-Näslidendeformationszonen. Dioritintrusionerna vid Svedjeberget (7g-h), Guorpaliden (8e) och Lill Guorpaberget (9d) liknar det större dioritmassivet av Jörntyp nordväst om Risnabben, både i huvud- och spårelementsammansättningarna. Enda undantaget är en Eu-anomali som finns i dioriter av Jörntyp men inte i de nämnda mindre kropparna. De hänförs till GSM-sviten eftersom de saknar Jörngraniternas Eu-anomali och är helt omslutna av GSM-graniter. Dessutom har magmablandningsstrukturer observerats på Svedjeberget (7g-h), på Kläppen (8h) och öster om Rymmarberget (8h). Den geokemiska likheten mellan de basiska leden i Jörn- och GSM-sviterna tolkas som att de olika magmorna deriverats samtidigt och från samma mantelmateriale. De mer utvecklade felsiska smältorna av Jörn- resp. GSM-typ blev fraktionerade på olika sätt genom att de intruderade i skilda tektoniska miljöer.

På Stenberget (8e) är övergången mellan ryolitisk subvulkanit, porfyrisk och ytnära GSM-granit samt vanlig GSM-granit blottad. Dessa gradvisa övergångar mellan subvulkanit och granit på relativt korta avstånd har observerats på flera ställen och verkar vara ett vanligt fenomen i GSM-massiven i de norra delarna av kartområdena 24J Arvidsjaur och 24K Älvsbyn.

## Gångbergarter

Den sammansatta gången vid Fågelberget (2g, Kathol & Triumf 1997, 1998) skär igenom en deformerad sekvens av marina ryoliter av Skelleftetyyp. Den inre intrusionen korreleras med hjälp av spårelementspektra med daciter av Arvidsjaurtyp, och gången betraktas som en matargång till Arvidsjaurvulkaniterna. Detta innebär att dessa åtminstone ställvis överlagrar vulkaniter av Skelleftetyyp. Den inre intrusionen har daterats (U-Pb, zirkon) till  $1877 \pm 15$  Ma vilket motsvarar åldrar som tidigare erhållits i Arvidsjaurvulkaniter (Skiöld m.fl. 1993 och Kathol & Persson 1997). Vidare undersökning av gången vid Fågelberget ingår i ett internt FoU-projekt vid SGU och skall behandla en eventuell tidigvekokarelsk deformation och metamorfos i Skelleftefältområdet. I det här fallet skall kontakten mellan gången och värdbergarten undersökas mikrostrukturellt. Frågan är om deformationen i värdbergarten fortsätter in i gången eller ej. Dessutom har ett dateringsprov av värdbergarten lämnats till LIG på Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm.

På Guortesliden (6f) finns ett antal nord-sydligt strykande gångar i en dacit. Gångarna tolkas som matargångar till i närheten förekommande ryoliter. Även detta förhållande indikerar en utveckling från basiska till surare lavar.

Andesiterna öster om Villitjberg (6f) genomslås av felsiska, porfyriska och relativt högmagnetiska vulkaniska brecciagångar. Dessa stryker huvudsakligen i nord-sydlig riktning och kan vara en av orsakerna till de nord-sydliga magnetiska anomalier på 24J SO och NO, som tidigare beskrivits från Donkaberget (Kathol & Triumf 1999).

## Metamorfos

Metamorfosgraden i det karterade området ligger inom grönskifferfacies. Primära strukturer och texturer är i allmänhet väl bevarade. Epidotomvandling av främst fältspatströkorn och litofyser samt kloritisering förekommer.

Andesiterna mellan Klockarberget (3g) och Sundsnäs uppvisar mycket kvarts i amygduler, sprickor och sliror. Kislet till denna hydrotermala omvandling härstammar troligen från de kvarts-fältspatporfyriska ignimbritiska ryoliter som finns söder om Gråträsket och som överlagrar andesiterna.

## Strukturgeologi

De flesta vulkaniska bergarter som undersökts under sommaren 1999 uppvisar inga eller enbart svaga tecken på en tektonisk deformation. Undantag finns dock runt Krampoberget (4i) och Horn-gubben (3i), på Villitjberg (6f) samt norr om Norrdal, där en utpräglad nord-sydlig foliation uppträder i zoner som är flera tiotals meter breda. I området norr om Hällsele har grenar av Deppis-Näslidendeformationszonen observerats. De är utbildade som distinkta, flera meter breda zoner av mylonit.

Exempel på deformationszoner i granitområdena är blottade öster om Rymmarberget (8h) och längs Vistån nordväst om Prataberget (9f).

## Naturresurser

I sydslutningen av Tallberget (0e) vid Hållberg har nyligen ett stenbrott öppnats i en enklavförande, massformig men något uppsprucken metabasalt. Bergarten används till produktion av krossberg, troligen för vägbeläggningsändamål.

I hållarna på Lill-Klockarberget (3g) finns en liten skärpning i rostiga, sulfidförande ryodaciter av Skelleftetyyp. Vid Fågelberget (2g) bryts liknande vulkaniter till makadam.

## GEOFYSIK

*Carl-Axel Triumf*

### Inledning

Årets fältarbete omfattade huvudsakligen undersökningar i området 24J NV, även om mindre insatser också utfördes i andra områden. Arbetet under hösten har koncentrerats till bearbetning av sommarens insamlade material och tolkning av geofysiska data från 24J NV och NO. Viss revidering av tidigare tolkningar av data från 24J SV och SO motiverades av nytt insamlat material. Modellering utfördes av data från tyngdkraftsmätningar och magnetometri över de centrala och västra delarna av storrutan 24J.

### Undersökningarnas omfattning

De geofysiska fältundersökningarna omfattar parameterprovtagning, spektrometri samt susceptibilitetsmätningar på håll (tabell 2).

Tabell 2. Geofysisk undersökningsinsats.

Tidsperiod	1999	1995–1999
Extrageofysiker	–	2,3 månader
Geofysiker	1 månad	4,4 månader
Undersökta lokaler	121	356
D:o med spektrometri	102	271
Parameterprov	85	363

Lägen för samtliga lokaler där provtagning eller mätning utförts t.o.m. 1999 framgår av figur 8. Totalt ingår nu 745 lokaler i den geofysiska fältundersökningen.

### Resultat

Årets fältarbete fokuserades till de norra delarna av kartområdet och gynnades av god väderlek. Under hösten 1999 har en tolkning av geofysiska data från 24J NV och NO utförts och resultatet redovisas i figur 9. Tolkningen baserar sig huvudsakligen på resultaten av parameterbestämningar, susceptibilitetsmätningar på håll, spektrometri och geologiska observationer i samband med provtagningen. Densiteten har varit ett viktigt stöd, vid sidan av direkta hålobservationer, för att göra en preliminär, grov litologisk indelning. I de relativt komplexa vulkanitdominerade bergvolymerna har högpasstrerering av tyngdkraft och magnetometri varit nödvändig för att kunna studera utbredningen av de enskilda litologiska enheterna.

Relativt omfattande modelleringar av det magnetiska totalfältet och tyngdkraften utfördes både före och efter fältsäsongen. Inom gränserna för NV-bladet modellerades ett antal profiler, varav resultatet från en redovisas i figur 10. Profilen börjar i Arvidsjaurdomen och fortsätter drygt 30 kilometer i nordostlig riktning, varvid den passerar det vulkanitstråk som ligger inklämt mellan Arvidsjaurdomen och det granitområde som dominerar gränstrakterna mellan 24J NV och NO. Vulkanitstråket stupar in under Arvidsjaurdomen med 40–60 grader, vilket redan postulerats av Nisca (1979). Vulkanitstråkets norra, kontaktnära del tycks domineras av sura till intermediära vulkaniter, och resultaten av modelleringarna indikerar att den norra kontakten stupar något brantare mot nordnordost.

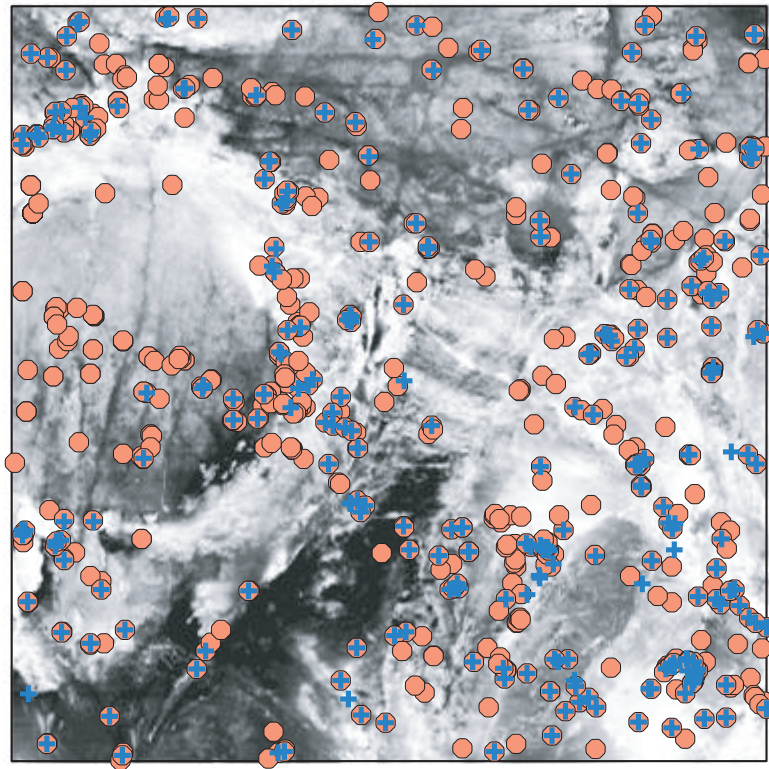


Fig. 8. Lokaler där geofysiska undersökningar utförts t.o.m. 1999. Bakgrund är kartan över det magnetiska totalfältet i gråskala där ljus ton motsvarar hög intensitet. Orange punkter markerar besökta lokaler (parameterprovtagning och/eller susceptibilitetsmätning på håll), blå kors markerar de lokaler där också spektrometri utförts.

Preliminära modelleringar av en tyngdkraftsanomali i centrala delen av 24 J Arvidsjaur redovisades i Kathol & Triumf (1999). Modelleringarna förfinades under 1999 och visar att anomalibilden orsakas av en omkring 5 km djup bergvolym som består av andesit (genomsnittlig densitet  $2820 \text{ kg/m}^3$ ) till cirka 60 % (volyms-), medan den resterande delen upptas av ryolit till ryodacit (densitet  $2630\text{--}2680 \text{ kg/m}^3$ ) och dacit (omkring  $2750 \text{ kg/m}^3$ ). Mycket tyder alltså på att andesiterna som dominerar i Skavlidenområdet stupar förhållandevis flackt in under de sura till intermediära vulkaniter som finns under sjöarna Pjesker och Gråträsket.

Den kompletterande provtagningen i området 24J SV gav en del viktig information. I anslutning till den markerade rörelsezon som löper i nordnordostlig riktning genom de centrala delarna av storrutan 24J förekommer smala, tydliga magnetiska anomalier vars orsak nu upptäckts i håll. Strax söder om Karlsberg vid Ante-Kalleberget finns ett ryolitdominerat hållområde där en markerad skjuvzon innehåller en mörk bergart som också är kraftigt skjuvad. Den mörka bergarten har en densitet ( $2721 \text{ kg/m}^3$ ) som kontrasterar mot ryolitens ( $2615 \text{ kg/m}^3$ ). Dess magnetiska susceptibilitet är omkring  $5000 \times 10^{-5} \text{ SI}$ . Anomalierna tycks alltså orsakas av intermediära gångar.

Den kompletterande provtagningen inom 24J SV medför en del förändringar av den tidigare kartbilden, främst i de nordöstra delarna av området.

Vidare kan nämnas att spektrometri på de andesiter som förekommer strax söder om Arvidsjaurdomen, vid gränsen mot 24 I Storavan, visar högre kaliumhalter än vad som ansetts typiskt för andesiter i Arvidsjaurgruppen. Detta förhållande kan också följas in i området 24 I Storavan och omvandlingsprocesser är en av möjliga orsaker som diskuterats.

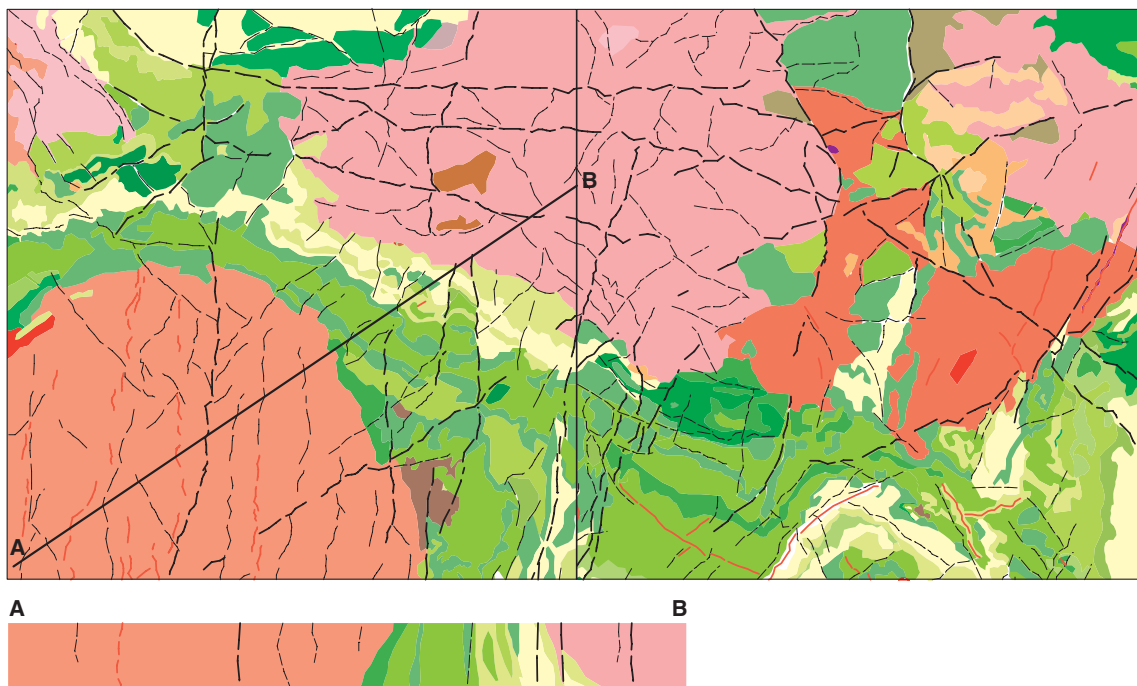


Fig. 9. Resultat av tolkning av geofysiska data över kartbladen 24 J Arvidsjaur NV och NO. Gula punkter markerar lokaler som undersökts geofysiskt. Rosa-röda områden markerar granitoider av olika typer. Gula och ljusgröna områden markerar ryoliter med olika magnetiseringsnivåer medan mellangröna områden motsvarar ryodaciter och daciter med olika magnetiseringsnivåer. Mörkgrönt och brunt markerar andesit resp. basalt. Violetta linjer är olika magnetiska gångar, huvudsakligen med mafisk sammansättning. Svarta linjer med olika bredd markerar tolkade tektoniska lineament.

Profil A–B visar sammanfattande resultat av modellering av geofysiska data längs en profil.

## LITTERATUR

- Bergman Weihed, J., 1997: Regional deformation zones in the Skellefte and Arvidsjaur areas. *Final research report of SGU-project 03-862/93. Sveriges geologiska undersökning*, 35 s.
- Falk, L., 1973: Vulkaniska gråvackor och vulkaniter i Arvidsjaurfältet. *Sveriges geologiska undersökning BRAP 00170*, 1–117.
- Grip, E., 1935: Die Arvidsjaurporphyre. Eine archaische Effusivgesteinsreihe im nördlichen Schweden. *Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala* 25, 135–220.
- Grip, E., 1946: Arvidsjaurfältet och dess förhållande till omgivande berggrund. *Sveriges geologiska undersökning C 474*, 1–31.
- Kathol, B., 1995: Berggrunden på kartbladet 24J Arvidsjaur SO. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1994. Sveriges geologiska undersökning Rapporten och meddelanden nr 79*, 115–118.
- Kathol, B. & Persson, P.-O., 1997: U-Pb zircon dating of the Antak granite, northeastern Västerbotten County, northern Sweden. I T. Lundqvist (red.): *Radiometric dating results 3, Division of Bedrock Geology, Geological Survey of Sweden. Sveriges geologiska undersökning C 830*, 6–13.
- Kathol, B. & Rapp, C., 1996: Comagmatic origin of a granitic intrusion (Antak granite) and felsic volcanic rocks (Hej volcanites) in the Arvidsjaur district, Västerbotten-Norrbottnen, Sweden. *GFF 118, Jubilee Issue*, A16–17.
- Kathol, B. & Triumf, C.-A., 1996: Kartbladen 24J Arvidsjaur. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1995. Sveriges geologiska undersökning Rapporten och meddelanden nr 84*, 111–117.

- Kathol, B. & Triumph, C.-A., 1997: Kartbladen 24J Arvidsjaur. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1996. Sveriges geologiska undersökning Rapporten och meddelanden nr 89*, 71–80.
- Kathol, B. & Triumph, C.-A., 1998: Kartbladen 24J Arvidsjaur. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1997. Sveriges geologiska undersökning Rapporten och meddelanden nr 97*, 72–81.
- Kathol, B. & Triumph, C.-A., 1999: Kartbladen 24J Arvidsjaur. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1998. Sveriges geologiska undersökning Rapporten och meddelanden nr 98*, 75–84.
- Muller, J.-P.E., 1980: *Geochemical and petrophysical study of the Arvidsjaur granitic intrusion, Swedish Lapland*. Thèse No 1965, Université de Genève, 189 s.
- Nisca, D., 1979: *Interpretation of aero-magnetic survey*. Figur sidan 62 i Muller, J.-P.E., 1980: *Geochemical and petrophysical study of the Arvidsjaur granitic intrusion, Swedish Lapland*. Thèse No 1965, Université de Genève, 189 s.
- Rapp, C., 1996: *Physical volcanology and geochemistry of the Svecofennian Hej-area, Arvidsjaur district, northern Sweden*. Opublicerat examensarbete vid Institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet, 31 s.
- Skiöld, T., Öhlander, B., Markkula, H., Widenfalk, L. & Claesson, L.-Å., 1993: Chronology of Proterozoic orogenic processes at the Archaean continental margin in northern Sweden. *Precambrian Research* 64, 225–238.

E-post: [benno.kathol@sgu.se](mailto:benno.kathol@sgu.se)      [karl-axel.triumf@sgu.se](mailto:karl-axel.triumf@sgu.se)

## Kartbladen 24L Luleå

**Anders Wikström och Johan Söderman**

### ALLMÄN INLEDNING

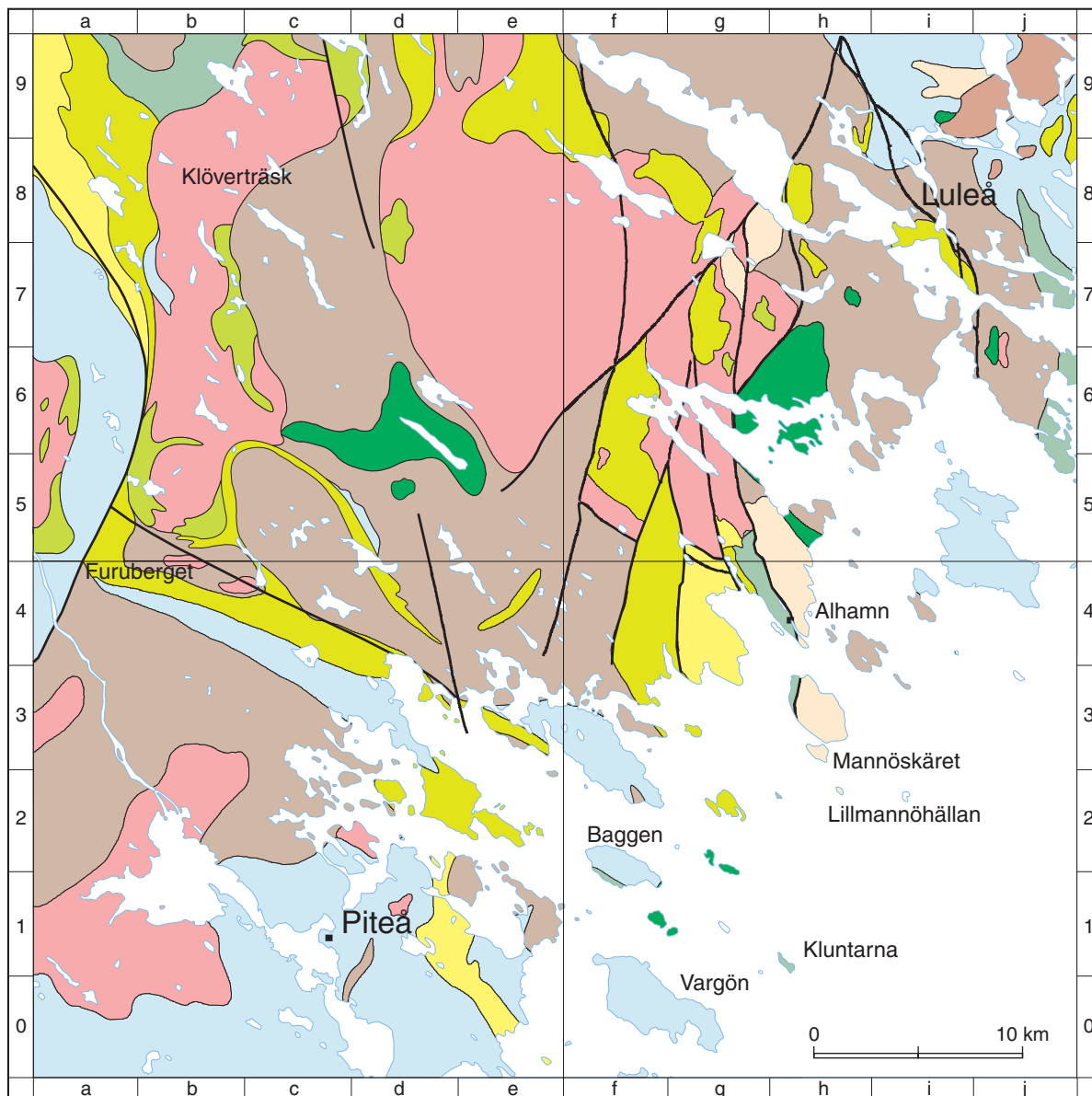
Fältarbeten i kartområdet 24L Luleå har bedrivits ca 4 veckor under 1999 års fältsäsong. De geologiska arbetena har i huvudsak ägnats åt revidering av tidigare utförd kartering. Några dagar i augusti med bra väder har också ägnats åt att besöka de yttersta skären i Piteå skärgård som inte kunnat nås under tidigare säsonger.

Slutkursjonen för kartområdet ägde rum 20–21 augusti.

En översiktlig geologisk kartbild över området visas i figur 1 och arbeten pågår med att framställa manus för publikation i skala 1:50 000.

I samarbete med Avdelningen för fasta jordens fysik vid Uppsala universitet och Luleå tekniska universitet har en seismisk undersökning utförts längs en linje över den norra delen av 24L NV. Det främsta motivet för undersökningen har varit att försöka spåra arkeisk berggrund i området. Undersökningen genomfördes i augusti men mätningarna har ännu inte bearbetats färdigt.

Parallellt med denna kartläggning har också ett doktorsarbete bedrivits i bl.a. Luleåområdet för att spåra kvantiteten arkeisk berggrund vid magmabildningen för områdets intrusivbergarter (Mellqvist 1999). Denna avhandling har ventilerats vid Luleå tekniska universitet under hösten 1999.



- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| — | Tektoniskt lineament                      | ■ | Sur vulkanit                                    |
| ■ | Yngre granit (ca 1800 milj år)            | ■ | Intermediär vulkanit                            |
| ■ | Yngre gabbro (ca 1800 milj år)            | ■ | Basisk vulkanit                                 |
| ■ | Granodiorit, porfyrisk "Degerbergsgranit" | ■ | Sedimentbergart, i allmänhet ådergnejsomvandlad |
| ■ | Tonalit/Granodiorit                       | ■ | Arkeisk gnejs                                   |
| ■ | Diorit/Gabbro (ca 1880 milj år)           |   |   |

Fig. 1. Översiktlig berggrundskarta över bladen 24L Luleå.

## GEOLOGI

Ett geologiskt ställningstagande har gjorts i några speciella frågor som här skall redogöras för i korthet.

Den första gäller det granitfragmentförande s.k. Fagervikskonglomeratet (fig. 2A), som beskrivits bl.a. av Åhman (1953). Det uppfattas numera som en, på den dåvarande jordytan avlagrad, vulkanisk motsvarighet till det subvulkaniskt intrusivt bildade "Bälinge Konglomeratet" (Wikström m.fl. 1996). Bildningen i Fagervik som uppfattas som denna enhets undre del underlagras av en vulkanisk sandsten som i sin tur har avsatts på en basaltisk lava (fig. 2B). "Konglomeratets" övre delar väster om Dravelsviken kännetecknas av ett betydligt surare matrix och av att fragmenttätheten är betydligt mindre. Goda belägg för att likartade bildningar också är intrusiva kan studeras bl.a. vid Åhmans (1953) konglomeratlokal öster om Inre hamnen (Alhamn) i gränzonen till hans "grå gnejs". Grundmassan i denna senare bildning går inte att skilja från grönstensgångar i hans kartenhet "grå gnejs" och granitfragmenten visar också samma delvis upplösta karaktär som är vanlig i "Bälinge Konglomeratet".

Hela ovannämnda, brantstående vulkaniska komplex är i kontakt med arkeiska bergarter på Mittihedberget. Ingen pålagringskontakt har iakttagits (Åhmans beskrivning har inte kunnat verifieras) och några egentliga tecken på en mer omfattande isoklinalveckning har heller inte kunnat spåras. Den arkeiska berggrunden på Mittihedberget är starkt deformerad (fig. 2C) och tanken f.n. är att de arkeiska partierna är tektoniskt inskjuvade i de yngre ytbergarterna. Tolkningen försvåras av en rikedom på massformiga, yngre graniter med åtföljande grönstenar som intruderat i detta område.

En annan fråga rör ett område i de centrala delarna av 24L NV. Det gäller den kartenhet som vid en tidigare kartläggning (Lilljequist 1979) betecknats som sedimentgnejs och som omsluter dels en rundad gnejsdom vid Riskölen och dels en mer bågformad struktur söder därom. De båda senare består väsentligen av granodioriter och betraktades av Lilljequist som delar av arkeikum. Strukturerna studerades även av Sjöström (1983) för att utröna om diapirprocesser kunde förklara deras bildning. Sedimentgnejserna enligt Lilljequist (1979) uppfattas här väsentligen som heterogena, magmablandade, starkt deformerade och ådergnejsomvandlade ortognejser. I den södra delen av detta område har skjuvstrukturer med normal, relativ rörelse och en flack stupning mot söder iakttagits (fig. 2D).

En tredje företeelse som kommit att framstå tydligt under revisionsarbetet, är att de två yngre (ca 1800 milj. år gamla) granitmassiven, Alemassivet i öster och Vitbergsmassivet i väster, har en tydlig "normal" zonerings mot likåldriga grönstensen intrusioner. Detta innebär att djupgrönstenarna samt hybridformer med jämnåldriga graniter och syeniter är betydligt vanligare i massivens randzoner än i de centrala delarna. Förhållandet observerades redan av Öhlander & Schöberg (1991) när det gäller Alegranitens sydöstra kontakt men fenomenet tycks präglade båda massiven generellt (fig. 2E). En speciell karaktär, med fragment av anortosit eller större plagioklaskristaller, har en sådan gabbro vid Eriksberg (fig. 2F).

Den kartläggning som utfördes i det yttersta havsbandet innefattade bl.a. de välblottade Pitekluntarna med olika strukturer som är karaktäristiska för basisk vulkanism på havsbotten (fig. 2G och 2H).

En något utförligare sammanställning över områdets geologi kommer att tryckas som en kortfattad beskrivning på berggrundskartorna.

## GEOFYSIK

Under året har antalet gravimetermätningar i kartområdet utökats till ca 750. De flygmätningar som finns nämns i förra årets fältrapport (Wikström & Sträng 1999). Kartområdet 24L SV har generellt sett en lägre relief i den magnetiska anomalibilden än 24L NV, som mer påminner om de östliga områdena (se fig. 3, Wikström & Sträng 1999).



Fig. 2a. "Fagervikskonglomeratet" med rundade granitfragment. Fagervik (4g).



Fig. 2b. Vulkanisk sandsten överlagrande basaltisk lava. Ca. 1 km sydost om Fagervik.



Fig. 2c. Starkt deformerad arkeisk gnejs genomsatt av massformig yngre granit till höger och hybridiserad, deformerad grönstengång nere till vänster i bilden. Mittihedberget (5g).



Fig. 2d. Magmablandad, starkt deformerad och ådergnejsomvandlad ortognejs. Avgränsade, sydligt stupande skjuvzoner med normalt, extensionsbetingat rörelsemönster. Bilden tagen mot väster på brant hällyta. Långträskberget (6d).



Fig. 2e. Magmablandningsstrukturer i Alemassivets västra randzon. Alhällorna (8d).



Fig. 2f. Stora plagioklaskristaller, anortositfragment och en oregelbunden, sammansatt gång i yngre gabbro. Bodgärdan (9d).



Fig. 2g. Kuddlava. Kluntarna (6h).



Fig. 2h. Horisont med kvartsbreccia inlagrad i kuddlavorna. Kluntarna (6h).

## Fältarbete

Årets geofysiska fältinsats har i huvudsak utförts i kartområdena 24L NV och SV. Fältarbetet utfördes under ca 4 veckor. Insatsen har fokuserats på spektromettermätning. Sammanlagt besöktes 85 lokaler och 199 mätningar utfördes. Parameterprover togs på 20 av dessa lokaler. Kompletterande magnetiska profiler och en spektrometerprofil har mätts i Vallen–Alhamnområdet. Bearbetning av det geofysiska materialet pågår inför den planerade kartutgivningen.

## REFERENSER

- Lilljequist, R., 1979: Uppslagsgenererande kartering på kartbladet Luleå NV. *Sveriges geologiska undersökning BRAP 79013*.
- Mellqvist, C., 1999: *Proterozoic crustal growth along the Archean continental margin in the Luleå and Jokkmokk areas*. Doktorsavhandling, Luleå tekniska universitet.
- Sjöström, H., 1983: Integrated geological-geophysical investigations of some granodioritic gneissose bodies W of Luleå, N Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 105*, 385–386.
- Wikström, A., Mellqvist, C. & Barbarin, B., 1996: The Bälunge conglomerate in northern Sweden reinterpreted as a magmatic, hydraulic breccia. *Terra nova 8*, 166–172.
- Wikström, A. & Sträng, T., 1998: Kartbladen 24L Luleå. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1998*. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 98*, 85–91.
- Åhman, E., 1953: Vallen–Alhamnområdet i Nederluleå socken. *Sveriges geologiska undersökning C 529*, 1–21.
- Öhlander, B. & Schöberg, H., 1991: Character and U-Pb zircon age of the Proterozoic Ale granite, northern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 113*, 105–112.

E-post: anders.wikstrom@sgu.se    johan.soderman@sgu.se

## **REFERENSKARTOR 1:250 000**

### **Syntes av berggrundsgeologisk och geofysisk information, Bergslagen och omgivande områden**

MICHAEL B. STEPHENS, MARTIN AHL, TORBJÖRN BERGMAN, INGMAR LUNDSTRÖM, LENA PERSSON,  
MAGNUS RIPA OCH CARL-HENRIC WAHLGREN

#### **INLEDNING**

Under 1997 påbörjades ett fyraårigt SGU-projekt omfattande Bergslagen och dess närmast omgivande områden i den södra, centrala delen av Sverige, det s.k. Bergslagsprojektet. Projektet syftar främst till att sammanställa och uppdatera befintlig geologisk och geofysisk information inom ett område (fig. 1) som sträcker sig från Linköping i söder till Falun och Hofors i norr och från Kristinehamn i väster till Ålands hav i öster ( koord. 6475000–6750000 och 1400000–1700000 i rikets nät, dvs. motsvarande topografiska kartrutorna 8–13 och E–J). Vidare syftar projektet till att skapa en ny syntes av geologin i detta ur malmgeologisk synvinkel viktiga område. Nära samarbete pågår med tre forskningsprojekt som startade under 1998 och 1999 vid Uppsala respektive Stockholms universitet med ekonomiskt stöd inom ramarna för SGUs externa FoU-program. En sammanfattning av: 1) de databaser som planeras att färdigställas, 2) de olika synteskartor som kommer att framställas i digitalt format i skala 1:250 000 och 3) nyckelteman för särskilda undersökningar (inklusive fältarbeten) finns i Stephens m.fl. (1998). En sammanfattning av verksamhet utförd under 1997 och 1998 presenterades i Stephens m.fl. (1998, 1999).

#### **VERKSAMHET UNDER 1999**

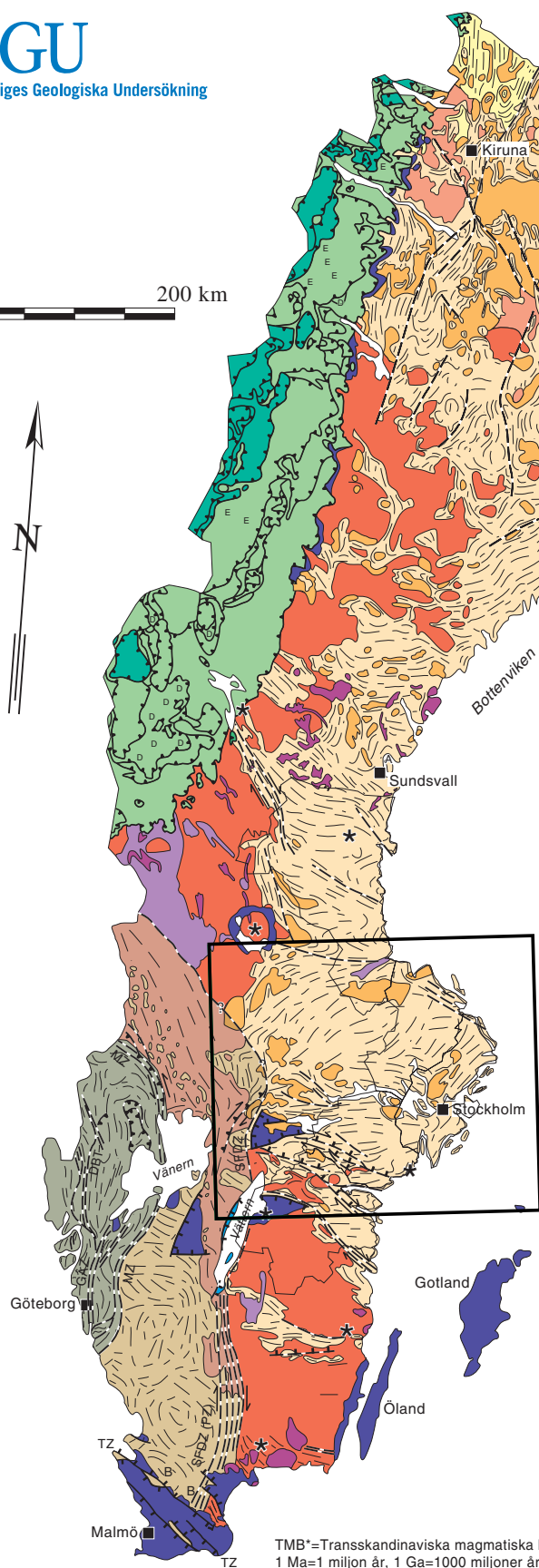
##### **Allmän översikt**

Arbetet under 1999 har omfattat:

1. Sammanställning av befintlig berggrundsgeologisk information över projektområdet i digitalt kartformat avsett för presentation i skala 1:250 000.
2. Uppbyggnad av en databas över mineral- och bergartsresurser.
3. Kompletterande provtagning och mätning för petrofysiska undersökningar.
4. Uppbyggnad av en berggrundsgeokemisk databas samt kompletterande provtagning av bergarter för geokemisk analys.
5. Fältundersökning av stratigrafiska och fysiska vulkanologiska förhållanden i de ca 1,90–1,89 Ga (1 Ga = 1 miljard år) gamla metavulkaniska bergarterna.
6. Tolkning av regionala strukturer utifrån geofysiska och geologiska data.
7. Fältundersökning av regionala strukturer.
8. Kompletterande provtagning för geokronologiska studier (U-Pb-zirkon).

En kortfattad beskrivning av alla dessa aktiviteter följer nedan.

0 200 km



**SVENSKA KALEDONIDERNA (senaste plastiska deformationen ca. 510–400 Ma)**

- Främmande terränger
- Tektoniskt ihoptryckt randzon till kontinenten Baltica. E=Eklogit, D=Diabas

**FANEROZOISKA SEDIMENTÄRA OCH MAGMATISKA BERGARTER SAMT IMPAKTSTRUKTURER**

- Fanerozoiska sedimentära bergarter och diabas
- B Jurassiska och kretaceiska basaltkupper
- A Underkambriskt alkalint magmatiskt komplex (Alnön)
- \* Impaktstruktur

**FENNOSKANDISKA SKÖLDEN**

- Neoproterozoiska klastiska sedimentära bergarter**
- Klastiska sedimentära bergarter

**Svekonorvegiska orogenen (senaste plastiska deformationen ca. 1.10–0.90 Ga)**

- Mellersta och västra segmentet (inkluderande >ca. 1.56 Ga främmande terränger?)
- Vulkaniska och intrusiva bergarter tillhörande TMB\* i östra segmentet (ca. 1.85–1.65 Ga)
- Granit och pegmatit i östra segmentet (ca. 1.85–1.75 Ga)
- Östra segmentet, odifferentierad

**Anorogena intrusioner och suprakrustala bergarter**

- Mesoproterozoiska intrusiva bergarter
- Paleo- till Mesoproterozoiska klastiska sedimentära bergarter och basalt

**Svekokarelska orogenen (senaste plastiska deformationen efter ca. 1.80 Ga i norra Sverige, mellan ca. 1.78 och 1.56 Ga i centrala södra Sverige, och mellan ca. 1.77 och 1.40 Ga i sydöstligaste Sverige)**

- Vulkaniska och intrusiva bergarter tillhörande TMB\* och Revsund-Sorsele-sviten (ca. 1.85–1.65 Ga)
- Granit och pegmatit (ca. 1.85–1.75 Ga)
- Granit, monzonit och underordnade mafiska intrusioner (ca. 1.88–1.86 Ga)
- Vulkaniska och sedimentära bergarter samt kalkalkalina intrusioner (c. 2.7–1.85 Ga)
- Arkeiska bergarter

**PLASTISKA STRUKTURER**

- Kaledonisk överskjutning
- Svekonorvegisk deformationszon, horisontell och revers rörelse
- Svekonorvegisk överskjutning
- Svekokarelsk deformationszon, horisontell och "norra-sidan-ner" rörelse
- Deformationszon, rörelse ökad
- Formlinje, tektonisk foliation

Svekonorvegiska orogenen, SFDZ (PZ)=Svekonorvegiska frontens deformationszon, delvis samma som Protoginonen, MZ=Mylonitzonen, GÄZ=Göta Älvzonen och DBT=Dalslandszonen

**FÖRKASTNINGAR**

- Normalförcastning
- TZ=Tornquistzonen

TMB\*=Transskandinaviska magmatiska bältet  
1 Ma=1 miljon år, 1 Ga=1000 miljoner år

Fig. 1. Huvudgeologiska enheter i den svenska berggrunden. Projektområdet "Bergslagen och omgivande områden" är markerat med en svart linje. Kartan har modifierats efter Stephens m.fl. (1994).

## Digitalisering av befintliga berggrundskartor och täckningsgraden av befintlig geofysisk information

*Befintliga berggrundskartor* i SGUs serier Af och Ai (66 st kartblad i skala 1:50 000, vart och ett täckande en yta av 25x25 km) har sammanställts i enlighet med en för hela projektområdet anpassad teckenförklaring och digitaliserats i skala 1:100 000. Detta arbete har utförts med tanke på en presentation av den berggrundsgeologiska informationen i skala 1:250 000. En något förenklad version presenteras här i skala 1:2 miljoner (fig. 2). Berggrundskartering pågår för närvarande inom flera av de områden som är markerade med ljusgrå färg i figur 2, dvs. 13G Hofors, 11G Västerås NO, 11I Uppsala NV och 10I Stockholm SV och SO. Resultaten av dessa arbeten kommer att införas i Bergslagsprojektets sammanställning under år 2000. Berggrundsgeologisk information från resterande områden hämtas från översiktliga länssammanställningar, som i sin tur huvudsakligen är baserade på äldre (före 1965) berggrundsgeologisk information. Den nya sammanställningen kommer att modifieras under år 2000, i enlighet med resultat från såväl nya fältarbeten utförda under projektets gång som från geofysiska tolkningsarbeten (se nedan).

I projektområdet (fig. 2) förekommer betydande inslag av metasedimentära och felsiska metavulkaniska bergarter. De sistnämnda är delvis ca 1,90–1,89 Ga gamla och är värdbergarter för större delen av mineraliseringarna inom området (se t.ex. Allen m.fl. 1996). Dessa suprakrustala bergarter är intruderade av granitoider och mafiska till ultramafiska bergarter (ca 1,89–1,85 Ga gamla), som på de flesta ställen är starkt deformerade och metamorfoserade, samt av olika generationer av yngre granitoider, syenitoider och mafiska till ultramafiska bergarter (ca 1,85–1,75, ca 1,71–1,67 och ca 1,50 Ga gamla). Vulkaniska bergarter, ca 1,80 och ca 1,70 Ga gamla, uppträder ställvis tillsammans med de yngre intrusiva bergarterna. Mesoproterozoiska sandstenar och konglomerat, mesoproterozoiska och meso- till neoproterozoiska mafiska gångar samt neoproterozoiska sandstenar utgör de yngsta prekambrisk bergarterna. Underpaleozoiska sedimentära bergarter förekommer i två förkastningsbevarade utliggare.

Täckningsgraden av *befintlig geofysisk information* har sammanställts i figur 3. Nya flygmätningar som utförts och publicerats under året är markerade i figur 3a, som visar att i stort sett hela projektområdet idag är täckt med magnetisk information. Bougueranomalikartan (fig. 3b) visar att punktätheten är låg inom några områden. Inom dessa områden har förtätade mätningar utförts under 1999. Flygradiometriska mätningar saknas över några kartblad inom området (fig. 3c). Detta gäller även för flygelektromagnetiska VLF-data (fig. 3d). VLF-data uppmätt med två sändare, vilket innebär att en riktningsoberoende respons erhålls, täcker ca 25% av projektområdet. Vidare finns slingramdata över några få kartblad.

## Databas över mineral- och bergartsresurser

En första preliminär databas över projektområdets mineral- och bergartsresurser finns nu färdigställd och innefattar kortfattad information om ca 6550 fyndigheter (fig. 4). Informationen är lagrad i en accessdatabas med uppgifter (på engelska) om enskilda fyndigheters: 1) namn, 2) läge ( $\pm 50$  m), 3) typ (t.ex. industri- eller sulfidmineralförekomst), 4) vilka metaller, mineral eller bergarter som är eller har varit av betydelse på platsen, 5) ekonomisk status i dagsläget (t.ex. öppen eller stängd gruva), 6) värdbergart och 7) litteraturhänvisningar. Information från databasen tillhandahålls för närvarande av SGUs Malåkontor och data kan levereras digitalt i önskat format. Under år 2000 kommer dessa data att bearbetas för att visuellt kunna presenteras på ett kartunderlag i skala 1:250 000.

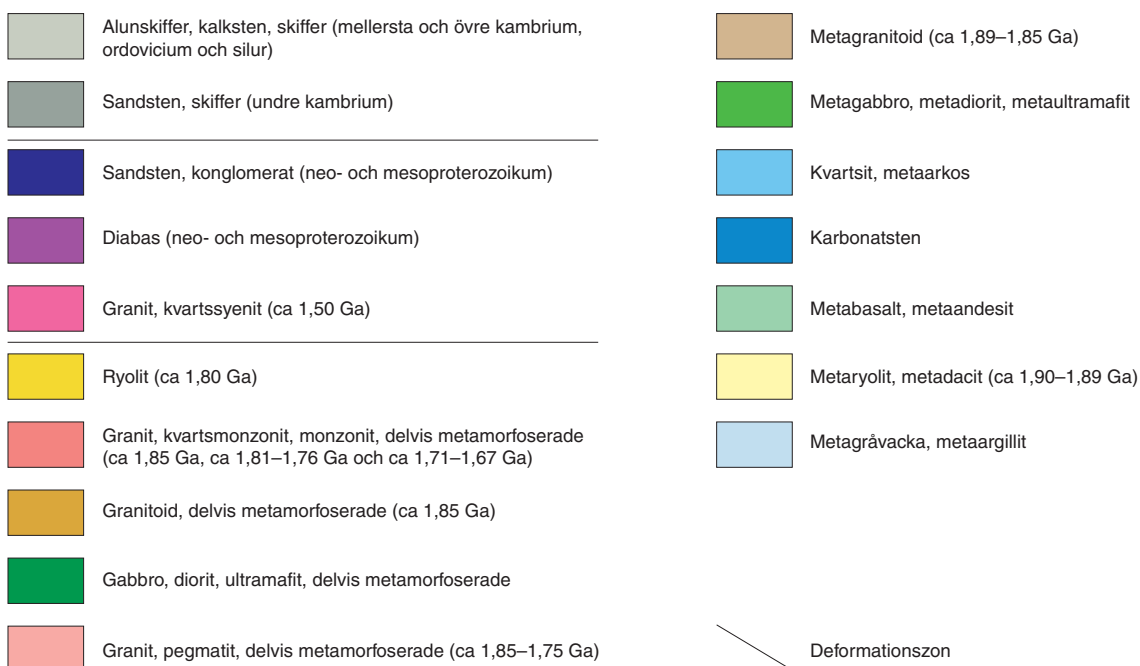
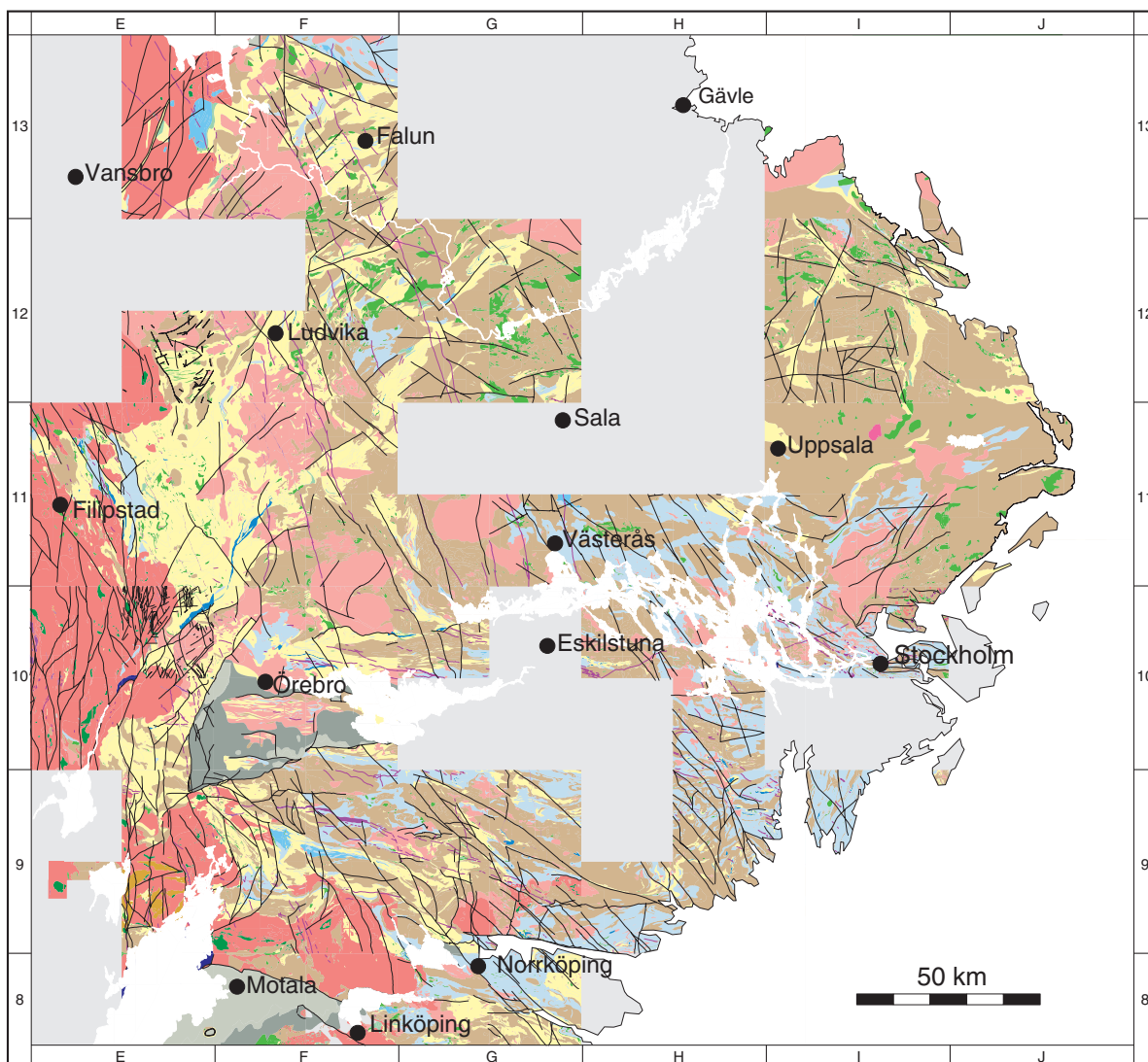


Fig. 2. Berggrundskarta baserad på befintlig berggrundsgeologisk information publicerad i SGUs serier Af och Ai. Sammanställning av berggrundsgeologisk information saknas i områden markerade med ljusgrått.

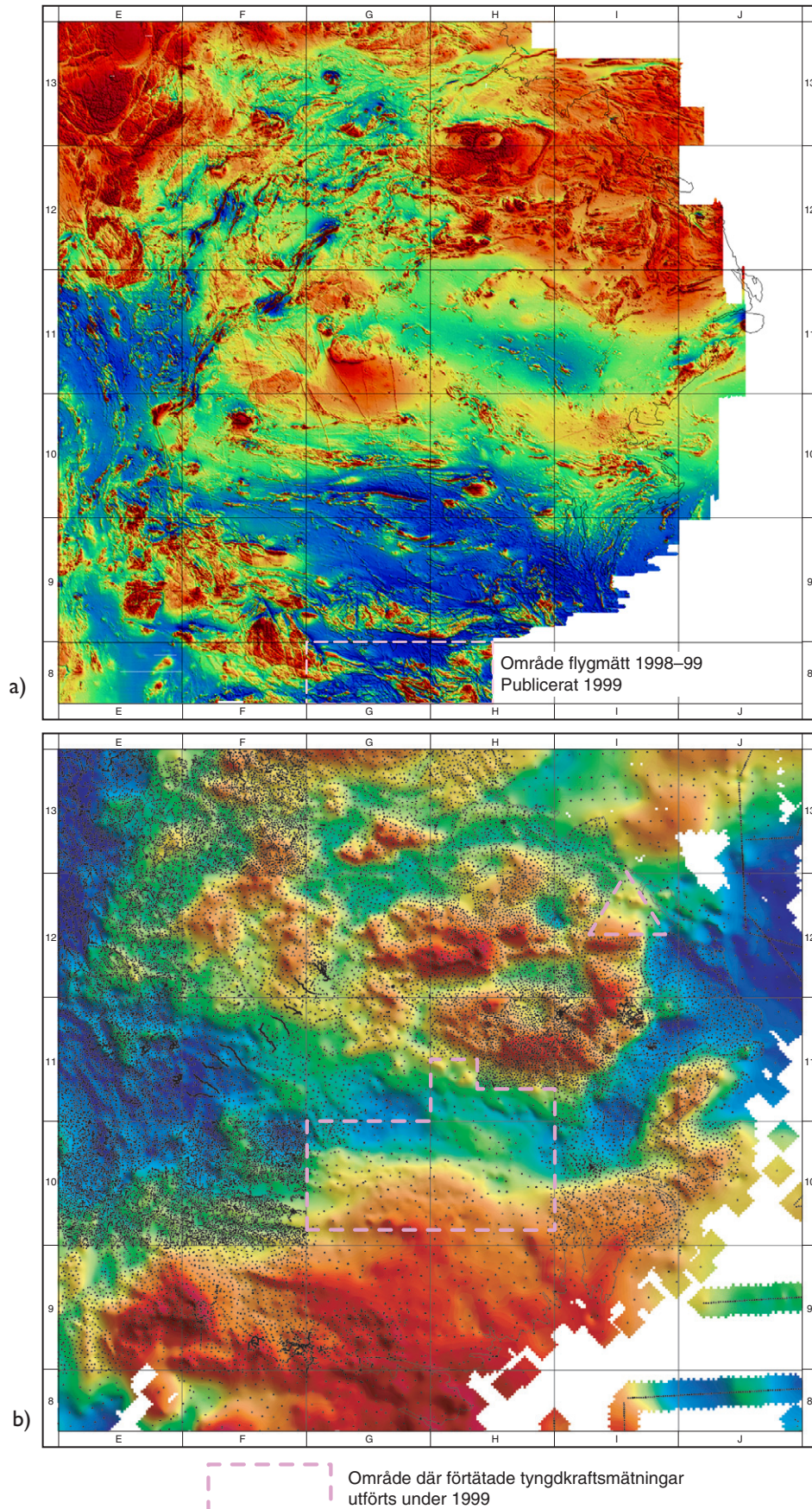
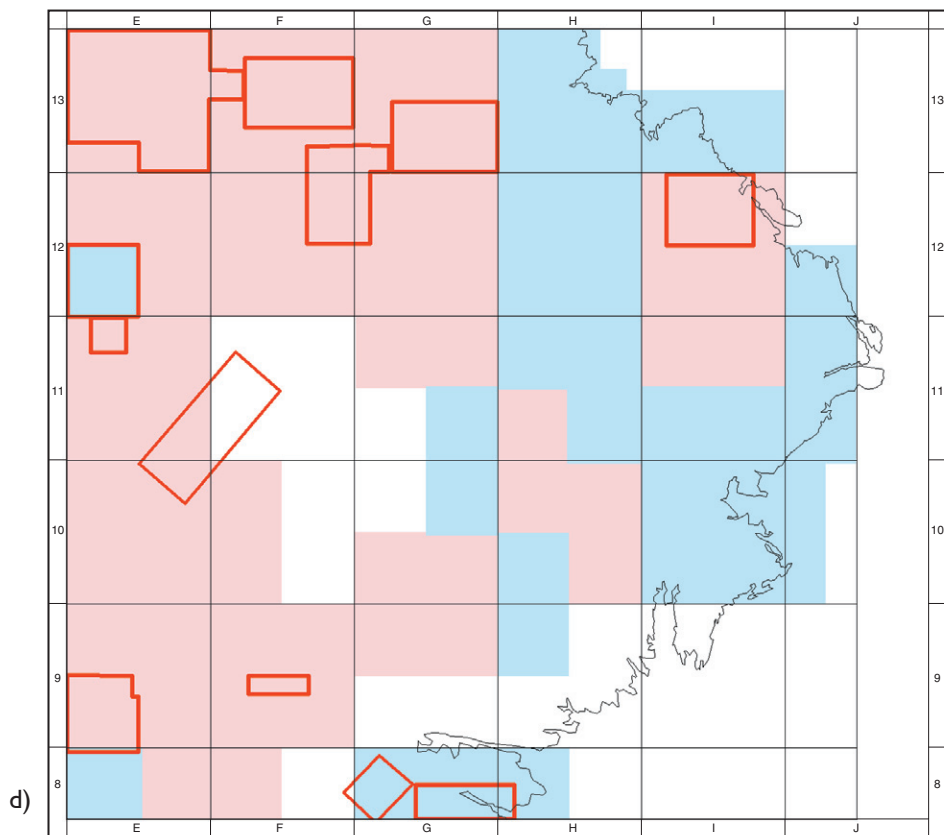
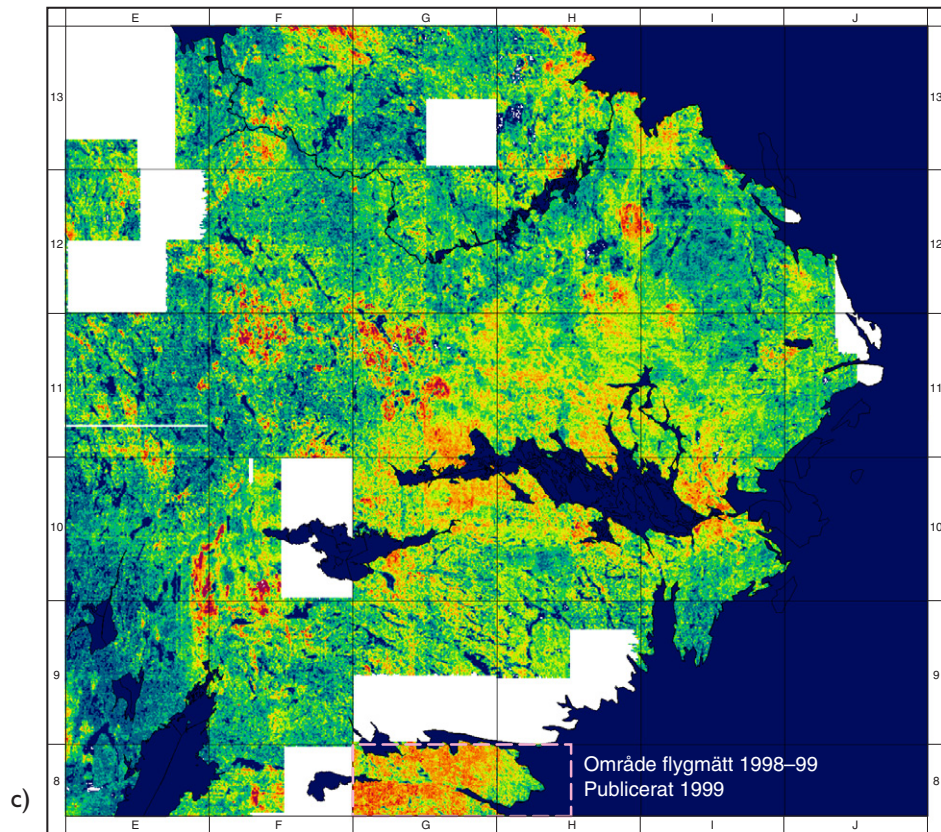


Fig. 3a-b. Täckningsgrad av befintlig geofysisk information inom projektområdet.  
a) Magnetiska anomalikartan. b) Bouguer-anomalikartan.



VLF-data uppmätt med en sändare
  VLF-data uppmätt med två sändare
  Slingramdata. Endast större områden

Fig. 3c-d. Täckningsgrad av befintlig geofysisk information inom projektområdet.  
 c) Karta över markens uranhalt. d) Elektromagnetiska data.

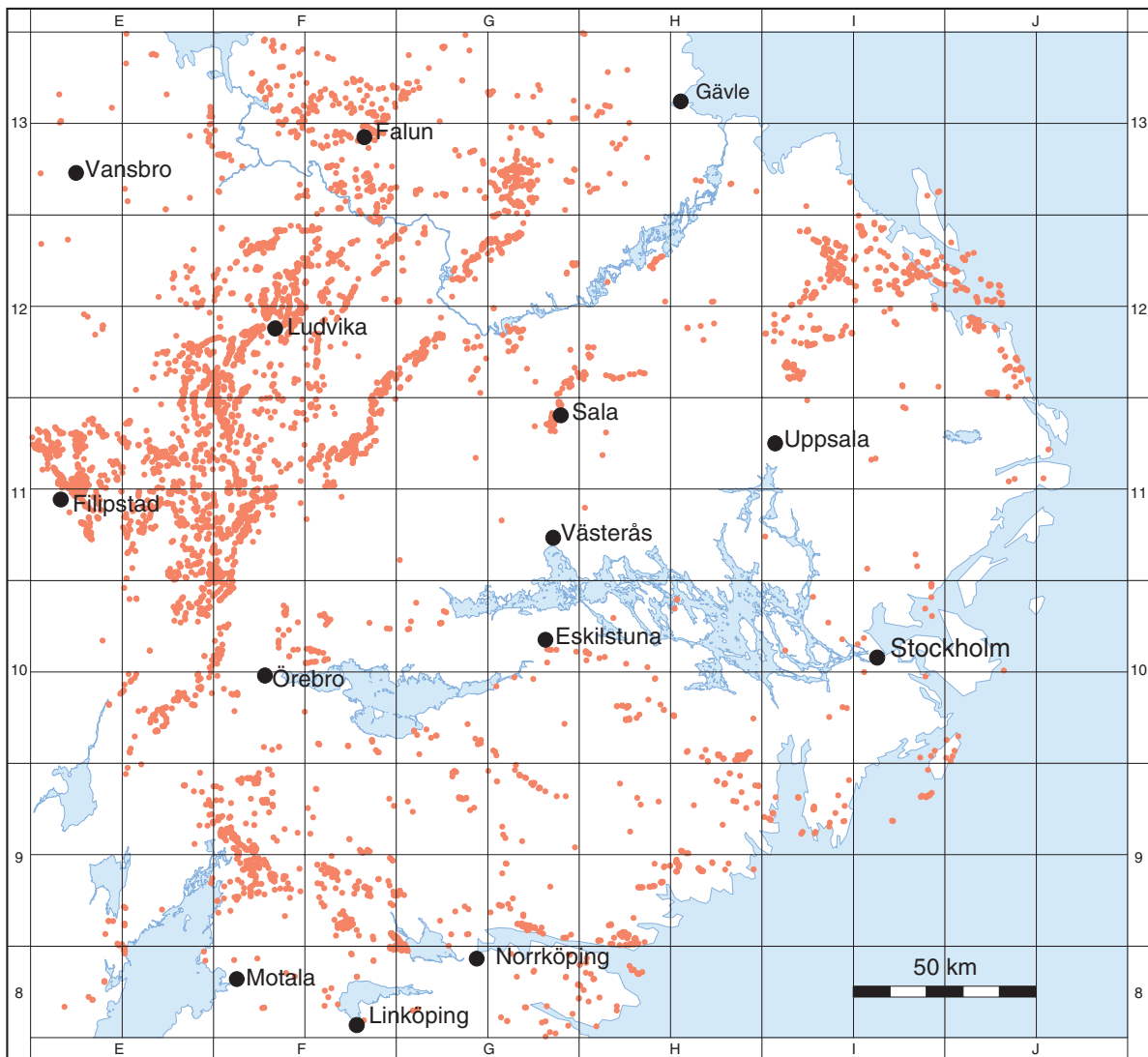


Fig. 4. Fyndigheter (markerade med röda punkter) vilka är lagrade i mineral- och bergartsresursdatabasen över projektområdet (n=6550).

## Databas över petrofysiska mätningar

Figur 5 visar läget för petrofysiska data inom området. De data som insamlats inom Bergslagsprojektet samt inom SGUs pågående och nyligen slutförda berggrundskarteringar är markerade med rött. Äldre data är markerade med grått. Dessa äldre observationer saknar strålningsinformation och på vissa lokaler har block, och inte fast klyft, provtagits. Detta medför att dessa data utgör ett osäkert underlag vid den fortsatta sammanställningen.

För att komplettera den petrofysiska databasen har mätning utförts på sammanlagt 136 bergartsprover ur SGUs referenssamling från kartområdena 9F Finspång och 10F Örebro. Fälтарbetet har under sommaren 1999 varit förlagt till kartområdena 9F Finspång, 10E Karlskoga, 10F Örebro samt 12G Avesta där petrofysisk provtagning och gammastrålningsmätning genomförts på totalt 184 lokaler. Dessutom har 42 lokaler provtagits för en specialundersökning inom kartområdena 11E Filipstad NO och SO. Databasen kommer att användas för att sammanställa de olika petrofysiska egenskaperna (densitet, susceptibilitet samt uran-, kalium- och toriuminnehåll) för varje huvudbergart inom projektområdet.

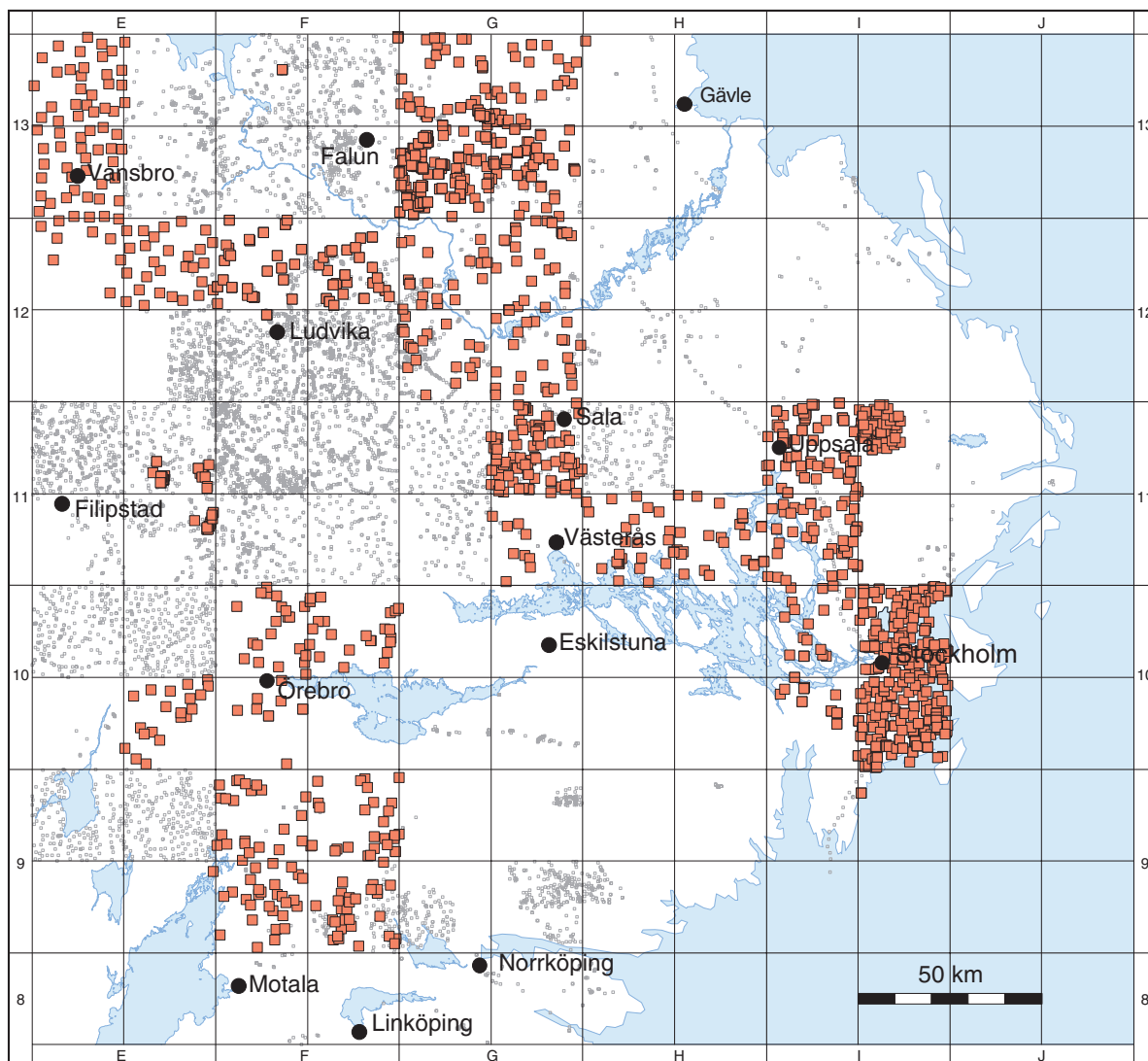


Fig. 5. Petrofysiska data inom projektområdet. Små, grå punkter visar äldre data av varierande kvalitet. Röda kvadrater visar provtagningspunkter och strålningsmätningar på hållar, inom ramen för Bergslagsprojektet och den reguljära berggrundskarteringen

## Databas över berggrundsgеokemi

Geokemidatabasen för Bergslagsprojektets område utgjordes 1998 av 283 analyser. Under 1999 har underlaget utökats till att omfatta 840 analyser (fig. 6). Av dessa är 445 lagrade i databasen, resterande kommer att matas in under år 2000. Stor vikt har lagts vid att hålla en hög kvalitet på insamlat material. Kvalitetsanalyser utförda med ICP-AES, ICP-MS och XRF av huvudelement, spårelement och sällsynta jordartsmetaller har hämtats från olika källor. Dessa källor är, förutom SGUs egna pågående berggrundskarteringsprojekt, SGUs interna FoU-projekt (t.ex. ”Klassificering av svenska granitoider”), artiklar publicerade i internationella tidskrifter samt opublicerade forskningsrapporter finansierade av SGUs externa FoU-program och Naturvetenskapliga forskningsrådet (NFR). Ett stort antal analyser har förtjänstfullt ställts till förfogande av Björn Öhlander (Luleå Tekniska Universitet). Även Ulf B. Andersson (Uppsala Universitet) och Martin Ahl (Stockholms Universitet) har bidragit med forskningsfinansierade analyser.

En kompletterande provtagning har skett under året. Ett sjuttioal prover från nyckelbergarter och bergarter av speciellt intresse har samlats in och skickats iväg för analys (fig. 6). En viktig bergartsgrupp

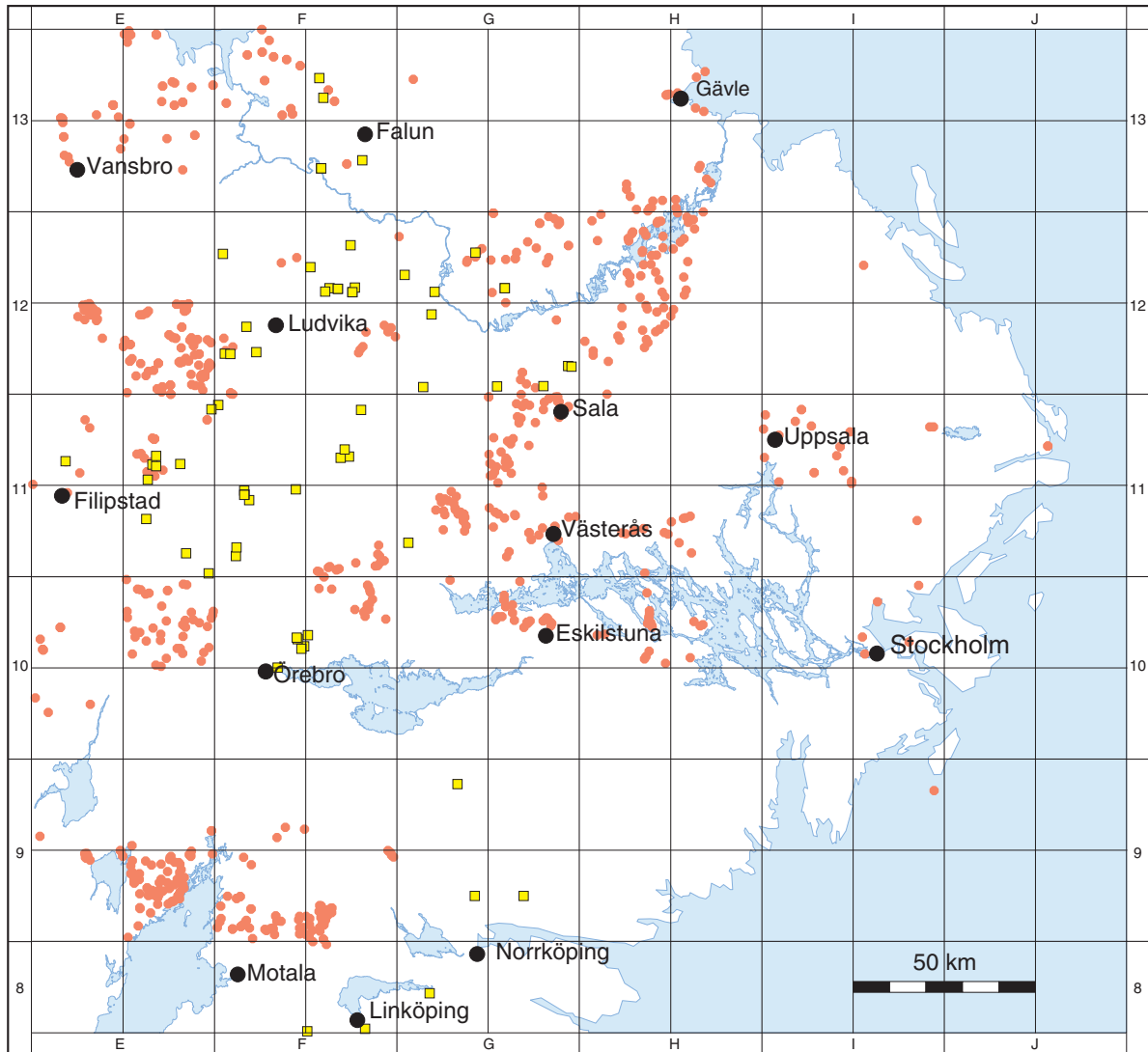


Fig. 6. Berggrundsgеоkemiska data (huvudelement, spårelement, sällsynta jordartsmetaller) inom projektområdet. Röda punkter representerar provtagningsplatserna för analyser, gula kvadrater representerar platser för 1999 års provtagning.

som har kompletterats är metavulkaniska bergarter från olika stratigrafiska nivåer. Även om det tidigare gjorts en stor mängd analyser av metavulkaniska bergarter inom projektområdet, är det få som kunnats användas för denna databank då många författare har valt att publicera analysdata i form av medelvärden och/eller utelämnat provplatsernas koordinater. I provtagningshänseende har högre prioritet lagts vid väl definierade bergartstyper än t.ex. de högmetamorfa bergarter som dominerar i de södra och nordligaste delarna av projektområdet. Täckningsgraden i de östra delarna av projektområdet kommer att utökas under år 2000 med analyser från pågående och nyligen avslutade berggrundskarteringsprojekt (13G Hofors, 11G Västerås NO, 11I Uppsala NV och 10I Stockholm).

Under uppbyggnaden av geokemidatabasen har det varit möjligt, att som stöd för tolkningen av den geologiska utvecklingen inom projektområdet, plotta data för att klassificera och diskriminera mellan olika bergartstyper. När alla analyser är lagrade i databasen kommer det slutliga utvärderingsarbetet att påbörjas för att definiera de kemiska karaktärerna hos de dominerande bergarterna inom projektområdet.

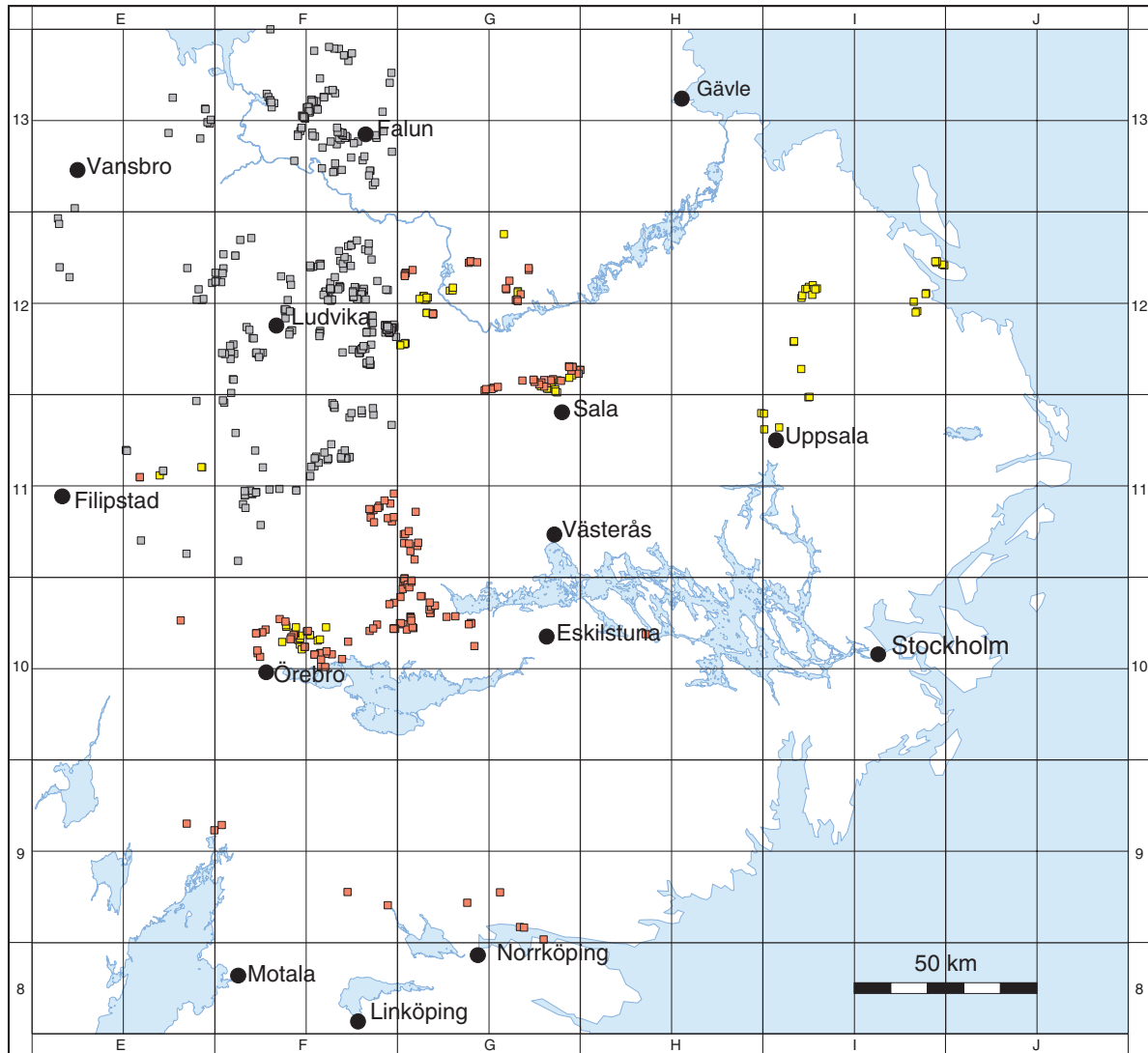


Fig. 7. Observationspunkter (n=253) under fältsäsongen 1999. Röda kvadrater avser strukturella studier och gula vulkanologiska-sedimentologiska. Grå punkter representerar observationer från fältsäsongen 1998. På grund av bildens skala motsvarar inte återgivningen helt det antal observationer som matats in i hälldatabasen.

### Fältundersökning av de stratigrafiska och fysiskt vulkanologiska förhållandena i de ca 1,90–1,89 Ga gamla metavulkaniska bergarterna

Under augusti-oktober 1999 bedrevs stratigrafiska och vulkanologiska fältstudier (fig. 7) under sju manveckor i Glanshammar–Rinkabyområdet (10F Örebro NV och NO), Hällefors–Grythyttanområdet (11E Filipstad NO), Saladamm–Vikmanshyttanområdet (12G Avesta), Uppsala–Dannemoraområdet (11I Uppsala NV och 12I Östhammar) och omkring Harg, Gisslaren och Vällen (12I Östhammar). De preliminära resultaten sammanfattas nedan.

#### *Glanshammar–Rinkabyområdet (10F Örebro NV och NO)*

Olika delområden inom Glanshammar-Rinkabyområdets ytbergarter har tidigare beskrivits utförligt av Gorbatshev (1969, 1972) och Wikman (1972, 1973). Båda författarna beskriver väsentligen samma enheter, men Gorbatshev understryker tydligare de sedimentära inlagringarna i de vulkanogena bildningarna och tar detta till intäkt för att Glanshammarområdets ytbergarter sannolikt skiljer sig

från dem i andra områden i västra Bergslagen, t.ex. Grythyttan. I konsekvens med en uppåtbestämning (korsskiktning i kvartsit, jfr nedan) och en strukturgeologisk modell (se nedan) föreslog Gorbatshev en stratigrafi, i vilken de metavulkaniska bergarterna skulle överlagra de metasedimentära. Gorbatshev (1969) föreslog därför att Glanshammarbergarterna inte kunde jämföras med dem i Grythyttan. Wikman (1972, 1973) beskrev ytbergarterna på väsentligen samma sätt och omnämnde likaledes rikliga inlagringar av metasedimentära bergarter i metavulkaniterna. Han föredrog däremot en strukturgeologisk modell (se nedan) som innebar att områdets stratigrafi stämde med den som var känd från Grythyttan. Båda författarna påpekar emellertid att ytbergarterna sannolikt avsatts på djupare vatten i söder och sydost eftersom de klastiska bergarternas kornstorlek avtar i denna riktning och karbonatstenarnas mäktigheter tilltar åt samma håll.

Glanshammar–Rinkabyområdets metavulkaniska bergarter reviderades under en arbetsvecka under fältsäsongen 1999. Nedanstående sammanfattning av detta arbete följer huvudsakligen Wikmans nomenklatur av de metavulkaniska bergarterna och motsvarar hans stratigrafiska följd.

*”Na-leptitetagen”*: Som Wikman (1973, sid. 49) påpekar skiljer sig denna enhet från Bergslagens s.k. natronleptiter genom att den är rikare på biotit och hornblände och närmast har en intermediär sammansättning. De liknar därigenom den från bl.a. Lindesbergsområdet kända ”Storsjöformationens” (Lundström, 1983) bergarter. Liksom dessa består Glanshammarområdets motsvarigheter av ganska massiva, homogena, plagioklas- och något kvartsporfyriska, homogent förskiffrade bergarter. De saknar väsentligen lagring, men innehåller horisonter som är rika på, i förskiffringsplanet elongerade, kluster av felsiska metavulkaniter, metabasiter och möjligen även av metasedimentära bergarter. Dessutom förekommer lager av kvartsit, varför Glanshammarbergarterna uppenbarligen är extrusiva, till skillnad från Storsjöformationens bergarter. Trots de rikligt förekommande metasedimentära inlagringarna i denna enhet, talar dess homogent juvenila, vulkaniska karaktär för att den huvudsakligen skulle vara bildad ur pyroklastiska massflöden.

*”K-leptitetagen”*: Denna enhet synes bestå av mycket homogena, kvartsporfyriska metaryoliter. De är rekristalliserade, visar inga primära kornformer och förefaller ej heller innehålla några metasedimentära inlagringar. Deras massiva karaktär, stora mäktighet och laterala utbredning antyder att även de skulle vara bildade ur pyroklastiska massflöden.

*”Den bandade leptitetagen”*: Denna enhet kännetecknas av planskiktade, fältspatrika, vulkaniska metasiltstenar. Som Gorbatshev (1969, sid. 504) och Allen m.fl. (1996) påpekar, måste bergarter av denna typ vara ganska primärt vulkaniska, varför de sannolikt bildats ur någon glasrik, pyroklastisk bergart, möjligen efter någon lättare omsedimentation av denna. Enheten är väl exponerad vid Norrberga sågverk, där den även innehåller graderad skiktning, skiktavskärning (fig. 8a) och strömrippel som alla visar att de yngre lagren anstår i söder. Detta innebär att den andalusitglimmerskiffer som finns i söder sannolikt är det stratigrafiskt yngsta ledet och att stratigrafin liknar den i Grythyttan.

#### *Hällefors-Grythyttanområdet (11E Filipstad NO)*

Från västra Bergslagen är det känt att de vulkaniska enheterna är konformt överlagrade av mera metasedimentära, argillitiska till arenitiska led (Sundius 1923, Lundström 1995, Allen m.fl. 1996). Vitriklastiska led förekommer sparsamt som inlagringar i den överlagrande enheten och representerar antingen synsedimentära, distala askfallstuffer eller måttligt omsedimenterade varianter därav. Deras proveniens är därför oklar och det har följaktligen varit ovisst hur samtidig med sedimentationen den vulkaniska aktiviteten varit i själva sedimentationsbäckens närhet.

I samband med provtagning för radiometrisk åldersbestämning (se nedan) påträffades en större ansamling lokala block med peperit (fig. 8b) nära kontakten mellan de metasedimentära och metavulkaniska bergarterna. Denna består av en felsisk plagioklasporfyr som intruderat en svart, grafitrik siltsten. Blockens bergarter motsvarar helt de i närområdet anstående porfyreerna ur Sikforsledet (Lundström 1995) respektive de grafitrika siltstenarna ur Hälgsnäs- eller Grythyttanledet (Lundström 1995). Dessa relationer visar att effusiv vulkanism pågick i området samtidigt som sedimenten avsattes.

*Relationen mellan metasedimentära och metavulkaniska bergarter i Saladamm–Vikmanshyttanområdet (12G Avesta)*

Glanshammar–Rinkabyområdets ovan diskuterade stratigrafiska relationer mellan metavulkaniska och metasedimentära bergarter aktualiserades i Norbergsområdet, där Ambros (1988) kunde presentera uppåtbestämningar i kvartsit. Korsskiktningar visar nämligen otvetydigt att det här, liksom på Ljusterö (Lundqvist 1962) och Utö (Gavelin m.fl. 1976, Allen m.fl., 1996), föreligger en metasedimentär enhet *under* de metavulkaniska bergarterna. Fälthållandena medgav dessvärre ej att Ambros iakttagelser kunde användas för att beläsa den s.k. Larsboformationens (Strömberg 1983) stratigrafiska position, men indikationer på ett lågt stratigrafiskt läge framkom i Fagerstaområdet (Stephens m.fl. 1999). Sedan emellertid Persson (1997) också presenterat nya indikationer på stratigrafiskt lågt belägna metasedimentära bergarter i Broddboområdet (12G Avesta SO), stärktes tvivlen beträffande den tidigare uppfattningen att Larsboformationen skulle utgöra ett stratigrafiskt högsta led, motsvarande Grythytteskiffern. Under knappt två veckors fältarbete studerades därför ett antal tänkbara stratigrafiska, vulkanologiska och sedimentologiska nyckelområden inom Avestabladen.

*Broddbo–Prästhytanområdet:* I området mellan Stensjön och Broddbo i den sydöstra delen av kartområdet Avesta SO har Persson (1997) markerat en metasedimentär enhet, omgiven av och växellagrad med metavulkaniska led. Liksom i Norberg förekommer korsskiktad kvartsit i gränsområdet mellan dessa enheter. Observationer med graderad skiktning och korsskiktning visar att metavulkaniterna överlagrar den metasedimentära enheten både längs dess norra och södra kontakter. De metasedimentära bergarterna synes följaktligen inta en antiklinal position (se också nedan).

Broddboområdets metasedimentära bergarter är vanligen några cm tjockt planskiktade, sannolikt ganska vulkanogena metasiltstenar och metasandstenar i vilka även rent juvenila, delvis koherenta, metavulkaniska led ingår. Lokalt förekommer antydningar till graderad skiktning och korsskiktning i hela enheten. Den kommer härigenom att påminna om Larsboformationens på många håll gråvackeartade led.

De metavulkaniska bergarter som pålagrar de metasedimentära söder om Broddboområdet är påfallande väl bevarade vulkaniska breccior, sand- och siltstenar, sannolikt avsatta ur ett flertal pyroklastiska massflöden. Korsskiktning och graderad skiktning visar på en synklinal struktur som stryker i ONO. Dessa enheter kan följas mot söder förbi Sala, där en horisont med *“accretionary lapilli”* påträffats. Talrika kalkstensinlagringar, delvis med väl bevarade stromatoliter förekommer också i denna enhet. Broddbo–Salaområdets ytbergarter indikerar följaktligen en avsättning på grunt vatten och i delvis subaeriska eruptionsmiljöer.

Motsvarande litologiska och stratigrafiska förhållanden föreligger nordost och öster om Prästhyttan i den sydöstligaste delen av kartområdet 12G Avesta SV (Ambros 1988), med fortsättning in i den sydvästligaste delen av kartområdet 12G Avesta SO (Persson 1997). Uppåtbestämningar i en korsskiktad kvartsitisk bergart (fig. 8c), ca 750 m nordost om Prästhyttan, visar att denna överlagrar de planskiktade, vulkanogena, gråvackeartade bergarterna (fig. 8d). Gränsen mellan dem är dock inte skarp utan successiv, med ett ökat inslag av kvartsitiska led uppåt i den gråvackeartade sekvensen. Ovanpå den kvartsitiska bergarten följer sedan mer renodlade metavulkaniska bergarter. I området mellan Prästhyttan och Broddbo domineras berggrunden av metagranitoider och metagabbroida bergarter.

*Dräckenområdet:* Omkring sjön Dräckens nordspets, ca en mil SSV om Hedemora förekommer en planskiktad metasedimentär, men till stor del vulkanogen, enhet som är mycket lik den vid Broddbo. Även Dräckenbergarterna liknar följaktligen Larsboformationens metasedimentära bergarter, vilka ligger i denna enhets strykningsriktning. Dräckenbergarterna är på många håll korsskiktade och innehåller talrika cm-tjocka till flera meter tjocka lager av kvartsit. Uppåtbestämningarna visar konsekvent att yngre bergarter anstår mot söder, vilket även här betyder att de metavulkaniska bergarterna överlagrar de metasedimentära.

*Området vid Ingolsbenning:* Vid Ingolsbenning, ca 15 km SSV om Hedemora, förekommer en liknande, men ej lika tydlig kontaktrelation. Tydligt vulkanogena, metasedimentära bergarter med graderad skiktning visar även här att metavulkaniter pålagrar mera metasedimentära led.



Fig. 8a. Vulkanisk, planlaminerad vulkanisk metasiltsten med skiktavskärningar som visar stratigrafiskt uppåt mot söder. Fotografiet visar ett horisontalsnitt med söder uppåt i bilden. Häll omedelbart söder om vägen, sydost om Norrberga gamla sågverk. 6580954/1474550 (10F NV).



Fig. 8b. Peperit av porfyr i Grythyttedets svarta metasiltsten. Block 1 km SSV Kullberget, öster om Hällefors. 6627393/1429505 (11E NO).



Fig. 8c. Korsskiktad kvartsitisk bergart som visar stratigrafiskt uppåt mot norr. Fotografiet visar ett horisontalsnitt med norr uppåt i bilden. Häll ca 750 m nordost om Prästhyttan. 6651530/1524170 (12G SV).



Fig. 8d. Skiktad, vulkanogen, metagråvackeartad bergart av "Larsbotyp".  $S_2$ -foliationen (parallell med pennan) är diskordant mot  $S_0/S_1$ . Tendens till graderad skiktning indikerar stratigrafiskt uppåt mot norr. Fotografiet visar ett horisontalsnitt med norr uppåt i bilden. Häll ca 2 km ONO om Prästhyttan. 6651535/1525728 (12G SO).

*Sammanfattning:* De som vulkanogena metasediment uppfattade bergarterna i de ovan beskrivna områdena liknar således de delvis närbelägna, metasedimentära bergarterna av Larsbotyp och underlagrar entydigt de rent metavulkaniska enheterna. Det förefaller därför rimligt att även Larsboformationen intar en stratigrafiskt låg position. Likväl har ingen pålagringskontakt mot något underlag kunnat påvisas, även om de talrika kvartsitinlagringarna skulle kunna antyda närhet till ett sådant. De tidigorogena metagranitoider som omger de beskrivna ytbergartsområdena är entydigt intrusiva i ytbergarterna och kan följaktligen inte utgöra deras underlag.

#### *Uppsala–Dannemoraområdet (11I Uppsala NV och 12I Östhammar)*

Uppsala- och Dannemoraområdena är sedan tidigare kända för att innehålla delvis mycket väl bevarade metavulkaniska bergarter (Lundegårdh 1956, Lager 1986, 1998, Stålhös 1991, Arnbom 1997). Drygt en manvecka användes därför till studier av dessa bergarter. Syftet var dels att så långt som möjligt karakterisera bergarternas fysiskt vulkanologiska karaktär, dels att rekognoscera en lämplig lokal för radiometrisk åldersbestämning.

Som framgår av Lager (1986, 1998) domineras stora delar av Dannemoraområdet av mycket väl bevarade, ryolitiska, pyroklastiska bergarter. De stratigrafiskt lägre delarna domineras av

massflödesavlagringar, de övre av skiktade vulkaniska metasiltstenar med talrika karbonatstenslager. Den undre stratigrafiska enhetens lägre delar kunde studeras i fält, medan dess övre delar, liksom huvuddelen av den övre enheten endast är tillgänglig i Dannemoragruvan. Massflödesavlagringarna tolkas som terrestriskt avsatta, men delvis fluviatilt omlagrade, ganska juvenila bildningar. Den övre enheten innehåller stromatoliter, sannolika evaporithorisonter (Lager 1998) och "accretionary lapilli", varför den delvis härrör från subaeriska vulkanutbrott men uppenbarligen har avlagrats på grunt vatten.

Ryolitiska, pyroklastiskt betonade litologier, liknande dem i Dannemora kan kännas igen i de metavulkaniska bergarterna runt Skyttorp, Vattholma och norr om Uppsala. Vulkaniska metasandstenar, delvis med troliga, tillplattade pimpstensfragment (fiamme) har påträffats på flera håll. De utgör sannolikt en motsvarighet till Dannemorastratigrafins undre delar, men är i Vattholma–Dannemorastråket på många håll så deformerade, att deras ursprung är svårt att bestämma.

#### *Intermediära och mafiska metavulkaniter i området kring Harg, Gisslaren och Vällen (12I Östhammar)*

I ett område runt Harg och i ett stråk söder därom längs sjöarna Gisslaren och Vällen förekommer metavulkaniska bergarter med dominerande intermediära och mafiska sammansättningar. Eftersom detta innebär en anmärkningsvärd avvikelse från det övriga Bergslagsområdet, i vilket sura, ryolitiska metavulkaniter dominerar, har en revision av de först nämnda bergarterna påbörjats under denna fältsäsong. Vid Gisslaren förekommer ganska massiva, intermediära metavulkaniter med sannolik klastisk textur, och vid Harg förekommer delvis ganska grovklastiska bergarter, vars närmare karaktär tills vidare är okänd.

### **Tolkning av regionala strukturer utifrån geofysiska och geologiska data**

Regionala strukturer i form av spröda deformationszoner (sprickzoner, förkastningar) har tolkats med hjälp av magnetfältsdata, höjddata samt VLF-data. Tolkningen har integrerats med lineament som digitaliserats från befintliga berggrundskartor. Deformationszonerna har sedan lagrats och kodats utifrån tolkningsmetod. En karta över spröda deformationszoner inom den västra delen av projektområdet (8–13 E–F) har sammanställts under året och arbete pågår för närvarande med den övriga delen av området.

Under sommaren 1999 har även en specialundersökning utförts inom kartområdet 11E Filipstad NO och SO. Syftet med denna undersökning har varit att fastställa geometrin för några metabasitförekomster inom området. Fältarbetet utgjordes av en veckas parameterprovtagning samt en veckas kompletterande tyngdkraftsmätning. Resultatet från denna undersökning är under bearbetning, och preliminära resultat visar att de metabasitkroppar som observerats i håll har ett relativt ringa djupgående, ca 100–200 m.

### **Fältundersökning av de regionala strukturerna**

Under augusti–september bedrevs fältstudier i 9 manveckor inom den centrala delen av projektområdet, dvs. i kartområdena 10F Örebro NV och NO, 10G Eskilstuna NV, 11F Lindesberg SO, 11G Västerås SV och 12G Avesta. Syftet med fältarbetet var att försöka utreda relationen mellan olika generationer av foliation, inklusive primär lagring, och den storskaliga veckning som identifierats vid sammanställningen av formlinjer (Stephens m.fl. 1999). Vidare syftade fältarbetet till att identifiera en eventuell förekomst av plastiska deformationszoner.

Ett karakteristiskt strukturellt drag för stora delar av mellersta Sveriges berggrund är dominansen av relativt brantstående till vertikala plan- och linjärstrukturer. Åtminstone i de nordvästra och sydöstra delarna av projektområdet karakteriseras berggrunden av storskaliga  $D_2$ -veckstrukturer (Stephens

m.fl. 1999). Ett viktigt mål med sommarens fältarbete var att undersöka om dessa storskaliga  $D_2$ -strukturer även karakteriserar den centrala delen av projektområdet. Då syftet med fältarbetet var att få bättre kontroll på den strukturella utvecklingen, koncentrerades arbetet till de mer eller mindre glimmerrika (ca 1,90–1,89 Ga) ytbergarterna, och då i första hand till de metasedimentära och hydrotermalt omvandlade, relativt glimmerrika metavulkaniska bergarterna. För jämförande studier gjordes dock observationer även i de kvarts-fältspatdominerade metavulkaniska bergarterna samt i metagranitoiderna (ca 1,89–1,85 Ga).

Beroende på undersökningsområdets storlek är den insamlade strukturella informationen inte på något sätt heltäckande, utan endast områden som bedömts som kritiska ur strukturgeologisk synvinkel har valts ut för fältstudier. I nedanstående text görs en sammanfattning av resultatet från fältarbetet.

### *$D_2$ -veckning i Glanshammar–Rinkabyområdet (10F Örebro NV och NO)*

Fördelningen av stratigrafiska enheter och magnetiska anomalier i Glanshammar–Rinkabyområdet indikerar förekomsten av stora veckstrukturer med öst-västliga axialplan. Enligt Gorbatshev (1969, 1972) utgör Käglanområdet nordost om Glanshammar i kartområdet 10F Örebro NO en synform struktur, den s.k. Käglansynformen. Den västra delen av synformen i området 10F Örebro NV har benämnts Listresynformen (Wikman 1972). Båda författarna var överens om att denna östligt stupande synform bildades efter utbildningen av en tektonisk foliation ("sekundär tvärveckning" av Wikman 1972;  $D_2$ -veckning i denna rapport). Den stora skillnaden i den strukturella tolkningen gäller veckstrukturen söder om Käglansynformen (Glanshammarantiformen enligt Gorbatshev 1969, 1972 och Rinkabysynklinalen enligt Wikman 1972).

Baserat på den allmänna, östligt stupande lineationen i området och på förekomsten av en enda uppåtbestämning (se fig. 10 i Gorbatshev 1969 och ovan), tolkade Gorbatshev Glanshammarantiformen som en kompletterande antiform struktur till Käglansynformen och att bergarterna är yngre mot öster i bägge veckstrukturerna. Detta innebär att andalusitglimmerskiffern i kärnan av Glanshammarantiformen representerar den stratigrafiskt *äldsta* delen av bergartssekvensen, vilken sålunda inte är korrelerbar med stratigrafin i Grythytteområdet (Sundius 1923) i västra Bergslagen (se också ovan). I motsats till denna tolkning, föreslog Wikman (1972) att vecket utgjorde en tidig isoklinal struktur ( $D_1$  i denna rapport) och att det inte tillhörde samma generation som Käglansynformen längre norrut. Veckstrukturen förmodades ha en flack, nord-sydlig veckaxel före  $D_2$ -veckningen, i enlighet med de klassiska modellerna för vecktektonik i de proterozoiska bergarterna i centrala Sverige (t.ex. Sundius 1923, Stålhös 1962, 1981 och Lundegårdh 1967). I enlighet med Törnebohm (1882), ansåg Wikman att stratigrafin hade inverterats i samband med  $D_1$ -veckningen, och att andalusitglimmerskiffern i kärnan av Glanshammarantiformen representerar den  *yngsta*  delen av stratigrafin. Stratigrafin skulle sålunda vara densamma som i det klassiska Grythytteområdet.

Fältarbetena i Glanshammar–Rinkabyområdet under 1999 bekräftade att Käglansynformen veckar en svag foliation ( $S_1$ ) i de felsiska metavulkaniska bergarterna. Mesoskopiska  $D_2$ -veck stupar medelbrant till brant mot öster (fig. 9a), och veckaxlarna har i huvudsak samma orientering som den observerade mineralstängligheten. I kärnan av Glanshammarantiformen är  $S_0$  (och  $S_1$ ?) isoklinalt veckade och transponerade i den VNV-liga axialplansriktningen. Vidare är andalusitporfyroblasterna veckade och sprött förskiffrade. Mindre veck stupar, precis som i Käglansynformen, medelbrant till brant mot OSO. Inga tecken på en veckad, flackt stupande  $F_1$ -lineation har observerats. Mesoskopiska, z-asymmetriska veck i Glanshammarantiformens norra veckben, i den s.k. "*bandade leptitetagen*" (Wikman 1972), deformerar både  $S_0$  och  $S_1$ , och en svag axialplansförskiffring ( $S_2$ ) med ONO-lig orientering är utbildade.

Av de ovan beskrivna förhållandena kan man dra den preliminära slutsatsen att andalusitglimmerskiffern utgör kärnan i en antiform struktur i enlighet med Gorbatshev (1969, 1972). Om man emellertid beaktar de nya uppåtbestämningar som rapporterats ovan i denna rapport, förefaller bergarterna vara successivt yngre mot väster längs antiformens axialplan, vilket

överensstämmer med Wikman (1972). Sammanfattningsvis kan det konstateras att en inversion av stratigrafien måste ha skett före  $D_2$ -deformationen för att kunna förklara de observerade stratigrafisk-strukturella relationerna. Inga veck som kan relateras till den förmodade inversionen har dock observerats i Glanshammar–Rinkabyområdet.

*Flerfasig deformation i Kungsör–Kolsvaområdet (10G Eskilstuna NV, 11F Lindesberg SO och 11G Västerås SV)*

Fältarbetet inom området koncentrerades till två NV–SO-ligt orienterade ytbergartsstråk (fig. 2). Det ena har sin utbredning mellan Kungsör i sydost och området norr om Himmeta i nordväst (10G Eskilstuna NV), medan det andra dominerar berggrunden mellan Kolsvaområdet i sydost (11G Västerås SV) och området norr om Hed i nordväst (11F Lindesberg SO). De två ytbergartsstråken separeras av metagranitoider, vilka i Kolsvaområdet är kraftigt förskiffrade i NV–SO-lig riktning. De bergarter inom ytbergartsstråken som i tidigare arbeten markerats som metasedimentära har i de flesta fall här bedömts vara glimmerrika metavulkaniska bergarter. Dessa uppvisar ställvis en primär lagring ( $S_0$ ) där glimmerrikare (argillitiska) led alternerar med glimmerfattigare (arenitiska).

Bergarterna inom de ovan nämnda ytbergartsstråken karakteriseras av en dominerande NV–SO-ligt orienterad, brant stupande  $S_2$ -foliation. Ställvis är dock  $S_2$  diskordant mot  $S_1$  och uppträder då som en mer eller mindre kraftigt separerad ”*spaced cleavage*” (fig. 9b). En  $S_0/S_1$ -relation är ställvis urskiljbar (fig. 9c), men  $S_0/S_1$  är i regel mer eller mindre transponerad i  $S_2$ . En vanligen brant stupande skärningslineation ( $L_2$ ) mellan  $S_1$  och  $S_2$  samt en krenulationslineation ( $F_2$ ), är karakteristiska för området. De är i regel parallella med mesoskopiska  $F_2$ -axlar, vilket indikerar att de tillhör samma generation. Orienteringen av  $L_2$ - och  $F_2$ -lineationerna varierar något men är huvudsakligen brant mot söder. Till skillnad från de glimmerrikare bergarterna är de glimmerfattigare, metavulkaniska bergarterna och metagranitoiderna i huvudsak stängliga. Det är osäkert om denna stänglighet tillhör  $D_1$ - eller  $D_2$ -fasen.

En senare krenulering ( $F_3$ ) är karakteristisk för området och är framförallt utbildad i de glimmerrika leden. Denna småskaliga veckning har en regional utbredning, men ingen ny  $S_3$ -foliation är utbildad. Den ovan nämnda  $L_2$ -lineationen veckas av krenuleringen (fig. 9d) och  $F_3$ -axlarna har en något avvikande orientering i förhållande till  $L_2$ -lineationen ( $F_2$ -axeln). Orienteringen av axialplanen till krenuleringen uppvisar dock en relativt stor variation. Såväl  $s$ - som  $z$ -asymmetri har observerats, t.ex. i västra respektive östra delen av ytbergartsstråket i Kolsvaområdet.

I ett regionalt perspektiv utgör ytbergartsstråket i Kolsva–Hedområdet en SSO-ligt stupande  $D_2$ -antiform. Stråket mellan Kungsör och Himmeta utgör den nordostliga skänkeln till den östligt stupande antiform, vars södra skänkel löper från Kungsör och västerut till Glanshammar–Rinkabyområdet (norra skänkeln av Kåglansynformen, se ovan och fig. 2). De två antiformerna separeras av metagranitoider i vilka en mer eller mindre kraftig, relativt låggradig plastisk deformationszon är utbildad. Zonen sträcker sig mellan Köping och Kolsva och vidare i NNV-lig riktning och stupar brant mot SV. En  $z$ -asymmetrisk veckning av förskiffringen i zonen har noterats. Veckaxlarna har samma orientering som  $D_2$ -lineationerna i de två ytbergartsstråken, vilket indikerar att deformationerna är relaterade till varandra. Den kraftiga deformationen i Köping–Kolsvazonen tolkades av Lundegårdh (1978) att vara utbildad under den svekonorvegiska orogenesisen, dvs. för ca 1100–900 miljoner år sedan. Den plastiska karaktären och övriga fältförhållanden visar dock att zonen med all säkerhet är relaterad till den regionala, svekokarelska  $D_2$ -deformationen i området.

*$D_2$ -antiklinalstrukturer i Broddbo–Prästyttanområdet (12G Avesta SV och SO)*

Den dominerande foliationen i ytbergarterna i Broddbo–Prästyttanområdet är en ONO- till VNV-ligt orienterad  $S_2$ -foliation, vilken utgör en axialplansfoliation till en regional  $F_2$ -veckning.  $S_1$ -foliationen är parallell med lagringen ( $S_0$ ) och vanligen mer eller mindre kraftigt transponerad i  $S_2$ , förutom i veckomböjningarna till  $F_2$ -veckan där  $S_2$  är diskordant mot  $S_1$ . I det senare fallet



Fig. 9a. Mesoskopisk  $D_2$ -veckning i en felsisk metavulkanisk bergart i kärnan av Käglansynformen. Veckaxeln stupar medelbrant mot öster. Fotografiet visar ett horizontalsnitt med väster uppåt i bilden. Häll ca 6 km norr om Rinkaby. 6583126/1472680 (10F NV).



Fig. 9b. Glimmeromvandlad, felsisk metavulkanisk bergart med en "spaced"  $S_2$ -förskiffring vilken är kraftigt diskordant mot  $S_1$ . Fotografiet visar ett horizontalsnitt. Uppåt i bilden är mot nordväst. Häll ca 2,7 km SSO om Heds kyrka. 6615289/1498500 (11F SO).



Fig. 9c. Glimmeromvandlad, skiktad, felsisk metavulkanisk bergart.  $S_1$  är diskordant mot  $S_0$ , vilket syns tydligast i de glimmerrikare leden. Fotografiet visar ett horizontalsnitt med öster uppåt i bilden. Del av häll ca 3 km nordväst om Heds kyrka. 6619355/1495076 (11F SO).



Fig. 9d. Brant stupande  $L_3$ -krenulationslineation kraftigt diskordant mot en  $L_2$ -skärningslineation som stupar brant mot SSV. Fotografiet visar ett brant snitt mot öster. Häll ca 3 km öster om Kolsva. 6608608/1505402 (11G SV).



Fig. 9e. Skiktad, vulkanogen, metagråvackeartad bergart av "Larsbotyp", där  $S_1$  är kraftigt diskordant mot  $S_0/S_1$  (parallella med kniven). Fotografiet visar ett horizontalsnitt med norr uppåt i bilden. Häll vid Rensmur, ca 2 km NNV om Broddbo. 6654101/1537181 (12G SO).



Fig. 9f. Isotrop, porfyrisk granit av Askersundstyp (nedre delen av bilden) som är kraftigt diskordant mot en bandad och förskiffrad skarnbergart och en felsisk metavulkanisk bergart (övre delen av bilden). Fotografiet visar ett brant snitt mot norr. Häll ca 5 km nordost om Askersund. 6532204/1451883 (9F NV).

utgör  $S_2$  en mer eller mindre kraftigt separerad "spaced cleavage" (fig. 9e, jfr. fig. 9b) beroende på läget i förhållande till själva veckomböjningen. Strukturellt karakteriseras bergarterna också av en i regel kraftig, medelbrant mot ONO stupande lineation i Prästhyttanområdet och en medelbrant till brant lineation med varierande stupningsriktning i Broddboområdet. Lineationen utgörs både av en skärningslineation ( $L_2$ ) mellan  $S_1/S_2$  och en veckaxellineation ( $F_2$ ), vilka sinsemellan är parallella. Både  $z$ -asymmetriska och  $s$ -asymmetriska mesoskopiska  $F_2$ -veck har observerats. De preliminära strukturella och stratigrafiska förhållandena indikerar förekomsten av en andra generationens, östligt stupande antiklinal struktur i Prästhyttanområdet och en andra generationens antiklinal struktur med varierande stupningsriktning i Broddboområdet.

#### *Deformation och metamorfos äldre än ca 1,85 Ga*

De flesta sammanställningar av geologin i Bergslagen och omgivande områden indikerar att huvuddelen av den regionala deformationen och kulminationen av metamorfosen ägde rum i tidsintervallet 1,85-1,80 Ga. Monazitåldrar i intervallet ca 1,85-1,78 Ga (Andersson 1997) i den södra delen av projektområdet och en monazitålder på 1,85 Ga för en anatektisk granit (Romer & Öhlander 1995) ger stöd för detta. Indikationer på deformation och metamorfos som är äldre än ca. 1,85 Ga har emellertid också presenterats (t.ex. Wikström 1991, Lundström 1995). I syfte att studera och försöka uppskatta betydelsen av denna äldre deformation och metamorfos i den södra delen av projektområdet, utvaldes ett antal nyckellokalor (Anders Wikström, SGU) vilka sedan besöktes och dokumenterades.

Fältarbetet nordost om Askersund, i Finspångsområdet och norr om Norrköping bekräftade att grovporfyriska, ca 1,85 Ga gamla graniter och granodioriter tillhörande det transskandinaviska magmatiska bältet (TMB) intruderade efter bildningen av en penetrativ planstruktur (foliation,  $S_1$ ) i de omgivande ytbergarterna (se Wikström 1991 och fig. 9f). Planstrukturen utgörs förutom av en foliation delvis också av en åderförgrejsning. Både de äldre planstrukturerna i ytbergarterna och den foliation som delvis är utbildad inom och längs randzonen av ca 1,85 Ga TMB-granitoiderna (t.ex. Wikström 1984, 1991) är veckade av de regionala  $D_2$ -strukturerna. Förhållandet mellan strukturerna i de högmetomorfa ytbergarterna och de äldre (ca 1,89–1,85 Ga) metagranitoiderna studerades på en nyckellokal utmed den södra stranden av Bråviken (jfr Wikström 1979). Även om den penetrativa  $S_1$ -foliationen är diskordant mot kontakten mellan dessa två litologiska enheter, framgår det klart att  $S_1$ -foliationen påverkar båda enheterna. Om den tidiga  $S_1$ -foliationen i ytbergarterna är korrelerbar mellan de besökta lokalerna, är det uppenbart att foliationen inklusive en tidig åderförgrejsning bildades tidigare än för ca 1,85 Ga sedan samt i ett sent stadium av eller efter intrusionen av metagranitoiderna (ca 1,89-1,85 Ga).

#### *Sammanfattning*

Hela den centrala delen av Bergslagsområdet karakteriseras av  $D_2$ -strukturer (jfr Stephens m.fl. 1999). Den regionalt utbildade  $F_3$ -krenuleringen samt den NV–SO-liga, plastiska deformationszonen mellan Köping och Kolsva är förmodligen resultatet av en progressiv strukturell utveckling inom området. Då  $D_2$ -strukturerna helt styr den nuvarande strukturella geometrin inom området är det svårt att få grepp om de ursprungliga regionala  $S_0/S_1$ -relationerna.  $D_1$ -deformationen måste dock ha varit kraftig då den förefaller ha utbildat en regional foliation, samt även ha inverterat stratigrafien i bl.a. Glanshammar–Rinkabyområdet.

I den södra delen av projektområdet bildades  $S_1$ , inklusive en tidig ådring, tidigare än för ca 1,85 Ga sedan, men denna foliation och metamorfos har påverkat både ytbergarterna och de ca 1,89–1,85 Ga gamla metagranitoiderna. U-Pb-systemet (monazit) stängdes vid olika tidpunkter inom tidsintervallet ca 1,85 till ca 1,78 Ga, beroende på läget inom det orogena bältet. Under denna period bildades  $D_2$ -strukturerna, dvs. veckstrukturer inklusive en axialplansfoliation och plastiska deformationszoner längs skänklarna till dessa veck.

## Geokronologiska studier

Det stratigrafiska och strukturella arbete som utförts inom Bergslagsprojektet har lett till att ett noggrant urval av nyckellokaler i de felsiska metavulkaniterna har kunnat göras för U-Pb-zirkondateringar. Syftet med dateringarna är att förbättra kunskapen om begränsningen i tiden av den vulkaniska aktiviteten, för att därigenom kunna testa de avsättningsmodeller som presenterats av Allen m.fl. (1996). Provtagningen fokuserades på juvenila vulkaniska bergarter på förmodade höga nivåer i den vulkaniska stratigrafien och på spridda ställen inom projektområdet. Ett prov har dessutom tagits av felsiska metavulkaniska bergarter, vilka stratigrafiskt ligger direkt ovanpå de metasedimentära bergarter som förmodligen utgör motsvarigheter till Larsboformationen. Dessa dateringar kompletterar sålunda de nya geokronologiska data från lägre stratigrafiska nivåer som presenterats av Lundström m.fl. (1998). Nedan presenteras lokaliseringen av provpunkterna och en beskrivning av de provtagna bergarter som har skickats till Naturhistoriska Riksmuseet för datering.

1. *Ävlången*: En pyroklastisk bergart (massflödesavlagring) som pålagrar en skiktad vulkanisk metasiltsten. Dessa bergarter ligger stratigrafiskt ovanpå en pyroklastisk bergart med accretionary lapilli (askfallsavlagring) och under en sekvens av karbonatsten och skiktade vulkaniska metasiltstenar (koord. 6588193/1440644, 10E Karlskoga NO).
2. *Hällefors*: En lavaflödesbreccia som ligger högst upp i vulkanostratigrafien i området sydost om Hällefors (koord. 6627461/1429494, 11E Filipstad NO).
3. *Sala*: En pyroklastisk metasiltsten (askfallsavlagring) i en sekvens av karbonatsten och skiktade vulkaniska metasiltstenar som ligger högst upp i vulkanostratigrafien i Salaområdet (koord. 6642720/1542620, 11G Västerås NO).
4. *Garpenberg*: En pyroklastisk bergart (massflödesavlagring) som pålagrar karbonatsten och skiktade vulkaniska metasiltstenar. Den ligger högst upp i vulkanostratigrafien i Garpenbergsområdet (Bh 164 Garpenberg, Boliden Mineral AB, 51,60–59,50 m, 12G Avesta NV).
5. *Broddbo*: En pyroklastisk bergart (massflödesavlagring) som ligger stratigrafiskt ovanpå kvartsit samt vulkanogena metasiltstenar och metasandstenar. De metasedimentära bergarterna är förmodligen korrelerbara med Larsboformationens gråvackeartade led (koord. 6653371/1542226, 12G Avesta SO).
6. *Dannemora*: En pyroklastisk bergart (massflödesavlagring) som underlagrar en sekvens av karbonatsten (med järnmalm) och skiktade vulkaniska metasiltstenar. Denna bergartssekvens liknar den vid Ävlången i västra Bergslagen och ligger högst upp i vulkanostratigrafien i Dannemoraområdet (koord. 6678822/1614298, 12I Östhammar NV).

## LITTERATUR

- Allen, R.L., Lundström, I., Ripa, M., Simeonov, A. & Christofferson, H., 1996: Facies Analysis of a 1.9 Ga, Continental Margin, Back -Arc, Felsic Caldera Province with Diverse Zn-Pb-Ag-(Cu-Au) Sulfide and Fe Oxide Deposits, Bergslagen Region, Sweden. *Economic Geology* 91, 979–1008.
- Ambros, M., 1988: Beskrivning till berggrundskartorna Avesta NV och SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 152 och 153*, 84 s.
- Andersson, U.B., 1997: The late Svecofennian, high-grade contact and regional metamorphism in southwestern Bergslagen (central southern Sweden). *Sveriges geologiska undersökning, opublicerad FoU rapport*, 29 s.
- Arnbom, J.-O., 1997: Kartbladet 11I Uppsala NV. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgelogisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1996. Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 8*, 14–16.
- Gavelin, S., Lundström, I. & Norström, S., 1976: Svecofennian stratigraphy on Utö, Stockholm archipelago. (Correlations with Finland and Sweden). *Sveriges geologiska undersökning C 719*, 44 s.
- Gorbatshev, R., 1969: A study of Svecofennian supracrustal rocks in central Sweden: lithological association, stratigraphy, and petrology in the northwestern part of the Mälaren–Hjälmaren basin. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 91, 479–535.
- Gorbatshev, R., 1972: Beskrivning till berggrundskartbladet Örebro NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 103*, 70 s.

- Lager, I., 1986: The Dannemora iron ore deposit. I I. Lundström & H. Papunen (red.): *Mineral deposits of southwestern Finland and the Bergslagen province, Sweden. Sveriges geologiska undersökning Ca 61*, 26–30.
- Lager, I., 1998: *Dannemora gruvor. Geologi*. Opublicerad broschyr, 11 s.
- Lundegårdh, P.H., 1956: Petrology of the Uppsala region eastern Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 544*, 74 s.
- Lundegårdh, P.H., 1967: Berggrunden i Gävleborgs län. *Sveriges geologiska undersökning Ba 22*, 303 s.
- Lundegårdh, P.H. & Nisca, D., 1978: Beskrivning till berggrundskartan och geofysiska kartorna Västerås SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 122*, 60 s.
- Lundqvist, T., 1962: Det svekofenniska suprakrustalstråket mellan Ljusterö och Rödlöga i Stockholms norra skärgård. *Sveriges geologiska undersökning C 585*, 407 s.
- Lundström, I., 1983: Beskrivning till berggrundskartan Lindesberg SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 126*, 140 s.
- Lundström, I., 1995: Beskrivning till berggrundskartorna Filipstad SO och NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 177 och 185*, 218 s.
- Lundström, I., Allen, R.L., Persson, P.-O. & Ripa, M., 1998: Stratigraphies and depositional ages of Svecofennian, Paleoproterozoic metavolcanic rocks in E. Svealand and Bergslagen, south central Sweden. *GFF 120*, 315–320.
- Persson, L., 1997: Beskrivning till berggrundskartorna Avesta SO och NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 189 och 197*, 69 s.
- Romer, R.L. & Öhlander, B., 1995: Tectonic implications of an 1846±1 Ma old migmatitic granite in south-central Sweden. *GFF 117*, 69–74.
- Stephens, M.B., Wahlgren, C.-H. & Weihed, P., 1994: Karta över Sveriges berggrund, skala 1:3 000 000. *Sveriges geologiska undersökning Ba 51*.
- Stephens, M.B., Bergman, T., Korja, A., Lundqvist, S., Lundström, I., Mannström, B., Ripa, M. & Wahlgren, C.-H., 1998: Syntes av berggrundsgeologisk och geofysisk information, Bergslagen och omgivande områden. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1997. Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 97*, 83–87.
- Stephens, M.B., Ahl, M., Alm, E., Bergman, T., Finn, K., Lundqvist, S., Lundström, I., Persson, L., Ripa, M., Sjögren, P., Stejskal, V., Thelander, T., Wahlgren, C.-H., & Wikström T., 1999: Syntes av berggrundsgeologisk och geofysisk information, Bergslagen och omgivande områden. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1998. Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden nr 98*, 105–122.
- Strömberg, A.G.B. & Nisca, D., 1983: Beskrivning till berggrundskartan Ludvika SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 128*, 99 s.
- Stålhös, G., 1962: Nya synpunkter på Sörmlandsgnejsernas geologi med särskild hänsyn till Stockholmstrakten. *Sveriges geologiska undersökning C 587*, 137 s.
- Stålhös, G., 1981: A tectonic model for the Svecofennian folding in east central Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 103*, 33–46.
- Stålhös, G., 1991: Beskrivning till berggrundskartorna Östhammar NV, NO, SV, SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 161, 166, 169, 172*, 249 s.
- Sundius, N., 1923: Grythyttfältets geologi. *Sveriges geologiska undersökning C 312*, 354 s.
- Törnebohm, A.E., 1882: Beskrifning till blad n:o 5 af Geologisk Öfversigtskarta öfver mellersta Sveriges bergslag. *Jernkontoret, Stockholm*, 46 s.
- Wikman, H., 1972: Rinkaby–Väringområdet. I Lundegårdh, P.H., Hübner, H., Wikman, H., Karis, L. & Magnusson, E.: *Beskrivning till berggrundsgeologiska kartbladet Örebro NV. Sveriges geologiska undersökning Af 102*, 28–114.
- Wikman, H., 1973: *Ett svekofenniskt suprakrustalkomplex i Örebroområdet*. Opublicerad doktorsavhandling, Geologiska institutionen, Lunds universitet, 131 s.
- Wikström, A., 1979: Structure of the oldest Svecofennian plutonics. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 101*, 119–124.
- Wikström, A., 1984: A possible relationship between augen gneisses and postorogenic granites in SE Sweden. *Journal of Structural Geology 6*, 409–415.
- Wikström, A. & Karis, L., 1991: Beskrivning till berggrundskartorna Finspång NO, SO, NV, SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 162, 163, 164, 165*, 216 s.

E-post: michael.stephens@sgu.se                      martin.ahl@sgu.se                      torbjorn.bergman@sgu.se  
 ingmar.lundström@sgu.se                      lena.persson@sgu.se                      magnus.riipa@sgu.se  
 carl-henric.wahlgren@sgu.se

## Synteskartor över Skelleftefältet

**Ildikó Antal, Ulf Bergström, Leif Björk, Thomas Eliasson, Benno Kathol, Leif Kero, Ingmar Lundström, Thomas Sträng, Lars Kristian Stølen, Johan Söderman, Carl-Axel Triumf, Pär Weihed och Anders Wikström**

Projektet "Synteskartor över Skelleftefältet" startades 1995 inom programmet "Regional berggrundsgeologisk undersökning" för att bemöta efterfrågan på uppdaterade regionala synteskartor över de viktigaste malmprovinserna i Sverige (norra Norrbotten, Skelleftefältet och Bergslagen). Projektets syfte är att i samband med de pågående undersökningarna i skala 1:50 000 sammanställa synteskartor i skala 1:250 000 tillsammans med databaser över Skelleftefältets berggrund. Projektet omfattar området från fjäll till kust inom de topografiska kartvåderna 21 (norra bladen) – 24 (fig. 1). Det aktuella läget (november 1999) för undersökning och bearbetning inom berggrundskarteringen i projektområdet visas, något schematiskt, i figur 1.

Medverkande i projektet (inom parentes anges varje deltagares ansvarsområde) är de geologer och geofysiker som bedriver undersökningar i skala 1:50 000 inom projektområdet. Dessa är Ildikó Antal (geofysik), Ulf Bergström (malmgeologi, metamorfos, geokemi), Leif Björk (koordinator), Thomas Eliasson (geokemi, metamorfos), Benno Kathol (projektledare, sedimentologi, databasuppbyggnad), Leif Kero (geofysik), Ingmar Lundström (vulkanologi), Thomas Sträng (geofysik, 1995-1998), Lars Kristian Stølen (strukturgeologi, tektonik, databasstruktur), Johan Söderman (geofysik, 1999), Carl-Axel Triumf (geofysik), Pär Weihed (stratigrafi) och Anders Wikström (arkeiska gränsen). Som projektanställd medverkade från 1995 till 1999 Kjell Billström (isotopgeologi). Under 1995–96 var Jeanette Bergman Weihed (strukturgeologi, tektonik) projektanställd. Risto Kumpulainen har under sommaren 1998 medverkat som sedimentolog. Claes Mellqvist och Johan Daniels har deltagit i revideringen av kartbladen 24K Älvsbyn (se Antal m.fl. 1999) sommaren 1998. Magnus Frumerie har under våren 1999 arbetat med hälldatabasen och strukturinformation över projektområdet.

Förutom en allmän berggrundsgeologisk karta skall även tematkartor över metamorfos, strukturgeologi, malmer och hydrotermalomvandlingar produceras. Kartor med geofysiska grunddata (magnetiskt totalfält, tyngdkraft, elektromagnetiska data (VLF), strålning, Eulerdekonvolution och geofysiska basdata) i skala 1:250 000 eller 1:500 000 är också planerade. Vidare kommer nyckelområden att beskrivas mer i detalj avseende t.ex. vulkanologisk facies och stratigrafi. Basinformationen, t.ex. hållinformation, petrografi och geokemi samt isotopgeologi, geofysik och petrofysik, kommer även att lagras i databaser. Exempel på geofysiska kartor och topografisk information över projektområdet har visats i Antal m. fl. (1998, 1999).

Under 1999 har kartdatabasen kompletterats med nyinkomna kartmanus från berggrundskarteringen, och dessutom har arbetet med beskrivningen påbörjats. Under våren 1999 har den strukturgeologiska informationen sammanställts och fyndighetsregistret bearbetats. Flyggeofysiska mätningar har utförts över kartområdena 21G Dorotea NV och NO. Dessa data bearbetas för närvarande och kommer att vara tillgängliga den första december 1999, vilket innebär att projektområdets del av den fennoskandiska skölden då är fullständigt täckt med flyggeofysisk information. Slutexkursionen för projektet ägde rum i augusti månad. En likadan exkursion, öppen för alla intresserade, är planerad för juni 2000.

Målsättningen för projektet är att all information skall finnas tillgänglig i digital form samt som tryckta kartor med beskrivning. Projektet kommer att avrapporteras under år 2000. Tidigare avrapportering presenteras i Antal m. fl. (1997, 1998, 1999).

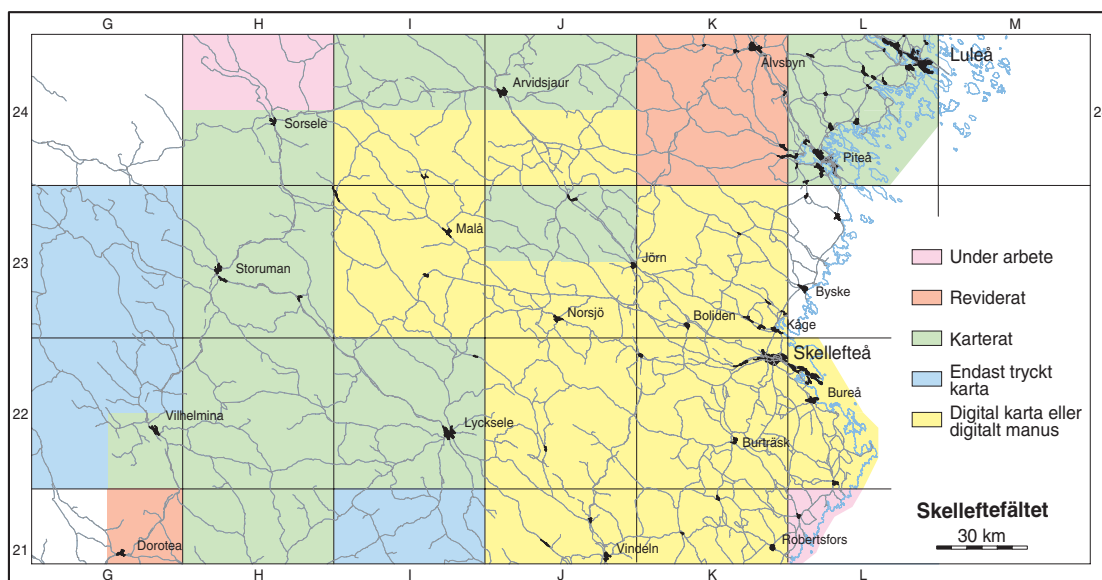


Fig. 1. Karta över projektområdet som visar läget hösten 1999 för täckningsgraden med geologisk information från SGUs berggrundskartering i skala 1:50 000.

## LITTERATUR

- Antal, I., Bergman Weihed, J., Bergström, U., Billström, K., Björk, L., Eliasson, T., Kathol, B., Kero, L., Lundström, I., Sträng, T., Stølen, L.K., Triumph, C.-A., Weihed, P. & Wikström, A., 1997: Synteskartor över Skelleftefältet. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1996. Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden nr 89*, 97–101.
- Antal, I., Bergström, U., Billström, K., Björk, L., Eliasson, T., Kathol, B., Kero, L., Lundström, I., Sträng, T., Stølen, L.K., Triumph, C.-A., Weihed, P. & Wikström, A., 1998: Synteskartor över Skelleftefältet. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1997. Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden nr 97*, 88–94.
- Antal, I., Bergström, U., Billström, K., Björk, L., Daniels, J., Eliasson, T., Kathol, B., Kero, L., Kumpulainen, R., Lundström, I., Mellqvist, C., Sträng, T., Stølen, L.K., Triumph, C.-A., Weihed, P. och Wikström, A., 1999: Synteskartor över Skelleftefältet. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1998. Sveriges geologiska undersökning Rapport och meddelanden nr 98*, 123–141.

E-post: ildiko.antal@sgu.se ulf.bergstrom@sgu.se leif.bjork@sgu.se thomas.eliasson@sgu.se benno.kathol@sgu.se leif.kero@sgu.se ingmar.lundstrom@sgu.se lars.kristian.stolen@sgu.se johan.soderman@sgu.se karl-axel.triumf@sgu.se per.weihed@sgu.se anders.wikstrom@sgu.se

## I SGUs serie **Rapporter och meddelanden** har hittills utgivits:

- \*1. Utredning rörande det svenska jordbrukets kalkförsörjning 1–2. 1931.
- \*2. **Sahlström, K.E.** Sveriges lodade sjöar. 1945.
- \*3. **Ödman, O.H.** Rapport över manganmalmsletningen i Jokkmokks socken 1940–48.
4. **Stålhös, G.** Bidrag till kännedomen om den radioaktiva strålningens fördelning inom den svenska berggrunden. 1959.
5. **Johansson, H.G. och Ericsson, B.** Grusutredningen -74. Översiktlig inventering av sand- och grusförekomster – Försöksverksamhet. 1976.
- \*6. **Knutsson, G., m.fl.** Grustillgångarna i Östersundsområdet. Del I inventering. 1976.
- \*7. **Ericsson, B.** Svallgrustillgångar längs Kilsbergen, Örebro län. 1977.
8. **Gustafsson, O. och De Geer, J.** Skånes större grundvattentillgångar. 1977.
9. **Knutsson, G. och Fagerlind, T.** Grundvattentillgångar i Sverige. 1977.
10. **Modig, S., Knutsson, G., Nordberg, L. och Persson, G.** Särtryck ur Ymer 1978 – Bebyggelsen och vattnet. 1978.
11. **Guy-Ohlson, D.** Jurassic biostratigraphy of three borings in NW Scania. (A brief palynological report.) 1978.
12. **Gustafsson, O., Andersson, J.-E. och De Geer, J.** Sammanställning av hydrogeologiska data från Kristianstadsslätten. 1979.
13. Maringeologiska kartan över Öresund. 5 blad. Skala 1:50 000. 1974.
- \*14. Hydrogeologi vid SGU. Särutgåva av Vannet i Norden. 1979.
15. **Knutsson, G., Lindén, A. och Rudmark, L.** Grus- och moräntillgångar i Nybroregionen. 1979.
16. **Wilson, M.R. och Sundin, N.O.** Isotopic age determinations on rocks and minerals from Sweden. 1960–1978.
17. **Karlqvist, L. och Qvarfort, U.** Modell för simulering av utbytesförlopp i ett sand-bentonit-skikt. 1980.
18. **Karlqvist, L. och Qvarfort, U.** Gruvhanteringens inverkan på Bersboområdet, Åtvidabergs kommun. 1980.
19. **Wilson, M.R. och Åkerblom, G.** Uranium enriched granites in Sweden. 1980.
- \*20. **Cato, I och Engdahl, M.** Beskrivning till temakartor utvisande var särskild uppmärksamhet av stabilitetsförhållanden erfordras inom vissa bebyggda eller detaljplanerade områden med lerjord. 1982.
21. **Olsson, T.** Ground-water-level fluctuations as a measure of the effective porosity and ground-water recharge. 1980.
22. **Bergström, J. och Shaikh, N.A.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Kristianstads län. Projekt i länsplanering 1980. 1980.
23. **Lilja, A.** Störning av berggrundens temperaturförhållanden vid hammarborrning. 1981.
24. **Agrell, H.** Gotska Sandöns kvartärgeologi. (Summary: The Quaternary geology of the island of Gotska Sandön in the Baltic.) 1981.
25. **Laufeld, S. (Ed.).** Proceedings of Project Ecostratigraphy Plenary Meeting, Gotland, 1981. 1981.
26. **Fredén, C., m.fl.** Tuveskredet, 1977-11-30. Geologiska undersökningar. Särtryck av SGI Rapp. 11 B. 1981.
27. SWIM 81. Intruded and relict groundwater of marine origin. Proceedings of Seventh Salt Water Intrusion Meeting, Uppsala, Sweden, 14-17 September 1981. 1981.
28. **Aastrup, M., Aneblom, T., Henriksson, B. och Persson, G.** PMK-grundvatten. Lägesrapport mars 1982. 1982.
29. Energigeologi. Exempel på verksamhet inom energisektorn vid SGU. April 1982.

30. **Åkerblom, G. and Wilson, C.** Radon – geological aspects of an environmental problem. 1982.
31. **Bergström, J. och Shaikh, N.A.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Malmöhus län. 1982.
32. **Ericsson, B. och Grånäs, K.** SGU:s grusdataarkiv. 1983.
33. **Sivhed, U.** Upper Cretaceous Ostracodes from the Malen Limestone quarry and the river Stensån, southern Sweden. 1983.
34. **O. Selinus (red.).** Berggrundsgeokemi som prospekteringsmetod i Sveriges urberg. Föredrag och inlägg från ett symposium i Uppsala den 17–18 mars 1983 anordnat av Sveriges geologiska undersökning och Svenska Gruvföreningen. 1983.
35. Vanadin. 1984.
37. **Andersson, M. och Ohlsson, S.-Å.** Geokemisk kartering. 1984.
38. **Lundqvist, T.** Färg- och teckenschema för SGU:s berggrundskartering. 1984.
39. **Lindewald, H.** Salt grundvatten i Sverige. 1985.
40. **Guy-Ohlson, D. and Malmquist, E.** Lower Jurassic biostratigraphy of the Oppedgård Bore No. 1, NW Scania, Sweden. 1985.
41. **Andersson, M.** Geokemisk kartering. Tungmineralanrikad morän. Kartbladen 15–16, C–D och 16–17, G. 1985.
42. **Ressar, H. och Ohlsson, S.-Å.** Geokemisk kartering. Bäcktorv. Bilaga: Beskrivning av de fjorton spårelementens exogena geokemiska kretslopp av John Ek. 1985.
43. Grundvattennätet. Svenskt vattenarkiv. 1985.
44. Grundvattenkvalitet. Svenskt vattenarkiv. 1985.
45. **Shaikh, N.A., Samuelsson, L., Sundberg, A. och Wik, N.-G.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Älvsborgs län. 1986.
46. **Fredén, C.** Quaternary marine shell deposits in the region of Uddevalla and Lake Vänern. 1986.
47. **Ahlberg, O.** Den svenska kontinentalsockelns berggrund. 1986.
48. **Ressar, H., Ohlsson, S.-Å. och Ekelund, L.** Geokemiska kartan. Tungmetaller i Bäcktorv. Översiktskartbladen Kalmar, Oskarshamn, Sundsvall och Vilhelmina. 1986.
49. **Ressar, H., Ohlsson, S.-Å. och Ekelund, L.** Geokemiska kartan. Tungmetaller i Bäcktorv. Översiktskartbladen Malmö och Sundsvall. 1987.
50. **Shaikh, N.A., Persson, L., Sundberg, A. och Wik, N.-G.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Jönköpings län. 1989.
51. **Ressar, H., Ekelund, L. och Ohlsson, S.-Å.** Biogeokemiska kartan. Tungmetaller i Bäckvattenväxter. Översiktsbladen Göteborg och Borås. 1988.
52. **Gustafsson, O., Jonasson, S.A. och Andersson, C.** Grundvattenundersökningar på Kristianstadsslätten 1976-1987. 1988.
53. **Andersson, M.** Markgeokemiska kartan 18–22, G–I. 1988.
54. **Shaikh, N.A., Karis, L., Kumpulainen, R., Sundberg, A. och Wik, N.-G.** Kalksten och dolomit i Sverige. Del 1. Norra Sverige. 1989.
55. **Shaikh, N.A., Karis, L., Snäll, S., Sundberg, A., och N.-G. Wik.** Kalksten och dolomit i Sverige. Del 2. Mellersta Sverige. 1989.
56. **Shaikh, N.A., Bruun, Å., Karis, L., Kjellström, G., Sivhed, U., Sundberg, A. och Wik, N.-G.** Kalksten och dolomit i Sverige. Del 3. Södra Sverige. 1990.
57. **Modig, H., Miller, U. och Robertsson, A.-M.** Karbonat i jord. Del 4. Försurning i äldre sedimentlagerföljder med anknytning till och i jämförelse med nutid. 1990.
59. **Andersson, M.** Markgeokemiska kartan 16–18., G–I. 1989.
60. **Ressar, H., Ekelund, L. och Ohlsson, S.-Å.** Biogeokemiska kartan 14-16, G-H. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1990.
61. **Kornfält, K.-A., Samuelsson, L., Sundberg, A., Wik, N.-G. och Wikman, H.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Kronobergs län. 1990.

62. **Andersson, M.** Markgeokemiska kartan 18–21, H–J. 1990.
63. **Ressar, H., Ekelund, L. och Ohlsson, S.-Å.** Biogeokemiska kartan 8–10, A–D. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1990.
64. **Cato, I.** Sedimentundersökningar i Brofjorden särskilt Trommekilen 1989, samt förändringar efter 1972 och 1984. 1990.
65. **Bruun, Å., Kornfält, K.-A., Sundberg, A., Wik, N.-G., Wikman, H. och Wikström, A.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Kalmar län. 1991.
66. **Frietsch, R., Sundberg, A. och Wik, N.-G.** Register över svenska fyndigheter av malm-mineral och industriella mineral och bergarter. 1991.
67. **Robertsson, A.-M.** Strandförskjutningar i Eskilstunatrakten för ca 9000 till 4000 år sedan. 1991.
68. **Ressar, H., Ekelund, L. och Ohlsson, S.-Å.** Biogeokemiska kartan 5–7, I–K och 8–10, E–G. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1991.
69. **Selinus, O. (ed.).** 2nd International Symposium on Environmental Chemistry. (Abstracts). 1991.
70. **Andersson, M.** Från Falkenberg till Blomstermåla; nuläge och framtida effekter av syrabelastning. 1992.
71. **Hopsu, V.** Norbergs gruvor på 1960-, 70- och 80-talen. 1992.
72. **Gustafsson, O.** Radonhalten i grundvatten från granitområden i Malmöhus län. 1992.
73. **Andersson, M. och Nilsson, C.A.** Markgeokemiska kartan 3–7, F–H. 1992.
74. **Cato, I.** Sedimentundersökningar längs Bohuskusten 1990 - Göteborgs och Bohus läns kustvattenkontroll. 1992.
75. **Ekelund, L., Nilsson, C.-A. och Ressar, H.** Biogeokemiska kartan 8–10, G–J och 11–12, H–J. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1993.
76. **Stephens, M.B. och Wahlgren, C.-H. (Conveners).** Workshop. Ductile shear zone in the Swedish segment of the Baltic Shield. Abstracts and excursion guide. Uppsala 1993.
77. **Sander, A.** Värderingsmodell för naturresurser. Tillämpning på ballasttillgångar.
78. **Nilsson, C.-A. och Ressar, H.** Biogeokemiska kartan 11–12, E–H, 12–13, G–J. Tungmetaller i bäckvattenväxter. 1995.
79. **Wahlgren, C.-H. (red.).** Regional berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående undersökningar 1994. 1995.
80. **Bruun, Å., Nilsson, C.-A., Sundberg, A., Wik, N.-G. och Wikström, A.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Östergötlands län. 1995.
81. **Andersson, M. och Nilsson, C.-A.** Markgeokemiska kartan 7–9 D–E, 7–9 E–H. 1995.
82. **Kornfält, K.-A., Andersson, M., Daniel, E. och Persson, M.** Kadmium i marken i sydöstra Skåne. 1996.
83. **Robertsson, A.-M., Erlström, M., Damell, D., Qvarfort, U. och Fredriksson, D.** Bakgrundsdata för metaller – surhet och landskapsutveckling från sedimentundersökningar. Sammanställning av data från Örebro. 1996.
84. **Wahlgren, C.-H. (red.).** Regional berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående undersökningar 1995. 1996.
85. **Andersson, M. och Lax, K.** Markgeokemiska kartan 20–22, I–L. 1996.
86. **Selinus, O. (red.).** Miljögeologi. Kartor för samhällsplanerare och miljövärdare. Exempel från Mittnordenområdet. 1996.
87. 14th Salt Water Intrusion Meeting. SWIM 96. 1996.
88. **Larsson, J.-O.** Diamanter – en blivande bristvara?. 1997.
89. **Wahlgren, C.-H. (red.).** Regional berggrundsgeologisk undersökning. Sammanställning av pågående undersökningar 1996. 1997.
90. **Holmberg, J. och Ressar, H.** Biogeokemiska kartan. Tungmetaller i bäckvattenväxter. Norra Värmland och Sydvästra Dalarna. 1997.

91. **Andersson, U.B.** Petrogenesis of some Proterozoic granitoid suites and associated basic rocks in Sweden (geochemistry and isotope geology). 1997.
92. **Frietsch, R.** The Iron Ore Inventory Programme 1963-1972 in Norrbotten County. 1997.
93. **Rosén, B., Ek, B.-M., Ek, J. och Mattson, H.** Radon i bostäder. Markradonhaltens betydelse för riskklassificering. 1997.
94. **Andersson, M., Johansson, P. och Lax, K.** Markgeokemiska kartan i östra Norrbottens inland, västra Småland och södra Halland, samt markkemiska variabler. 1997.
95. **Cato, I.** Sedimentundersökningar längs Bohuskusten 1995 samt nuvarande trender i kustsedimentens miljö kvalitet - en rapport från fem kontrollprogram. 1997.
96. **Lundqvist, I. och Wik, N.-G.** Industriella mineral och bergarter i Hallands län. 1998.
97. **Wahlgren, C.-H. (red.).** Regional berggrundsgeologisk undersökning. Sammanställning av pågående undersökningar 1997. 1998.
98. **Wahlgren, C.-H. (red.).** Regional berggrundsgeologisk undersökning. Sammanställning av pågående undersökningar 1998. 1999.
99. **Aastrup, M. (red.).** Grundvattnets tillstånd i Sverige. Årsskrift från miljöövervakningen 1999.
100. **Wik, N.-G., Sundberg, A. och Wikström, A.** Malmer, industriella mineral och bergarter i Södermanlands län. 1999.
101. **Lång, L.-O.** Betydelsen av de geokemiska och mineralogiska förhållandena för grundvattnets kemiska sammansättning i morän och sorterade sediment i norra Värmland. 1999.

\* Utgången







Sveriges Geologiska Undersökning  
Box 670  
751 28 Uppsala  
Tel: 018-17 90 00  
[www.sgu.se](http://www.sgu.se)

Uppsala 2000  
ISSN 0349-2176  
ISBN 91-7158-633-4