

Rapporter och meddelanden 116

Berggrundsgeologisk undersökning

Sammanfattning av pågående verksamhet 2003

Hans Delin (red.)



SGU

Sveriges geologiska undersökning
Geological Survey of Sweden

Rapporter och meddelanden 116

Berggrundsgeologisk undersökning

Sammanfattning av pågående verksamhet 2003

*Bedrock mapping
Summary of ongoing activities 2003
with an introduction in English*

Hans Delin (red.)

Sveriges geologiska undersökning
2004

ISSN 0349-2176
ISBN 91-7158-693-8

Omslagsbild: Deformerad metagranodiorit och mafiska gångar. Gävlebukten vid norra Upplandskusten. Foto Stefan Bergman.

© Sveriges geologiska undersökning

Layout: Agneta Ek, SGU
Tryck: Elanders Tofters, Östervåla 2004

INLEDNING

I denna skrift presenteras sammanfattningar av de fältarbeten och övriga undersökningar som utfördes under fältsäsongen 2003 inom SGUs berggrundsgeologiska undersökningsverksamhet. Syftet är att kontinuerligt informera om karteringsläget och att presentera preliminära resultat efter hand som undersökningarna fortskrider. Detta gör att geoinformationen snabbare kan nå användarna och komma till nytta.

Rapporteringen startade med 1994 års fältarbeten och detta är den tionde rapporten i sitt slag. De tidigare volymerna har publicerats våren efter respektive fältsäsong och är av relativt kortfattad och preliminär karaktär, eftersom de skrivs innan någon större bearbetning av den insamlade informationen ägt rum. Liksom tidigare har innehållet i denna rapport inte genomgått en strikt vetenskaplig granskning, och författarna ansvarar för innehållet i varje enskild del. För vidare information hänvisas den intresserade till den för området ansvarige geologen eller geofysikern.

Manusstopp för rapporterna var den 15 december 2003.

Den insamlade berggrundsgeologiska och geofysiska informationen lagras successivt i SGUs databaser. De färdiga berggrundskartorna är tillgängliga både i tryckt form och som kartdatabaser. Produktionsläget för dessa framgår av figurerna 1 och 2 respektive 3 och 4.

Alla är välkomna att ta del av arbetsmaterial från pågående arbeten, men det är först efter en slutlig sammanställning 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 2003 within the Geological Survey of Sweden's (SGU) programme for bedrock mapping. It aims to present the status of bedrock map production at SGU as at 15th December 2003 and to provide access to new geological information from ongoing projects prior to final release when the material is published.

This report series started with the field works of 1994 and the present one is the tenth volume. 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.

The location of the ongoing mapping projects and the status of production of bedrock maps at different scales can be seen in Figures 1 and 2. Geological and geophysical information from the mapping projects is stored in SGU's databases. The compiled information is available both as printed bedrock geological maps and as map databases, status of the latter is illustrated in Figures 3 and 4.

Hans Delin
Senior State Geologist

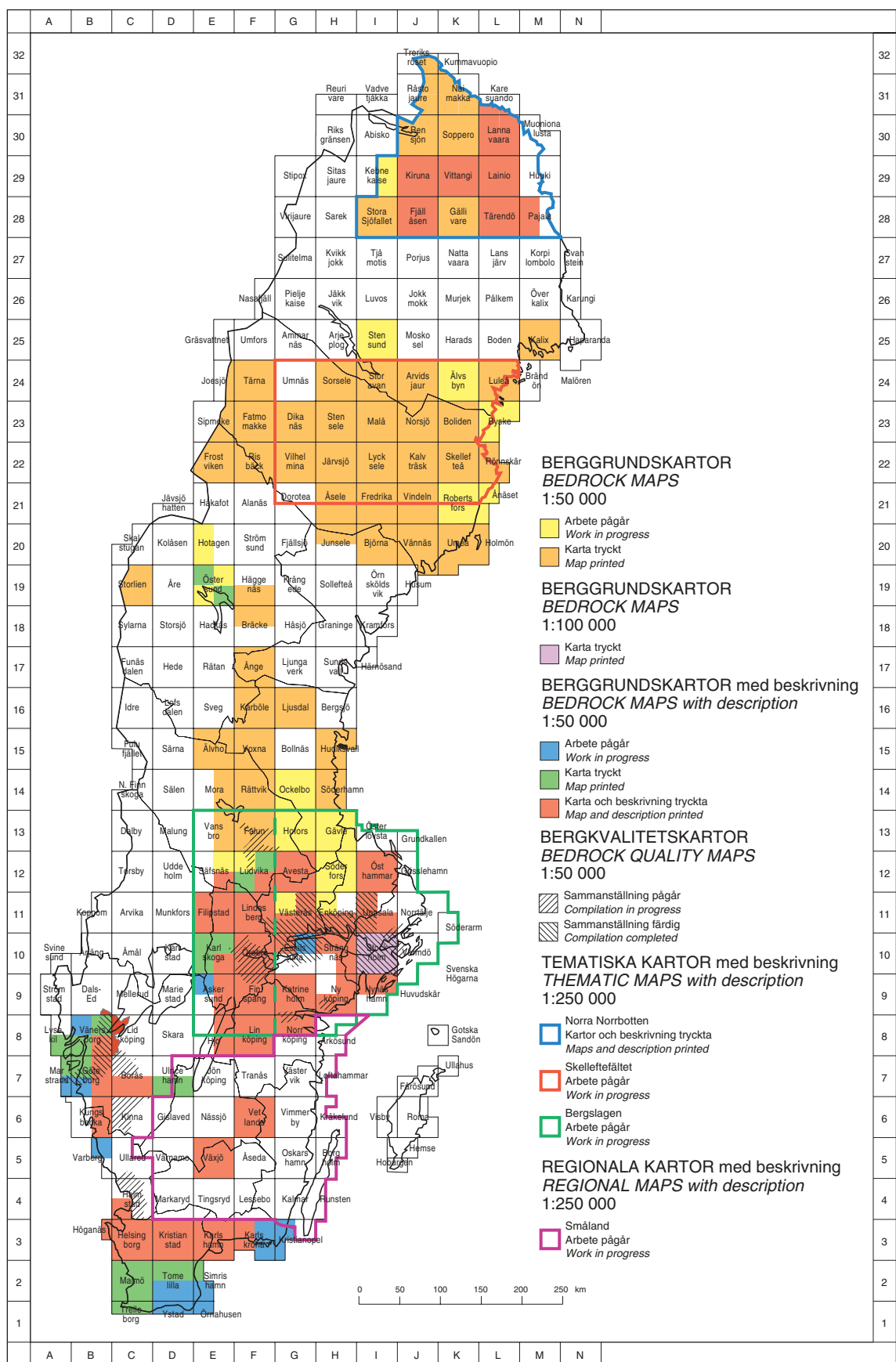


Fig. 1. Produktionsläget för lokala berggrundskartor i skala 1:50 000, regionala berggrundskartor i skala 1:250 000 samt tematiska sammanställningar i skala 1:250 000 (2004-03-31).

Status concerning production of bedrock maps at the scale 1:50 000, regional bedrock maps at the scale 1:250 000 and thematic compilations at the scale 1:250 000 (2004-03-31).

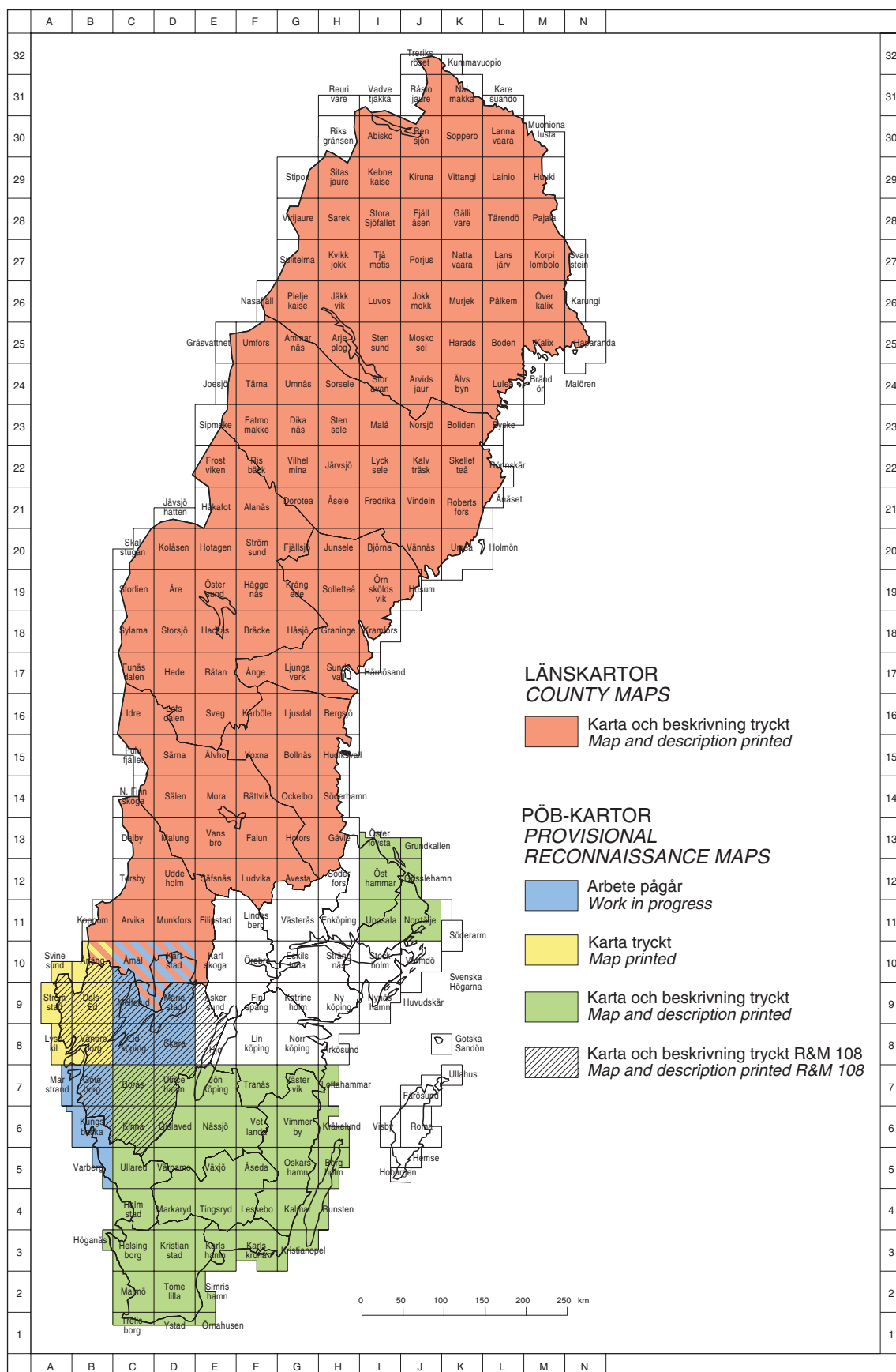


Fig. 2. Produktionsläget för länskartor i skala 1:200 000 respektive 1:400 000 och provisoriska översiktliga berggrundskartor (PÖB) i skala 1:250 000 (2004-03-31).

Status concerning production of county maps at the scale 1:200 000 and 1:400 000 respectively and provisional reconnaissance maps at the scale 1:250 000 (2004-03-31).

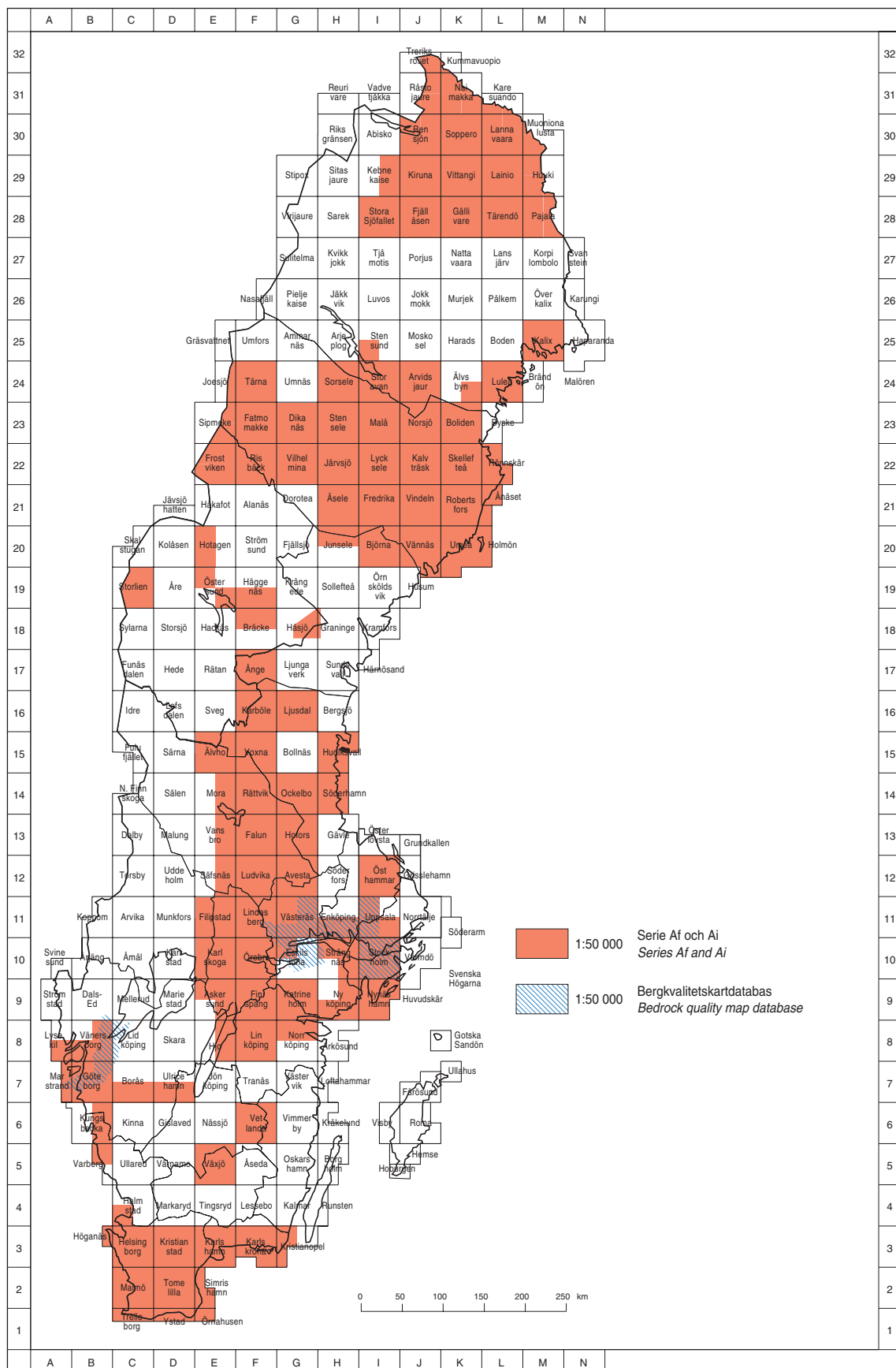


Fig. 3. Produktionsläget för digitala lokala berggrundskartor. Den angivna skalan i teckenförklaringen anger den skala i vilken kartan är digitaliserad (2004-03-31).

Status concerning production of digital local bedrock geological maps. The map scale shown in the legend refers to the scale in which the map is digitized (2004-03-31).

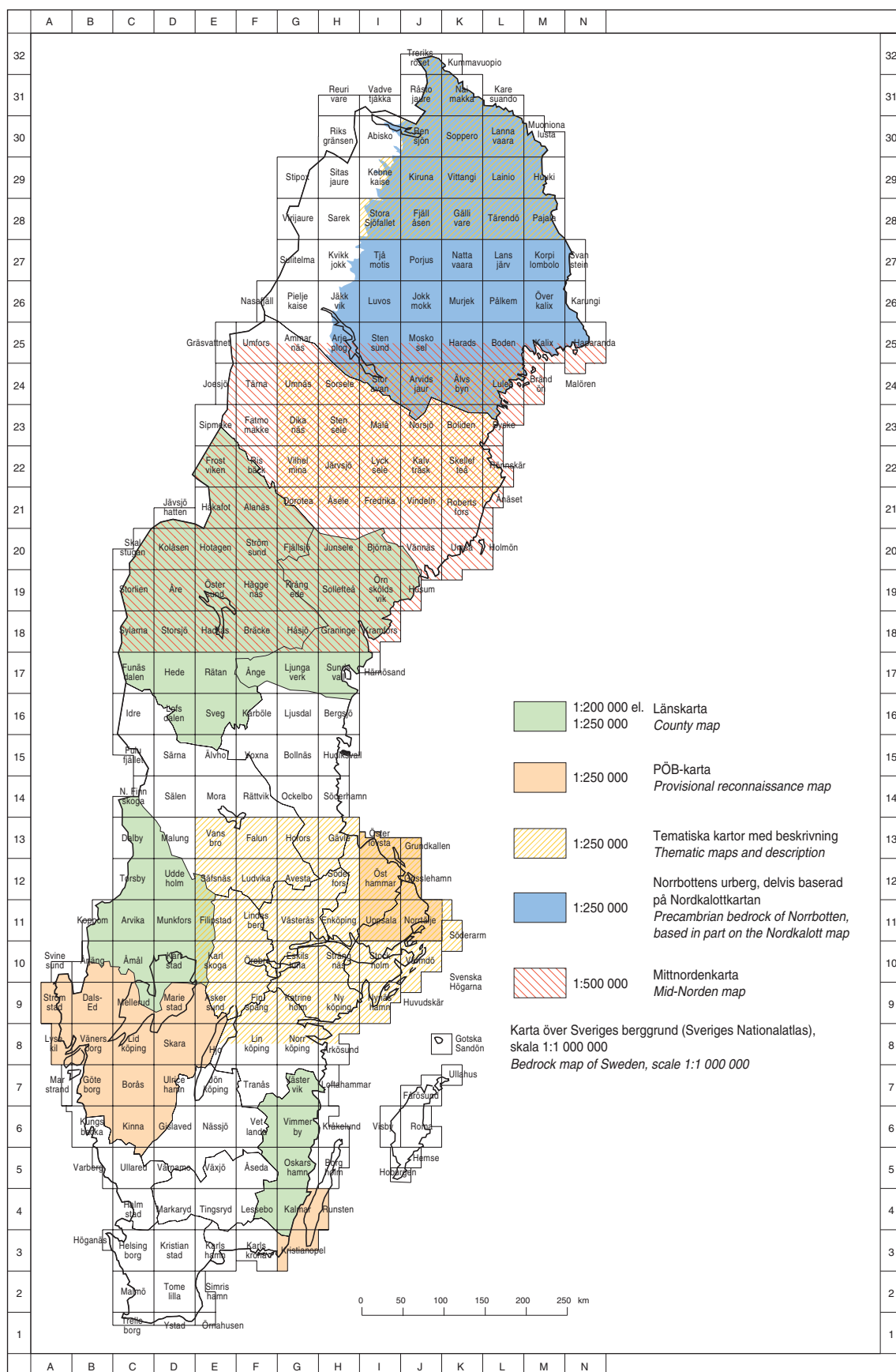


Fig. 4. Produktionsläget för digitala regionala berggrundskartor. Den angivna skalan i teckenförklaringen anger den skala i vilken kartan är digitaliserad (2004-03-31).

Status concerning production of digital regional bedrock geological maps. The map scale shown in the legend refers to the scale in which the map is digitized (2004-03-31).

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Lokala kartor 1:50 000

Projekt Östra Mälardalen	10
---------------------------------------	----

Kartområdet 11H Enköping NV	10
--	----

Magnus Ripa, Mehrdad Bastani och Lena Persson

Projekt Svealand	20
-------------------------------	----

Kartområdet 13H Gävle	21
------------------------------------	----

Stefan Bergman, Hans Delin och Johan Söderman, Uppsala

Projekt Östersund–Hackås	33
---------------------------------------	----

Kartområdet 19E Östersund SV	33
---	----

Torbjörn Thelander, Uppsala

Projekt Byske, Älvsbyn, Stensund (BÄST)	40
--	----

Kartområdet 23L Byske NV/NO	41
--	----

Mehrdad Bastani, Torbjörn Thelander och Anders Hallberg, Uppsala

Kartområdet 25I Stensund NV/NO	48
---	----

Sven Aaro, Uppsala, Bosse Gustafsson, Malå, Benno Kathol, Claes Mellqvist och

Mats Wedmark, Uppsala

Tätortsprojekt. Kommunkartor 1:50 000 och 1:250 000

Projekt Södra Halland, berg	64
--	----

Inger Lundqvist, Göteborg

Projekt Östra Göteborg, berg	66
---	----

Ildikó Antal Lundin, Uppsala, Ulf Bergström och Lena Lundqvist, Göteborg

Projekt Östra Göteborg, bergkvalitet	72
---	----

Mattias Göransson, Uppsala, Ulf Bergström, Göteborg, Dick Claeson, Lund, Tomas Eliasson,

Göteborg, Mehrdad Bastani och Hossein Shomali, Uppsala

Projekt Östergötland, bergkvalitet	75
---	----

Nyköpingsområdet	75
-------------------------------	----

Finspång–Norrköpingsområdet	81
--	----

Ildikó Antal Lundin, Uppsala, Dick Claeson, Lund, Maria Carlsäter och Sam Sukotjo, Uppsala

Projekt Örebro, bergkvalitet	91
---	----

Martin Ahl, Lutz Kübler och Maria Carlsäter, Uppsala

Projekt Östra Mälardalen, bergkvalitet	97
---	----

Malin Sträng, Mehrdad Bastani, Fanny Hartvig och Lena Persson, Uppsala

Projekt Dalarna, bergkvalitet	105
--	-----

Magnus Döse och Lutz Kübler, Uppsala

Regionala kartor 1:250 000

Projekt Småland, berg	114
Kartområdet 7D Ulricehamn NO	121
Kartområdet 6D Gislaved NO	122
Kartområdet 6D Gislaved NV	123
Kartområdet 6D Gislaved SV/SO	124
Kartområdet 5D Värnamo NO	125
Kartområdet 6E Nässjö SV/SO	128
Kartområde 5F Åseda SV/NV	131

Nils Gunnar Wik, Lund, Ulf Bergström, Göteborg, Dick Claeson, Lund,
Cecilia Jelinek, Niklas Juhojuntti, Leif Kero, Uppsala, Lena Lundqvist, Göteborg,
Charlotte Möller, Lund, Hossein Shomali, Sam Sukotjo, Uppsala och Hugo Wikman, Lund

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. 0953-107 60
Fax. 0953-216 86

LOKALA KARTOR 1:50 000

Östra Mälardalen berg

Magnus Ripa, Mehrdad Bastani och Lena Persson

PROJEKTBESKRIVNING

Under våren 2003 startade SGU ett karteringsprojekt som omfattar berggrunden i de områden som motsvaras av topografiska kartbladen (skala 1:50 000) 11H Enköping NV, 11H Enköping NO och 11I Uppsala NO enligt LMVs indelning (fig. 1). Projektet avser att ge en modern och mer detaljerad bild av berggrunden i området än vad som sammanställdes inom ramen för Bergslagsprojektet (Stephens m.fl. 2000, 2001). Den geologiska undersökningen kommer i huvudsak att bedrivas som s.k. baskartering varvid ca 4–5 km² per person och dag undersöks. Kring vägar med vägnummer <100 och i större samhällen kommer s.k. reguljärkartering att bedrivas, vilket innebär en något mer noggrann undersökning. All insamlad information kommer att lagras i SGUs databaser.

Under fältsäsongen 2003 bedrevs geologisk och geofysisk undersökning i delar av området 11H Enköping NV (fig. 2) och i den del av Sigtuna kommun som ligger inom kartområdet 11I Uppsala NO. Under 2004 kommer 11H Enköping NV att undersökas klart och arbeten att inledas i övriga områden. Inom 11I Uppsala NO har hittills ett alltför litet område undersökts för att en beskrivning ska bli meningsfull.

REGIONAL GEOLOGI

Områdets berggrund domineras av bergarter som bildades under den s.k. svekokarelska orogensen (bergskedjebildningen) för ca 1 960 till 1 750 milj. år sedan. Äldst i det aktuella området är s.k. svekofenniska ytbergarter (bergarter avsatta på jordytan), som utgörs av vulkaniska och sedimentära avlagringar bildade för cirka 1 900 milj. år sedan. Ytbergarterna intruderades av djup- och gångbergarter (intrusivbergarter bildade i jordskorpan) för ca 1 900 till 1 850 milj. år sedan. Djupbergarterna kallas tidigorogent svekokarelska. Alla ovannämnda bergarter omvandlades genom att de fördes ner i jordskorpan och där utsattes för höga temperaturer och/eller tryck under kulminationen av orogensen (metamorfos). Lokalt var omvandlingen så stark att bergarterna smälte. Smältorna (magmor) gav upphov till en ny generation djup- och gångbergarter, som kallas syn- till senorogent svekokarelska. De bergarter som omvandlades har prefixet ”meta-” framför sitt namn, t.ex. metagranit. I trakten av Almunge finns alkalina bergarter av okänd ålder. Efter den svekokarelska orogensen intruderades den äldre berggrunden av flera generationer av diabasgångar.

KARTOMRÅDET 11H ENKÖPING NV

Inledning

Kartområdet 11H Enköping NV ligger i Västmanlands och Uppsala län. Det omfattar delar av Sala, Heby, Uppsala, Enköping och Västerås kommuner.

Den geologiska undersökningen omfattade 116 mandagar i fält. Av dessa åtgick ett antal till exkursion, revision och provtagning. I genomsnitt karterades 3,5 km² per geolog och dag. Kartunderlaget var relativt moderna fastighetskartor (skala 1:12 500) med höjdkurvor. Hällars lägen enligt SGUs jordartskartering av området (Svantesson 1999) överfördes till fältkartorna. För lägesbestämning användes GPS. I den geologiska undersökningen medverkade Daniel Larsson och Anders Lundgren.

Äldre geologiskt material i området utgörs av Kugelberg (1862, 1863), Hummel (1865) och

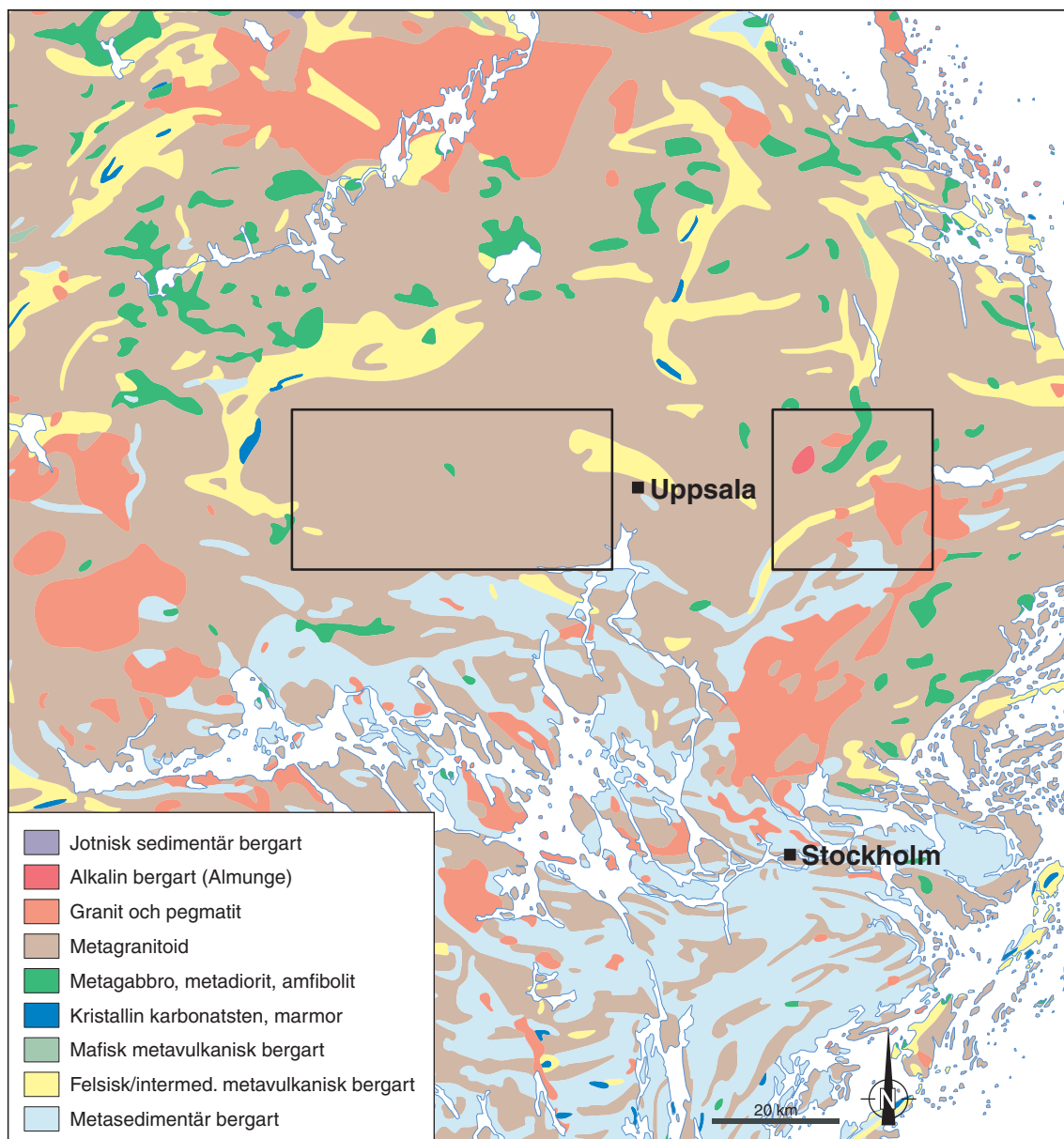


Fig. 1 Översiktlig berggrundskarta (modifierad från Lundqvist m.fl. 1994) över den del av landet som projektområdet ligger i. De enskilda kartområdena är markerade med rutor.

Gumaelius (1868). Modern berggrundsgeologisk information finns för omkringliggande områden, nämligen 11G Västerås NO (Ripa & Kübler 2003, Ripa m.fl. 2002), 11G Västerås SO (Arnbom 1999), 11H Enköping SO (Stålhös 1974), 11H Enköping SV (Stålhös 1977), 11I Uppsala NV (Arnbom & Persson 2002) och 12G Avesta SO (Persson 1997). Kartområdena 12H Söderfors SV och SO undersöktes fältsäsongerna 2000 och 2001 under ledning av Stefan Bergman och Hans Delin (Bergman m.fl. 2001, 2002). Se även ovannämnda Bergslagsprojekt (Stephens m.fl. 2000, 2001).

Det geofysiska fältarbetet pågick under totalt fyra veckor. Arbetet har i år huvudsakligen bedrivits inom de norra delarna av kartområdet 11H Enköping NV. Det har främst bestått av petrofysisk provtagning, mätning av magnetisk susceptibilitet och gammastrålning på berghällar samt några magnetiska markprofilmätningar för uppföljning av anomalier.

Bergarter

Berggrunden i området sammanfattas i figur 2. Underordnat förekommer svekofenniska ytbergarter, som är de äldsta bergarterna i området. För övrigt dominerar djupbergarter, vilka kan indelas i tre typer: tidigorogena metagranitoider och -mafiter, sen- till synorogena gångbergarter samt yngre diabaser. Bergarterna är relativt odeformerade i det hittills undersökta området.

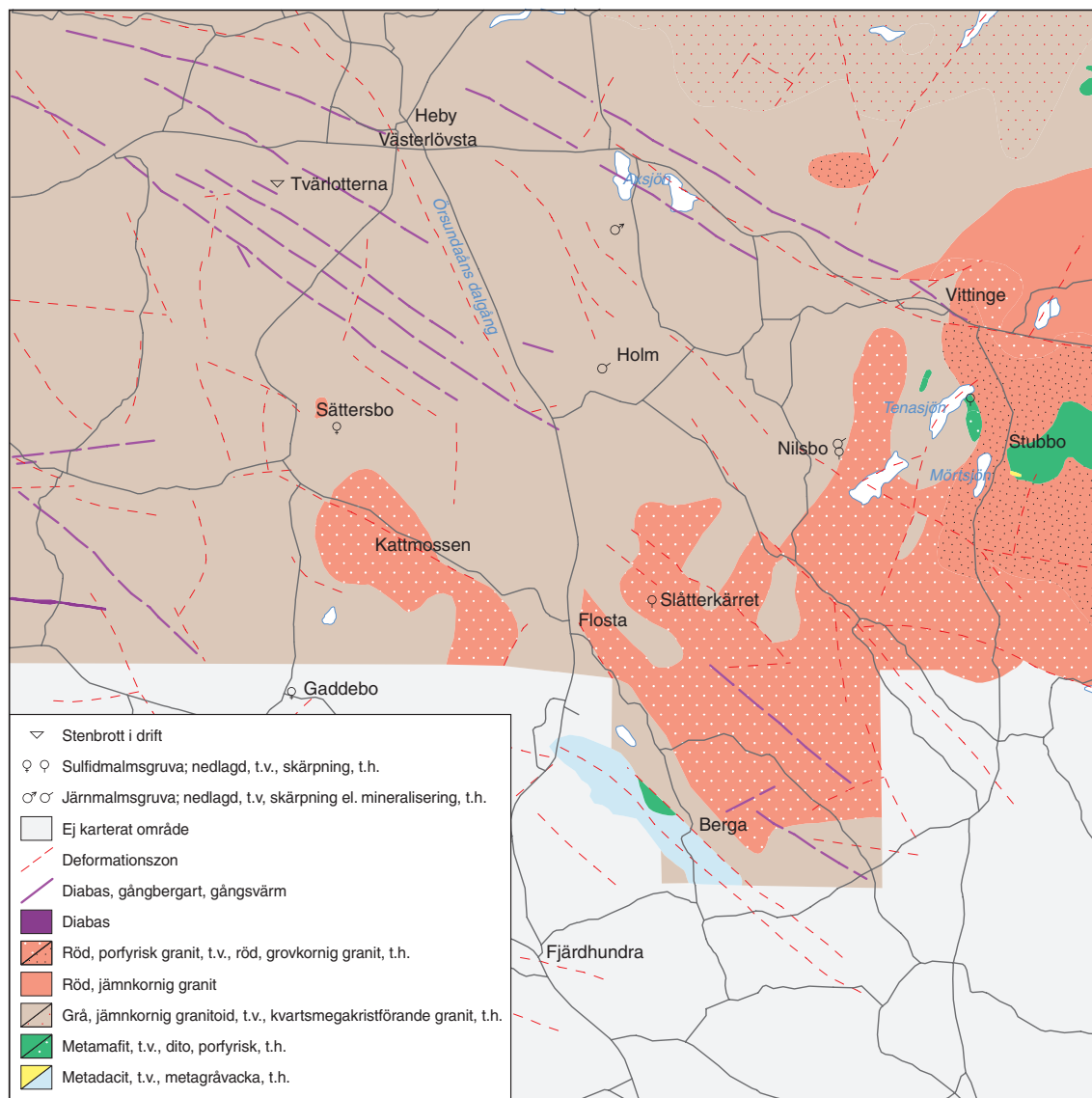


Fig. 2. Preliminär och översiktlig berggrundskarta över de delar av kartområdet 11H Enköping NV som undersöktes under fältsäsongen 2003. Samtliga bergarter utom diabas är mer eller mindre metamorfa.

Ytbergarter

Ytbergarterna har en blygsam utbredning inom området. Ett mindre område med metagråvacka finns vid Berga, ONO om Fjärdhundra (6d). Bergarten liknar här den som finns vid Östrom i kartområdet 11G Västerås NO (Ripa & Kübler 2003, Ripa m.fl. 2002), nämligen en gråvacka med tektoniskt avsnörda linser (boudiner) av skarnig metaarenit. Kvartsit förekommer som xenoliter i tidigorogen granitoid ett par kilometer norr om Vittinge (9e). Xenoliter av felsisk metavulkanit i tidigorogen gra-

nitoid finns, dels i ett stråk från Vittinge (8e) och några kilometer åt nordost, dels omedelbart väster om Tenasjön (8e). Strax öster om Mörtsjön (7e) finns hornblände- och fältspatporfyrisk, subvulkanisk metatonalit eller -dacit. Förekomsten är troligen en större xenolit. Marmor och skarn finns i en liten skärpning (se nedan) strax öster om samma sjö, troligen som en inneslutning i en tidigorogen metamafit.

Tidigorogena intrusivbergarter

De intrusiva bergarterna består av tidigorogena graniter, ospecificerade granitoider, mafiter och mafiska gångbergarter, syn- till senorogena felsiska gångbergarter samt av postorogena diabaser.

Större delen av det hittills undersökta området domineras av grå, jämn- till ojämnkornig, medel- till grovkornig, enklavförande, hornbländehaltig granit till tonalit. Bergarterna är övervägande jämnkorniga, men i områdets nordöstra del finns granit med megakrister av kvarts. Lokalt samexisterar varieteterna i hållskala. I fält är det lokalt svårt att exakt avgöra de jämnkorniga granitoidernas sammansättning, beroende på att all fältspat är vit eller grå och att de tonalitiska leden är kvartsrika. Normalt sett förekommer både biotit och hornblände, men proportionerna dem emellan varierar starkt. Lokalt är hornbländet grovt och bildar där nästan strökorn. Enklaver är i allmänhet rundade, cm- till dm-stora och består av fint medelkornig mafisk till felsisk bergart. Lokalt är det oklart om de verkligen är enklaver (*magma mingling*) och har där klassats som ospecificerade inneslutningar.

Ganska stora områden upptas av röd granit. Den är övervägande porfyrisk (kalifältspat-) till ojämnkornig och underordnat jämnkornig. Graniten är medelkornig i jämnkorniga varieteter och grov- till medelkornig för övrigt. Lokalt innehåller den hornblände, men vanligen är biotit det dominerande mörka mineralet. Graniten magmablandar sig med mafiska led (se nedan) och ser ut att ha intruderat de grå granitoiderna ovan. Enklaver eller inneslutningar, som de ovan beskrivna, finns även i röd granit. U-Pb-isotopbestämningar på zirkoner i bergarten ger en ålder av 1907 ± 4 milj. år.

Lokalt, t.ex. nordost om Tenasjön (8e) och vid Kattmossen (7b), finns monzonitiska respektive syenitiska varieteter av tidigorogen felsisk intrusivbergart. Deras utbredning är dock begränsad till någon håll eller del av hållområde.

Tidigorogen mafit bildar ett par mindre kroppar. Den största av dem ligger vid Stubbo (7–8e). Mafiten är mörkgrå, jämnkornig till porfyrisk och fin- till medelkornig. Strökorn av både hornblände och pyroxen förekommer. Intrusionen vid Stubbo domineras av jämnkornig, medelkornig mafit. Den består dock delvis av finkornig, pyroxenporfyrisk dito med dm-stora partier av en pyritförande varietet av huvudbergarten. Till synes består alltså förekomsten av två intrusionsfaser av mafisk magma. Lokalt magmablandar sig mafiten med röd granit enligt ovan. Lokalt, vid ovannämnda skärpning intill Tenasjön, är mafiten hydrotermalt omvandlad. På några platser finns gångar av tidigorogen mafit.

De tidigorogena bergarterna är tämligen massformiga och välbevarade i det hittills undersökta området. Därför har de vid karteringen och i beskrivningen ovan benämnts med sina primära magmatiska namn. Lokalt är de dock tydligt stängliga och/eller folierade. Mafiska led är uppenbart metamorfa även i fält och eftersom de magmablandar sig med röd granit torde även samtliga felsiska led vara metamorfa. Lokalt har massformiga bergarter stängliga enklaver eller inneslutningar med tydlig orientering, vilket visar att bergarterna utsatts för deformation, även om det inte alltid syns i grundmassan för övrigt.

Syn- till senorogena gångbergarter

Aplit-, pegmatit- och granitgångar av förmodat syn- till senorogen ålder förekommer i området. De bildar både syn- och senorogena led. De förra är i allmänhet grå och lokalt deformerade, de senare är rödare och posttektoniska. En del av gångarna är möjligen tidigorogena.

Diabas

Gångar av diabas förekommer lokalt. Deras utbredning framgår delvis av den flygmagnetiska kartan. Diabas är den yngsta bergarten inom området. Den bildar dels mäktiga gångar, vars inre delar har gabbroid karaktär, dels svärmar av flera, dm- till m-tunna, mycket finkorniga gångar. Uppträdandet som gångsvärmar tycks dominera. Båda typerna stryker i huvudsak VNV-ligt till nordvästligt.

Metamorfos

Den metamorfa graden i kartområdet är inte utvärderad. Som nämnts, är bergarterna relativt välbevarade. De xenoliter av ytbergarter som finns visar tecken på medelhög metamorfosgrad. Frekvensen av syn- till senorogena gångar är måttlig.

Strukturer

Den generella strukturtrenden är VNV-ligt strykande. Lokalt är den mer nordlig, t.ex. kring Örsundaåns dalgång, ost-västlig eller nordostlig (9e). Strukturerna definieras av branta foliationer och en stänglighet som stupar medelbrant åt sydost eller söder. I stora drag visar berggrunden samma strukturella trend som den i kartområdet 11G Västerås NO väster härom (Ripa & Kübler 2003, Ripa m.fl. 2002).

Geokemi

Preliminära tolkningar av de prover som hittills har analyserats (n=19) är att de tidigorogena intrusivbergarterna (n=16) bildar en subalkalin trend med kalkig affinitet. Mafiska led är aluminiumrika (>16 vikt-% Al_2O_3). Granitiska led är peraluminösa medan mafiska till intermediära led är metaluminösa. En relativ stor andel av proverna visar tecken på alkaliomvandling. Både de tidigorogena mafiterna och diabaserna (n=3) har låga Mg-tal (0,20–0,32 respektive 0,28–0,37) och representerar alltså föga primitiva smältor.

Naturresurser

Med naturresurser avses här malmer, industrimineral och övriga bergmaterial.

Ett antal mineraliseringar, skärpningar och smärre gruvförsök finns i området. Några av dessa har varit inriktade på sulfider, några på magnetit.

Sulfider har eftersökts och/eller brutits i viss utsträckning i Gaddebo (Björngruvan, 6b), Sättersbo (Gruvmyrgruvan, 8b), Nilsbo (7d) och på en plats strax öster om Tenasjön (8e). I varpen på dessa platser finner man mest järnsulfider (plus kopparkis i Gaddebo), vilka uppenbarligen är associerade med mafiska bergarter (utom vid Sättersbo där både granit och norit föreligger). Gaddebo- och Sättersbofyndigheterna är beskrivna av Tegengren m.fl. (1924). Häri anges att det man eftersökte var nickelhaltig magnetkis. Sättersbo- och Nilsbofyndigheterna beskrivs av Hummel (1865) som pyrit- och magnetkisskärpningar, pyriten användes dels till rödfärg, dels till råsmältning i Sala. Vid årets undersökning hittades ett större block eller möjligen en håll med förkislad och sulfidförande (pyrit och kopparkis) tidigorogen granit söder om Slätterkärret, öster om Flosta (7c).

Spår efter magnetitprospektering eller -brytning finns SSV om Axsjön och väster om Holm (båda 8c). Vid Axsjögruvan finns inte längre några gruvhål eftersom de fyllts igen. Varpen består av magnetithaltiga stycken av en mörk, kvartsrik bergart. Övriga mineral som har identifierats är flogopit och pyrit. Sannolikt ligger fyndigheten i omvandlad metavulkanit, vilken i sin tur ligger som en xenolit i omgivande tidigorogen granit. Någon egentlig geologisk beskrivning av gruvan finns inte, men vissa uppgifter har sammanställts av H. Agrell (muntl. medd. 2003) och en del av dessa sammanfattades av

Fredriksson (1997) och Lundgren (1997). Enligt denna källa bröts under åren 1873–1876 (möjligen även 1883–1884) en ”högvärdig” magnetitmalm ur tre smala, vertikala schakt utan sidoorter. Malmen stod brant och var svårbruten. Uppskattningsvis bröts mellan 1 500 och 2 000 ton malmhaltigt berg. Troligen är magnetitskärpningen väster om Holm på något sätt relaterad till brytningen vid Axsjön. Vid årets undersökningar upptäcktes en smärre magnetitmineralisering strax norr om Nilsbofyndigheten (se ovan). Mineraliseringen sitter i xenoliter av skarnomvandlad, felsisk metavulkanit i metatonalit.

I ett stenbrott vid Tvärloetterna, sydväst om Västerlövsta (9b) bryts en ljus grå till ljus röd, jämnkornig, tidigorogen granit.

Bergets sprickighet (antal sprickor per meter) har inte noterats vid denna undersökning, så det är oklart vilka bergarter som är lämpliga som byggnadssten. Jämnkorniga och homogena partier av granit torde vara bra som krossmaterial.

Geofysiska undersökningar

Hela kartområdet är täckt med moderna flygmätta magnetiska och radiometriska data. Även dito elektromagnetiska VLF-data, uppmätta från två sändare, täcker hela kartområdet förutom ett 1,5 km brett stråk i den sydligaste delen av området där VLF-data saknas.

Resistivitetskartan (fig. 3) visar att högresistiva områden (röda) vanligen sammanfaller med hällrika områden samt områden med tunt jordtäckte. Lågresistiva områden (blå) indikerar sprickzoner och deformationszoner i berggrunden samt områden med större lermäktigheter. Äldre petrofysikdata, som

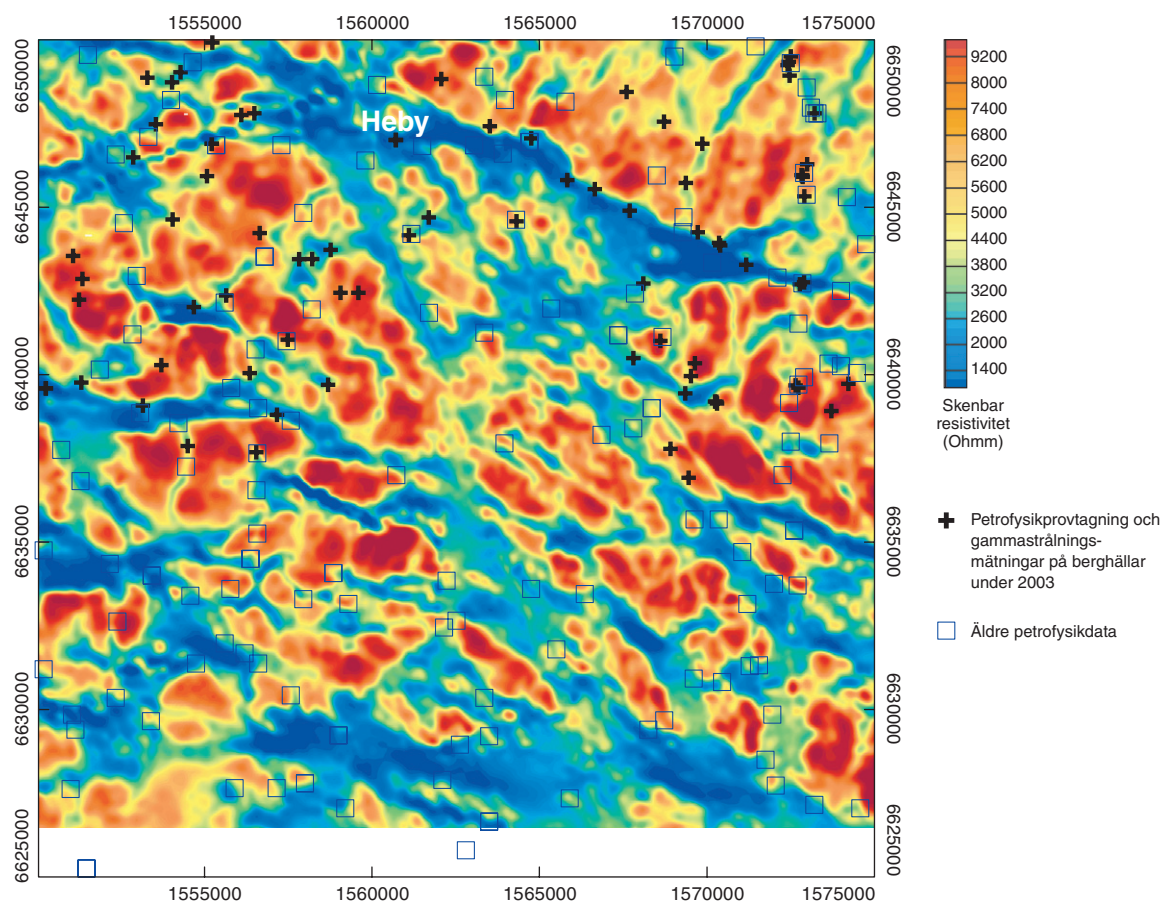


Fig. 3. Resistivitetskarta baserad på VLF-data över kartområdet 11H Enköping NV. Svarta kryss på kartan visar läget för petrofysikprovtagning under fältsäsongen 2003. Tidigare insamlade data är markerade med en fyrkant.

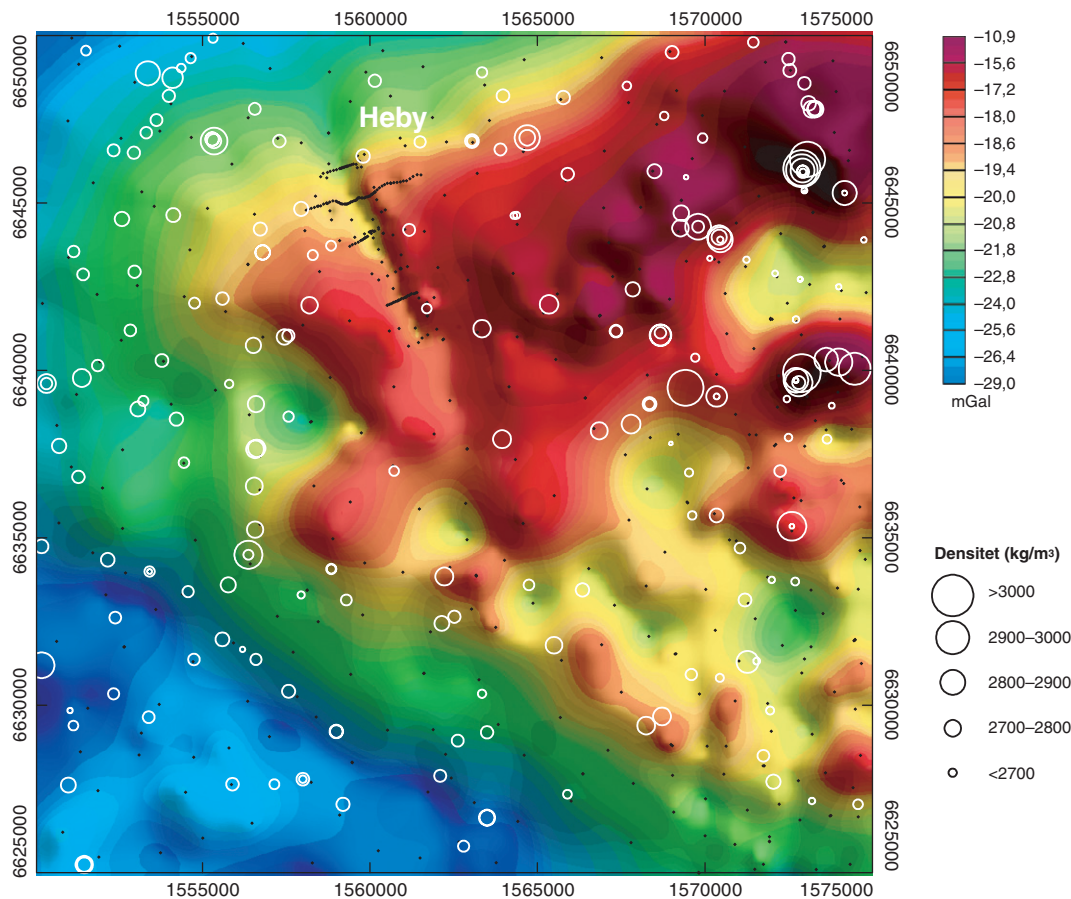


Fig. 4 Bouguer-anomalikarta över kartområdet 11H Enköping NV. Svarta punkter markerar läget för tyngdkraftsmätningar.

tidigare insamlats inom ett STU-finansierat projekt (Werner 1977), är markerade med en fyrkant. Gammastrålningsmätningar har inte utförts på dessa lokaler.

Tyngdkraftsmätningar är utförda med ett punktavstånd på ca 1–1,5 km. Över Örsundaåns dalgång söder om Heby har flera detaljerade markprofiler uppmätts med ett mätpunktsavstånd av i vissa områden ned till 20 m. Tyngdkraftsprofilerna är uppmätta av SGU inom ramen för programmet markgeofysik samt av Uppsala universitet (Jönberger 2003).

Tyngdkraftsunderskottet söder om Heby (fig. 4), längs Örsundaåns dalgång, orsakas av tjocka kvartära avlagringar med lera och sand med betydligt lägre densitet än berggrunden. Borrningar och refraktionsseismik utförda av SGU samt resultat från högupplösande reflektionsseismik (Juhlin m.fl. 2002) och modellering av tyngdkraftsdata (Jönberger 2003) har gett ett maximalt djup till berggrunden på mellan 70 och 100 m längs Örsundaåns dalgång. Tyngdkraftsöverskotten i de östra delarna av kartområdet sammanfaller till viss del med observationer av metamafit i häll. Den kraftigaste anomalin sammanfaller med en metamafit vid Stubbo (7–8e). Bergartens densitet varierar mellan 2 900 och 3 100 kg/m³. I den södra delen av kartområdet finns en tydlig tyngdkraftsgradient i VNV-lig riktning. Denna del av kartområdet har ännu inte karterats. Äldre geologiskt material (Kugelberg 1863) visar att det finns en högre deformationsgrad i bergarterna söder om gradienten.

Berggrunden i kartområdet uppvisar relativt låga magnetiseringsnivåer (fig. 5). Ett flertal smala, högmagnetiska anomalier i VNV-lig till nordvästlig riktning orsakas av diabasgångar. Även längs Örsundaåns dalgång finns en anomali som troligtvis orsakas av en diabasgång. Inom detta område saknas hällar.

Magnetfältet över en av anomalierna ovan mättes längs en 500 m lång markprofil. Profilens läge är markerat med en pil i figur 5. Resultat från profilmätning (fig. 6) samt hällobservationer visar att

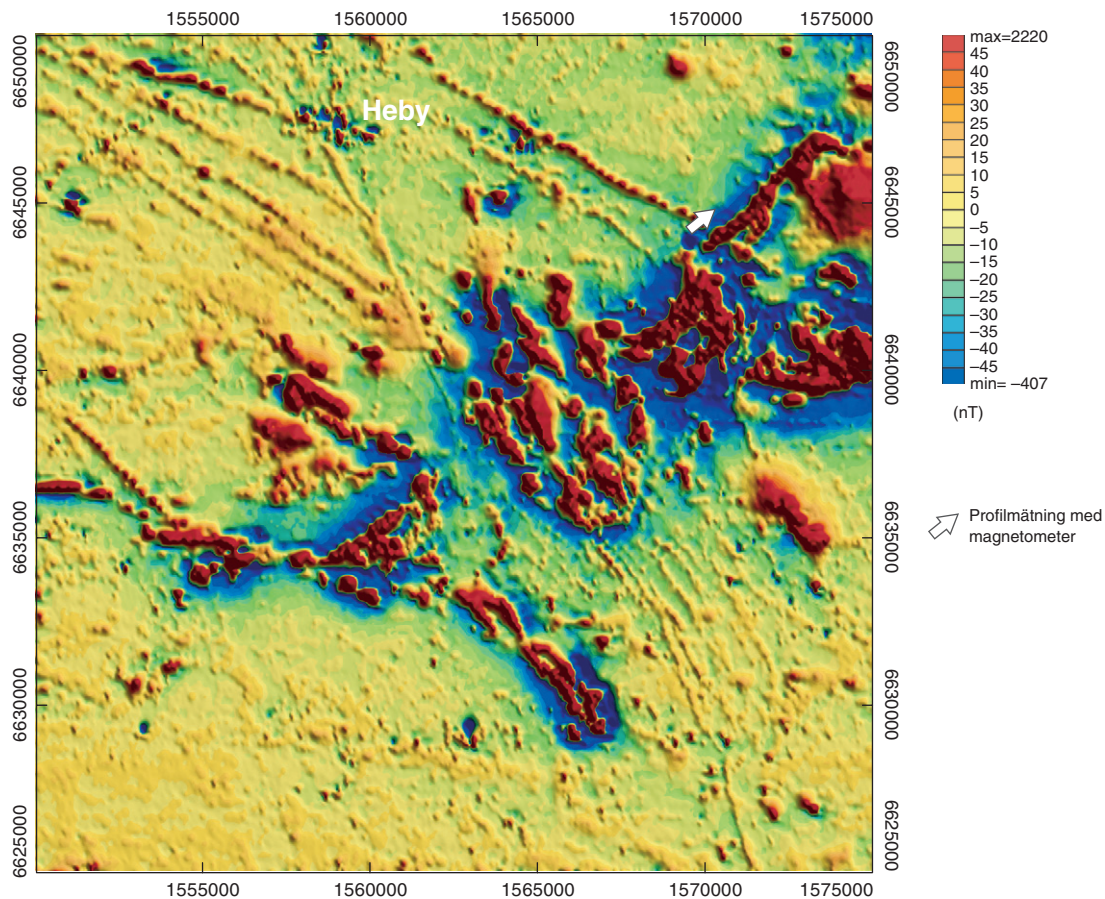


Fig. 5. Flygmagnetisk karta över kartområdet 11H Enköping NV. Data har filterats för att framhäva anomalier orsakade av den översta delen av berggrunden (ned till några hundra meter).

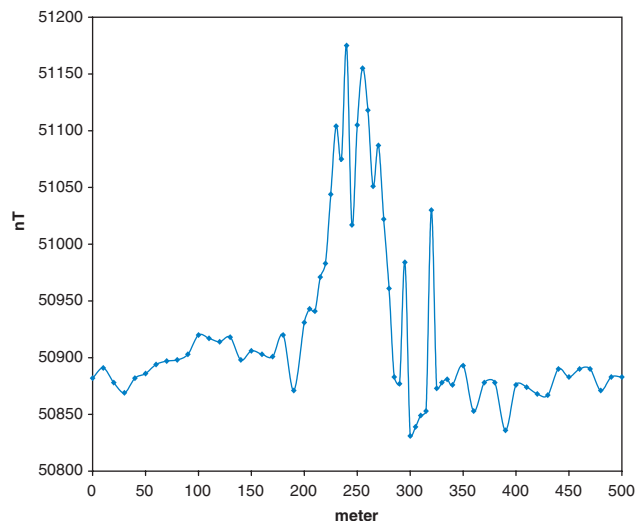


Fig. 6. Resultat från magnetisk markprofilmätning över en diabasgång. Profilens läge är markerad i figur 5.

diabasgången är sammansatt av flera relativt tunna, parallella gångar. Modelleringen av profildata visar att gången har en sammanlagd bredd på ca 25 m.

Utöver de linjära magnetiska anomalierna finns även ett mera oregelbundet mönster av högmagnetiska anomalier inom området. Resultat från årets fältundersökning antyder att de orsakas av graniter med förhöjd magnetisering samt i en del fall av metabasiter.

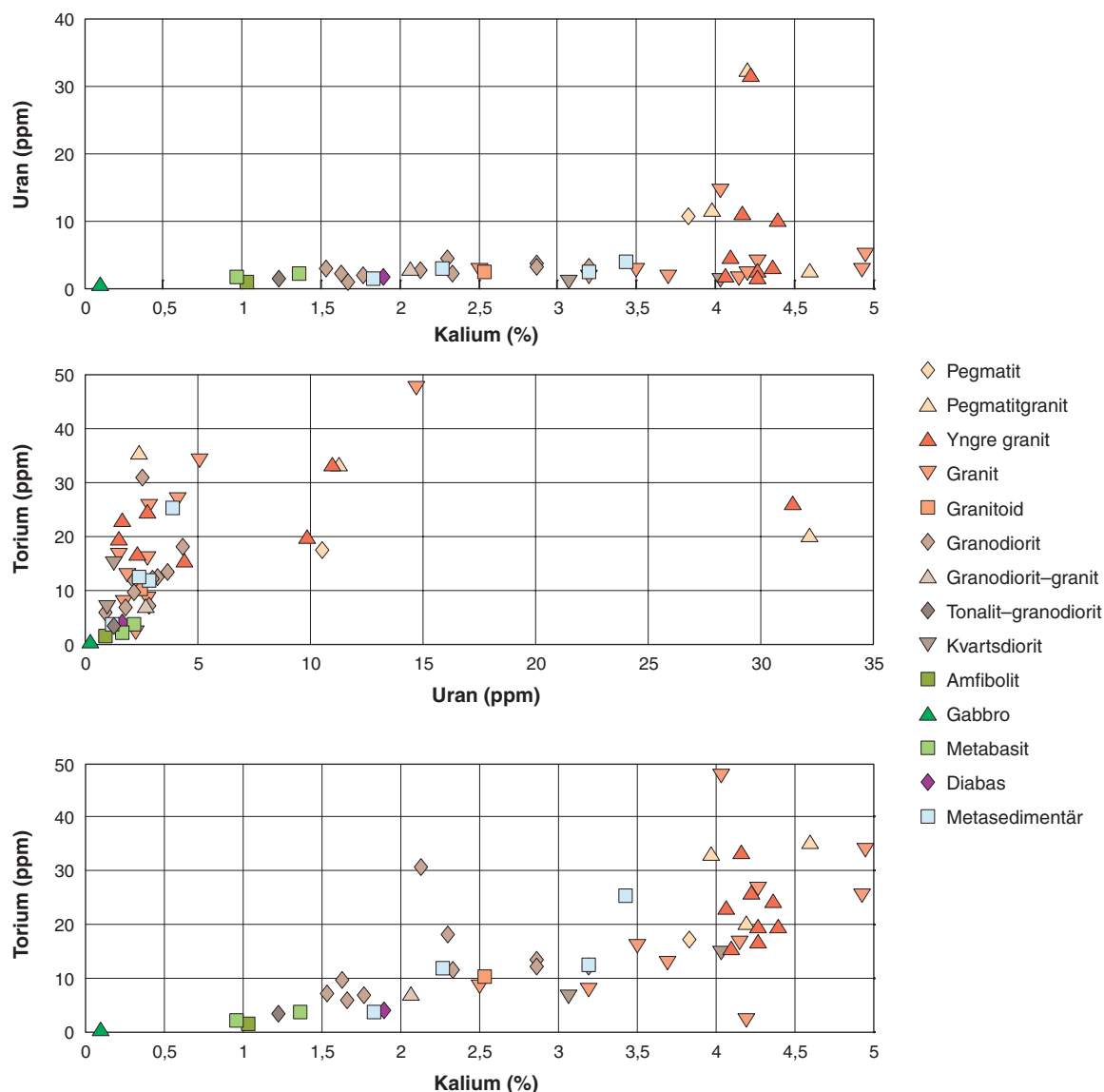


Fig. 7. Kalium-urandiagram över gammastrålningsmätningar på berghällar inom kartområdet.

Resultaten från gammastrålningsmätningar på berghällar är inte fullständigt utvärderade, men beträffande uranstrålningen är bergarterna inom kartområdet inte anomala (fig. 7).

REFERENSER

- Arnbom, J.-O., 1999: Beskrivning till berggrundskartan 11G Västerås SO. *Sveriges geologiska undersökning Af204*, 46 s.
- Arnbom, J.-O. & Persson, L., 2002: Beskrivning till berggrundskartan 11I Uppsala NV. *Sveriges geologiska undersökning Af210*, 49 s.
- Bergman, S., Delin, H., Kübler, L., Ripa, M. & Söderman, J., 2001: Projekt Svealand. I H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2000. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 105*, 16–28.
- Bergman, S., Delin, H., Karis, L., Kübler, L., Ripa, M. & Söderman, J., 2002: Projekt Svealand. I H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2001. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 110*, 10–39.

- Fredriksson, K.-E., 1997: *Järnbruken i Ramsjö och Molnebo*. Civiltryckeriet, Upsala Nya Tidning, 81 s.
- Gumaelius, O., 1868: Några ord till upplysning om bladet Sala. *Sveriges geologiska undersökning Aa 26*, 127 s.
- Hummel, D., 1865: Några ord till upplysning om bladet Skattmansö. *Sveriges geologiska undersökning Aa 15*, 60 s.
- Juhlin, C., Palm, H., Müllern, C.F. & Wällberg, B., 2002: Imaging of groundwater resources in glacial deposits using high-resolution reflection seismics, Sweden. *Journal of Applied Geophysics 51*, 107–120.
- Jönberger, J., 2003. The Importance of Gravity for Integrated Geophysical Studies of Aquifers. Examensarbete vid Institutionen för Geovetenskaper, Uppsala Universitet, ISSN 1650-6553, nr 66.
- Kugelberg, O.F., 1862: Några ord till upplysning om bladet Skultuna. *Sveriges geologiska undersökning Aa 3*, 32 s.
- Kugelberg, O.F., 1863: Några ord till upplysning om bladet Enköping. *Sveriges geologiska undersökning Aa 7*, 40 s.
- Lundgren, H., 1997: Okänd malmgruva gömmer sig i Axsjö. *Upsala Nya Tidning 970312*.
- Lundqvist, T., Bygghammar, B., Stephens, M.B., Beckholmen, M. & Norling, E., 1994: Sveriges berggrund i skala 1:250 000. I C. Fredén (red.): *Berg och jord*. Sveriges Nationalatlas.
- Persson, L., 1997: Berggrundskartan 12G Avesta SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 189*.
- Ripa, M. & Kübler, L., 2003: Berggrundskartan 11G Västerås NO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 217*.
- Ripa, M., Kübler, L., Persson, L. & Göransson, M., 2002: Beskrivning till berggrundskartan och bergkvalitetskartan 11G Västerås NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 217*, 70 s.
- Stephens, M.B., Ahl, M., Bergman, T., Lundström, I., Persson, L. Ripa, M. & Wahlgren, C.-H., 2000: Syntes av berggrundsgeologisk och geofysisk information, Bergslagen och omgivande områden. I H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1999. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 102*, 78–97.
- Stephens, M.B., Ahl, M., Bergman, T., Lundström, I., Persson, L. Ripa, M. & Wahlgren, C.-H., 2001: Syntes av berggrundsgeologisk och geofysisk information, Bergslagen och omgivande områden. I H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2000. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 105*, 63–74.
- Stålhös, G., 1974: Berggrundskartan Enköping SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 110*.
- Stålhös, G., 1977: Berggrundskartan Enköping SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 118*.
- Svantesson, S.-I., 1999: Jordartskartan 11H Enköping NV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ae 131*.
- Tegengren, F.R. m.fl., 1924: Sveriges ädlare malmer och bergverk. *Sveriges geologiska undersökning Ca 17*, 406 s.
- Werner, S., Aaro, S. & Lagmanson, M., 1977: Gravimeterundersökningar inom Bergslagsgeotraversen. *Slutrapport, STU 75-5084*.

E-post: magnus.ripa@sgu.se

mehrdad.bastani@sgu.se

lena.persson@sgu.se

Svealand

Stefan Bergman, Hans Delin och Johan Söderman

INLEDNING

Svealandsprojektet omfattar kartområdena 11G Västerås NV, 12E Säfsnäs NO, 12F Ludvika NV, 12H Söderfors NV, NO, SO, SV och 13H Gävle NV, NO, SO, SV (fig. 1). Syftet med projektet är att skapa ett berggrundsgeologiskt underlag för bl.a. prospektering efter mineralresurser i vissa delar av Bergslagen och närliggande områden. Resultaten av undersökningarna redovisas i form av berggrundsgeologiska och geofysiska databaser samt tryckta berggrundskartor i skala 1:50 000. Arbetet genomförs som s.k. baskartering varvid i genomsnitt ca 4–5 km² undersöks per dag. Under åren 2000–2002 genomfördes berggrundskartering och geofysiskt fältarbete inom områdena 11G Västerås NV, 12E Säfsnäs NO, 12F Ludvika NV, 12H Söderfors och de sydligaste delarna av 13H Gävle. Preliminära resultat från dessa undersökningar rapporteras i Bergman m.fl. (2001, 2002, 2003). Kartdatabaser och övriga databaser för områdena 11G Västerås NV, 12E Säfsnäs NO och 12F Ludvika NV är färdigställda och finns tillgängliga på SGU. Nedan redovisas de under år 2003 genomförda arbetena i kartområdet 13H Gävle.

Området domineras av bergarter som bildades under den s.k. svekokarelska orogenesen (bergskedjebildningen) för ca 1 960 till 1 750 milj. år sedan. Äldst i det aktuella området är s.k. svekofenniska ytbergarter (bergarter avsatta på jordytan), som utgörs av vulkaniska och sedimentära avlagringar

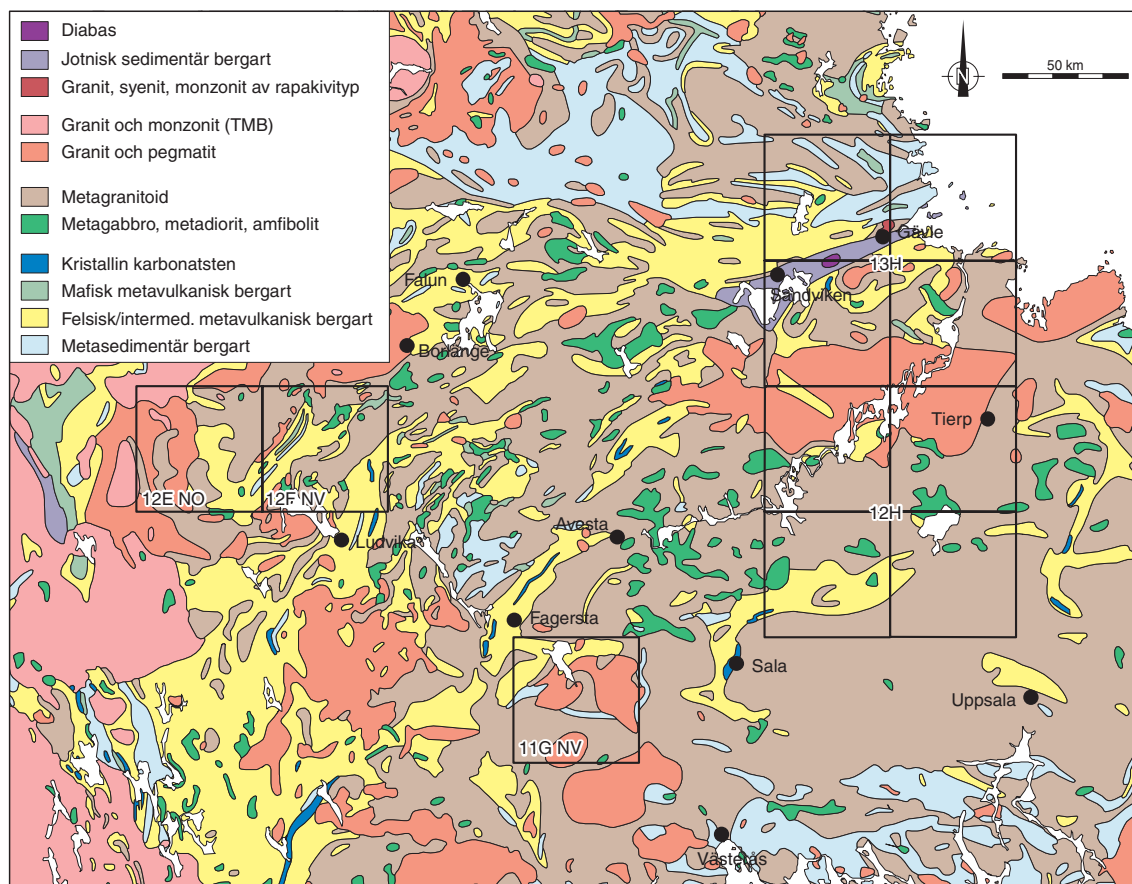


Fig. 1. Berggrundskarta över delar av södra, centrala Sverige, modifierad från Lundqvist m.fl. (1994). De kartområden som ingår i Svealandsprojektet är markerade med rutor.

bildade för ca 1 900 milj. år sedan. Ytbergarterna intruderades av djup- och gångbergarter (intrusivbergarter bildade i jordskorpan) för ca 1 900 till 1 850 milj. år sedan. Djupbergarterna kallas tidigoro-genet svekokarelska. Ovannämnda bergarter omvandlades genom att de fördes ner i jordskorpan och där utsattes för höga temperaturer och/eller tryck (metamorfos) under kulminationen av orogenesen. Lokalt var omvandlingen så stark att bergarterna smälte. Dessa smältor (magmor) gav upphov till en ny generation djup- och gångbergarter, som kallas senorogent eller syn- till senorogent svekokarelska. Efter den svekokarelska orogenesen avsattes dels s.k. jotniska sedimentära bergarter (1 600–1 200 milj. år), dels kambriska till ordoviciska dito (545–443 milj. år) på den äldre berggrunden, som dess-utom intruderades av flera generationer av diabasgångar.

KARTOMRÅDET 13H GÄVLE

Området ligger i Uppsala och Gävleborgs län och omfattar delar av Tierps, Älvkarleby, Gävle, Sandvikens och Ockelbo kommuner. Som karteringsunderlag användes ekonomiska kartan i skala 1:20 000 och 1:10 000 samt fastighetskartan i skala 1:12 500. Flygbildstolkade hällar överfördes till fältkartorna. För lägesbestämning av observationslokaler användes GPS.

Äldre geologiska kartor i skala 1:50 000 med beskrivningar som berör området finns i Wahlqvist (1868a, b), Asklund & Sandegren (1934), Sandegren m.fl. (1939) och Sandegren & Lundegårdh (1949). Gävleborgs läns berggrund i skala 1:200 000 presenteras av Lundegårdh (1967). Moderna berggrundsgeologiska kartdatabaser finns över de angränsade kartområdena Avesta, Hofors, Ockelbo, Söderhamn och Östhammar. Tryckta kartor finns över kartområdena 12I Östhammar NV (Stålhös 1988), 12G Avesta NO (Persson 1997) och 14H Söderhamn (Sukotjo 1995). Gorbatshev (1967) har gjort en petrologisk studie av de jotniska bergarterna i Gävleområdet. I Tierps och Älvkarleby kom-muner har undersökningar nyligen gjorts på uppdrag av Svensk Kärnbränslehantering AB (Bergman m.fl. 1999, 2000 a, b). Kartområdet 13H Gävle SV beskrivs översiktligt i Bergman m.fl. (2003).

Geofysisk information för området föreligger i form av flygmätta data från det magnetiska total-fältet, gammastrålningen (totalstrålning, kalium, uran och torium) och berggrundens elektromagne-tiska egenskaper (VLF med två sändare). Kartområdet 13H NV/NO mättes 1997 med ost–västlig flygriktning, och 13H SV/SO mättes 1998 med nord–sydlig flygriktning. Flyghöjden var 60 m och linjeavståndet 200 m. Positionsbestämningen gjordes med dGPS. I området finns det tyngdkraftsdata från 1 251 mätpunkter.

Under år 2003 gjordes ca 1 400 hällobservationer inom området och de fördelar sig över en kar-terad yta på ca 1 600 km². Fyra bergartsprover togs för radiometrisk datering. En preliminär skiss över berggrunden i de karterade områdena visas i figur 2. En preliminär tolkning av deformations-zoner från den magnetiska totalfältskartan (fig. 3) som gjordes som stöd inför fältarbetet visas också i figur 2.

I årets geofysiska fältinsats har ingått strålningsmätning, petrofysisk provtagning och profil-mätning av det magnetiska totalfältet och berggrundens elektromagnetiska egenskaper (VLF). Spektrometer-mätning av totalstrålningen, och av kalium-, uran- och toriumstrålningen utfördes på 129 lokaler (382 mätningar). Sammanlagt finns det nu strålningsdata från mätningar på 296 lokaler. Årets labo-ratoriemätningar av densitet, magnetisk susceptibilitet och remanens är inte klara i skrivande stund. Tidigare i projektet har 61 petrofysikprover (varav 2 orienterade) mätts, och från tidigare undersök-ningar finns petrofysiska data från 44 provtagningspunkter. Totalt finns det nu 113 petrofysikmät-ningar (fig. 4). Under årets fältarbeten har 6 markprofiler mätts, med avseende på det magnetiska totalfältet och på de elektromagnetiska egenskaperna (VLF).

I månadsskiftet september/oktober genomfördes slutexkursionen för området 13H Gävle.

I fältarbetet deltog även Katarina Persson och Maria Carlsäter, samt extrageologerna Daniel Bo-man, Peter Dahlin och Magnus Ekdahl.

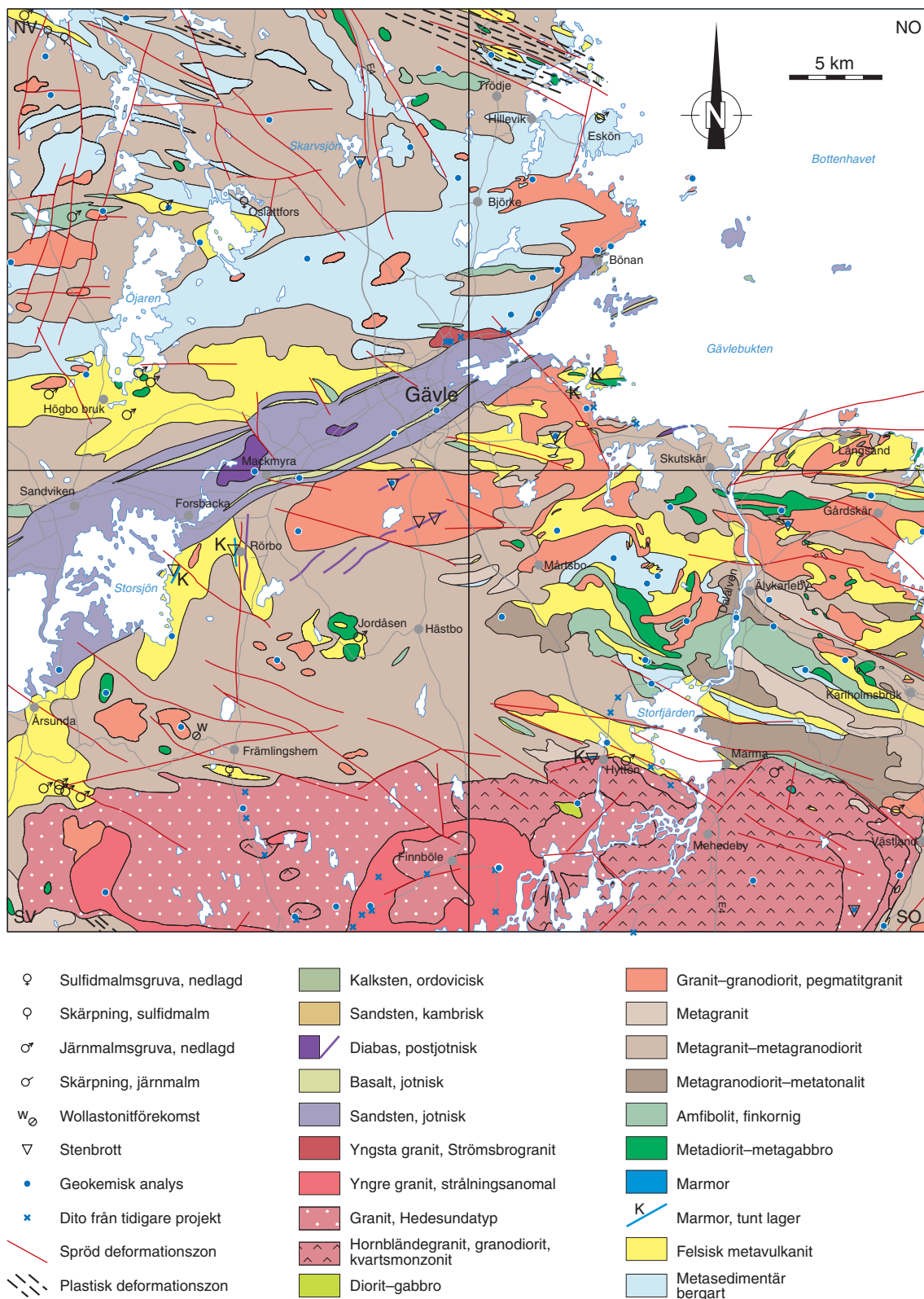


Fig. 2. Förenklad berggrundskarta över området 13 H Gävle. Lägen för geokemiska bergartsanalyser är markerade.

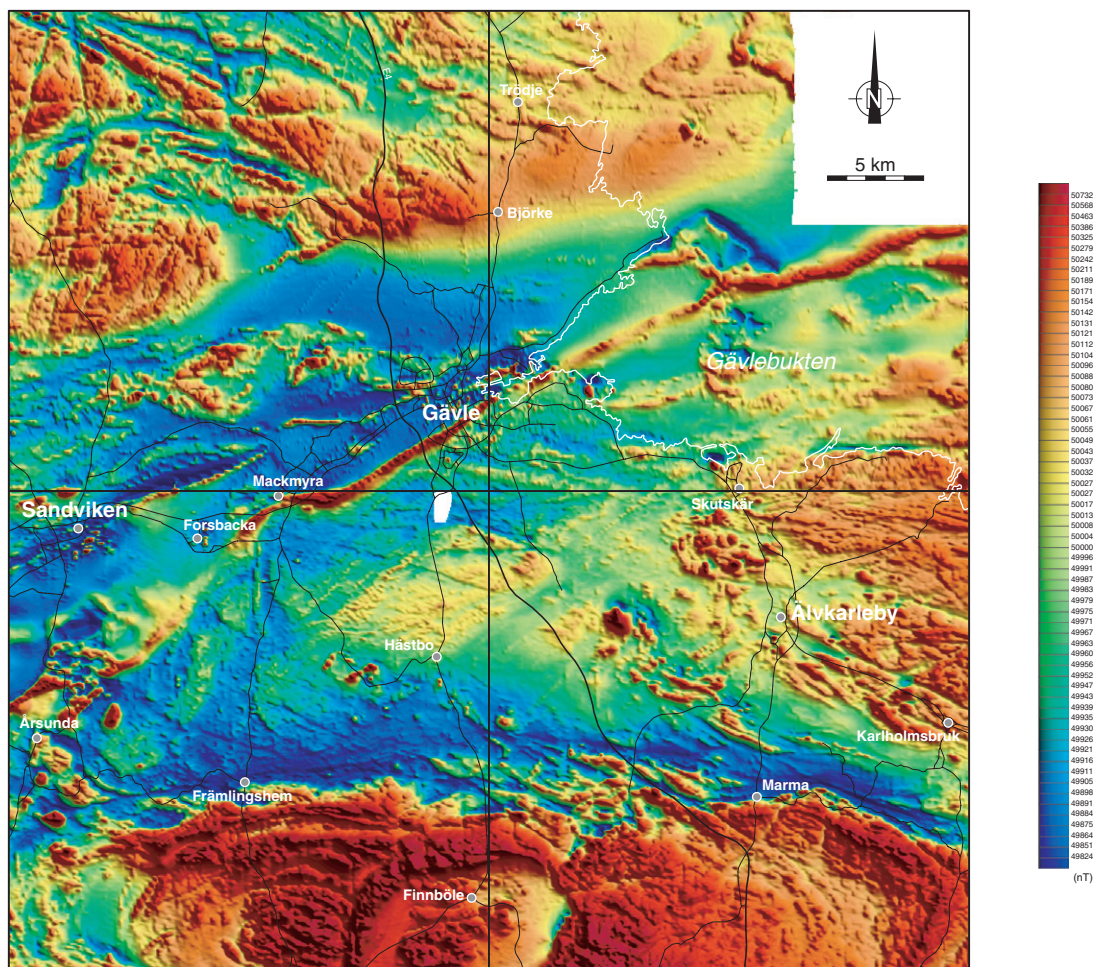


Fig. 3. Magnetisk totalfältskarta över området 13 H Gävle.

Tidigproterozoiska bergarter

Berggrunden i området domineras av tidigorogena intrusivbergarter med stråk av svekofenniska metavulkaniska och metasedimentära bergarter. Sensvekokarelsk granit och pegmatit förekommer rikligt, delvis som större intrusioner. I områdets södra del finns Hedesundagraniten och dess associerade djupbergarter. Nära Gävle finns ett mindre område med ca 1 500 milj. år gammal Strömsbrogranit. Jotnisk Gävlesandsten med en inlagrad basalhorisont korsar kartområdet diagonalt i nordostlig riktning. Gångar av postsvekokarelsk diabas finns i den centrala delen av kartområdet. Den yngsta berggrunden består av kambriska och ordoviciska sedimentära bergarter. En kemisk klassificering av tidig- till senorogena intrusivbergarter redovisas i figur 5.

Äldre ytbergarter

Norr om Gävle finns ett större stråk med åderförgnejsade/migmatitomvandlade, delvis rikligt granatförande metasedimentära bergarter (fig. 6 a). Även sillimanit har påträffats på många lokaler (fig. 6 b, c). Ursprungsbergarten är sannolikt gråvacka och man kan fortfarande urskilja både "leriga" och "sandiga" led. Även i de nordligaste delarna av kartområdet uppträder liknande bergarter, men där är deformationsgraden så hög, att det är mycket svårt att skilja dem från åderförgnejsade granitoider. Metaarenit finns i större områden väster om Älvkarleby och i de norra kustområdena.

Finkornig amfibolit, möjligen av vulkaniskt ursprung, förekommer i många hållar, vanligen i anslutning till felsisk metavulkanit, men även som större och mindre rester i äldre metagranitoider. I de

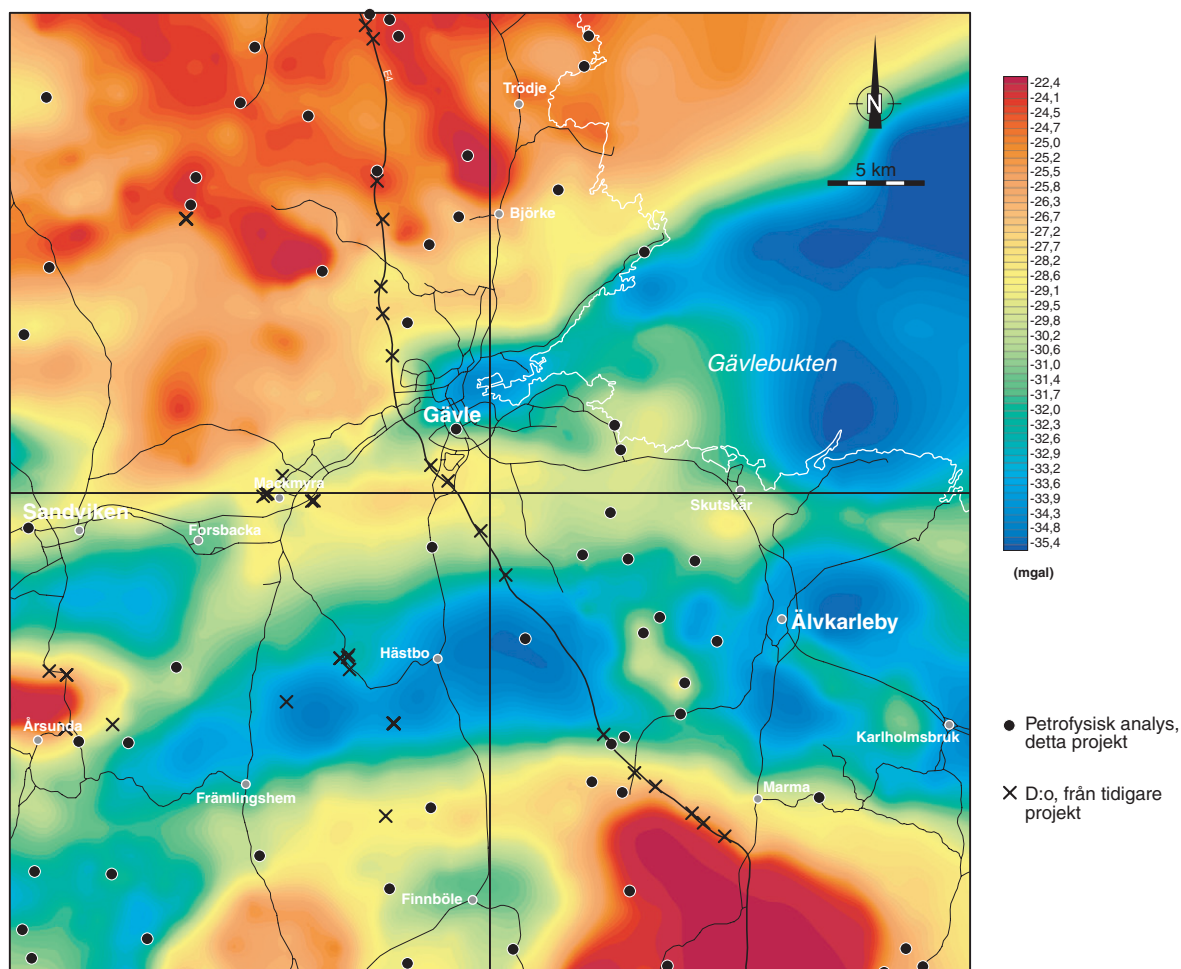


Fig. 4. Tyngdkraftskarta över området 13 H Gävle, med markering av lägen för petrofysiska analyser.

flesta fall är tolkningen osäker, men i några områden är amfiboliten mandelförande (fig. 6 d). Amfiboliternas halter av spårelement liknar dem som finns i nutida magmatiska obågemiljöer.

De metavulkaniska bergarterna öster och sydost om Gävle utgörs till stor del av metadacit. Lokalt påträffas fragmentförande (fig. 6 e) eller porfyriska led, men vanligen är primära drag utplånade av stark deformation eller migmatitisering (fig. 7 a–d). En av de största förekomsterna med felsisk metavulkanit finns strax norr om Sandviken. Den har en ost–västlig utsträckning, ca 15 km i riktning mot Gävle. Området är dåligt blottat, men ett antal äldre gruvhål med skarnjärnmalm indikerar att berggrunden åtminstone delvis utgörs av metavulkanit. Där denna är blottad är den vanligen mörkt grå och åderförgnejsad, möjligen dacitisk. Ett liknande område söder om Årsunda sträcker sig mot nordost längs Storsjöns södra sida (Bergman m.fl. 2003). Även här är blottningsgraden låg, och den mesta informationen kommer från ett antal mindre gruvhål som brutits på skarnjärnmalm.

Marmor (främst kalcitmarmor) förekommer som relativt tunna inlagringar i metavulkaniten ovan, i många fall i anslutning till skarnjärnmalm. På några ställen finns större förekomster som utnyttjats industriellt i äldre tider (se stycket “Industrimineralförekomster”). Mindre förekomster har bland annat observerats i migmatiterrängen öster om Gävle.

Tidigorogena intrusivbergarter

De tidigorogena intrusivbergarterna innefattar mer eller mindre deformerad och omvandlad gabbro, diorit, kvartsdiorit, tonalit, granodiorit och granit. De två sistnämnda bergarterna är vanligast och utgör den största delen av områdets berggrund.

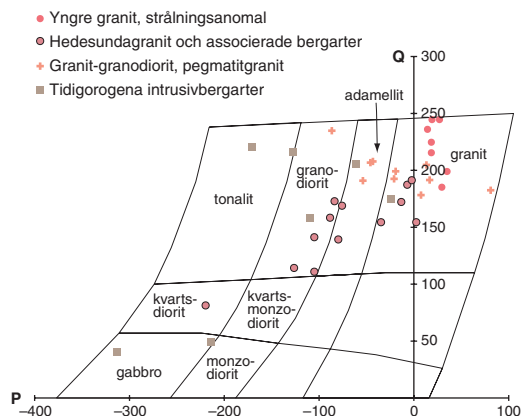


Fig. 5. Klassificering av intrusivbergarter från kartområdet 13 H Gävle i ett Q-P-diagram (Debon & Le Fort 1983).

Hela den centrala delen av 13H SV, med fortsättning mot öster, domineras av metagranodiorit med underordnade inslag av metagranit. Det andra större området med metagranitoider finns i de norra delarna av 13H NV. Där dominerar granit, med eller utan strökorn. I de norra, centrala och östra delarna av kartområdet är granitoiderna åderförgnejsade och mycket starkt deformerade (fig. 6 f). Bättre bevarade partier finns i området norr om Hedesundaintrusionen. En starkt deformerad, ögonförande metagranodiorit vid Skarvsjön nära E4:an (fig. 6 g, h), och en grå metagranodiorit från den migmatitomvandlade berggrunden norr om Gävle, har provtagits för datering. Den preliminära åldern för metagranodioriten vid Skarvsjön är $1\,861 \pm 8$ milj. år.

Metagabbro till metadiorit förekommer som större kroppar väster och norr om Älvkarleby. För övrigt förekommer de mycket sparsamt, ett par små intrusioner finns i området 13H SV, bland annat nordost om Årsunda.

Mafiska gångar är vanliga i den äldre berggrunden (fig. 6 f, 7 a). Mäktigheten uppgår normalt till ett par decimeter.

Senorogena intrusivbergarter

Bland senorogena intrusivbergarter ingår dels en granit som är associerad med pegmatit (Stockholms-typ), dels Hedesundagranit (Sandegren & Asklund 1948) och med den associerade intrusivbergarter.

Pegmatitassocierad granit uppträder vanligen som gångar och små kroppar i den äldre berggrunden. Graniten är finkornig till fint medelkornig och varierar från grå till röd. På de flesta ställen är en svag foliation utbildad, men massformiga delar förekommer. Xenoliter av äldre berggrund förekommer rikligt. En större intrusion av homogen, gråröd, fint medelkornig granit finns sydväst om Gävle tätort (se stycket "Krossberg" nedan). Graniten har provtagits för radiometrisk åldersbestämning. Samma granittyp uppträder även sydost om Skutskär. Längs den nordvästra kanten av kartområdet, norr om Högbo, och i kusttrakterna norr och öster om Gävle förekommer heterogen migmatitgranit i ett stort antal hållar. Den innehåller delvis upplösta rester av både ytbergarter och äldre metagranitoider (fig. 7 b–e). På de flesta ställen har migmatitomvandlingen gått så långt att endast sliriga spökstrukturer återstår av den äldre berggrunden. Öster och söder om Årsunda finns ytterligare ett par områden med migmatitgranit. Höga strålningsvärden är vanliga i migmatitgranit, och de ljusa områdena norr och öster om Gävle i figur 9 motsvarar välblottade områden med denna bergart.

Hedesundamassivet i kartområdets sydligaste del består huvudsakligen av rödgrå, grovporfyrisk, något folierad granit. I östra delen dominerar en rikligt hornbländeförande och enklavförande granodiorit. Mindre områden med kvartsmonzonitisk och kvartsmonzodioritisk sammansättning finns i massivets södra centrala och östra delar. Gabbro till diorit finns i ett par små områden. Två åldersbestämningar av granit respektive kvartsmonzodiorit gav åldrar kring ca 1 870 milj. år (U-Pb-metoden på zirkon och titanit, Bergman m.fl. 2004). Gångar av finkornig granit är allmänt förekommande.

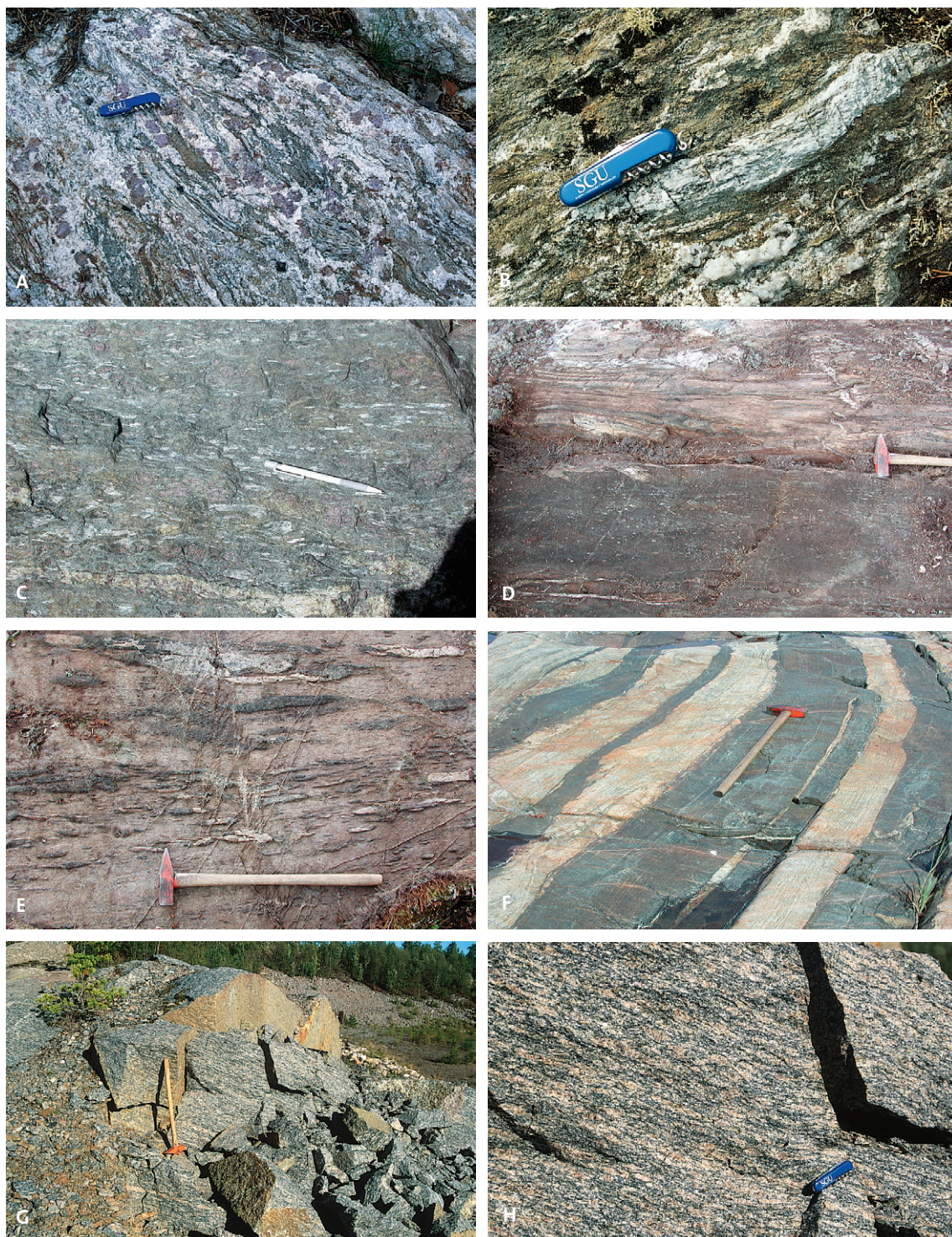


Fig. 6. Fotografier av äldre ytbergarter och tidigorogena intrusivbergarter. Koordinater i rikets nät. **A.** Metaargillitisk ådergnejs, rikt granatförande (6737470/1566788). **B.** Metaargillit med stort (ca 25 cm) sillimanitaggreat (6748780/1553215). **C.** Metaargillit-metagråvacka, rikligt med sillimanit och granat (6739715/1584735). **D.** Metabasalt med mandelförande övre del, överlagrad av metavulkanisk siltsten (6714700/1584690). **E.** Metavulkanisk bergart, sannolikt dacitisk sammansättning, med mafiska och felsiska inneslutningar. Överlagrar bergarterna i d) (6714700/1584690). **F.** Starkt deformerad metagranodiorit och mafiska gångar (se även omslagsbilden, 6726500/1599110). **G.** Starkt deformerad, ögonförande metagranodiorit. Grustag/bergtäkt vid Skarvberget, E4 (6741729/1569101). **H.** Detalj av föregående.

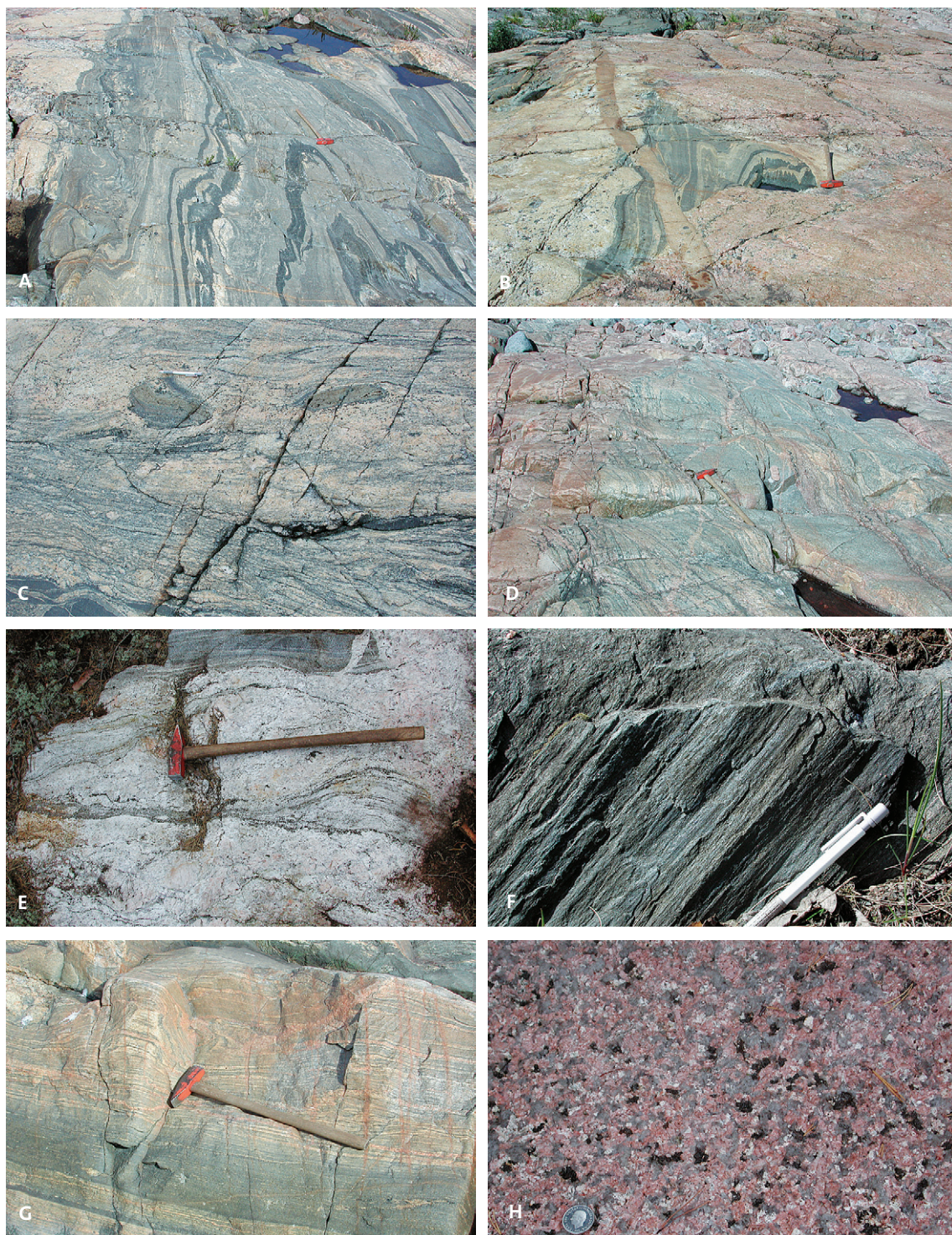


Fig. 7. Fotografier av plastiska deformationsstrukturer och sensvekokarelska bergarter. Koordinater i rikets nät. **A.** Bandad sekvens med dacitiska metavulkaniter och amfibolit. Bandning och ådror är starkt veckade (6727000/1597150). **B.** Veckad metavulkanit som i a), som xenolit i massformig pegmatitgranit. Allt genomslås av en finkornig granitgång (6727000/1597150). **C.** Migmatit med mesosom av skarn och amfibolit. Förekomsten av skarn gör att den migmatitiserade ursprungsbergarten bedöms vara vulkanisk (6726750/1598650). **D.** Starkt ådrad bergart till vänster om hammaren bedöms vara av vulkaniskt ursprung. Ådrorna skärs av en röd granitgång. Till höger om hammaren dominerar metagranodiorit med bevarad magmatisk textur (6727025/1597080). **E.** Pegmatitgranit med xenolit av mafisk ytbergart i övre delen och i varierande grad assimilerade felsiska ytbergartsfragment i de centrala och nedre delarna. Dessa mesosom-melanosom-leukosomrelationer är karakteristiska för stora områden öster om Gävle (6722900/1599365). **F.** Starkt stänglig, finkornig amfibolit. Medelbrant ostligt stupande stänglighet är vanligt förekommande i området (6716560/1591530). **G.** Mycket starkt utvalsade granitådror i metagranodiorit. Hällen ligger i den flera km breda Hagsta gnejszon i områdets nordöstra del, med stark plastisk deformation i VNV-lig riktning (6746880/1580780). **H.** Grovkornig, massformig granit. Yngsta fasen i Hedesundamassivet (6703630/1570380).

I Hedesundamassivets norra centrala delar och i den västligaste delen finns en röd, grovkornig och massformig granit (fig. 7 h) som framträder tydligt i geofysiska data med sin låga magnetisering, höga strålning (fig. 9) och låga densitet (Bergman m. fl. 2003). Den har daterats med U-Pb-metoden på zirkon och titanit till 1782 ± 5 milj. år (Persson & Persson 1997). Finkorniga granitgångar har inte observerats i denna typ.

Metamorfos

Metamorfosgraden i de svekofenniska ytbergarterna och i de tidigorogena intrusivbergarterna ligger generellt i övre amfibolitfacies. I norra delen av kartområdet är berggrunden åderförgnejsad och de metasedimentära bergarterna innehåller granat, sillimanit och lokalt cordierit. Starkt migmatitomvandlad berggrund som gradvis övergår i yngre pegmatitgranit finns särskilt i kustområdena. Migmatitomvandlade bergarter dominerar kartområdet norr om Gävlesandstenens norra gräns, huvudsakligen i form av ådergnejser. I området Hyttön–Älvkarleby–Mårtsbo är metamorfosgraden lägre och ytbergarter med bevarade primärstrukturer förekommer (fig. 6 d, e).

Strukturer

De generella strukturtrenderna har riktningarna nordväst, ost–väst och nordost. Storskaligt veckade bergartskontakter mellan äldre ytbergarter och djupbergarter, med ost–västliga axialplan finns i områdets norra del (fig. 2). Marmorförekomsterna vid Hyttön, Storsjön och öster om Gävle kan möjligen utgöra ett söderbrutet, ursprungligen sammanhängande stråk, vilket i så fall indikerar en motsvarande storskalig veckstruktur i områdets södra del. En större veckstruktur med NNO-ligt riktat axialplan finns i Älvkarlebyområdet. Veckstrukturer i mesoskala är vanliga i områdets ytbergarter (fig. 7 a). Observerade veckaxlar och stängligheter stupar generellt flackt till medelbrant mot öster (fig. 7 f).

Deformationsgraden är generellt hög inom kartområdet, och är särskilt intensiv i områden med plastiska skjuvzoner, t.ex. i Singöskjuvzonens fortsättning mot VNV norr om Hedesundaintrusionen, och i norra delen av området i anslutning till Hagsta gnejszon (fig. 7 g). Dessa områden utmärks av ett bandat mönster på den magnetiska totalfältskartan (fig. 3).

Bergarter som påverkats av rörelser längs spröda deformationszoner är sparsamt blottade. På några ställen har kvartsbreccia, kataklasit m.m. påträffats.

Mesoproterozoiska och yngre bergarter

Strömsbrogranit och diabas

I Strömsbroområdet, i Gävles norra utkanter, finns några få hällar med en starkt röd, massformig granit av rapakivityp, kallad Strömsbrogranit (fig. 8 a). Den tycks utgöra en liten, långsträckt kropp med ungefär ost–västlig riktning. Zirkoner från graniten har daterats med U-Pb-metoden av Andersson (1997), och har en ålder av 1500 ± 19 milj. år. Gångar av en liknande granit i ortognejs har observerats några kilometer öster om Strömsbroområdet.

I Gävleområdet har gångar av mycket finkornig diabas observerats vid ett tiotal lokaler. Många har en NNO-lig strykning och varierar i bredd från någon centimeter till flera meter. Baserat på deras likhet med rapakivirelaterade gångar på andra ställen gör Andersson (1997) tolkningen att diabasgångarna är associerade med Strömsbrograniten.

Jotniska ytbergarter

I ett sammanhängande område från Storvik i väster, via Sandviken mot Gävle och vidare ut i Bottenhavet, finns en större förekomst med jotnisk sandsten, s.k. Gävlesandsten. Området är relativt dåligt blottat och täcks till stora delar av Storsjön. Sandstenen har tidigare undersökts av Sandegren m.fl.



Fig. 8. Fotografier av postsvekokarelska bergarter. Koordinater i rikets nät. **A.** Röd, massformig Strömsbrogranit (6732550/1576750). **B.** Trappstegsformad håll med Gävlesandsten. Lagringen är parallell med hällytorna. Åbyfors kraftverk (6727318/1567170). **C.** Finbandad Gävlesandsten. Litet stenbrott sydväst om Gävle (6727020/1570960). **D.** Polymikt konglomerat i Gävlesandsten. Samma lokal som föregående. **E.** Gåvlebasalt med bankningsstruktur (lagring eller avkylningseffekt). Sofiedal, Valbo (6724609/1565809). **F.** Gåvlebasalt med kuddlavastruktur. Samma lokal som föregående.

(1939), Gorbatshev (1967) och Lundegårdh (1967). Gävlesandstenen, som vanligen är gulröd till röd, utgör en svagt skålförmad bildning (synklinall) med flackt liggande lagring och är åtminstone delvis begränsad av förkastningar. Synklinallen har en nordostlig riktning och en relativt mjuk omböjning vid Storvik i väster. Sandstenen är blottad på ett fåtal ställen, där man kan se lagring, korsskiktning m.m. (fig. 8 b, c). Vid en lokal finns ett polymikt konglomerat med några meters mäktighet (fig. 8 d). Bollmaterialet utgörs av diverse bergarter, röd sandsten, röd porfyrisk vulkanit, kvartsit m.m. Flera av dessa bergarter har inte observerats i den äldre berggrunden i kartområdet.

I ovan nämnda sandsten finns en konform inlagring av en mafisk, finkornig bergart som tidigare kallats Gåvlediabas. Bergarten syns tydligt på den magnetiska totalfältskartan (fig. 3) och tycks följa den yttre konturen av sandstenen i hela dess utbredningsområde. Gorbatshev (1967) tolkar Gåvlediabasen som en lagergång. Mandeltextur är vanligt förekommande (mandelstensdiabas enligt Sandegren m.fl. 1939) och detta kan, tillsammans med bl.a. bergartens strukturella uppträdande, indikera att bildningen är ett basaltiskt lavaflöde. Under årets fältarbete har det även obser-

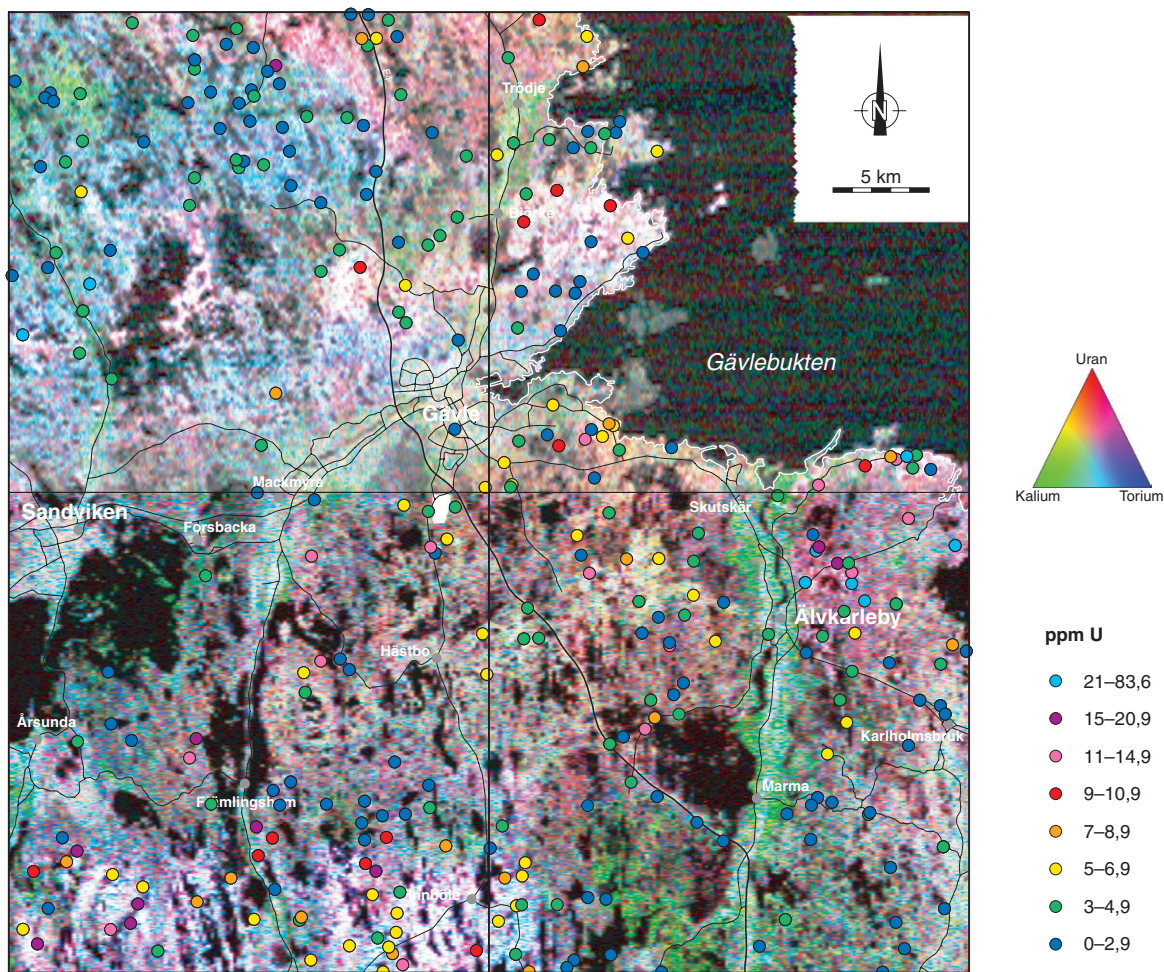


Fig. 9. Ternär strålningskarta över området 13 H Gävle med lägen för spektrometermätningar.

verats ”slaggiga” partier med kalcitfyllda körtlar, lagringsliknande bankning (ev. avkylningsstruktur, fig. 8 e) samt ett par ställen med kuddalavliknande strukturer (fig. 8 f), vilket stärker den sistnämnda tolkningen. Bergarten har provtagits för ett försök till åldersbestämning.

Postjotnisk diabas

Vid Mackmyra, centralt beläget i Gävlesynklinalen, finns ett hällområde med postjotnisk diabas av s.k. Åsbytyp, dvs. en relativt grovkornig bergart med ofitisk textur och typisk brunaktig grusvittring på hälltytor. Hällarna bildar en skivformig intrusion, som slår igenom Gävlesandstenen och utgör kartområdets yngsta magmatiska bergart, ca 1200 milj. år gammal. Bergarten har tidigare tolkats både som en ”stockformad” intrusion med stort djupgående (Sandegren m.fl. 1939) och som en flackt lig-gande intrusion (Gorbatshev 1967). Moderna geofysiska data stöder den senare tolkningen. Diabas av samma typ finns även i Skutskär.

Fanerozoiska bergarter

En stor del av Gävlebuktens botten har sedimentära lager som ytnära berggrund. Den består av sandstenar (Gävlesandsten) och konglomerat av jotnisk ålder (< ca 1 500 milj. år) samt överlagrande kambriska och ordoviciska lerstenar och kalkstenar med åldrar mellan 530 och 470 milj. år. Formationerna är bevarade tack vare att de skyddats i nedförkastade partier av berggrunden. Den undersökning av Gävlebuktens kambriska och ordoviciska bergarter som gjorts inom projektets ram, speciellt den kärnborrning som genomfördes vid Bönan, finns mer utförligt beskriven i Bergman m.fl. (2002).

Naturresurser

Krossberg

Sydväst om Gävle finns en relativt stor intrusion av ljust gråröd, mycket homogen senorogen granit, som bryts i stor skala i tre bergtäkter. En likartad granit bryts sydost om Skutskär. Granit av Hedesundatyp bryts sydväst om Västland, och metadacit bryts i en täkt sydost om Gävle.

Industrimineralförekomster

Vid Kalkgruvan, ca 3 km söder om Forsbacka, har marmor brutits i relativt stor skala fram till år 1895. Lundegårdh (1967) nämner även ett marmorbrott vid Rörberg, men detta har inte kunnat lokaliseras under fältarbetet (förekomsten ligger ev. under nuvarande Gävle-Sandvikens flygfält). Gråvit marmor bröts vid Hyttön under 1800-talet för användning vid den närbelägna Ertsmanshyttan (Sandegren & Lundegårdh 1949).

Vid Främlingshem (ca 2 km nordväst) finns en wollastonitförekomst av samma typ som den vid Banmossen i området 12H Söderfors SV (Bergman m.fl. 2001). Förekomsten undersöktes och kärnbörades av MIRAB 1991–93. Wollastoniten sitter i ett skarnomvandlat marmorlager i metavulkanisk/-sedimentär omgivning. Den totala volymen bedömdes vara för liten för att vara ekonomiskt intressant (Hammergren 1992).

Metalliska mineralförekomster

I området kring Högbo bruk, norr om Sandviken (13H NV), finns ett antal gruvhål som brutits på skarnjärnmalm (Lundegårdh 1967). De största är Rotfallsgruvan, som bröts fram till slutet av 1800-talet och Högbo gammelgruva med sin produktiva period under 1700-talet. En del av gruvhålerna i området är igenfyllda och går inte att lokalisera i dag. Mineraliseringarna ligger i ett större stråk med felsisk metavulkanit (se ovan, stycket "Äldre ytbergarter"). Flera små järngruvor finns i området vid sjön Öjarens norra ände, bland annat Införå gruva.

Sydost om Årsunda (13H SV) ligger Kaptensgruvan, Säggruvan m.fl. (Lundegårdh 1967), vilka har brutits på små järnmalmer av samma typ som i Högboområdet ovan. Årsunda malmtrakt kan betraktas som en östlig utlöpare av det betydligt malmrikare Torsåkersområdet (13G SO). Även vid Jordåsen, ca 10 km sydost om Forsbacka bruk, har skarnjärnmalm brutits, mestadels under 1600- och 1700-talen.

Ytterligare skarnjärnmalmer finns vid byn Gruvan i det nordvästra hörnet av 13H NV, omedelbart sydost om Ockelbo. Där har två större och ett par mindre malmer utvunnits, oklart när men troligen mest under 1800-talet.

Dessutom har skarnjärnmalm brutits i äldre tider vid Valla, nordväst om Västland, och i tre förekomster intill varandra vid Hyttön. En mindre förekomst finns i närheten av Karlsäter, öster om Marma (13H SO). Alla dessa förekomster ligger som inneslutningar i, eller vid kontakten till Hedesundamassivets djupbergarter. Från en sulfidrik förekomst på Eskön (13H NO) bröts järnmalm fram till 1900-talets början. Förädling skedde vid det närliggande Hilleviks bruk.

Sulfidmineraliseringar har endast påträffats i liten omfattning i kartområdet. Vid Främlingshem ligger Stavbergs koppargruvor, där kopparkismalm bröts fram till slutet av 1800-talet. Gruvhålerna är numera igenfyllda.

Vid Oslättfors bruk finns ett mindre gruvhål där man har försökt utvinna kopparmalm.

Sydost om den ovan nämnda byn Gruvan finns en liten skärpning och en mineralisering i håll, som båda innehåller magnetkis med lite kopparkis i en metasedimentär värdbergart.

REFERENSER

- Andersson, U.B., 1997: The sub-Jotnian Strömsbro granite complex at Gävle, Sweden. *GFF* 119, 159–167.
- Asklund, B. & Sandegren, R., 1934: Beskrivning till kartbladet Storvik. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 176, 150 s.
- Bergman, T., Johansson, R., Lindén, A., Rudmark, L., Stephens, M., Isaksson, H. & Lindroos, H., 1999: Förstudie Tierp. Jordarter, bergarter och deformationszoner. *SKB R-99-53*, 119 s.
- Bergman, T., Johansson, R., Lindén, A., Rudmark, L., Stephens, M., Isaksson, H. & Lindroos, H., 2000a: Förstudie Älvkarleby. Jordarter, bergarter och deformationszoner. *SKB R-00-04*, 103 s.
- Bergman, T., Johansson, R., Stephens, M. & Wahlroos, J.-E., 2000b: Förstudie Tierp och Älvkarleby. Fältkontroll av berggrunden inom potentiellt gynnsamma områden samt tyngdkraftsmodellering. *SKB R-00-47*, 56 s.
- Bergman, S., Delin, H., Kübler, L., Ripa, M. & Söderman, J., 2001: Projekt Svealand. I H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2000. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden* 105, 16–28.
- Bergman, S., Delin, H., Karis, L., Kübler, L., Ripa, M. & Söderman, J., 2002: Projekt Svealand. I H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2001. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden* 110, 10–39.
- Bergman, S., Delin, H., Kübler, L., Ripa, M. & Söderman, J., 2003: Projekt Svealand. I H. Delin (red.): Berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående verksamhet 2002. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden* 112, 10–27.
- Bergman, S., Persson, P.-O., Delin, H., Stephens, M.B. & Bergman, T., 2004: Age and significance of the Hedesunda granite and related rocks, south-central Sweden. *GFF* 126, 18–19.
- Debon, F. & Le Fort, P., 1983: A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Transactions of Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences* 73, 135–149.
- Gorbatshev, R., 1967: Petrology of Jotnian rocks in the Gävle area. *Sveriges geologiska undersökning C* 621, 50 s.
- Hammergren, P., 1992: Wollastonitfyndigheten Främlingshem. Prospekteringsrapport *MIRAB 9206*, NSG 92045, 6 s.
- Lundegårdh, P.H., 1967: Berggrunden i Gävleborgs län. *Sveriges geologiska undersökning Ba* 22, 303 s.
- Lundqvist, T., Bygghammar, B., Stephens, M.B., Beckholmen, M. & Norling, E., 1994: Sveriges berggrund i skala 1:250 000. I C. Fredén (red.): *Berg och jord. Sveriges Nationalatlas*.
- Persson, L. & Persson, P.-O., 1997: U-Pb datings of the Hedesunda and Åkersberga granites of south-central Sweden. *GFF* 119, 91–95.
- Persson, L., 1997: Berggrundskartan 12G Avesta NO, 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af* 197.
- Sandegren, R. & Asklund, B., 1948: Beskrivning till kartbladet Söderfors. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 190, 91 s.
- Sandegren, R. & Lundegårdh, P.H., 1949: Beskrivning till kartbladet Untra. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 191, 106 s.
- Sandegren, R., Asklund, B. & Westergård, A.H., 1939: Beskrivning till kartbladet Gävle. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 178, 143 s.
- Stålhös, G., 1988: Berggrundskartan 12I Östhammar NV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af* 166.
- Sukotjo, S., 1995: Berggrundskartan 14H Söderhamn SV/SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai* 28.
- Wahlqvist, A.H., 1868a: Några ord till upplysning om bladet Leufsta. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 29, 54 s.
- Wahlqvist, A.H., 1868b: Några ord till upplysning om bladet Eggegrund. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 30, 18 s.

E-post: stefan.bergman@sgu.se

hans.delin@sgu.se

johan.soderman@sgu.se

Östersund–Hackås

Torbjörn Thelander

Projekt Östersund–Hackås omfattar kartområdena 19E Östersund SV, NO och 18E Hackås SO. Projektet startade våren 2003 och har ett planerat slut 2006 (fig.1). Syftet med projektet är att skapa ett berggrundsgeologiskt underlag för en långsiktig planering av naturresursernas utnyttjande i delar av Jämtlands län samt att skapa planerings- och beslutsunderlag för länstyrelse, kommuner, företag och allmänhet. Resultaten av undersökningen kommer att redovisas i form av berggrundsgeologiska och geofysiska databaser samt tryckta berggrundsgeologiska kartor i skala 1:50 000. Arbetet genomförs enligt SGUs normer för ”baskartering berg”, vilket innebär att 4–5 km² undersöks i genomsnitt per geolog och dag.

Fältarbetet under sommaren 2003 var till helt övervägande del riktad mot kartområdet 19E SV. Karteringen utfördes av Risto Kumpulainen (projektanställd) och Torbjörn Thelander. Rekognoscerande kartering inom kartområdet 19E NO utfördes av Linda Wickström. Lars Karis har medverkat i projektet genom erfarenhetsöverföring från den tidigare utförda länskarteringen inom området och som exkursionsledare till valda lokaler. Mats Wedmark har inventerat och sammanställt det geofysiska kartunderlaget.

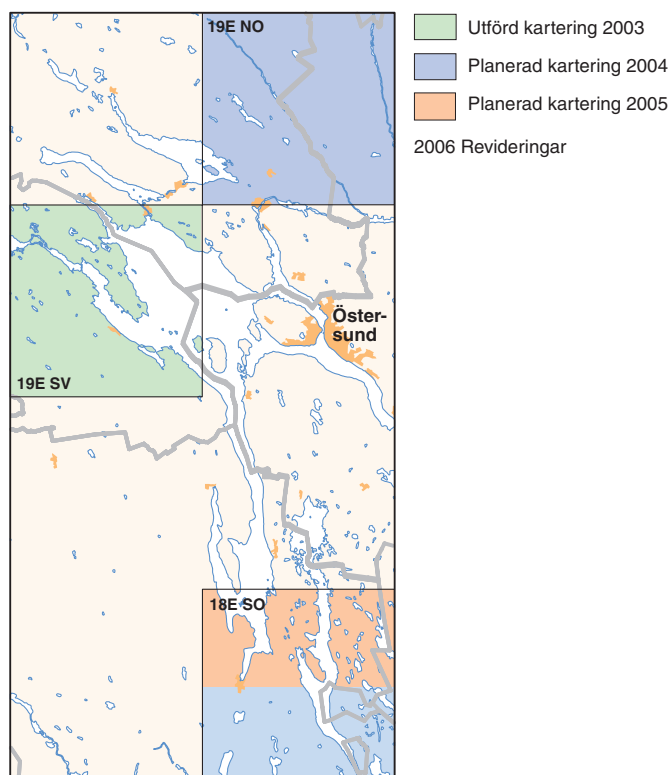


Fig. 1. Genomförd och planerad verksamhet.

KARTOMRÅDET 19E ÖSTERSUND SV

Inledning

Fältarbetet bedrevs under sammanlagt 12 veckor. Som underlag för karteringen användes fastighetskartan i skala 1:12 500. Hällunderlaget utgjordes vid karteringens inledning av hållar från den berggrundsgeologiska länskarteringen (Karis & Strömberg 1998). Flera av hållarna återfanns dock inte. Några har enligt uppgift bara varit tillfälligt blottade i samband med vägarbeten, grundläggning eller liknande. Andra hållar kan också ursprungligen blivit kartlagda när endast bristfälliga topografiska

kartor fanns tillgängliga (Generalstabens konceptkartor). Inom större delen av kartområdet medger terräng- och vegetationstyp inte någon tillförlitlig flygbildstolkning av hällägen. Flertalet hållar är således framtagna i samband med berggrundskarteringen. Sammantaget har 357 hållobobservationer registrerats inom projektet. Uppgifter från SGUs brunnarsarkiv om översta bergart i bergborrade brunnar har i någon mån kunnat användas för att fastställa bergartstyp i dåligt blottade områden. I kartområdet har två kärnborrhål slagits i samband med en omfattande undersökning av alunskiffer i Jämtland under 1970- och 1980-talen.

Flygburna mätningar av magnetfältet och markens joniserande strålning täcker hela kartområdet. De förra återspeglar främst egenskaper i den proterozoiska (äldre) berggrunden, som täcks inom hela kartområdet av överskjuten paleozoisk (yngre) berggrund. Den magnetiska anomalikartan har ännu inte tolkats eller modellerats av geofysiker inom projektet. Strålningskartan har haft en viss betydelse vid avgränsningen av urananomal alunskiffer. Det geofysiska underlagsmaterialet innefattar även en karta som visar tyngdkraftsvariationer i kartområdet. Susceptibilitetsmätningar har utförts regelmässigt i samband med karteringen, varvid genomgående låga värden erhållits. Utöver detta har inga geofysiska fältarbeten eller parametermätningar utförts inom projektet.

Fossilinnehållet och biostratigrafin hos de sedimentära bergarterna i Östersundsregionen är sedan länge väl undersökta och beskrivna i litteraturen. En detaljerad sammanfattning av fossil- och faciesfördelning hos den paleozoiska berggrunden återfinns i länsbeskrivningen över Jämtlands län (Karis 1998).

Berggrunden

Den yttre berggrunden inom kartområdet 19E SV byggs upp av sedimentära bergarter, ursprungligen avsatta som sediment i havsmiljö under tidsperioden vendium till silur (fig. 2). Genom tektoniska rörelser i samband med den skandinaviska fjällkedjans bildande transporterades bergarterna avsevärda sträckor mot OSO och tillhör nu den undre skollberggrunden inom fjällkedjan. Denna skollenhet, som byggs upp av flera delskollar, är överskjuten på ett tunt lager av autoktona (rotfasta) kambrosiluriska bergarter, som i sin tur vilar på ett kristallint underlag av proterozoiska bergarter. Genom bl.a. kärnbörningar längs fjällranden, utförda i samband med prospekteringsarbeten (Alunskifferprojektet, Boliden AB), är det väl etablerat att urbergsytan var utjämnad till ett peneplan när avsättningen av de paleozoiska sedimenten ägde rum och nu har en svag ($<1-1,5^\circ$) västlig stupning.

Litostratigrafiska enheter

Den indelning av litostratigrafiska enheter som används vid beskrivningen av bergarterna inom kartområdet 19E SV följer indelningen från den berggrundsgeologiska länsbeskrivningen av Jämtlands län (Karis 1998).

Vemdalskvartsit

I kartområdet 19E SV har enheten sin största utbredning i den sydvästra delen. Tektoniskt tillhör den kartområdets översta delskolla. I detta västliga utbredningsområde dominerar en ljus grå eller blågrå, vanligen massformig eller oregelbundet bandad kvartsit. En laminerad eller fint bandad finsandsten visar ett nära fältsamband med kvartsiten. Mer oklart är däremot om den arkos eller fältspatsandsten som också uppträder inom delskollan skall hänföras stratigrafiskt till Vemdalskvartsiten. Dess sedimentära ursprung säkerställs däremot av att strömskiktning inte är ovanligt förekommande i bergarten. Vemdalskvartsitens översta del (fig. 3a) och gräns mot överlagrande Moskiffer finns blottad utmed stranden av Storsjön (1e) i en tektoniskt lägre belägen delskolla.

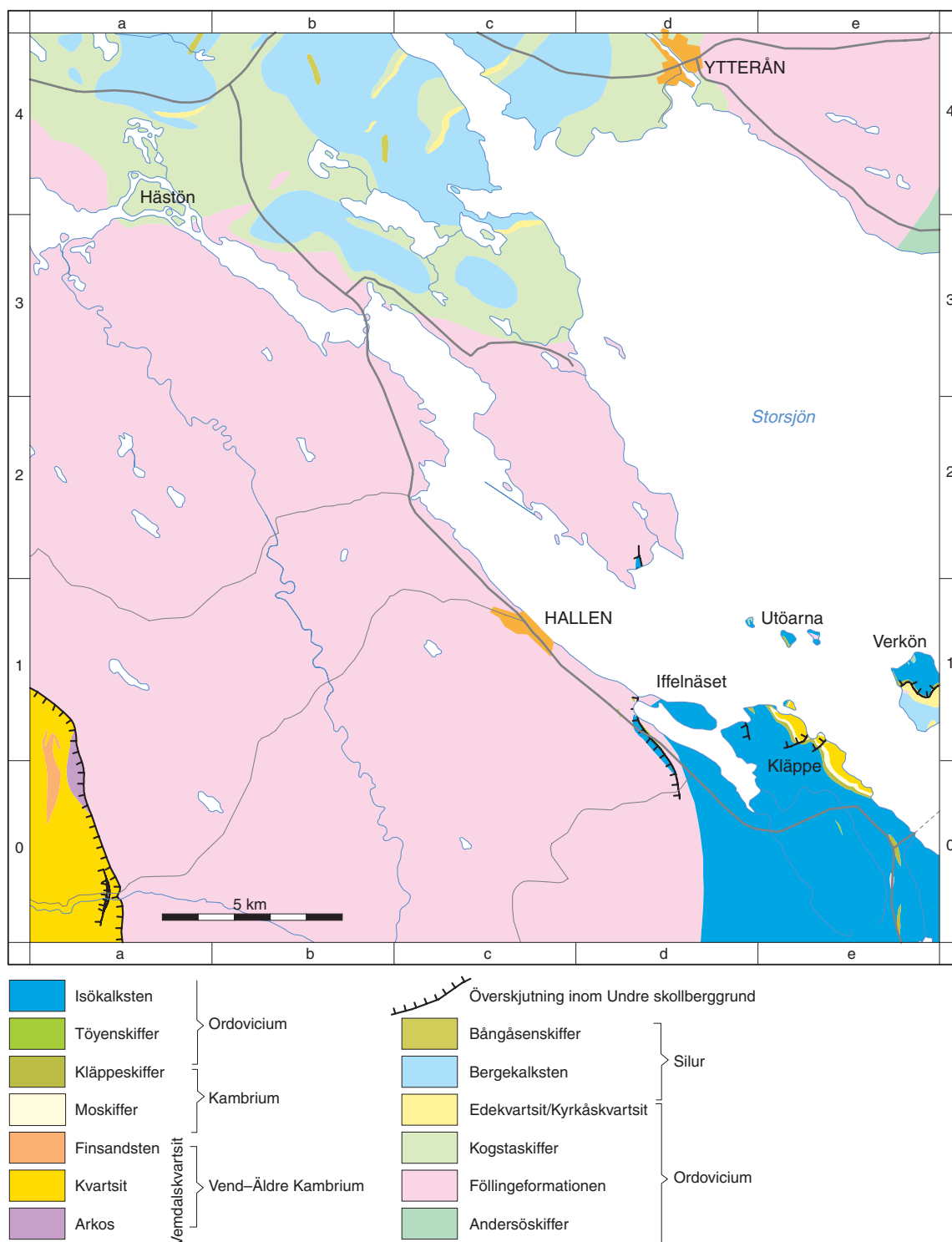


Fig. 2. Förenklad berggrundskarta över kartområdet 19E Östersund SV.

Moskiffer

Moskiffern är en gröngrå eller mörkt grå, lamellerad eller skiffrig siltsten som överlagrar Vemdalskvarstiten. Enstaka sandiga eller grusiga linser förekommer, främst i enhetens understa delar. Moskiffern och därmed litostratigrafiskt jämförbara siltstensenheter uppträder längs stora delar av den skandinaviska fjällkedjeranden, trots sin relativt ringa mäktighet. Sedimenten som bildade Moskiffern

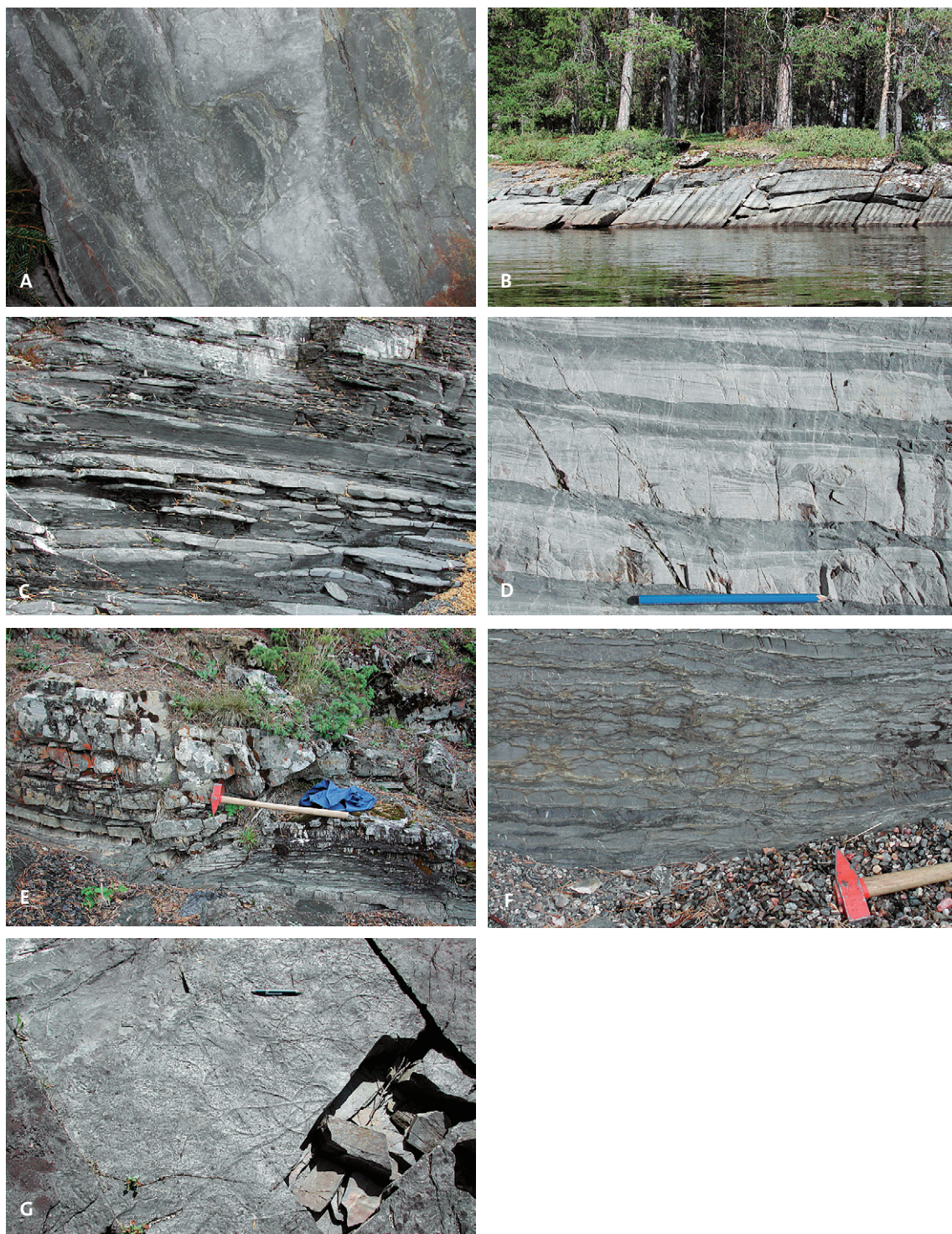


Fig. 3. Fotografier av bergarter inom kartområdet 19E Östersund SV. Koordinater i rikets nät. **A.** Erosionskanal i Vemdalskvartsit (7005817/1421309). **B.** Isökalksten i ett mot sydöst överstjälpt veckben (7008363/1424404). **C.** Andersöskiffer, kalkiga lager och linser i mörkgrå skiffer (7008477/1420930). **D.** Turbidit inom Föllingeformationen. I bildens centrala högra del syns en deformationstruktur som bildats när sedimentet var mjukt. Gradationsskiktning anas i bilden (7011676/1400090). **E.** Edekvartsit (7006078/1425141). **F.** Bankning i Bergekalksten (7006036/1424918). **G.** Krypsspår på lagringsyta i Bergekalksten (7006062/1424312).

avsattes troligen huvudsakligen under äldre kambriums mellersta tidsperiod (Karis 1998). Den har en mycket begränsad utbredning i kartområdet, utmed Storsjöns strand och på Moholmen (0–1e). De största blottningarna finns på Moholmen, men Moskiffens mäktighet vid dessa lokaler är svårbedömd på grund av veckning och tektonisk störning.

Kläppeskiffer

Kläppeskiffer (alunskiffer), som överlagrar Moskiffen, är en finkornig, mörkt grå till svart, sotande bergart. Bergarten har en mycket låg mekanisk motståndskraft, vilket gör att den nästan alltid är kraftigt småveckad och uppbruten. I skiffen förekommande kalkstenslinser (orsten) har däremot förblivit relativt opåverkade av rörelserna. Enheten har också tjänstgjort som tektoniska glidplan för flera skollenheter i fjällkedjan. De kambriska delarna av Kläppeskiffen har en förhöjd halt av uran, och ytliga förekomster av enheten framträder på den flygmätta radiometrisk kartan. Förutom i typområdet vid Kläppe (1e), varifrån Asklund (1933) redovisar en detaljad lokalbeskrivning, är skiffen blottad på Verkön, på den mellersta av Utöarna och på holmen söder därom (1e). Den också känd från kärnbron vid Marby (0e, Gee m.fl 1982).

Töyenskiffer

Töyenskiffen är en enhet med mycket stor utbredning i den skandinaviska fjällkedjan. I det nu aktuella kartområdet är den dock sparsamt representerad. I Järsta kalkstensbrott (0e) är den blottad till några meters mäktighet som en mörkt grå, graptolitförande skiffer under en tektoniskt pålagrad ordovicisk kalksten. Ytterligare två små blottningar av mörkt grå skiffer vid Höla (1d) tillhör enheten.

Ordovicisk kalksten (Isökalksten)

Ordovicisk kalksten uppträder i kartområdets sydöstra del och är väl blottad på bl.a Verkön och närliggande små öar VNV därom. Kalkstenen är ganska regelbundet bankad i ungefär dm-tjocka lager och har vanligen ett något knöligt utseende (fig 3b). De ordoviciska kalkstenarna i Jämtland har en komplicerad uppbyggnad med stora faciesvariationer i tid och rum. Mycket grovt indelas de i en västlig rampfacies och en östlig plattformfacies (Karis 1998). Den ordoviciska kalkstenen inom kartområdet 19E SV tillhör rampfacies och merparten tillhör enheten Isökalksten. Dess blottade mäktighet på Verkön uppskattas vara 10–20 meter.

Andersöskiffer

Andersöskiffen är en mörkt grå till svart skiffer med stor regional utbredning i Jämtlands undre skollberggrund. Inom kartområdet 19E SV är dock blottningarna begränsade till Verkön och Utöarna. Därutöver finns en sannolik, men ej blottad förekomst av enheten inom kartrutorna 3–4e. Utseendet kan påminna om Kläppeskiffen, men den senare är vanligen något mer sotande. I motsats till Kläppeskiffen har Andersöskiffen heller ingen förhöjd uranhalt, och därmed ingen förhöjd gammastrålning. Kontakten mellan ordovicisk kalksten och överlagrande Andersöskiffer är blottad på Verköns nordsida (7007690 /1424100). Där överlagras ordovicisk kalksten av ca 1,5 m mörkt grå lerskiffer, vilken ännu högre upp innehåller inlagringar av mörkgrå, siltig kalksten och kalksten i linser eller tunna inlagringar. Den totala blottade mäktigheten av Andersöskiffer har grovt uppskattats vara 5–10 meter, men lokalen har inte detaljundersökts inom projektet. Andersöskiffens basala del kan också studeras på Utöarna (fig. 3 c).

Föllingeformationen

Föllingeformationen är den enhet som har störst utbredning av dem som finns inom kartområdet. Mäktigheten uppskattas till flera hundra meter. Vid Iffelnäset (1d) vilar basala, graptolitförande delar av formationen på Töyenskiffer (Karis 1998). Föllingeformationen domineras av turbiditavsatta sandstenar med inlagrade tunna lager av slamsten. Gradationssiktning, laminerade vågmär-

ken (ripple cross lamination), "slumping"- och belastningsstrukturer är vanligt förekommande (fig. 3 d). Länsbeskrivningen över Jämtland (Karis 1998) nämner en lokal, som varit tillfälligt blottad i samband med en grävning vid kyrkan i Hallen. Där fingrar Andersöskiffer in i Föllingeformationen och delar upp denna i en undre, grovkornigare del och en övre, finkornigare. Denna uppdelning av Föllingeformationen har inte kunnat genomföras vid den nu aktuella karteringen. Inslaget av skiffer och slamsten tycks dock vara större i kartområdets norra del, där stratigrafiskt högre liggande delar av formationen förekommer i övergångszonen till överlagrande Kogtaskiffer.

Kogtaskiffer

I kartområdets norra del förekommer mörkt grå lamellerade eller finbandade slamstenar i ett flertal strandhällar utmed Indalsälven, såväl längs Hästön (4a) som fastlandsstranden. De inordnas här i Kogtaskiffern, som tillhör ordoviciums översta lagerföljd och i sitt typområde vid Alsen är ca 30–40 meter mäktig (Karis 1998). Formationstillhörigheten för några av Hästöns strandhällar bedöms dock som osäker, och möjligen tillhör slamstenarna de övre delarna av Föllingeformationen. För den nordvästra delen av området har borrhålsinformation från SGUs brunnarsarkiv lämnat vissa ledtrådar om Kogtaskiffrens utbredning.

Edekvarsit/Kyråskvarsit

Edekvarsit och Kyråskvarsit är två enheter av kvartssandsten som är sparsamt företrädda inom kartområdet 19E SV, men ingen av enheterna har sitt typområde där. Några av de förekomster som markerats på berggrundskartan (fig. 2) har inte kunnat verifieras inom projektet. De har tagits med för att de finns belagda i häll i länsbeskrivningen (Karis 1998). Att på litologiska grunder, och inom ramen för baskarteringens tidsnormer, särskilja Ede- och Kyråskvarsit har inte varit möjligt. Den uppdelning som trots detta görs nedan baseras på tidigare utförda detaljstudier som redovisats i länsbeskrivningen.

Edekvarsitens inom kartområdet 19E SV är bäst känd från Verköns sydvästra strand. Enheten har där en blottad mäktighet i storleksordningen 5–10 m och består av drygt dm-tjocka, korsskiktade kvartsitiska sandstensbankar, åtskiljda av tunna inlagringar av slamsten (fig. 3 e). I kvartsitens övre del uppträder linser och tunna lager av kalksten, och enheten visar en successiv övergång till Bergekalksten. Den kvartsitförekomst som uppträder i ett stråk tvärs över Verköns mellersta del hänförs däremot till Kyråskvarsit.

Ede- och Kyråskvarsiterna anses inta likartade stratigrafiska lägen men förhållandet mellan dem är oklart. Cherns & Karis (1995) tolkar bildningarna som avsatta i samband med en havsregression orsakad av en världsomfattande nedisning vid tidsövergången mellan ordovicium och silur.

Bergekalksten

Den siluriska Bergekalksten har inom kartområdet 19E SV sin största utbredning i den norra delen, men stratigrafiskt informativa lokaler finns också på Verkön (1e). Enhetens lägre delar utgöres på Verkön av tunnbankad, finkornig kalksten med inslag av lerskifferlameller. Högre upp i stratigrafin följer oregelbunden till normalbandad kalksten. Färgen är dominerande mörkt grå. Bergekalkstenen för rikligt med skalfragment och flera former av koraller. Även maskspår på lagringsytor förekommer (fig. 3 f–g). I kartområdets norra del, i Mällby kalkstensbrott (4a), når Bergekalkstenen mäktigheter på ca 20–25 meter, av vilka merparten utgöres av oregelbundet bankad kalksten.

Bångåsenskiffer

Bångåsenskiffer är den yngsta formationen i kartområdet. Den finns blottad i tre små, isolerade områden i kartområdets nordvästra del (4a–b). Grå lerskiffer dominerar enheten i de två östra. I en vägdkeshäll vid Hållbacken (7021727/1409797) innehåller lerskiffern ljusgröna, 1–3 mm mäktiga bentonitlager. Vid denna lokal, liksom i den närliggande förekomsten vid Kluk (7024086/1407782)

är skiffern graptolitförande. Graptolitfaunan i Klukförekomsten tillhör den övre etagen i undre silur (Thorslund 1948).

Nyttosten och malmer

De stratigrafiskt skilda kalkstensformationerna Isökalksten och Bergekalksten är båda föremål för brytning. För närvarande utvinns Isökalksten vid Järsta kalkstensbrott (0e). Uttaget är ganska litet och materialet bedöms ha en relativt okvalificerad användning. Bergekalkstenen utvinns idag i Mällby kalkstensbrott (4a). Täckttillståndet är på 250 000 ton årligen och förädlingsvärdet bedöms vara lågt. Nedlagda kalkstensbrott som utvunnit Bergekalksten finns även på andra håll i kartområdets norra del. I trakten av Bydalen (0a) utvinns Vemdalskvartsit som ballastmaterial. Vemdalskvartsit har tidigare brutits vid Kläppe intill stranden av Storsjön (1e).

I kartområdets sydöstra del förekommer Kläppeskiffer (alunskiffer) med förhöjda halter av bl.a. uran och kol. Den undersöktes i samband med en omfattande prospektering efter alunskiffer i Jämtland. Inom ramen för denna prospektering penetrerades alunskiffern med två kärnborrhål vid Marby (Gee m.fl 1982).

REFERENSER

- Asklund, B., 1933: Vemdalskvartsitens ålder. *Sveriges geologiska undersökning C 377*, 56 s.
- Cherns, L., & Karis, L., 1995: Late Ordovician–early Silurian transgressive sedimentation in the Jämtland basin, central Swedish Caledonides. *GFF* 119, 1–56.
- Gee, D.G., Snäll, S. & Stejskal, V., 1982: Alunskifferprojektet – Undersökningar mellan Östersund och Svenstavik. *Sveriges geologiska undersökning PRAP 82502*.
- Karis, L., 1998: Jämtlands östliga fjällberggrund. I, L. Karis & A.G.B. Strömberg: Beskrivning till berggrundskartan över Jämtlands län. Del 2: Fjälldelen. *Sveriges geologiska undersökning Ca 53:2*, 363 s.
- Thorslund, P., 1948: De siluriska lagren ovan Pentameruskalken i Jämtland. *Sveriges geologiska undersökning C 494*, 37 s.

E-post: torbjorn.thelander@sgu.se

Byske, Älvsbyn, Stensund (BÄST)

Sven Aaro, Mehrdad Bastani, Bosse Gustafsson, Anders Hallberg, Benno Kathol, Claes Mellqvist, Torbjörn Thelander och Mats Wedmark

ALLMÄN INLEDNING

Projekt "Byske, Älvsbyn, Stensund baskartering berg (BÄST)" omfattar kartområdena 23L Byske NV, NO, SV, 24K Älvsbyn NV, NO, SO, SV och 25I Stensund NV, NO, SO, SV (fig. 1). Syftet är att skapa ett berggrundsgeologiskt underlag för en långsiktigt hållbar resurshantering inom delar av Västerbottens och Norrbottens län samt att skapa planerings- och beslutsunderlag för företag, kommuner, länsstyrelser och allmänheten. Resultaten kommer att redovisas i form av berggrundsgeologiska och geofysiska databaser samt tryckta berggrundskartor i skala 1:50 000. Arbetet genomförs enligt normer givna i SGUs program för baskartering, varvid i genomsnitt 4–5 km² undersöks per geolog och dag. Karteringen inom projektet har pågått under somrarna 2001 och 2002. Resultat från fältarbetena 2001 och 2002 har redovisats i Antal Lundin m.fl. (2002) och Aaro m.fl. (2003 a). Kartområdena som hittills karterats framgår av figur 1, liksom tidsplaneringen för övriga kartområden inom projektet. Projektet beräknas vara avslutat i slutet av år 2004.

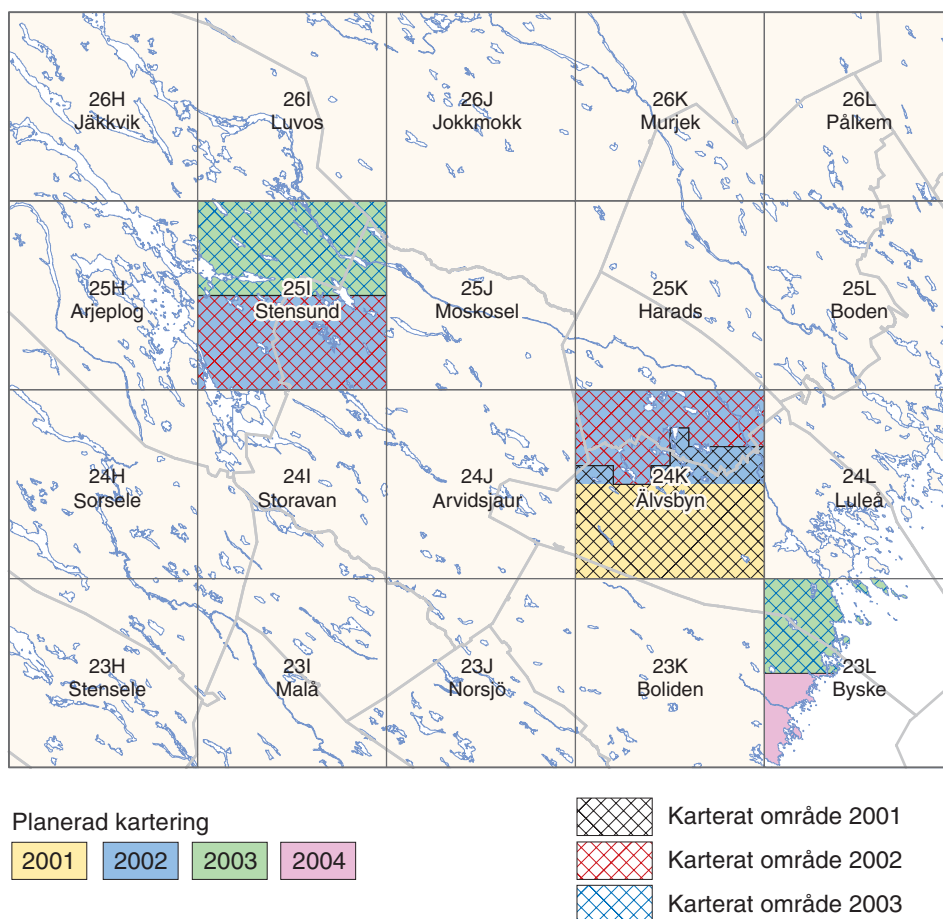


Fig. 1. Genomförd och planerad karteringsverksamhet inom projektet "Byske, Älvsbyn, Stensund, baskartering berg (BÄST)".

KARTOMRÅDET 23L BYSKE NV OCH NO

Mehrdad Bastani, Anders Hallberg och Torbjörn Thelander

Inledning

Undersökningsområdet är beläget inom kommunerna Skellefteå och Piteå i norra Västerbottens respektive södra Norrbottens län.

Den berggrundsgeologiska karteringen inom kartområdet 23L Byske NV och NO sommaren 2003 omfattade 19 personveckor och genomfördes under tiden juni till mitten av augusti av Torbjörn Thelander och extrageolog Stefan Persson (Stockholms universitet) samt projektgeolog Risto Kummulainen. Årets kartlagda yta är ca 491 km² och omfattar 609 hålobservationer. Som kartunderlag användes fastighetskartan i skala 1:20 000. Anders Hallberg har medverkat i avsnittet "Malmer, industrimineral och nyttosten". De geofysiska undersökningarna av berggrunden omfattade 14 personveckor och utfördes av Mehrdad Bastani och extrageofysiker Niklas Ohlsson (Göteborgs universitet). De geofysiska undersökningarna utfördes integrerat med berggrundskarteringen.

GEOLOGI

Torbjörn Thelander

Bland tidigare berggrundsgeologiska arbeten inom kartområdet märks länsbeskrivningarna för Västerbottens län (Gavelin 1955) och Norrbottens län (Ödman 1957) samt det s.k. Mittnordenprojektet (Lundqvist m.fl. 1996, Kousa & Lundqvist 2000). Detaljerade undersökningar av berggrunden har gjorts i samband med prospekteringsarbeten kring Vitberget (9c–d, karta av Ingemar Lager i Carlson 1982).

Området ligger under högsta kustlinjen och berggrunden är bitvis väl blottat. Men i områdets nordöstra del är blottningsgraden låg, vilket gör att gränsdragningen för bergartsutbredningen här är osäker. Detta är särskilt besvärande då dessa delar synes ha ett varierat utbud av såväl vulkaniska ytbergarter som äldre djupbergarter (fig. 2).

Berggrunden i kartområdet 23L Byske NV och NO domineras av svekofenniska metasedimentära bergarter. Inlagringar av basiska, intermediära och felsiska metavulkaniter förekommer på flera håll i kartområdets norra och nordöstra delar. Ett fåtal, små intrusioner av djupbergarter med dioritisk sammansättning förekommer i den västra delen. Granitoida djupbergarter intar ganska betydande ytor i områdets östra och norra delar, men är inte begränsade endast dit. En granit med oklar åldersställning förekommer inom kartområde 23L NO. En omfattande uppsmältning och migmatitisering har påverkat såväl de svekofenniska ytbergarterna som de svekokarelska djupbergarterna.

Svekofenniska ytbergarter

De svekofenniska metasedimentära bergarterna är främst utbildade som paragnejser, dominerade av kvarts, fältspat och biotit. Ådergnejsbildning och migmatitisering är vanligt förekommande, särskilt i kartområdets nordvästra del. Detta har resulterat i att gnejserna i dessa områden genomsätts i betydande omfattning av gångar och mindre kroppar av migmatitassocierad och mobiliserad granit, pegmatit eller aplit. I vissa hållområden är det närmast ogörligt att avgöra om paragnejsen eller de granitiska mobilisaten dominerar. I sådana områden kan paragnejsen förekomma som upp till något tiotal meter mäktiga partier, helt omslutna av massformigt, granitiskt mobilisat. Paragnejsen har ställvis inlagringar av grafit- och/eller sulfidförande horisonter. Deras utbredning är främst tolkad utifrån den magnetiska anomalikartan, där de framträder som långsträckta, ganska distinkta, positiva anomalier. Denna karta visar också att områden med kraftigt migmatitiserade paragnejser har ett ganska neutralt anomalimönster.

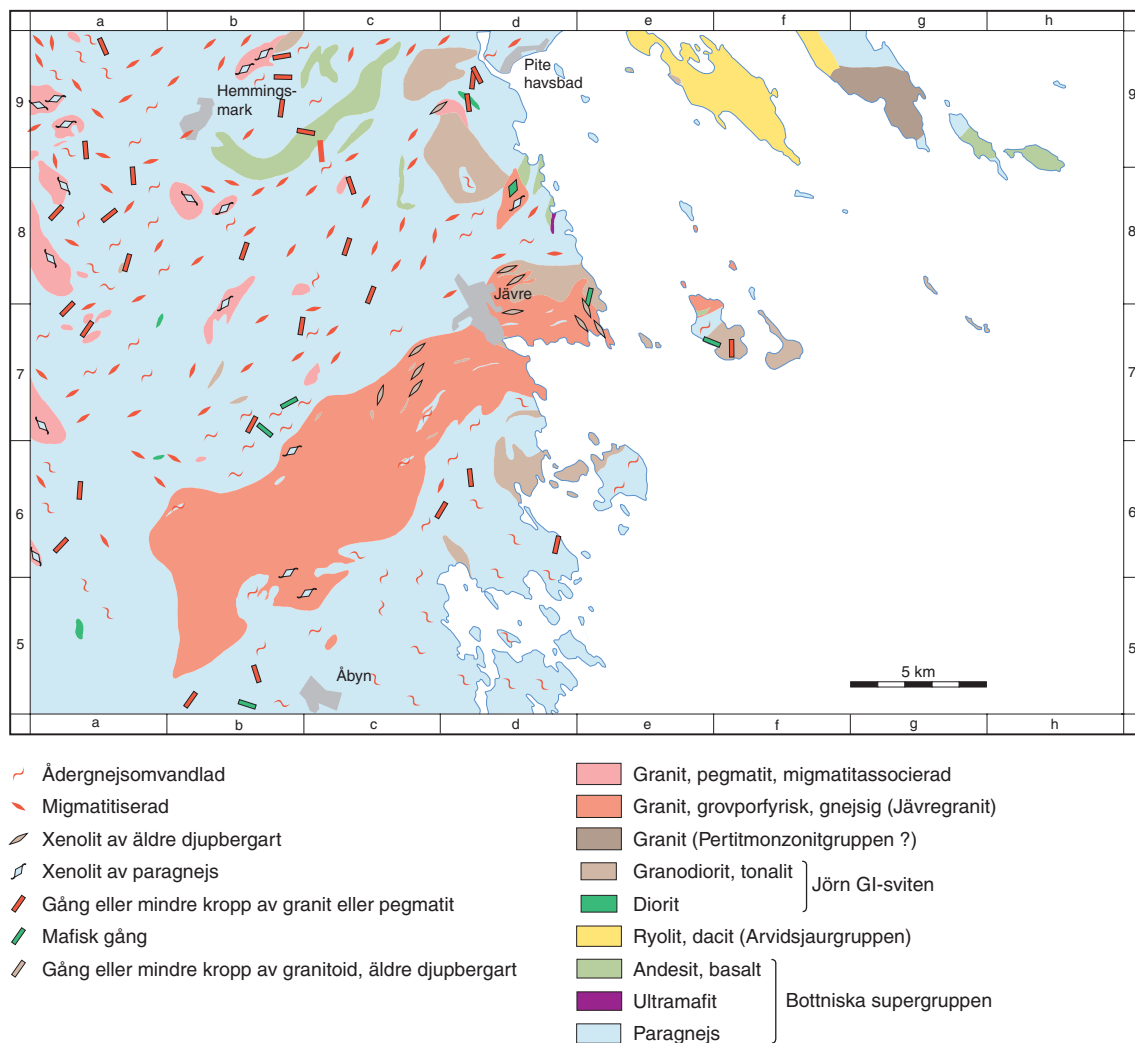


Fig. 2. Förenklad berggrundskarta över kartområdet 23L Byske NV och NO.

Inlagringar av mafiska metavulkaniter har en ganska stor utbredning kring Vitberget (9c). Baserat på fältbedömningar är deras sammansättning andesitisk till basaltisk. Såväl lavar som tuffiter finns representerade. En vackert blottad intermediär till basisk metavulkanit finns även på Jävreholmen (7e, fig. 3a). I en annan lokal (8d) finns en massformig hornbländit i relativt nära förbindelse med en mafisk metavulkanit.

Felska metavulkaniter med väl utbildad foliation förekommer i några få hållar inom kartområdet 23L NO. I något fall uppträder de tillsammans med inlagringar av intermediära metavulkaniter (fig. 3b). Metavulkaniterna i dessa områden visar likheter med de som tillhör Arvidsjaurgruppen.

Där det finns hållkontroll kan det konstateras, att metavulkaniterna sammanfaller med positiva magnetanomalier eller ligger i ett starkt varierat anomalimönster. I den dåligt blottade terrängen har den magnetiska anomalikartan varit helt avgörande vid gränsdragningen av utbredningsområdena för såväl de mafiska som felska metavulkaniterna.

Tidigsvekokarelska djupbergarter

De största områdena med svekokarelska djupbergarter finns i kustområdena och ute på öarna. I övriga delar av kartområdet uppträder bergarterna bara som små kroppar eller gångar. Den vanligaste formen av djupbergarter har en granodioritisk till tonalitisk sammansättning (fältbedömning) och är

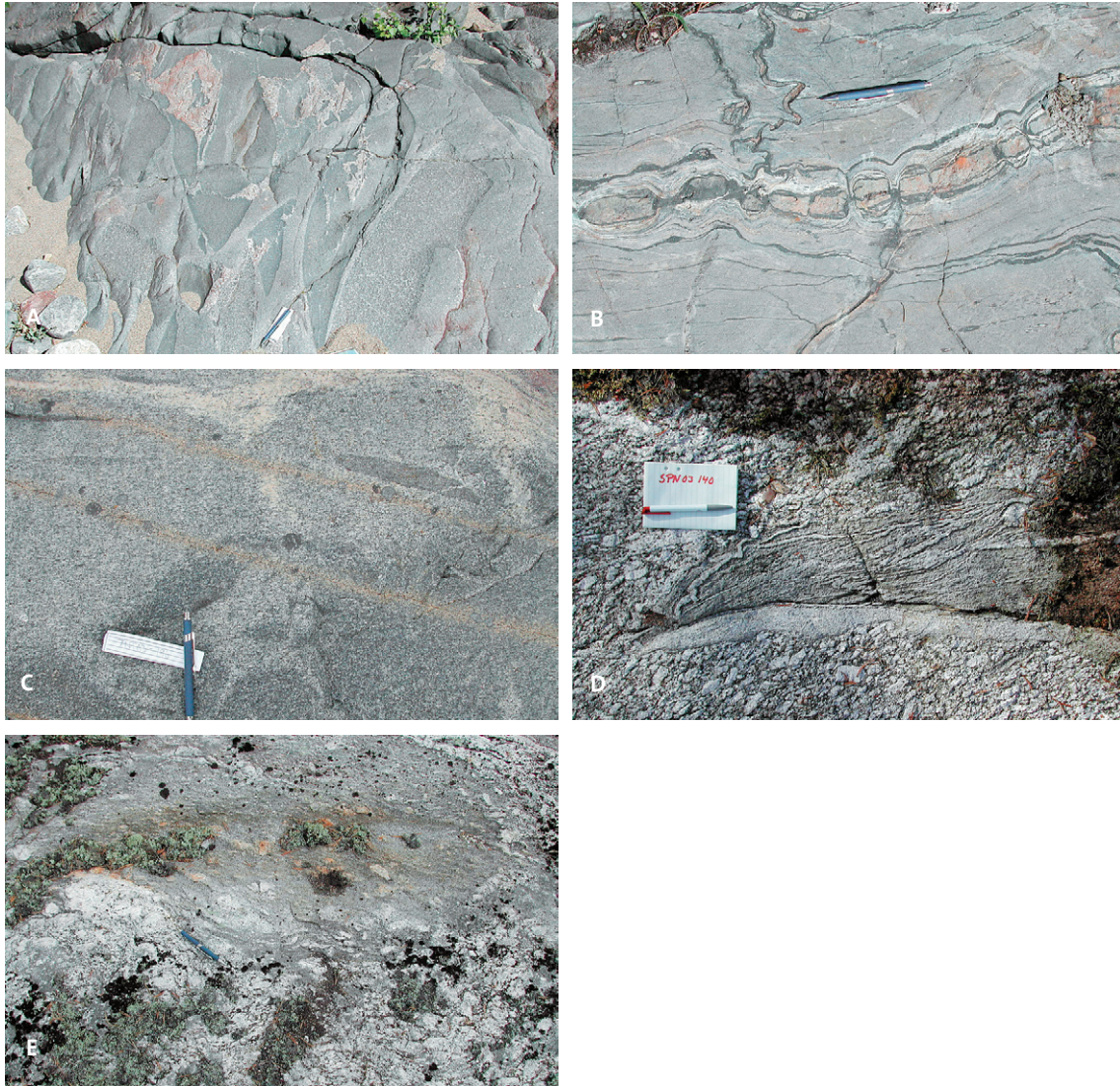


Fig. 3. Fotografier av bergarter inom kartområdet 23L Byske NV och NO. Koordinater i rikets nät. **A.** Basaltisk meta-vulkanit, Jävreholmen (7e, 7239797/1774327). **B.** Bandad felsisk vulkanit med boudinerat lager, Haraholmen (4e, 7249326/1772275). **C.** Enklavförande, tidigsvekokarelsk djupbergart med granodioritisk till tonalitisk sammansättning, Bergön (6d, 7233884/1769346). **D.** Grovporfyrisk, gnejsig Jävreganit med xenolit av paragnejs (7c, 7235403/1764608). **E.** Kontaktzon mellan gnejsig tidigsvekokarelsk djupbergart och grovporfyrisk Jävreganit (8d, 7241185/176758).

genomgående tydligt folierad (fig. 3 c). Någon åldersbestämning av denna generation av bergarter är inte känd från kartområdet, men de bedöms vara likåldriga med de tidigsvekokarelska bergarter som bildades för ca 1 890 milj. år sedan.

De små dioritiska kroppar som ligger spridda i kartområdets västra del bedöms även de tillhöra de tidigsvekokarelska bergarterna.

En medelkornig, massformig röd granit påträffad i en isolerad häll på Mellerstön (9f) har bedömts tillhöra pertitmonzonitsviten (ca 1 880–1 860 milj. år), men några avgörande kriterier för denna tillhörighet har ännu inte påvisats.

Sen- till postsvekokarelska granitoider

Jävregranit

En utseendemässigt karaktäristisk granit förekommer i en bred zon från trakten av Jävre och vidare mot sydväst. Bergarten har tidigare kallats Jävregranit och hänförts till Revsundssviten (Ödman 1957). Graniten är grovporfyrisk och nästan genomgående gnejsig (fig. 3 d), även om bättre bevarade partier förekommer. Fältspatögonen är upp till 5–8 cm långa och vanligen utdragna. Inom Jävregranitens utbredningsområde finns också smala linsformiga kroppar av såväl paragnejs som tidigsvekokarelska djupbergarter. I gränzonen mellan Jävregranit och tidigsvekokarelska granitoider visar de senare en tydlig nybildning av fältspatögon och en möjlig successiv övergång till Jävregranit (fig. 3 e). Jävregraniten genomsetts i hela sitt utbredningsområde av massformig, ojämnkornig granit eller pegmatit i körtlar och mindre gångar. Detta visar på en omfattande mobilisering av granitoida lösningar efter bildandet av Jävregraniten.

Migmatitassocierade granitoider

I bl.a. kartområdets nordvästra del finns flera områden med granitoida bergarter som tolkas som bildade genom migmatitisering eller uppsmältning av äldre berggrund. I sin enklaste form domineras de fullständigt av massformig, något ojämnkornig granit, som är svagt röd eller ljusgrå. Skarpa, klippande kontakter mot isoklinalveckad paragnejs finns otvivelaktigt, liksom mer diffusa övergångar. Xenoliter av paragnejs förekommer ganska sparsamt. Granitområdet nordväst om Hemmingsmark (9b) utgörs till stor del av den massformiga typ som nämns ovan. Denna idealform är dock mindre vanlig. Proportionerna mellan det granitiska mobilisatet och den bergart som intruderats växlar kraftigt inom hållområdena, och gränsdragningen av de migmatitassocierade graniterna är vanskelig att utföra objektivt. Karteringen har försökt följa en riktlinje som innebär, att granitoiden skall utgöra minst ca 75 % av hållytan för att markeras som migmatitgranit.

MINERALISERINGAR, INDUSTRIMINERAL OCH NYTTOSTEN

Anders Hallberg

Kartområdet 23L Byske NV och NO ligger helt utanför den malmförande region som utgör Skelleftefältet. Detta faktum återspeglas i att kartområdet helt saknar brytvärda mineraliseringar. De fåtaliga mineraliseringar som är kända från området uppvisar inga likheter med mineraliseringar i det egentliga Skelleftefältet. Det har dock utförts en del smärre prospekteringsarbeten inom kartområdet, arbeten som har resulterat i intressanta mineraliseringar men inga malmer.

I början av 1980-talet lade "Nämnden för Statens Gruvegendomar" två inmutningar på guld över Vitberget, ca 4 km öster om Hemmingsmark (Carlson 1982). Inom området fanns några mindre skärpningar från tidigare gruvförsök som utförts mellan åren 1927 och 1934. På Vitberget (9c) förekommer magnetkisrika bergarter i anslutning till kvartsrika zoner i kuddlavor. Associationen kysförande kvarts i mafiska bergarter argumenterade för att bergarterna i området kunde innehålla guld. Undersökningarna, som omfattade detaljkartering av tidigare skärpningar, sprängning, provtagning och analys av 24 prover, gav dock klen resultat. Bästa analysresultatet (0,5 g/t guld) erhöles från ett prov av en magnetkis- och kopparkisrik bergart som tagits i en skärpning. Inmutningarna söndes 1983–1984.

Inte heller ur industrimineralsynpunkt utmärker sig kartområdet. Det enda som står att finna i litteraturen är en smärre notis i Dahlman (1971) om skriftgranit vid Vitberget (7d) som potentiell kvarts- och fältspatresurs.

Någon produktion av krossberg förekommer inte inom kartområdet. Ej heller har några övergivna stenbrott påträffats i samband med sommarens fältarbete.

GEOFYSIK

Mehrdad Bastani

Fältarbete

De geofysiska markmätningarna under sommaren 2003 innefattar kartområdena 23L Byske NO och NV samt delar av 23L Byske SV. Bergartsprover från 154 lokaler insamlades för att mäta densitet och magnetiska egenskaper (fig. 4). På samma lokaler bestämdes kalium-, uran- och toriumhalterna med hjälp av gammaspektrometer. Flygmagnetiska data, tyngdkrafts- och VLF-data har använts som underlagsmaterial vid planeringen av markprofilmätningen. Högupplösande VLF- och magnetometermätningar har gjorts längs 18 profiler, med syfte att i detalj kartlägga deformationszoner, sprickzoner och bergartskontakter.

Nedan ges en kortfattad genomgång av tidigare mätningar och av de geofysiska data som insamlats inom kartområdena 23L NV och NO under den senaste säsongen.

Flyggeofysiska data och tyngdkraftsdata

Figur 4 visar magnetfältsanomalier över undersökningsområdet. Anomalierna orsakas av magnetiska bergarter belägna på ett djup mellan 0 och ca 250 meter under markytan. Anomalistyrkan varierar från $-1\,400$ upp till $2\,700$ nT. I den nordostligaste delen av området (9e–f) finns en tydlig, högmagnetisk zon som orsakas av felsiska metavulkaniter (ryolit och dacit) i Arvidsjaurgruppen. I kartområdets nordvästra del uppträder främst paragnejs som tillhör den "Bottniska supergruppen". Magnetfältet är generellt lågt i detta område och korrelerar bra med de låga susceptibilitetsvärden som uppmäts på hållar med paragnejs. I de södra och centrala delarna av 23L Byske NV uppvisar den magnetiska anomalikartan ett tydligt bandat mönster av omväxlande hög- och lågmagnetiska anomalier med både NNO-liga och nordvästliga riktningar. Mönstret är tydligast i områden med paragnejs och orsakas troligtvis av sulfid- och/eller grafitförande horisonter.

Kartan över markens uranhalt visas i figur 5. Områden med förhöjd uranhalt förekommer främst i kartområdet 23L NV, där de är kopplade till granitoider inom delruta 9b. Nordost om Jävre (8d) finns ett område med höga uranhalter som orsakas av pegmatitgångar i granodiorit.

I Byskeområdet finns ca 600 tyngdkraftsmätningar som har mycket högre punkttäthet i västra delen än i den östra (på grund av havet i öster). Mätningarna har genomförts med en ojämn spridning, främst längs vägar. Tätare mätningar längs väg E4 har utförts med ett punktavstånd på ca 500 m. Bougueranomalierna varierar mellan -47 och -24 mGal i kartområdet 23L Byske.

Markmätningar 2003

Gammaspektrometermätningar utfördes på berghällar vid 155 lokaler, och 102 bergartsprover för petrofysiska mätningar har tagits inom kartområdet 23L Byske NV och NO. Den högsta uppmätta uranhalten (upp till 100 ppm) upptäcktes hos pegmatitgångar som genomslår paragnejs och granodioriter. Resultaten från strålningsmätningar i fält och mätningar i petrofysikslaboratoriet på SGU sammanfattas i tabell 1 (nedan).

Profilmätningar

Inom kartområdet 23L Byske NV och NO mättes det magnetiska totalfältet och VLF-signalen längs 12 profiler med ett punktavstånd på 10 m (fig. 4). En preliminär bedömning av data från några av profilerna visar, att de flesta långsträckta, högmagnetiska anomalierna har en tydlig korrelation med VLF-anomalier. Detta betyder att högmagnetiska anomalier kan orsakas av konduktiva horisonter. Figurerna 6 och 7 visar mätningar längs profil 1 respektive 10, vilka ligger i ett område med paragnejs. I profil 1 finns två högmagnetiska anomalier (200 och 900 m) och en lågmagnetisk anomali (600–750 m). VLF-data visar två tydliga anomalier som har sinsemellan helt skilda karaktärer. Den

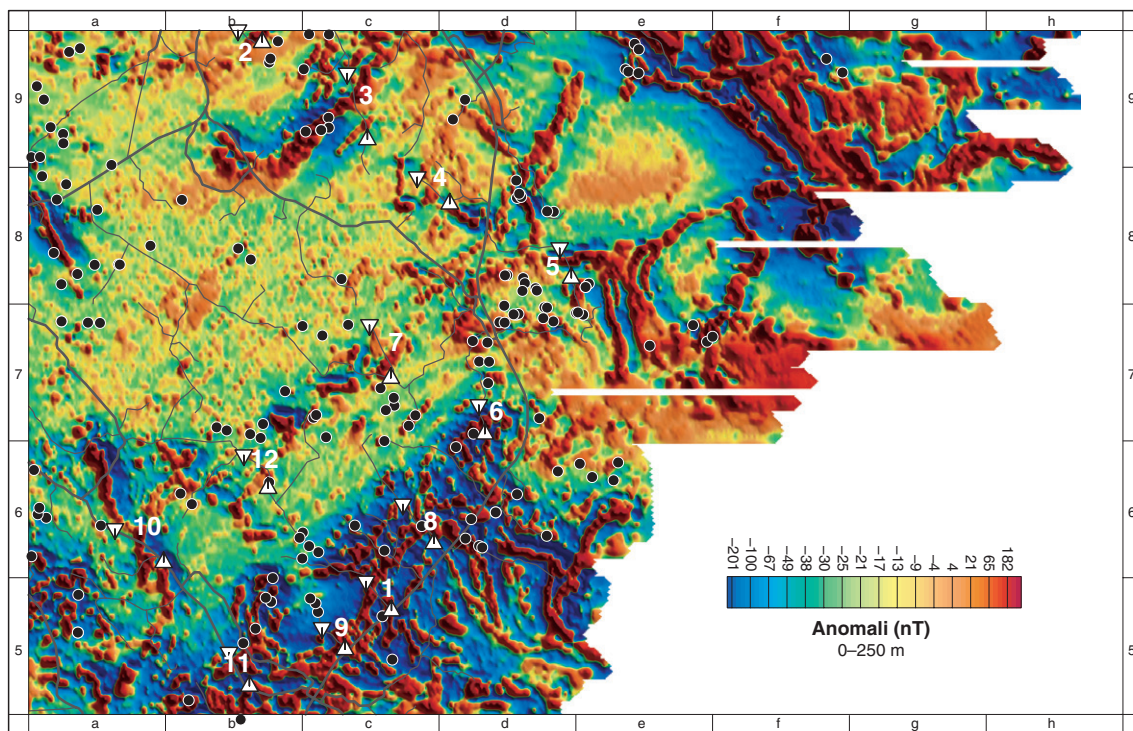


Fig. 4. Läget för geofysiska fältundersökningar i kartområdet 23L Byske NV och NO. Runda svarta symboler representerar petrofysikprov och/eller spektrometermätningar på hällar. Vit triangel med spetsen uppåt visar startpunkt för VLF- samt magnetfältprofiler. Slutpunkt anges med nedåtriktad triangel. I bakgrunden visas den magnetiska totalfältanomalin (0–250 m).

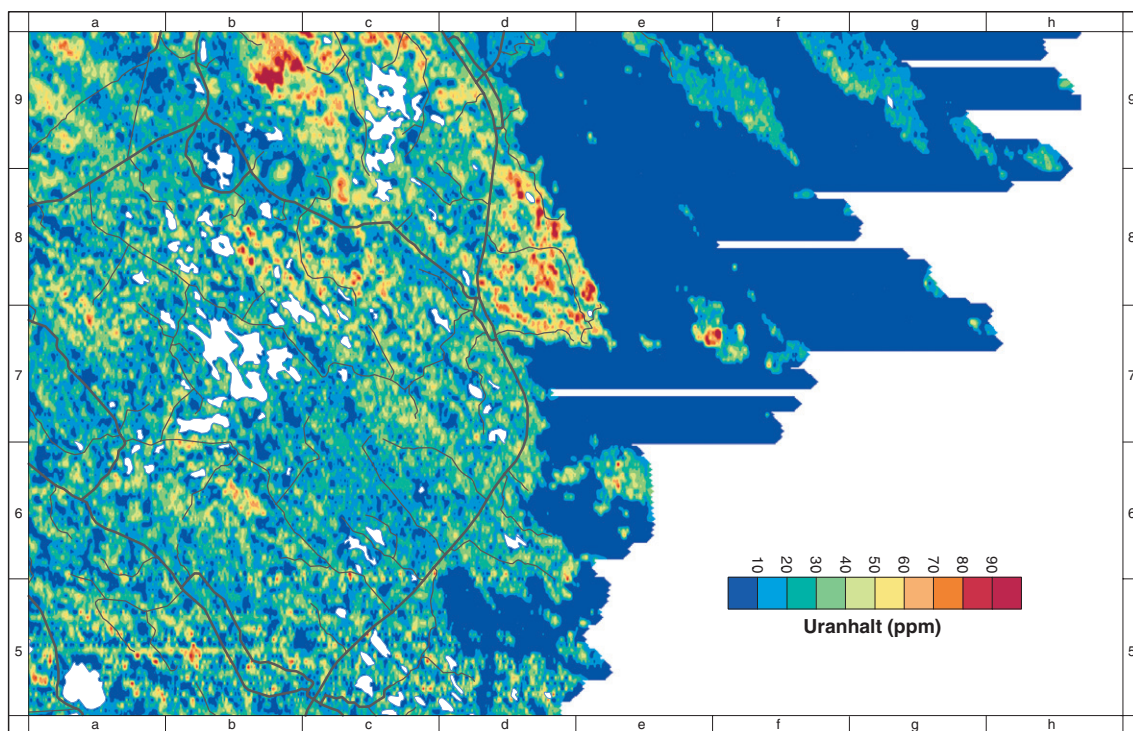


Fig. 5. Karta över markens uranhalt i kartområdet 23L Byske NV och NO.

Tabell 1. Petrofysiska parametrar och radiometriskt bestämda halter av kalium, uran och torium hos olika bergartsgrupper inom kartområdet 23L Byske NV och NO.

Bergart/grupp	Antal prov / lokaler	Densitet (kg/m ³)			Susc. (SI)*10 ⁵			K (%)			U (ppm)			Th (ppm)		
		min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med
Granit, pegmatit. Migmatitassocierad	10	2616	2714	2673	4	25	16	2,8	5,4	4,1	2,9	10,4	5,8	5,5	35,0	17,0
Grovporfyrisk granit. (Jävregranit)	43	2576	2780	2653	1	54	19	2,5	6,1	4,0	1,7	32,0	5,5	2,7	27,0	10,6
Granodiorit, tonalit. Jörn G1-sviten	10	2675	2766	2705	17	37	23	1,6	3,2	2,4	3,3	14,6	6,5	9,4	13,5	11,2
Ryolit, dacit. Arvidsjaurgruppen	1	2700	2700	2700	244	244	244	2,9	2,9	2,9	6,4	6,4	6,4	12,9	12,9	12,9
Andesit, basalt. Bottniska supergruppen	4	3050	3181	3115	96	164	120	0,2	0,7	0,4	0,3	2,5	1,2	0,1	2,7	1,4
Paragnejs. Bottniska supergruppen	38	2588	2766	2663	0	46	16	2,1	5,4	3,4	2,63	35,0	6,9	5,5	27	12,8

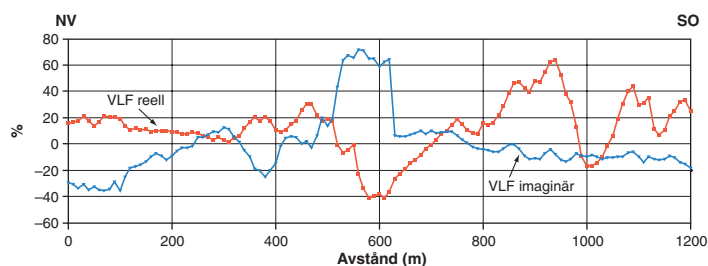


Fig. 6. Uppmätta VLF- och magnetfält-data längs profil 1 i kartområdet 23L Byske NV.

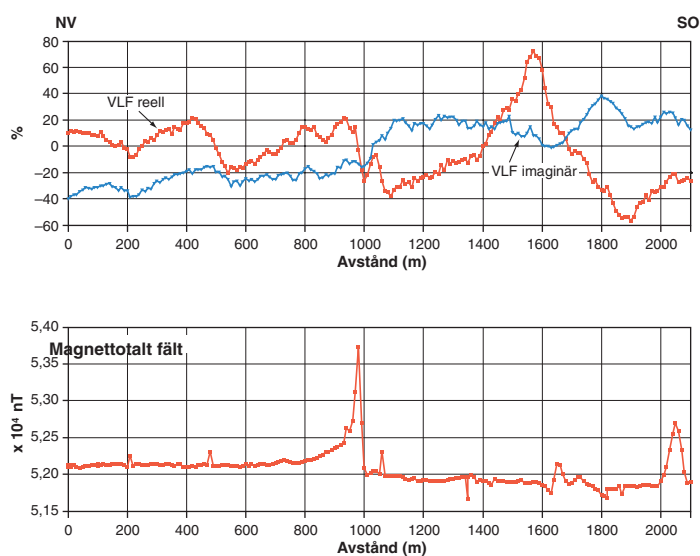


Fig. 7. Uppmätta VLF- och magnetfält-data längs profil 10 i kartområdet 23L Byske NV.

första anomalin (550 m) har stora positiva, både real- och imaginärkomponenter som kan representera en sprickzon (sammanfaller med den lågmagnetiska anomalin). Den andra VLF-anomalin (950 m) har en stor realkomponent och en ganska liten negativ imaginärkomponent. Detta kan orsakas av en grafitförande horisont som motsvarar den högmagnetiska anomalin. Längs profil 10 uppträder tre liknande VLF-anomalier med olika styrkor (500, 1 000 och 1 700 m). Två av dem sammanfaller med två högmagnetiska anomalier (1000 och 1700 m) i profil 10 (fig. 7). Vi kommer att utföra tvådimensionella modellberäkningar av både VLF- och magnetfältdata för att upplösa mer detaljer av existerande strukturer längs profilerna.

KARTOMRÅDET 25I STENSUND NV OCH NO

Sven Aaro, Bosse Gustafsson, Benno Kathol, Claes Mellqvist och Mats Wedmark

Inledning

Berggrundsundersökningarna i kartområdet 25I Stensund NV och NO utfördes från slutet av maj till mitten av augusti 2003. Det berggrundsgeologiska fältarbetet bedrevs under 66 personveckor, varav 30 lades på kartområdet 25I Stensund NV. Arbetet utfördes av Claes Mellqvist och extrageologerna Daniel Andersson, Anja Olsson och Stefan Persson (samtliga Stockholms universitet). Resterande 33 veckor användes i området 25I Stensund NO av Benno Kathol och extrageologerna Lars Bergkvist, Charlotta Brandt och Fanny Hartvig (samtliga Stockholms universitet). De berggrundsrelaterade geofysiska undersökningarna utfördes integrerat med berggrundskartläggningen. Fältarbetet omfattade kartområdet 25I Stensund NV och NO och bedrevs under totalt 18 personveckor av Sven Aaro och Mats Wedmark samt extrageofysiker Niclas Fredman (Göteborgs universitet).

Som kartunderlag användes ortofoton i skala 1:20 000. Hällunderlaget utgjordes av konturer från tidigare utförda arbeten och flygbildstolkade hällar från SGUs jordartsenhet. Undersökningsområdet är beläget inom Arjeplogs och Arvidsjaurs kommuner i södra delen av Norrbottens län. På grund av områdets topografiska läge ovanför högsta kustlinjen är blottningsgraden relativt låg. En preliminär geologisk kartbild över kartområdet 25I Stensund NV och NO presenteras i figur 8.

Flyggeofysiska mätningar över undersökningsområdet har utförts dels 1965 och 1969 av SGU, dels 1982 av LKAB. Vid 1965 års mätningar, som utfördes av bolaget Barringer, mättes magnetfältet i begränsade delar av undersökningsområdet. Vid SGUs mätningar 1969, som utfördes på 30 m flyghöjd och med 200 m flyglinjeavstånd, mättes magnetfältet och gammastrålningen över hela kartområdet 25I Stensund, dvs. även över det område som mättes 1965. Mätningarna utfördes i ost-västlig riktning vilket innebär att nord-sydliga strukturdrag i berggrunden prioriteras. LKABs mätningar från 1982 omfattar utöver magnetfält även VLF-fält och EM-fält enligt slingrammetoden, men berör ej 25I NO. Tyngdkraftskartläggningen har främst utförts i början av 1970-talet, varvid malmpotentiella delar i undersökningsområdets västra del mättes med ett punktavstånd på ca 1 km. De mer eller mindre glest mätta områdena, främst i de norra och östra delarna av undersökningsområdet kompletterades i början av 2000-talet. Dessa områden är svårtillgängliga varför vissa delar även idag har en dålig täckningsgrad med mätningar.

De magnetiska anomalierna, sammanställda från SGUs flyggeofysiska mätningar, framgår av den magnetiska anomalikartan (fig. 9) och tyngdkraftsanomalierna av Bougueranomalikartan (fig. 10). Gammastrålningen som orsakas av en dotterprodukt i sönderfallsserien av uran-238 framgår av figur 11, som också visar var markbaserade gammastrålningsmätningar utförts under 2003.

Förutom ovanstående geofysiska undersökningar har omfattande markmätningar utförts i stora delar av de malmpotentiella områdena i samband med SGUs och NSGs prospekteringsverksamhet på 1960-, 70- och 80-talen (fig. 12). Dessa mycket detaljerade mätningar omfattar magnetfält, IP, VLF-fält och EM-fält enligt slingrammetoden. Delar av materialet föreligger i digital form, men stora delar kan endast återfinnas i form av kartor vid SGUs arkiv i Malå. En viss information om dessa markmätningar går att finna i avsnittet "Prospektering och mineralisering" nedan.

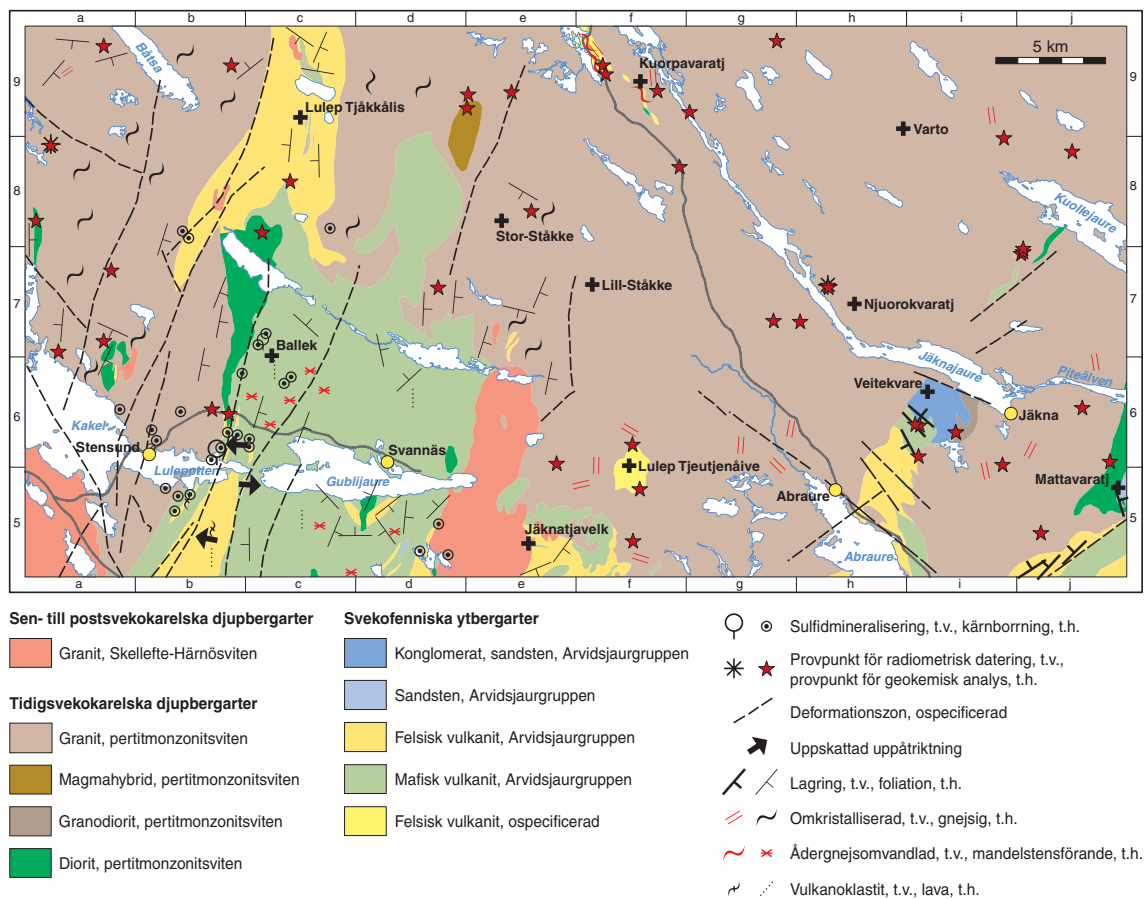


Fig. 8. Förenklad berggrundskarta över 25I Stensund NV och NO. Kartan över 25I Stensund NO baseras på Theolin (1984), med modifieringar inom ytbergartsområdena.

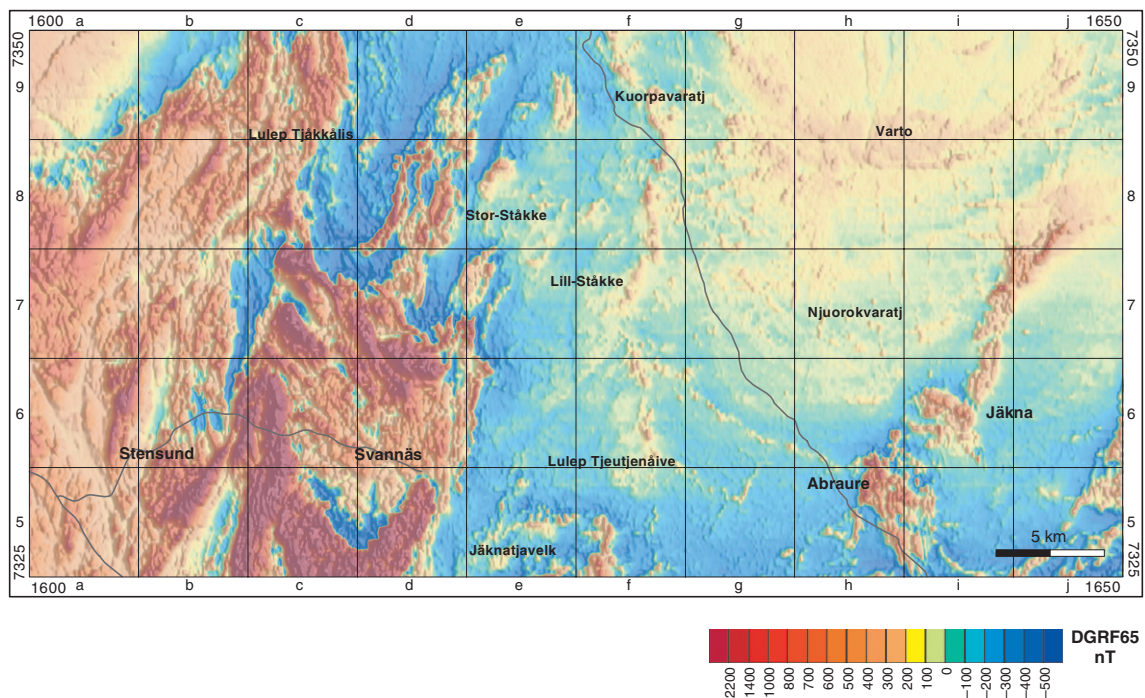


Fig. 9. Magnetisk anomalikarta över 25I Stensund NV och NO. Kartan baseras på SGUs flyggeofysiska mätningar 1969. Positiva drag i anomalibilden är i hög grad förknippade med undersökningsområdets vulkaniter.

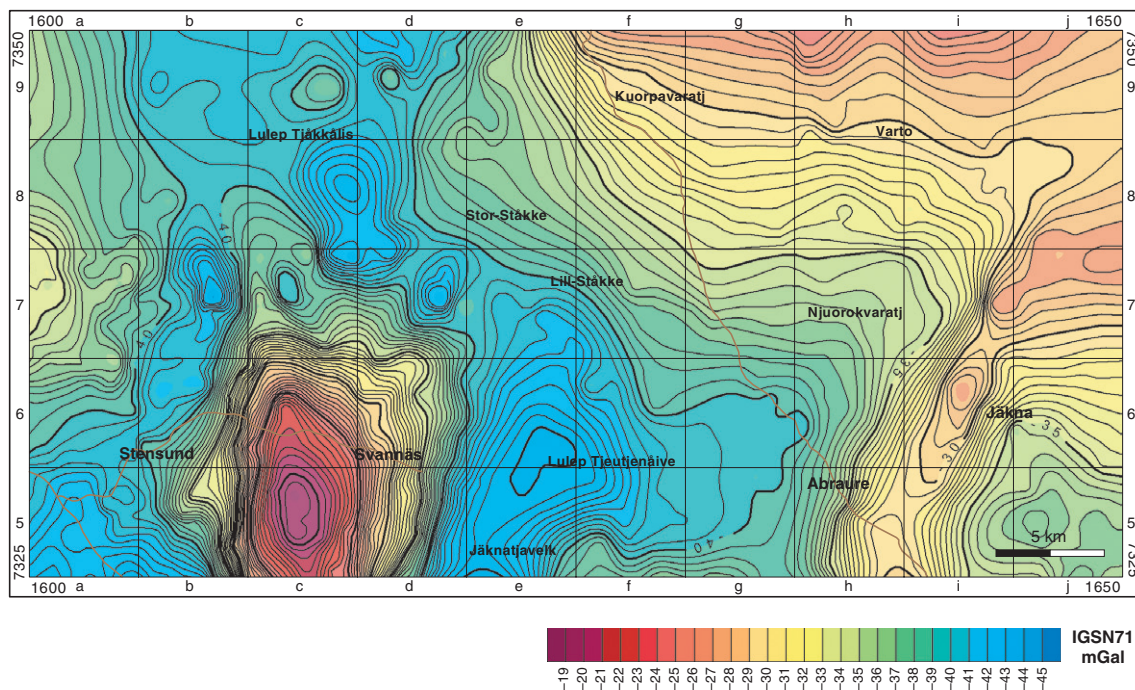


Fig. 10. Bouguer-anomalikarta över 25I Stensund NV och NO. De mafiska vulkaniterna är i många fall förknippade med distinkta positiva avvikelser, vilket indikerar ett relativt stort djupgående.

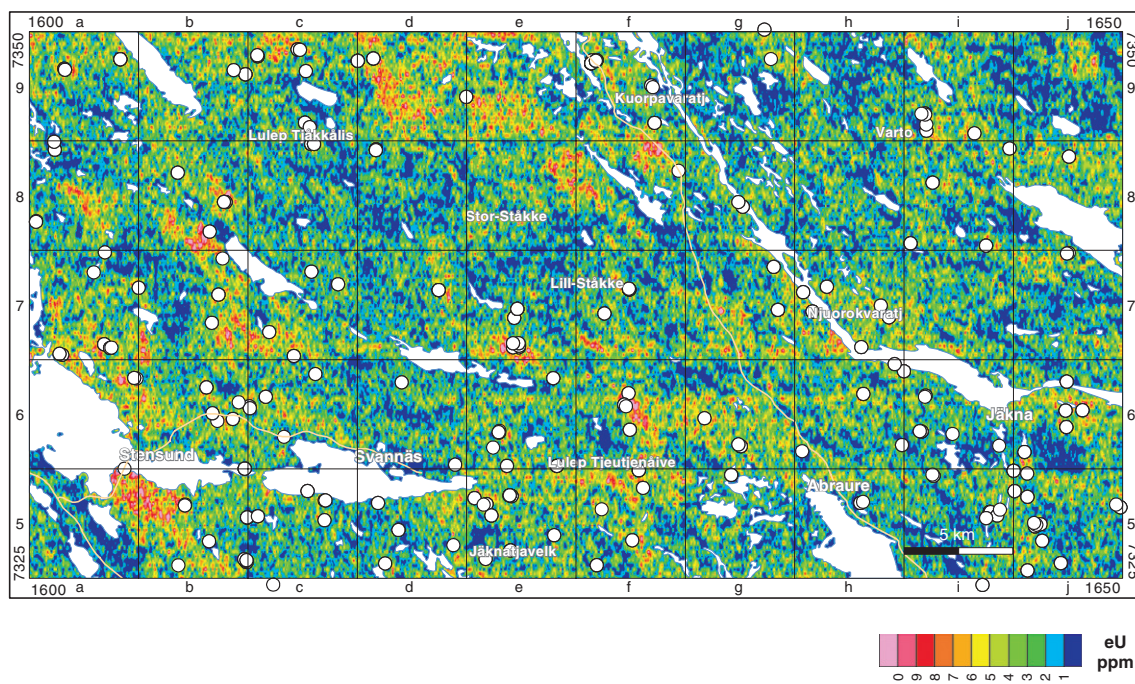


Fig. 11. Gammastrålningskarta över 25I Stensund NV och NO. Kartan visar markytans ekvivalenta uranhalt uttryckt i ppm. På grund av den mycket låga blottningsgraden och de relativt talrika myrmarkerna är det omöjligt att urskilja större sammanhängande bergartskomplex.. De högsta halterna hör till granitiska bergarter. Vita punkter visar var markbaserade gammastrålningsmätningar utfördes 2003.

I samband med prospekteringsverksamheten analyserades totalt ca 320 prover med avseende på densitet, susceptibilitet och q-värde. Av dessa är ca 26 baserade på orienterade bergartsprover, vilket gör att vissa uppgifter om den remanenta magnetiseringens riktning föreligger.

De geofysiska fältinsatserna som utförts 2003 innefattar också ett antal korta profiler som mätts med magnetometer och/eller med VLF-instrument. VLF-mätningarna var synnerligen besvärliga i

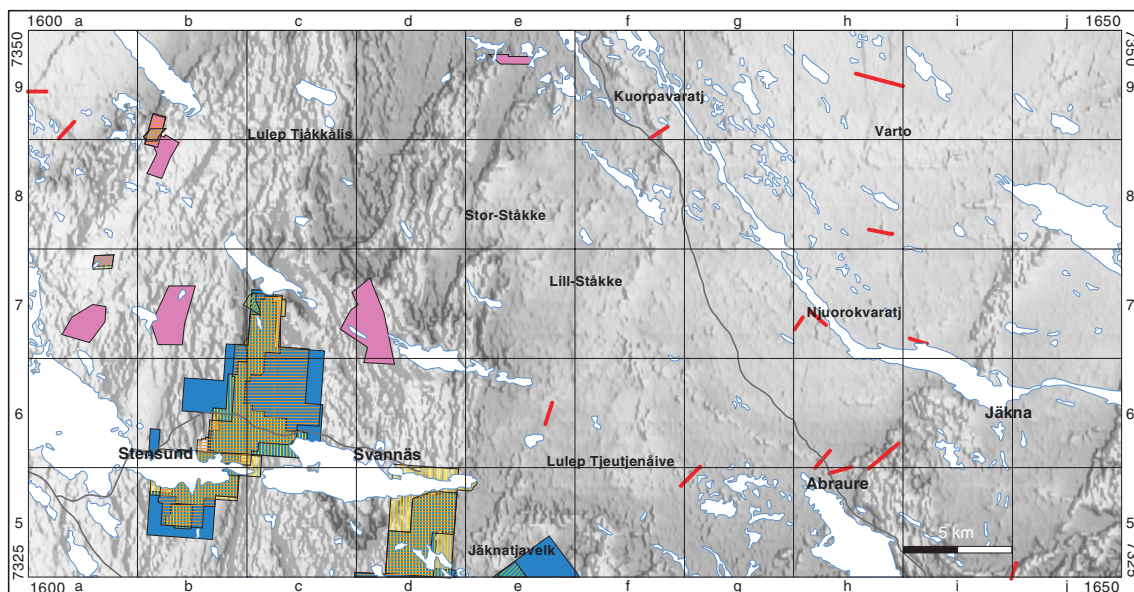


Fig. 12. Kartan visar markmättningsområden från tidigare prospekteringsverksamhet inom 251 Stensund NV och NO. Blå områden anger magnetfältsmätningar, vertikalt gulstreckade områden slingrammätningar, diagonalt orange-streckade områden IP-mätningar och horisontellt violetstreckade områden VLF-mätningar. Grova röda linjer anger profiler som uppmäts med hjälp av magnetometer och/eller VLF-instrument sommaren 2003. Bakgrunden visar magnetfältsanomalier.

slutet av säsongen på grund av sändningsuppehåll och dåliga förhållanden beträffande signal/brus. Avsikten med profil-mätningarna har varit att erhålla en mer detaljerad bild av magnetiska kontakter, gånglika magnetiska anomalier och av större deformationszoner. Profilernas lägen framgår av figur 12.

Tabell 2. Sammanställning av berggrundsgeologiska och geofysiska insatser inom 251 Stensund NV och NO sommaren 2003.

	251 NV	251 NO
Kartbladsgeolog	8 veckor	6 veckor
Kartbladsgeofysiker	3 veckor	3 veckor
Extrageologer	22 veckor	27 veckor
Extrageofysiker	6 veckor	6 veckor
Antal observationspunkter, berg	730	785
Antal observationslokaler, geofysik	109	86
Antal gammaspektrometermätningar	272	210
Karterad yta	625 km ²	625 km ²
Bergartsprov för referenssamling mm	179	103
Bergartsprov för kemisk analys	20	26
Bergartsprov för petrofysiska mätningar	48	42
Dateringsprov	1	1
Geofysiska profiler	3	10

GEOLOGI OCH GEOFYSIK

Sven Aaro, Bosse Gustafsson, Benno Kathol, Claes Mellqvist och Mats Wedmark

Undersökningsområdet är beläget norr om Skelleftefältet vars berggrund består av Skelleftegruppens marina vulkaniter som mot norr, men även uppåt i stratigrafin, övergår i Arvidsjaurgruppens terrestriska led (Lundberg 1980). Tidigare, detaljerade studier i kartområdet har främst berört ytberg-

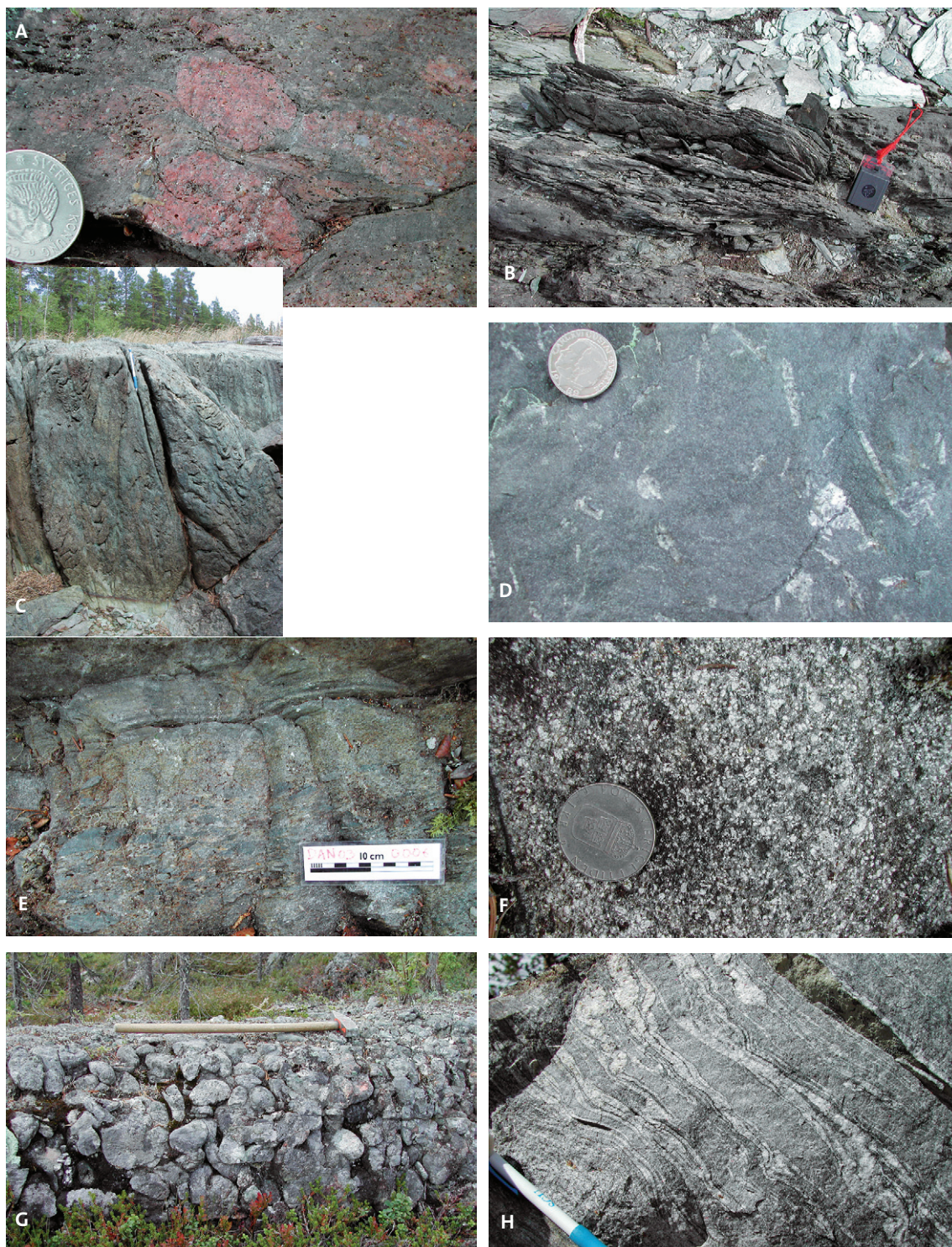


Fig. 13. Fotografier av bergarter från undersökningsområdet. Koordinater i rikets nät. **A.** Rundade kluster av kvartsporfyrisk ryolit i en massflödesbreccia från området söder om sjön Lullebådne (5b, 7326701/1608223). **B.** Kraftigt förskiffrad basalt vid sjön Måkkejaures norra strand (korsn. 5b-c, 6b-c, 7330016/1609844). **C.** M-veck i en isoklinalt veckad basalt. Bilden är tagen mot norr vid samma lokal som 13b. **D.** Plagioklasporfyrisk andesit från Ballekområdet (6-7c, 7335323/1612095). **E.** Konglomerat söder om sjön Måkkejaure. Bilden tagen mot öster på en svagt västligt stupande hällyta (5b-c, 7329210/1610096). **F.** Mafisk vulkanit, troligen kristalltuff. Ca 1,5 km SSV om Veitekvare (7331972/1640565). **G.** Karbonatcementerat konglomerat. Klastmaterialet består mest av olika vulkaniter. Konglomeratet uppträder i växellagring med karbonatisk sandsten. Bilden är tagen mot VNV. Ca 1,2 km sydväst om Veitekvare (7332423/1640345). **H.** Ådergnejsomvandlad felsisk vulkanit. Sprängd väghäll, ca 1,6 km VNV om Kuorpavaratj (7347847/1626340).

artsleden och har gjorts i nära samband med prospekteringsinsatser. Mineraliseringarna, och huvudsakligen de basiska vulkaniterna inom Radnejaurefältet i södra delen av kartområdet 25I Stensund NV, beskrevs av Padget (1966) som en syntes av resultaten från kopparprospekteringen som inleddes 1958. Bland de flertal borrhningar som utfördes inom kartområdet 25I Stensund NV kan nämnas malmuppslagen vid Ballek och Lulepotten (se fig. 8). Dessa fyndigheter beskrivs vidare i avsnittet ”Prospektering och mineraliseringar” nedan.

Svekofenniska ytbergarter

En majoritet av de ytbergarter som påträffas i kartområdet 25I Stensund NV och NO har utifrån litologiska likheter med Arvidsjaurgruppens ytbergarter hänförs till denna grupp. I kartområdet 25I Stensund NV består de av andesitiska till basaltiska lavar och subvulkaniter samt underordnat ryolitiska till ryodacitiska, ursprungligen massflöden och lavaflöden. Vid ett fåtal lokaler finns även inlagringar av kvartsit, arkos och konglomerat. I de surare leden, vilka är bäst bevarade i de södra delarna av kartområdet 25I Stensund NV, har spår efter ryolitiska massflöden påträffats (se fig. 13 a). I de stratigrafiskt högre liggande delarna av Arvidsjaurgruppen påträffas växellagring mellan finare (ler) och grövre (sand) kornstorleksfraktioner, i vilka kornstorleksgradering har observerats. Strukturerna vittnar om att lagren har avsatts i en akvatisk miljö. Korsskiktning och kornstorleksgradering antyder, att de närmast vertikalt stående lagren troligen representerar ett par eller flera veckskänklar inom en isoklinalt veckad lagerserie. Bland de andesitiska till basaltiska leden har strukturer som tyder på en liknande veckningsstil påträffats, bl.a. vid norra stranden av den lilla sjön Måkkejaure mellan sjöarna Lullebådne (Lulepotten) och Gublijaure. Berggrunden där är kraftigt axialplansförskiffrad och veckomböjningar kan observeras (fig. 13 b, c). I andra områden är de basiska lavorna och subvulkaniterna relativt välbevarade och uppvisar mandelstenstextur samt strökorn med varierande proportioner av både hornblände och plagioklas. En mycket vanlig bergart är plagioklasporfyrisk andesit som tycks förekomma som både lava och gångbergart (se fig. 13 d). Andesiten är i allmänhet listporfyrisk med upp till 5 cm långa plagioklaskorn i ett finkornigt till mycket finkornigt matrix. Förutom dess karaktäristiska textur uppvisar andesiten en hög magnetisk susceptibilitet, vars värden i många mätpunkter överstiger $10\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter.

Som mindre inslag, och i samtliga fall inlagrade i Arvidsjaurgruppens vulkaniter, har även andra typer av sedimentära bergarter observerats. I sydöstra delen av kartområdet 25I Stensund NV, i nordsluttningen av berget Jäknatjavelk (5e), finns det en svagt muskovit- och pyritförande kvartsit. Lagren som lokalt stupar svagt mot söder tycks både över- och underlagras av Nimtekområdets andesitiska och ryolitiska vulkaniter, vilka dominerar området de närmaste 5 kilometrarna mot söder (se Aaro m.fl. 2003 b). I området öster om Lulepotten och söder om sjön Måkkejaure (se ovan) påträffas vertikalt stående lager med konglomerat, som är inlagrade i finare och mer väl sorterat material. Bollmaterialet består i huvudsak av porfyrisk ryolit och bollarna är starkt utpressade i förskiffringsplanet, som ligger parallellt med lagringen. En kornstorleksgradient från konglomerat via sandsten till en fint laminerad skiffer har uppmätts till ca 15 cm. Även homogena, ca 30 cm mäktiga sandstensbankar som är växellagrade med tunnare konglomerathorisonter förekommer (fig. 13 e). Enheten underlagras av en porfyrisk ryolit (som liknar bollmaterialet) och överlagras av andesitisk till basaltisk lava.

Ytbergarterna i kartområdet 25I Stensund NO uppträder i spridda områden som är skilda från varandra genom granitintrusioner tillhörande pertitmonzonitsviten. Ytbergartssekvenserna omkring Mattavaratj, öster om Jäknatjavelk samt mellan Abraure och Jäknajaure är svagt deformerade eller odeformade. På grund av bergarternas karaktär med delvis välbevarade primära texturer och strukturer, och framför allt det rumsliga sambandet med vulkaniterna i Rakkuområdet (Aaro m.fl. 2003), räknas dessa sekvenser till Arvidsjaurgruppen.

Sydväst om Mattavaratj uppträder grå, lagrade felsiska vulkaniter och vulkanisk sandsten. Den senare är omlagrad och har erosionsytor som tyder på att uppåt i lagren är mot väster, dvs. sekvensen ligger rättvänt. Lagringen är ofta finlaminerad i mm-skala (1–5), och korsskiktning i den skalan är vanlig. I sydsluttningen av Mattavaratj förekommer en välbevarad, fin- till medelkornig sandsten med

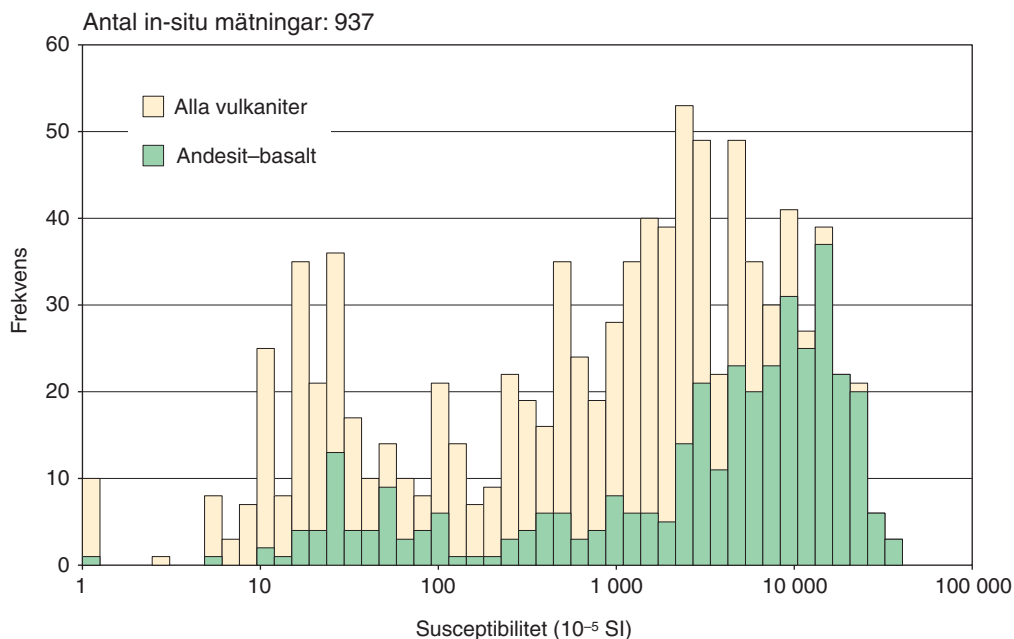


Fig. 14. Histogram som visar vulkaniternas susceptibilitetsfördelning inom kartområdet 251 Stensund. De högsta susceptibilitetsvärdena antyder magnetithalter på upp emot 8 %.

rutschningsstrukturer som tyder på syngenetisk deformation. Sandstenslagren är mellan 2 mm och 4 cm tjocka, och graderad skiktning förekommer. Lagringen i sandstenen klipps av apofyser av en röd, massformig, fint medelkornig granit.

Ytbergarterna öster om Jäknatjavelk utgörs av grå och röda felsiska vulkaniter och plagioklasporfyrisk, mandelstensförande andesit. Bergarterna är svagt folierade, och en viss kalifältspatombildning verkar vara vanlig i området.

Berggrunden mellan Abraure och Jäknajaure består av en blandning av olika felsiska och mafiska vulkaniter. I områdets södra del överväger de felsiska leden. De mafiska inneslutningar som visas på berggrundskartan framträder tydligt i fält. Nordost om Abraure finns felsiska vulkaniter som är täta, ställvis porfyriska och endast i undantagsfall välbevarade. Längre mot nordost överväger de mafiska leden, och i gränsområdet utgörs berggrunden av en finkornig, fältspatporfyriska vulkanit med underordnade mafiska strökorn. De senare är delvis biotitombildade, och biotitflakens orientering tyder på en viss foliation i bergarten. I färskt brott är bergarten grå till mörkt grå, men vittrade ytor och speciellt förkastningsytor är vanligen röda till ljus röda. Längre mot norr består de mafiska leden av listporfyriska andesiter och fältspatporfyriska, andesitiska kristalltuffer (fig. 13 f).

Den norra delen av konglomeratområdet runt Veitekvare uppvisar polymikta, för det mesta dåligt sorterade vulkaniska konglomerat eller breccior. Klastmaterialet är sammansatt av huvudsakligen täta eller porfyriska, felsiska vulkaniter, underordnat av finkornig granit och medelkornig sandsten. I områdets södra del finns ett tydligt epiklastiskt, karbonatcementerat konglomerat (fig. 13 g). Detta uppträder i växellagring med karbonatisk sandsten och i kontaktområdet till leden med mafiska vulkaniter. Konglomeratet är delvis lagrat, klaststött och dåligt sorterat. Klasterna är 1–20 cm stora, välrundade och har medelhög till hög sfäricitet. De flesta består av mafisk vulkanit. Den karbonatiska sandstenen är lagrad, fin- till medelkornig, och på vissa ställen grovkornig eller grusaktig.

Jämfört med Arvidsjaurgruppens ytbergarter är de som finns nordväst om Kuorpavaratj starkt deformationerade och ådergnejsombildade (fig. 13 h). Deras litostratigrafiska ställning är än så länge oklar, men xenoliter av dessa ådergnejsombildade vulkaniter förekommer i de omgivande graniterna. Detta tyder på, att både vulkaniterna och deras interna deformation och metamorfos är äldre än pertitmonzonitsvitens bergarter. Tolkningen stöds också av frånvaron av en penetrativ deformation i graniterna. Ådergnejserna i området kan således betraktas som en megaxenolit i pertitmonzonitsvitens djupbergarter.

En tvetydig eller oklar ställning har även en rödbrun, omkristalliserad, finkornig bergart som bygger upp delar av berget Lulep Tjeutjenåive. Bergarten här liknar en massformig, finkornig granit, men har på grund av förekomsten av litofyser och enstaka kvartsströkorn klassats som vulkanit.

De dramatiska anomalierna i magnet- och tyngdkraftsfältet (fig. 9 och 10) uppträder främst i områden med vulkaniska bergarter. Till exempel antyder tyngdkraftsanomalierna förekomsten av en ca 2 km mäktig kropp av tunga bergarter i de centrala södra delarna av kartområdet 25I Stensund NV. Inom detta område är också de magnetiska anomalierna påtagliga. Med tanke på tyngdkraftsanomalins form kan det hypotetiskt röra sig om magmakammaren för den mafiska vulkanismen i området. Densiteten är låg ($2\,620\text{--}2\,750\text{ kg/m}^3$) i de felsiska vulkaniterna (ryolit till dacit) och relativt hög ($2\,750\text{--}3\,030\text{ kg/m}^3$) i de mafiska (andesit till basalt). Bland de senare hittar man också den högsta susceptibiliteten, värden på $10\text{--}30\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter, motsvarande 3–8 volymprocent magnetit, är relativt vanligt förekommande (fig. 14). Sådana magnetithalter påverkar densiteten avsevärt, t.ex. är det inte ovanligt att andesit har densitetsvärden över $2\,900\text{ kg/m}^3$. Som framgår av figur 14 har de felsiska vulkaniterna i normala fall betydligt lägre susceptibilitet.

Mätningarna med gammaspektrometer visar på normala halter av kalium, uran och torium för de felsiska och mafiska vulkaniterna. De felsiska har kaliumhalter som ligger mellan 2,4 och 7,1 % (tab. 3). Uranhalten ligger vanligtvis under 5 ppm och toriumhalten under 20 ppm. De mafiska vulkaniterna har kaliumhalter som vanligtvis ligger mellan 0,5 och 3,0 %, uran- och toriumhalter under 4 respektive under 10 ppm. De högsta halterna av uran och torium som uppmätts i ytbergarterna är 11 ppm respektive 35 ppm.

Svekokarelska djup- och gångbergarter

Djupbergarterna i kartområdet 25I NV och NO tolkas tillhöra den så kallade pertitmonzonitsviten (Geijer 1931). Två nyligen utförda (2003) åldersbestämningar med U-Pb-metoden på zirkon visar att en granit i nordvästra hörnet av kartområdet 25I NV har en kristallisationsålder på $1\,880_{-7}^{+8}$ milj. år och en liknande granit i de centrala delarna av 25I NO ger en likvärdig ålder, $1\,881_{-8}^{+10}$ milj. år. Som kartbilden (fig. 8) antyder dominerar pertitmonzonitsvitens graniter över övriga bergarter, framförallt i kartområdet 25I Stensund NO. Graniternas kornstorlek, textur och sammansättning varierar. Kornstorleken varierar från fin till grov, vilket kan betyda att kristallisationen skett på olika djup i jordskorpan. Det kan också indikera en avkylning gentemot sidoberget. I kartområdet kan två granittyper särskiljas från varandra med avseende på kornstorlek. Den finkorniga till fint medelkorniga varianten är relativt homogen och förekommer i spridda delar av kartområdet 25I Stensund NV. Den medel- till grovkorniga graniten är mer heterogen, jämnkornig på vissa ställen (fig. 15a) och på andra tydligt kalifältspatporfyrisk (fig. 15b). En sådan porfyrisk granit från kartområdet 25I Stensund NV blev föremål för åldersbestämning. Denna så kallade Hällnäsgranit (Grip 1946), tidigare daterad med Rb-Sr-metoden till $1\,735 \pm 25$ milj. år (Welin m.fl. 1977), visade sig vara $1\,880_{-7}^{+8}$ milj. år (se ovan). Den stora skillnaden mellan åldersbestämningarna beror troligen på att det mer känsliga Rb-Sr-systemet blivit stört under en senare metamorfos varvid resultatet ($1\,735 \pm 25$ milj. år) förlorar sin betydelse som granitens kristallisationsålder.

På den magnetiska anomalikartan syns en cirkelformad anomali i den norra delen av kartområdet 25I Stensund NO. Troligen är anomalin orsaken till att Theolin (1984) skiljer ut det norra området som "gnejsgranit". Under sommarens kartering har dock inga sådana skillnader kunnat fastställas och båda granitområdena räknas till pertitmonzonitsviten. Den cirkelformade anomalin representerar möjligen en av två olika intrusioner inom samma granitsvit.

Inom kartområdet 25I Stensund NV har ett antal mindre kroppar av gabbro och diorit påträffats (fig. 8). Kontaktrelationen till pertitmonzonitsvitens graniter har observerats vid ett fåtal lokaler. Där har den basiska magman intruderat i en ofullständigt kristalliserad granit, varvid magmatiska enklaver bildats genom magmablandning (fig. 15c). Strukturerna antyder att både graniten och dioriten till gabbbron varit flytande vid samma tidpunkt och bör följaktligen vara likåldriga. Blandningsprodukter mellan dessa magmatyper tycks ha bildat den heterogena magmahybridbergart som

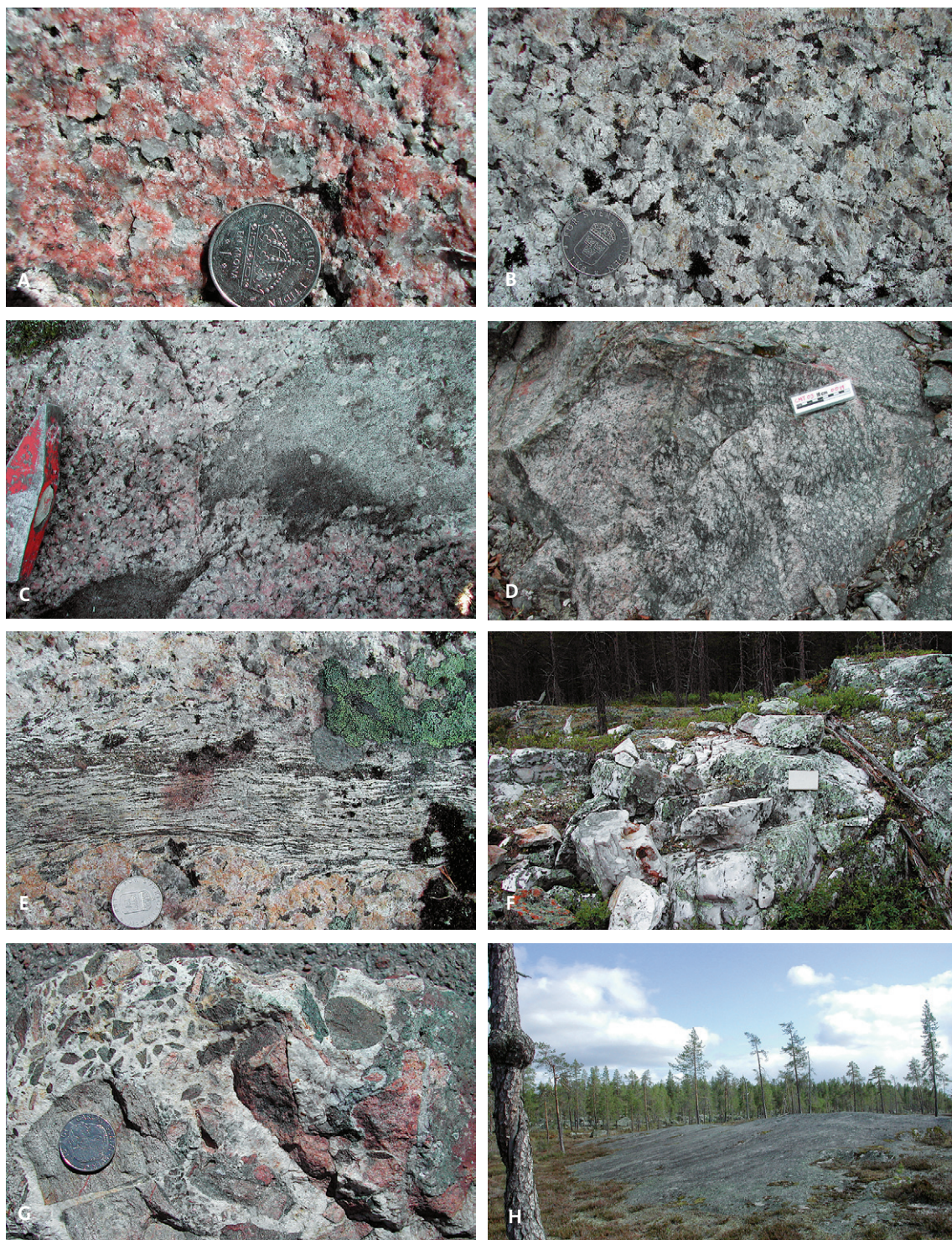


Fig. 15. Fotografier av bergarter från undersökningsområdet. Koordinater i rikets nät. **A.** Jämnkornig, grovkornig, massformig granit, pertitmonzonitsviten. Ca 700 m sydost om Kuorpavaratj (7346336/1628603). **B.** Grovkornig, grovporfyrisk, massformig granit, pertitmonzonitsviten. Vid Debrickbäcken, ca 3,3 km öster om Varto (7345331/1643314). **C.** Granit tillhörande pertitmonzonitsviten. Basiska magmatiska enklaver med xenokristaller av kalifältspat (grå fläckar i den högra av de två enklaverna) från området NNV om berget Såbbäive (6-7a, 7336043/1603641). **D.** Gnejsig granit tillhörande pertitmonzonitsviten. Liten väghäll nordväst om berget Gasabårkä (7a, 7338952/1603055). **E.** Dextral (?) skjuvzon i porfyrisk granit, pertitmonzonitsviten. Vid Debrickbäcken, ca 3,3 km öster om Varto (7345331/1643314). **F.** Kvartergång som uppträder i samband med en nordvästligt strykande deformationszon. Kvartergången är ca 2 m bred, bilden är tagen mot norr. Vid Ribraurjåkkå, ca 4 km nordväst om Abaur (7331201/1633647). **G.** Kvarterläkt breccia i svagt folierad och omkristalliserad granit, pertitmonzonitsviten. Bilden visar ett lokalt block. Väghäll ca 1,2 km väster om Lulep Tjeutjenäive (7330240/1626250). **H.** Häll i sprickfri, porfyrisk granit, pertitmonzonitsviten. Sprickfria ytor på 20 x 20 m är inte ovanliga. Bilden är tagen mot söder. Granithällområde, ca 1,7 km söder om Jäkna (7330778/1644622).

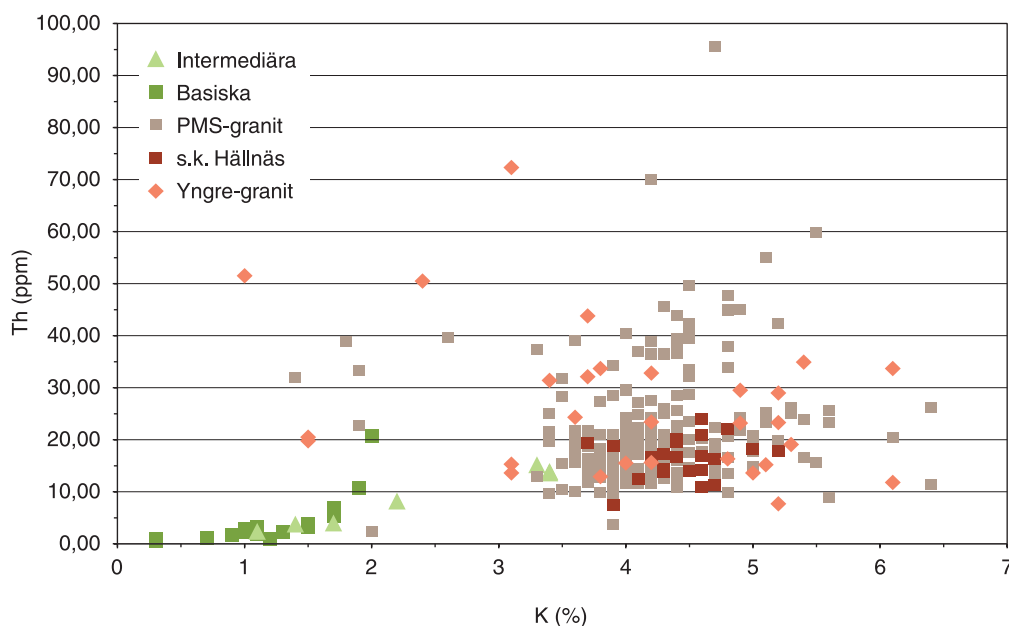


Fig. 16. Preliminär sammanställning av plutoniternas torium-kaliumförhållanden inom kartområdet 25I Stensund. Många graniter, och även pegmatiter, uppvisar förvånansvärt låga halter av kalium. Orsaken till detta är sannolikt en albitisering av kalifältspaten.

påträffas i nordöstra delen av kartområdet 25I Stensund NV. Ett antal basiska gångar har observerats inom kartområdet. De är i många fall svåra att upptäcka, främst när de intruderat vulkaniter med en liknande sammansättning. I de flesta fall är gångarna måttligt till kraftigt deformerade och associeras till pertitmonzonitsvitens diorit- till gabbrointrusioner. En annan orsak till att de basiska gångarna är svårupptäckta är, att deras susceptibilitet oftast är relativt sett låg (under 2000×10^{-5} SI-enheter) vilket gör att de inte framträder på den magnetiska anomalikartan.

De sen- till postsvekokarelska intrusivbergarterna ger sig huvudsakligen i uttryck som heterogena pegmatiter och apliter. Pegmatiterna uppvisar i många fall skriftgranitisk textur och innehåller en hel del xenoliter av äldre bergarter. Några åldersbestämningar har ej gjorts, men graniten anses vara ca 1 800 milj. år gamla, vilket baseras på erfarenheter från andra områden i Norrbottens och Västerbottens län. Bergarten uppträder både som gångar och mindre kroppar.

Den magnetiska susceptibiliteten är i allmänhet relativt låg i pertitmonzonitsvitens bergarter liksom i de sparsamt förekommande intrusionerna av diorit till gabbro. Susceptibilitetsmätningarna antyder att huvuddelen av djupbergarterna har en magnetithalt som understiger 1 %. De högsta värdena ($7000\text{--}8000 \times 10^{-5}$ SI-enheter) har uppmäts på mer eller mindre gnejsiga graniter inom kartområdet 25I Stensund NV. I allmänhet varierar susceptibiliteten mer och är högre inom de delar av pertitmonzonitsvitens djupbergarter som gränsar mot ytbergarterna. Beträffande Hällnäsgraniten visar susceptibilitetsmätningarna ett magnetit innehåll på 0 till 0,4 %. På den magnetiska anomalikartan (fig. 9) framträder Hällnäsgraniten som ett relativt homogent lågmagnetiskt område i det nordvästligaste hörnet av undersökningsområdet. Detta gäller även pertitmonzonitsvitens granitförekomster i den östra delen av undersökningsområdet. Där framträder även en markant magnetisk djupanomali i den norra delen, som också utmärks av en tydlig positiv tyngdkraftsanomali av regional karaktär. Den preliminära bedömningen är att graniterna inom detta område underlagras av en stor bergartskropp med relativt hög densitet och hög magnetisk susceptibilitet. Inom delar av 25I Stensund NO syns även ett svagt koncentriskt mönster på magnetfältskartan. Vidare finns antydningar till ett relativt radiellt, gånglikt mönster. Enstaka hällobservationer som gjorts i samband med magnetiska profilmätningar antyder, att granitiska bergarter är orsaken till mönstret. Beträffande Hällnäsgraniten bör nämnas att dess petrofysiska egenskaper överensstämmer väl med desamma hos övriga graniter i pertitmonzonitsviten (se fig. 16).

Densiteten är anmärkningsvärt låg (i allmänhet $2590\text{--}2660 \text{ kg/m}^3$) för både pertitmonzonit-

Tabell 3. Preliminär sammanställning av spektrometermätningar på berghällar inom kartbladsområdet 25I Stensund NV–NO. Mätningarna har i huvudsak utförts 2003.

	Antal	K (%) medelv.	K (%) min–max.	U (ppm) medelv.	U (ppm) min–max.	Th (ppm) medelv.	Th (ppm) min–max.
Granit/pegmatit, sen- till postorogen	29	4,0	1,0–6,1	12,0	1–49	26	8–72
Granit, tidigorogen; Pertitmonzonitsviten	235	4,3	1,4–6,4	5,0	1–39	22	2–96
Granodiorit, tidigorogen; -"-	20	3,4	2,8–3,9	5,0	1–12	25	14–66
Diorit/gabbro, tidigorogen; -"-	5	1,0	0,3–1,7	1,0	0–4	2	1–7
Sedimentära bergarter	6	3,6	3,1–4,8	3,0	2–5	10	6–16
Felsiska vukaniter	43	4,2	2,4–7,1	3,5	1–9	15	7–35
Mafiska vukaniter	66	1,8	0,0–3,6	2,1	0–11	7	1–24
Diabas	7	1,4	0,8–3,0	0,3	0–1	2	1–3

Ett extremvärde rörande tidigorogen granit har utelämnats.

svitens granitiska bergarter och för de sen- till postsvekokarelska graniterna.

En preliminär bedömning av gammastrålningsmätningarna antyder att de tidigsvekokarelska graniterna inom pertitmonzonitsviten uppvisar något lägre halter av uran och torium än de sen- till postsvekokarelska graniterna/pegmatiterna (tab. 3). Uranhalter över 16 ppm, dvs. radiumindex över 1, förekommer i relativt stor omfattning. De högsta halterna som över huvudtaget uppmäts inom undersökningsområdet är 97 ppm uran och 176 ppm torium. Denna mätning utfördes i en ljus röd, medelkornig granit på berget Lillvarto i den nordöstra delen av undersökningsområdet. Enligt den preliminära berggrundskartan (fig. 8) domineras området av pertitmonzonitsvitens graniter.

Kaliumhalten är 4,3 % för pertitmonzonitsvitens graniter och 4,0 % för de sen- till postsvekokarelska pegmatiterna/graniterna. Djupbergarterna med granodioritisk sammansättning har kaliumhalter omkring 3,4 % samt uran- och toriumhalter som ligger omkring 5 resp. 25 ppm. Motsvarande halter för de mer basiska djupbergarterna är 1 % kalium, cirka 1 ppm uran och cirka 2 ppm torium. Dessa överensstämmer väl med vad som uppmäts inom övriga delar av Sverige. De anomala områdena på gammastrålningskartan (fig. 11) förorsakas nästan genomgående av granitiska bergarter. Många graniter och även vissa pegmatiter har onormalt låga halter av kalium, under 3 % (fig. 16). Orsaken till detta är sannolikt en albitisering av kalifältspat. Denna process antyds vara mer påtaglig inom områden som angränsar till vulkaniterna.

Deformation och metamorfos

Några tydliga drag på den magnetiska anomalikartan (fig. 9) är de NNO-ligt strykande, lågmagnetiska lineament som korsar kartområdet 25I Stensund NV. De representerar delar av en större deformationszon, den så kallade Karesuando–Arjeplogdeformationszonen (KADZ, se Bergman m.fl. 2002). Enligt ett stort antal fältobservationer är foliationen, framförallt i pertitmonzonitsvitens graniter, parallell med dessa lineament. Foliationen är i många fall utbildad som en brantstående gnejsighet och stupningsriktningen varierar mellan östlig och västlig. Den metamorfa påverkan av bergarterna i kartområdet 25I Stensund NV och NO ligger uppskattningsvis i lägre amfibolitfacies, men är högre lokalt och verkar ha nått grader inom övre amfibolitfacies. Vid en jämförelse med berggrunden i kartområdena 25I Stensund SV och SO samt övriga delar av Skellefte- och Arvidsjaurfalten, som ligger mellan grönskiffer- och lägre amfibolitfacies, är den metamorfa graden generellt högre ju längre norrut man kommer. Exempel på några högmetamorfa bergarter kan påträffas inom kartområdet 25I Stensund NV (fig. 15d).

Små plastiska skjuvzoner i pertitmonzonitsvitens bergarter har observerats i häll vid t.ex. Debrikbäcken öster om Varto (fig. 15e). Denna högervridna (dextrala) skjuvzon är möjligen en mindre förgrening av en större deformationszon som ger upphov till bäckfåran. Även Piteålvens dalgång är troligen relaterad till en liknande deformationszon.

Vid Guobbeltvare nordväst om Abraure blottas en ca 2 m bred kvartsgång (fig. 15f) i två lokaler, belägna ca 1 km från varandra. Kvartsgången uppträder i en granit som är starkt folierad i närheten av gången. Denna foliation relateras till en nordvästligt strykande deformationszon som igenkänns som en tydlig anomali på den magnetiska anomalikartan. Även kvartsen i gången är något deformerad, och kvartsutfällningen har troligen uppstått i samband med bildningen eller vid reaktiveringen av deformationszonen.

Som ett exempel på mer spröd deformation kan nämnas en zon med kvartsläkt breccia (fig. 15g) som uppträder i en rödgrå, fint medelkornig, svagt folierad och omkristalliserad granit väster om Lulep Tjeutjenåive. Fragmenten i breccian består av olika bergarter, vilket tyder på en viss rörelse (av klaster) längs brecciazonen.

I området söder om Jäkna utgörs berggrunden av en grovporfyrisk, massformig granit från perititmonzonitsviten som är blottad i stora hållar. Strukturella element är frånvarande i stora delar av området, och sprickfria hållytor med en storlek av 20 x 20 m och större är inte ovanliga (fig. 15h).

PROSPEKTERING OCH MINERALISERINGAR

Bosse Gustafsson

De flesta malmuppslagen i kartområdet 25I Stensund NV och NO fördelar sig kring den megastruktur i området 25I NV, som sträcker sig från Bure i nordvästra delen av Skelleftefältet, passerar Karesuando i nordligaste Sverige och går vidare över Porsangerfjorden ut i Norra Ishavet (Karesuando–Arjeplogdeformationszonen).

Några olika malmassociationer kan urskiljas:

1. Cu-(Au)-mineral relaterade till den andesitiska till basaltiska berggrunden kring en kraftig tyngdkraftsanomali vid sjön Gublijaure. Mineraliseringen uppträder i två former, dels som en relativt fattig men spridd typ i framför allt lavar, dels som en något rikare i svaghetszoner som orsakats av kompetensskillnader i berggrunden. I det första fallet förekommer främst bornit-kopparglans, i det andra kopparkis-bornit-kvarts. Svavelhalten är i regel låg.

2. Cu-Mo-W-mineral kan förekomma tillsammans i kontaktzonen mellan vulkaniska bergarter och yngre graniter. Graniterna flikar in kraftigt i vulkaniterna och har även omvandlat dem termalt.

3. U-(Cu)-mineralisering i albit-kvarts-klorit-bergarter.

I området 25I NO finns ett mindre uppslag på koppar-guld i metasedimentära bergarter. Av malmuppslagen är det bara ett som visat sig stort nog för att motivera uppbörning för malmberäkning. Resultatet föranledde ingen provbrytning. En kortfattad resumé av utförd prospektering och tillgängliga prospekteringsdata har tidigare publicerats för 25I SV och SO (Aaro m.fl. 2003). Resumén gäller även för de norra kartområdena.

1960 sattes ett borrhål på en slingramanomali vid *Lulepotten* (6b) strax norr om sjön Gublijaure, varvid en kopparmineralisering påträffades. Under åren 1964–1971 pågick en kontinuerlig uppbörning av mineraliseringen. Vid malmberäkningen erhöles ett tonnage på 5,13 miljoner ton med 0,73 % Cu, 0,26 g/t Au och 7,48 g/t Ag. Detta räknat vid en "cut-off" på 0,4 % Cu. "Cut-off" på 1 % gav 1,40 miljoner ton malm och 1,57 % Cu. (Padget 1971, Sandahl 1973). Mineraliseringen är styrd av tektoniken och består av flera parallella zoner, som ligger i kontaktzonen mellan graniten i väster och vulkaniterna i öster, huvuddelen i de senare. Förekomsten ligger i ovan nämnda megastruktur och är känd i en längd av 1,15 km, delvis känd ner till 500 m djup och har en bredd av 20–25 meter. Mineralzonering förekommer, från svavelfattig kopparglans till bornit via kopparkis till pyrit och kvarts. Kismineralen sitter som ränder, impregnationer eller klumpar, gärna vid kvartsfyllda sprickor. Till

mineralparagenesen hör även magnetit och i viss mån flusspat. Mineraliseringen är yngre än graniten. Kopparhalterna är genomgående låga och överstiger endast i enstaka fall 2 %. Guldhalterna är i flera sektioner högre än 1 g/t. Övergången till sidoberget sker gradvis. Hydrotermalomvandling har skapat mineralen klorit, skapolit, granat och epidot (Padget 1971). Åren 1977–78 kompletteringsborrade man på nyupptäckta slingramanomalier i den norra delen, varvid ytterligare kopparmineralisering påträffades med 0,3 % Cu över 10–12 meters mäktighet (SGU 1977).

Följer man samma struktur mot norr passeras uppslagen *Smaltjärn*, *Ballek Västra* samt *Ballek Norra* i nämnd ordning. Mot söder återfinns *Jonastjärn 1* på södra sidan av Gublijaure. Inom 2 km från strukturen återfinns även uppslagen *Sadenäive*, *Lilla Sågberget*, *Soggovare*, *Kvarnbäcken* samt *Jonastjärn 2*.

Smaltjärn (6b) ligger 2 km norr om Lulepotten. 1962 sänktes här ett borrhål på en slingramanomali. En svag kopparkisimpregnation med obetydlig mäktighet konstaterades, varvid uppslaget övergavs (Sandahl 1974).

Ballek Västra (6b), beläget 4 km norr om Lulepotten, borrades 1962–1968 med fyra borrhål. Även dessa sattes på slingramanomalier. Smala zoner med pyrit och lite kopparkis påträffades. Geokemisk provtagning på 1970-talet indikerade ytterligare mineraliseringar i närheten. Detaljblockletning 1976 resulterade i två distinkta nya stråk med kopparkisförande block (0,3–3,8 % Cu). Nya markmätningar, geokemiska undersökningar samt blockfynd har definierat ett nytt målområde (SGU 1977).

Ballek Norra (7c), 5,5 km NNO om Lulepotten, uppvisar stora likheter med Lulepottenmineraliseringen vad gäller prospekteringsmetodik, geologisk miljö samt mineraliseringstyp och uppträdande. *Ballek Norra* befanns dock vara ointressant ur ekonomisk synvinkel och något försök till malmberäkning har inte gjorts. 1958 påträffades ett stort antal block med god kopparkismineralisering samt pyrit. Borrning 1961–1963 samt 1967–1968 på slingram- och magnetfältsanomalier har påvisat flera smala, parallella zoner med kopparkis och pyrit, ofta tillsammans med kvarts, i sura och basiska vulkaniter nära kontakten mot granit i väster. Kopparmineraliseringen bildar ett 30-tal parallella skivor inom en 500 meter lång och maximalt 150 meter bred zon. De stupar ca 70° mot sydost. Enstaka skivor är ca 60 meter långa och sällan mer än 3 meter breda. Halterna i skivorna ligger på ca 0,7 % Cu. Två skivor har >1,5 % Cu. Enstaka sektioner håller anomala guld- och silverhalter, 0,1–1,0 g/t Au samt 5–15 g/t Ag (Sandahl m.fl. 1981).

Jonastjärn 1 (5b), 2 km SSV om Lulepotten, har borrats 1961 samt 1975–76. Som bäst har en kopparkis-bornitförande sektion på 0,39 % Cu över 3,7 meter kärna erhållits i en intermediär tuff. Detta utgör den yttersta kända södra utsträckningen av Lulepottenmineraliseringen (SGU 1977).

Jonastjärn 2 (5b) ligger ca 700 meter väster om den föregående. Mineraliseringen utgörs av pyrit och kopparkis i sur vulkanit nära kontakten mot granit. Den bästa kärnsektionen gav 0,41 % Cu längs 2,29 meter. Även lite Zn (1,53 % över 0,9 m) samt W (0,59 % över 1,1 m) har påträffats här (SGU 1977).

Sadenäive (6c), 1 km öster om Lulepotten, utgörs av en svag mineralisering med kopparkis-bornit-pyrit i flera brantstående, parallella zoner med varierande mäktighet och längdutsträckning, 1–2 m respektive 80–330 m. Kopparhalterna är låga (0,03–0,20 %), och uppslaget har bedömts sakna ekonomiskt värde. Mineraliseringen indikerades först 1977 under IP-mätningar i de norra delarna av Lulepottenmineraliseringen. Berggrunden utgörs av sura och intermediära vulkaniter (tuffer och lavar). Sulfiderna sitter som sprickfyllnad i den sura berggrunden och utspridda i den intermediära (Sandahl 1980a).

Lilla Sågbergetförekomsten (6c) ligger 1 km norr om Sadenäive. Även för detta uppslag motiverades undersökningsarbetena av anomalier från IP-mätningarna 1977. En indikation på koppar i området hade man fått redan 1967 vid geokemisk jordprovtagning, och dessutom fanns ett 30-tal tidigare kända kopparkisförande block av basisk vulkanit. Endast svaga, spridda mineraliseringar av kopparkis, bornit och kopparglans har påträffats. Sulfidmängden anses vara för liten för att förklara IP-anomalin, som i stället antas orsakas av järnoxider i kombination med resistivitetsvariationer i berggrunden (Sandahl 1980b).

Soggovare (6c), 2 km öster om Lulepotten, består av några små skärpningar med lite kopparkis, pyrit och zinkblände som sprickfyllnader i andesitisk basalt. Skärpningarna är äldre än SGUs arbeten



Fig. 17. Skärpning efter kopparmalm i kontaktområdet mellan mafiska vulkaniter och karbonatcementerat konglomerat. Bilden är tagen mot NN. Ca 1,2 km SSV om Veitekvare (7332281/1640517).

1957 (Padget 1966). Inga andra arbeten på uppslaget är kända (Padget 1966).

Kvarnbäcken (6c) är beläget 2 km väster om ovan nämnda megastruktur, strax norr om Lilla Sägberget. Mineraliseringen är även här svag och består av kopparglans, bornit och kopparkis. Värdbergarterna är emellertid andesitiska till basaltiska lavar, och mineraliseringarna ger intryck av att vara nära syngenetiska. År 1972 hade kopparkis och bornit observerats i nysprängda block längs vägen mot Västra Rebraur. 1975 genomfördes en mer detaljerad blockletning vilken indikerade flera spridda mineraliseringar. Kopparhalterna är dock låga, som bäst 1,54 % Cu. Området undersöktes med geofysiska och geokemiska metoder och borrades åren 1977 och 1979. Resultaten härifrån bekräftade i stort vad som framkommit vid blockletningen. Mineraliseringarna är svaga, alltid under 1 % Cu vid metersektioner, och de uppträder i andesitiska lavar (Sandahl 1982).

Västra Rebraur (8b) uranmineralisering utgörs av en liten zon i en albit-kvarts-kloritbergart, mellan vad som kallats granitisk gnejs i nordväst och sura metavulkaniter i sydost. Zonen är ca 30 meter lång och 10 meter bred. Uraninit sitter finfördelat och har till viss del vittrat till uranofan och sklodowskit. Små mängder kopparkis förekommer och cuprosklodowskit har iakttagits. En grov uppskattning av uraninnehållet ger 50 ton U vid halten 0,2 %. Första fyndet gjordes 1972 i form av block. 1973 gjordes en omfattande detaljblockletning och dito geofysiska mätningar. 1974 borrades målområdet, och 1981 borrades ytterligare tre hål varefter mineraliseringen jordavrymdes (Egerth & Gustafsson 1984).

Tjålma (5d) är ett pegmatitrelaterat molybdenuppslag som hittades i slutet av 1950-talet. 1961 gjordes ett misslyckat försök att gräva sig ner till ett eventuellt moderklyft. Under 1960-talet utfördes flera mätningar med geofysik över området och 1970 togs jordprover för geokemisk analys. 1979 sänktes tre parallella borrhål, varav endast det första, proximalt om grävningen, träffade pegmatit med en svag mineralisering av molybdenglans. Även lite kopparkis påträffades kring kontakten mellan pegmatiten och den intilliggande basiska vulkaniten (Einarsson & Sandahl 1979).

Veitekvare (6i) uppvisar en liten koppar-guldmineralisering i sprickor i granat-kiselexhaliter i karbonatcementerade konglomerat och sandstenar intill en dacitisk ”plugg”. Den bästa halt som noterats är 0,5 % Cu och 0,6 g/t Au. Mineralen kopparkis, pyrit, magnetkis och zinkblände har noterats. Exhaliterna uppträder längs ett mindre gravsänkessystem i fältspatporfyriska vulkaniter i en domformad struktur med tonalit i centrala delen. Fyndigheten har endast varit känd i några år, men 3 km distalt om denna finns ett tidigare känt, oförklarat blockfynd med ca 3 % Cu i en sedimentär bergart. Vissa geofysiska undersökningar men ingen borrhning har utförts på uppslaget (Ljung 1999).

I publikationer och rapporter förekommer ytterligare ett antal namn på malmuppslag. Det kan vara geofysiska anomalier som visat sig vara annat än mineraliseringar, eller blockuppslag där moderklyftet ännu ej hittats. För att eliminera frågetecken kring dessa tas några upp här.

Båtsa (9b). VLF-anomali som vid borrhning 1984 visade sig vara mylonit med hämatitomvandling (Johansson & Hill 1985). *Tjålma N* (5d) borrades 1963 på grönstenblock med bornit och kopparkis. Inget moderklyft hittades (Sandahl 1974). Emellertid har blocksvansen visat sig fortsätta längre

mot nordväst. På senare år har mineraljaktssynd kompletterat bilden med både fler och rikare kopparkisblock (bl.a. kompakt kopparkis) i den nordvästra delen längs Granlidbäcken. Ingen mer borrhning eller geofysik har utförts sedan 1960-talet. *Tjålma E* (5d) borrhades 1960 på en slingramanomali. Bara en kraftig krosszon hittades (Sandahl 1974). *Tjålma S* (4d) borrhades 1963 på en slingramanomali. Anomalin visade sig orsakad av en kraftig krosszon men spår av kopparkis hittades (Sandahl 1974). Vid *Gaddåive* (6b) påträffades 1983 ett block med jämnt fördelad scheelitimpregnation i basisk vulkanit. Analysen visar 0,28 % W (Johansson & Hill 1984). I området väster om *Snierra* (9d–e) hittades ett antal scheelitförande block i en skarnig kontaktzon mellan kristallin kalksten (marmor) och granit. Volframhalten är dock låga. De fyra bästa blocken för 0,1–0,2 % W. De flesta av blocken innehåller små mängder zink, som bäst 0,9 % Zn (Johansson & Hill 1985).

REFERENSER

- Aaro, S., Bastani, M., Gustafsson, B., Kathol, B., Mellqvist, C., Thelander, T. & Wedmark, M., 2003a: Projekt Byske, Älvsbyn, Stensund, baskartering berg (BÅST). I H. Delin (red.): Berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående verksamhet 2002. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 112*, 28–61.
- Aaro, S., Gustafsson, B., Kathol, B., Mellqvist, C. & Wedmark, M., 2003b: Kartområdet 25I Stensund SV och SO. I H. Delin (red.): Berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående verksamhet 2002. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 112*, 43–61.
- Antal Lundin, I., Bastani, M., Hallberg, A., Juhojuntti, N., Kathol, B. & Thelander, T., 2002: Projekt Byske, Älvsbyn, Stensund, baskartering berg (BÅST). I H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2001. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 110*, 39–51.
- Bergman, S., Persson, P.-O. & Kübler, L., 2002: U-Pb titanite and zircon ages of the Lina granite at the type locality NW of Gällivare, northern Sweden. I Stefan Bergman (red.): Radiometric dating results 5. *Sveriges geologiska undersökning C 834*, 12–17.
- Carlson, L., 1982: Vitberget (23L 9c–d). Resultat av utförda prospekteringsarbeten. *Sveriges geologiska undersökning PRAP 82020*.
- Dahlman, B., 1971: Sammanställning av mineralförekomster och mineralindikationer i Norrland. *Sveriges geologiska undersökning BRAP 00037*.
- Egerth, T. & Gustafsson, B., 1984: Detaljprospektering inom SKBF:s koncessioner i Arjeplogsområdet. Översiktlig rapport. *Sveriges Geologiska AB IRAP 84005*.
- Einarsson, Ö. & Sandahl, K.-A., 1979: Lägesrapport över projekt Södra Norrbotten under tiden 1979-07-01 – 1979-12-31. *Sveriges geologiska undersökning BRAP 83607*.
- Gavelin, S., 1955: Urbergsområdet inom Västerbottens län. I S. Gavelin & O. Kulling: Beskrivning till berggrundskarta över Västerbottens län. *Sveriges geologiska undersökning Ca 37*, 1–99.
- Geijer, P., 1931: Berggrunden inom malmtrakten Kiruna–Gällivare–Pajala. *Sveriges geologiska undersökning C 366*, 1–225.
- Grip, E., 1946: Arvidsjaurfältet och dess förhållande till omgivande berggrund. *Sveriges geologiska undersökning C 474*, 1–31.
- Johansson, K., Hill, T., 1984: Projekt Arjeplog. Årsrapport 1983. *LKAB Prospektering AB S 8406*.
- Johansson, K. & Hill, T., 1985: Projekt Arjeplog. Årsrapport 1984. *LKAB Prospektering AB S 8507*.
- Kousa, J. & Lundqvist, T., 2000: Svecofennian domain. I T. Lundqvist. & S. Autio (red.): Description to the Bedrock Map of Central Fennoscandia (Mid-Norden). *Geological Survey of Finland, Special Paper 28*, 47–75.
- Ljung, S., 1999: Veitekvare Gold-Copper-Occurrence. Redovisning av resultat av undersökningsarbeten. *Bergsstaten Dnr 212-892-01*.
- Lundberg, B., 1980: Aspects of the geology of the Skellefte field, northern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 102*, 156–166.
- Lundqvist, T., Böe, R., Kousa, J., H. Lukkarinen, a. O.L., Roberts, D., Solli, A., Stephens, M., & Weihed, P., 1996: Bedrock Map of the Mid-Norden Area, scale 1:1 million. *Geological Surveys of Finland, Norway and Sweden, ISBN nr 951-690-605-2*.

- Padget, P., 1966: The geology and mineralization of the Radnejaure area, Norrbotten county, Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 609*, 1–60.
- Padget, P., 1971: Lulepottenmalmen. Rapport över SGU:s undersökningar 1960–1971. *Sveriges geologiska undersökning Malmbyrån. MINK 96259*.
- Sandahl, K.-A., 1973: Lulepotten kopparmalmsfyndighet. Rapport rörande resultaten av SGU:s undersökning under åren 1960–1971. *Sveriges geologiska undersökning Malmbyrån. BRAP 585*.
- Sandahl, K.-A., 1974: Sulfidmalmsobjekt i Södra Norrbotten. *Sveriges geologiska undersökning Berggrundsbyrån BRAP 586*.
- Sandahl, K.-A., 1980: Projekt Sadenåive. *Sveriges geologiska undersökning BRAP 80002*.
- Sandahl, K.-A., Magnusson, J. & Stenberg, L., 1980: Projekt Lilla Sägberget. *Sveriges geologiska undersökning BRAP 80005*.
- Sandahl, K.-A., Ek, J. & Isaksson, H., 1981: Projekt Ballek Norra. *Sveriges geologiska undersökning BRAP 81562*.
- Sandahl, K.-A., Isaksson, H. & Minell, H., 1982: Projekt Kvarnbäcken. Del I–II. *Sveriges geologiska undersökning BRAP 82519*.
- Sveriges geologiska undersökning (SGU), 1977: Projekt Södra Norrbotten, övriga metaller. *Sveriges geologiska undersökning BRAP 683*.
- Theolin, T., 1984: Kartblad 25I Stensund NO. Projekt BD-projektet. *Sveriges geologiska AB*.
- Welin, E., Einarsson, Ö., Gustafsson, B., Lindberg, R. Christiansson, K., Johansson, G. & Nilsson, Ö., 1977: Radiometric ages of intrusive rocks in northern Sweden II. *Sveriges geologiska undersökning C 731*, 1–21.
- Ödman, O.H., 1957: Beskrivning till berggrundskarta över urberget i Norrbottens län. *Sveriges geologiska undersökning Ca 41*, 1–151.

E-post: sven.aaro@sgu.se
anders.hallberg@sgu.se
torbjorn.thelander@sgu.se

mehrdad.bastani@sgu.se
benno.kathol@sgu.se
mats.wedmark@sgu.se

bo.gustafsson@sgu.se
claes.mellqvist@sgu.se

Tätortsprojekt. Kommunkartor 1:50 000 och 1:250 000

Södra Halland, berg

Inger Lundqvist

INLEDNING

Projekt "Södra Halland, berg, lokal och regional" (fig. 1) startade år 2003 och skall vara slutfört år 2006. I projektet ingår Halmstads och Laholms kommuner plus det område, som motsvaras av det topografiska kartbladet 5C Ullared SO. Den västra, tätbefolkade delen av området karteras i skala 1:50 000 (lokal) och den östra delen i skala 1:250 000 (regional). Totalt skall en yta av 2380 km² karteras.

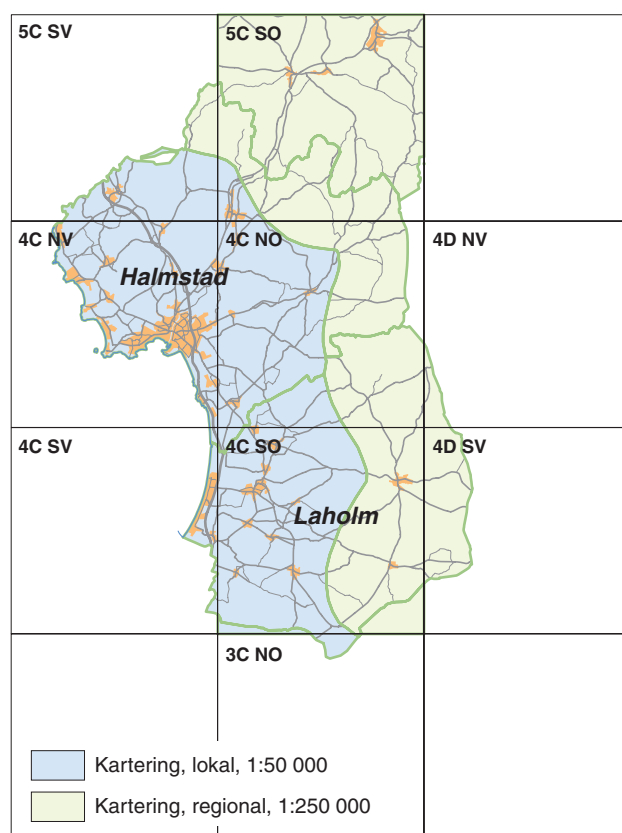


Fig. 1. Kartöversikt för projektområdet.

BERGGRUND

Moderna berggrundskartor i skala 1:50 000 finns bara för den allra sydvästligaste (Wikman & Bergström 1987a) och sydligaste (Wikman & Sivhed 1992) delen av projektområdet. I skala 1:250 000 finns de provisoriska, översiktliga berggrundskartorna "Malmö" (Wikman & Bergström 1987b) och "Borås" (Samuelsson m.fl. 1988). Tidigare har området undersökts och beskrivits i skala 1:200 000 av Hummel (1877a), Blomberg (1879), Lundbohm (1887) och Svedmark (1893). I skala 1:50 000 finns delar av området beskrivna av Hummel (1877b), Lindström (1898) och Larsson (Caldenius m.fl. 1966, Mohre'n & Larsson 1968).

Under fältsäsongen år 2003 började karteringen i liten omfattning. Omkring 75 km² har karterats i skala 1:50 000 i den nordligaste delen av Halmstads kommun. Återstoden av projektområdet kommer att karteras under åren 2004 och 2005.

REFERENSER

- Blomberg, A., 1879: Beskrifning till kartbladet Ölmevalla. *Sveriges geologiska undersökning Ab 5*, 27 s.
- Caldenius, C., Larsson, W., Mohrén, E., Linnman, G. & Tullström, H., 1966: Beskrivning till kartbladet Halmstad. *Sveriges geologiska undersökning Aa 198*, 138 s.
- Hummel, D., 1877a: Beskrifning till kartbladet Ljungby. *Sveriges geologiska undersökning Ab 2*, 17 s.
- Hummel, D., 1877b: Beskrifning till kartbladet Båstad. *Sveriges geologiska undersökning Aa 60*, 35 s.
- Lindström, A., 1898: Beskrifning till kartbladet Örkelljunga. *Sveriges geologiska undersökning Aa 114*, 39 s.
- Lundbohm, H., 1887: Beskrifning till kartbladet Halmstad. *Sveriges geologiska undersökning Ab 12*, 55 s.
- Mohrén, E. & Larsson, W., 1968: Beskrivning till kartbladet Laholm. *Sveriges geologiska undersökning Aa 197*, 123 s.
- Samuelsson, L., Larson, S.Å., Åhäll, K.-I., Lundqvist, I., Brouzell, J. & Berglund, J., 1988: Beskrivning till provisoriska, översiktliga berggrundskartan Borås. *Sveriges geologiska undersökning Ba 41*, 32 s.
- Svedmark, E., 1893: Beskrifning till kartbladet Varberg. *Sveriges geologiska undersökning Ab 13*, 82 s.
- Wikman, H. & Bergström, J., 1987a: Beskrivning till berggrundskartan Halmstad SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 133*, 79 s.
- Wikman, H. & Bergström, J., 1987b: Beskrivning till provisoriska, översiktliga berggrundskartan Malmö. *Sveriges geologiska undersökning Ba 40*, 42 s.
- Wikman, H. & Sivhed, U., 1992: Beskrivning till berggrundskartan Helsingborg NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 148*, 83 s.

E-post: inger.lundqvist@sgu.se

Östra Göteborg, berg

Ildiko Antal Lundin, Ulf Bergström och Lena Lundqvist

INLEDNING

Projekt *Östra Göteborg, berg lokal* utgör en del av SGUs satsning på befolkningstäta områden. De kommuner som omfattas av projektet är Alingsås, Härryda, Bollebygd, Borås, Kungsbacka (Onsala-halvön), Vårgårda och Mark (fig. 1). De delar av kommunerna som saknar berggrundskartor i skala 1:50 000 kommer att kartläggas. Detta material kommer sedan att sättas samman med äldre, befintligt material till kommunkartor. Tidsplanen för projektet syns i figur 2.

Under 2003 startade projektet med en fältsäsong i Alingsås kommun, där totalt 140 km² karterades (fig. 3). Delar av Alingsås kommun är kartlagda tidigare (Samuelsson 1978, 1985, Ahlin 1980, se fig. 3). Den geofysiska fältarbetsinsatsen var begränsad under året. I fältarbetet 2003 deltog Lena Lundqvist (projektledare) Ulf Bergström, Ildiko Antal Lundin, Fredrik Hellström och Johnny Nylander.

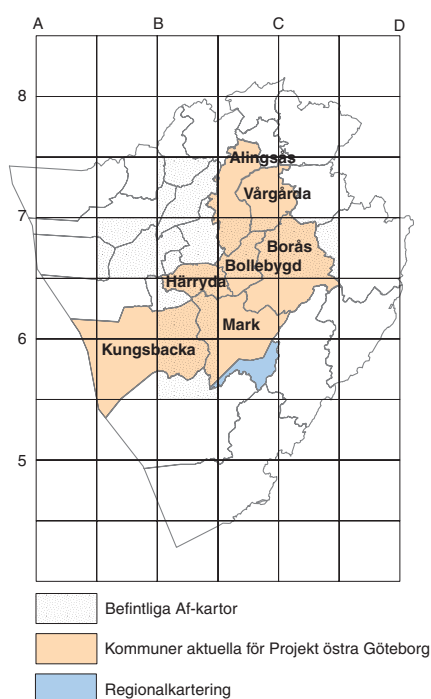


Fig. 1. Projektets omfattning.

GEOLOGI

Allmänt

Terrängen inom Alingsås kommun är relativt kuperad och landskapsbilden karaktäriseras av de två stora sjöarna Mjörn och Anten i den västra delen. Blottningsgraden är generellt god, men hållarna är vanligen små och relativt tätt liggande.

Alingsås kommun är till övervägande del lokaliserad inom "Östra segmentet" av den västsvenska gnejsregionen. Mylonitzonen som skiljer östra segmentet från det västra är lokaliserad till den västra delen av kommunen. Gränsen går ungefär längs sjösystemet Mjörn–Anten. Mylonitzonen är svårdefinierad i detta område, men den utgörs troligen av en relativt bred, flackt mot väster stupande deformationszon.

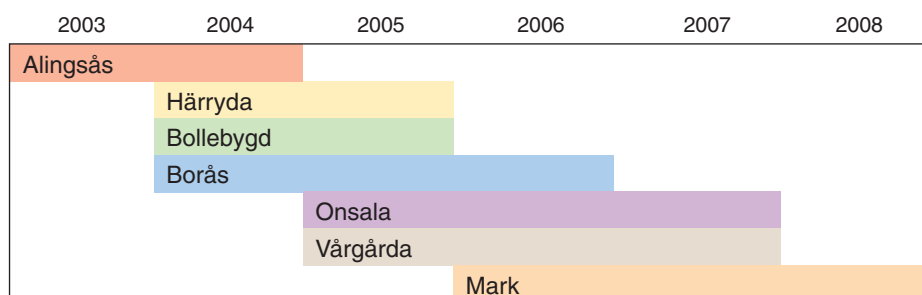


Fig. 2. Projektets tidsplan.

Västra segmentet

Berggrunden i Alingsås kommun väster om Anten består av ortognejser, som kan följas vidare mot väster (Samuelsson 1985). De bergartstyper som har identifierats inom det västra segmentet är följande: 1. Mörkt grå, ojämnkornig tonalit (granodiorit, kvartsdiorit), vanligen med mafiska enklaver men utan eller med mycket få ådror. Tonaliten är associerad med ett antal små, mörkt grå, finkorniga kvartsdioritiska kroppar. 2. Grå till rödgrå, jämnkornig till ojämnkornig, granodioritisk ådergnejs. 3. Rödgrå, vanligen omkristalliserad, jämnkornig och massformig granitisk ådergnejs. En diffus gnejsighet kan förekomma. 4. Rödgrå, ögonförande, granodioritisk gnejs med porfyroblaster av mikroklin (ögongnejs). Ögonen kan vara upp till 3–4 cm i diameter.

Östra segmentet

De dominerande bergarterna inom det östra segmentet är granitiska ortognejser, som är grå (grårod till rödgrå) eller röda. De grå granitiska gnejserna är vanligen bandade, med huvudsakligen granodioritiska, men lokalt även tonalitiska, band och amfibolit. Pegmatitådror är vanligt förekommande, och de uppträder huvudsakligen parallellt med bandningen. Troligen utgörs de både av uppsmälta och exotiska ådror. De röda granitiska gnejserna är vanligen ådrade, men inte bandade.

En speciell typ av röda granitiska bergarter kan urskiljas. De är ojämnkorniga, massformiga eller diffust gnejsiga och ställvis kraftigt magnetitförande. Dessa graniter tolkas som anatektiska.

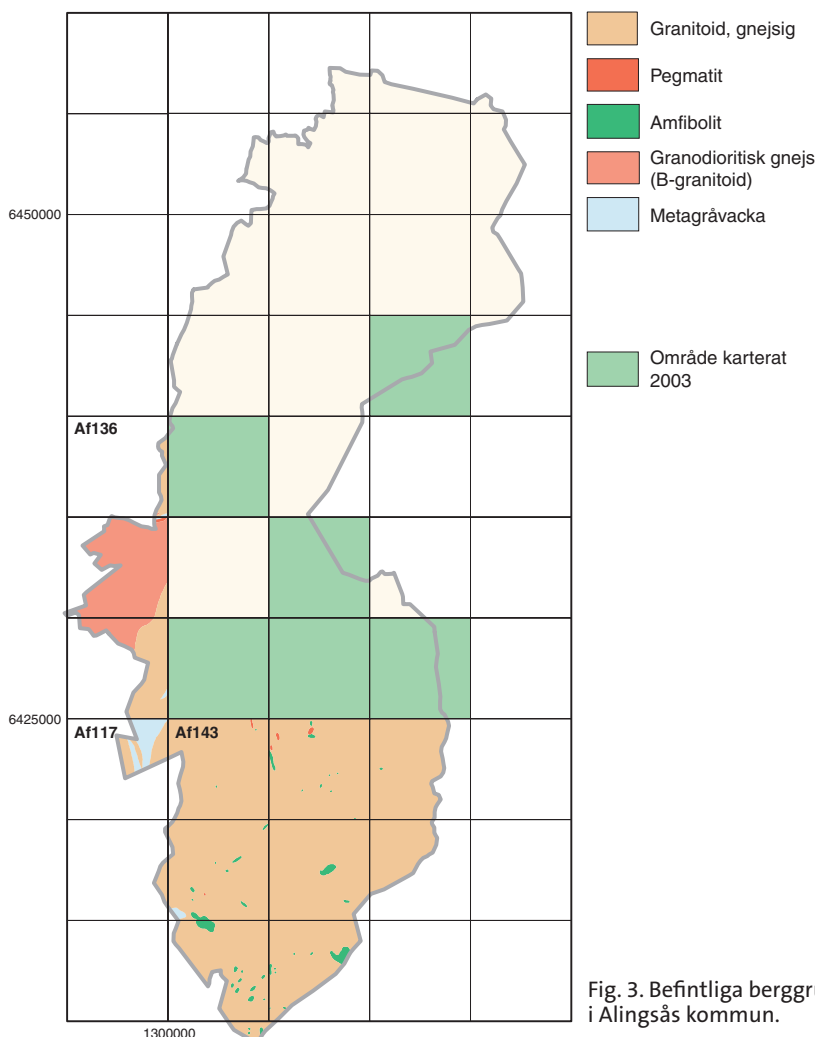


Fig. 3. Befintliga berggrundskartor (Af) i Alingsås kommun.

Strukturgeologi

Berggrundens strukturer i den västra delen av kommunen är företrädesvis flacka med en strykning ungefär mot nordväst. Stupningen ökar gradvis mot öster och strukturerna är brantstående i de centrala delarna av kommunen. Strykningen är där ungefär ost–västlig och stupningen varierar från sydlig till nordlig. Dessa strykningar stämmer väl överens med det strukturella mönster som syns i den magnetiska anomalibilden (fig. 4). Den generella strykningen hos bergarter i nära anslutning till mylonitzonen är NNO-lig och parallell med zonen. Mylonitzonen berör det västra hörnet av kommunen. Den syns tydligt i den magnetiska anomalibilden, men är inte särskilt väldefinierad i fältobservationer. Några enstaka observationer av myloniter har gjorts öster om sjön Anten. Vår tolkning är att zonen är mycket flackt liggande och relativt tunn i undersökningsområdet.

Geofysiska undersökningar

Undersökningsområdet är täckt med moderna flyggeofysiska mätningar. De södra delarna av området mättes med ost–västlig flygriktning under 1970-talet och de norra delarna under 1990 och 1991 med nord–sydlig riktning. Vid de senare mätningarna har VLF-fältet mätts med två sändare. Flygmätningarna utfördes med 200 meters linjeavstånd, 40 meters punktavstånd på ca 30 meters flyghöjd. Punkttätheten för tyngdkraftsinformation inom karteringsområdet varierar mellan 500 och 2 000 meter.

Det geofysiska fältarbetet under fältsäsongen 2003 omfattade endast 4 dagar. Arbetet har fokuserat på anomaliuppföljning (magnetfält och gammastrålning). Sammanlagt har 21 lokaler besökts för provtagning och mätning av gammastrålningen. De petrofysiska analyserna beräknas vara färdiga vid slutet av 2003.

Den magnetiska totalfältskartan (fig. 4) över området uppvisar starkt varierande magnetiseringsnivåer. Den magnetiska anomalibilden indikerar en regional nordostlig strykning för strukturerna väster om mylonitzonen, medan de som finns längre söderut har en mer nordvästlig karaktär. Anomalimönstret öster om mylonitzonen antyder komplexa veckstrukturer i berggrunden. Enligt anomalibilden stryker mylonitzonen i nordvästlig riktning, delvis under sjön Anten, och sammanfaller med en negativ tyngdkraftsanomali (fig. 5).

Bergarterna väster om mylonitzonen har generellt ganska låg susceptibilitet, den varierar mellan 10 och 300×10^{-5} SI-enheter. Några enstaka höga värden ($2\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter) förekommer, t.ex. i en ögongnejs söder om Humlebo. Gnejserna i det östra segmentet har generellt högre susceptibilitet, som varierar kraftigt i de olika gnejsbanden (10 – $2\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter). Sekundärt bildad magnetit har observerats i gnejserna. En statistisk sammanställning av susceptibilitetsmätningar visar (fig. 6), att 50 % av mätningarna har högre susceptibilitet än 100×10^{-5} SI-enheter och 20 % överstiger $1\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter.

Gammastrålningen har mätts på 21 lokaler. Som det framgår av gammaindexkartan (fig. 7) har de flesta bergarterna en låg gammastrålning. Inte vid någon av lokalerna överskrider värdena 2 för gammaindex respektive 1 för radiumindex. Strålningen varierar bandvis i gnejsen. Anomala toriumhalter (38,6–42,1 ppm Th) uppmättes dock söder om Björkekärr. Den högsta uranhalten (12 ppm) uppmättes i samma område öster om Björkekärr i en pegmatitgranit. De flesta strukturerna i undersökningsområdet är flacka, vilket betyder att mätningarna på ett flertal lokaler gjordes på det översta bandet i gnejserna. Detta kan bidra till en missvisande bild av bergarternas gammastrålningsegenskaper.

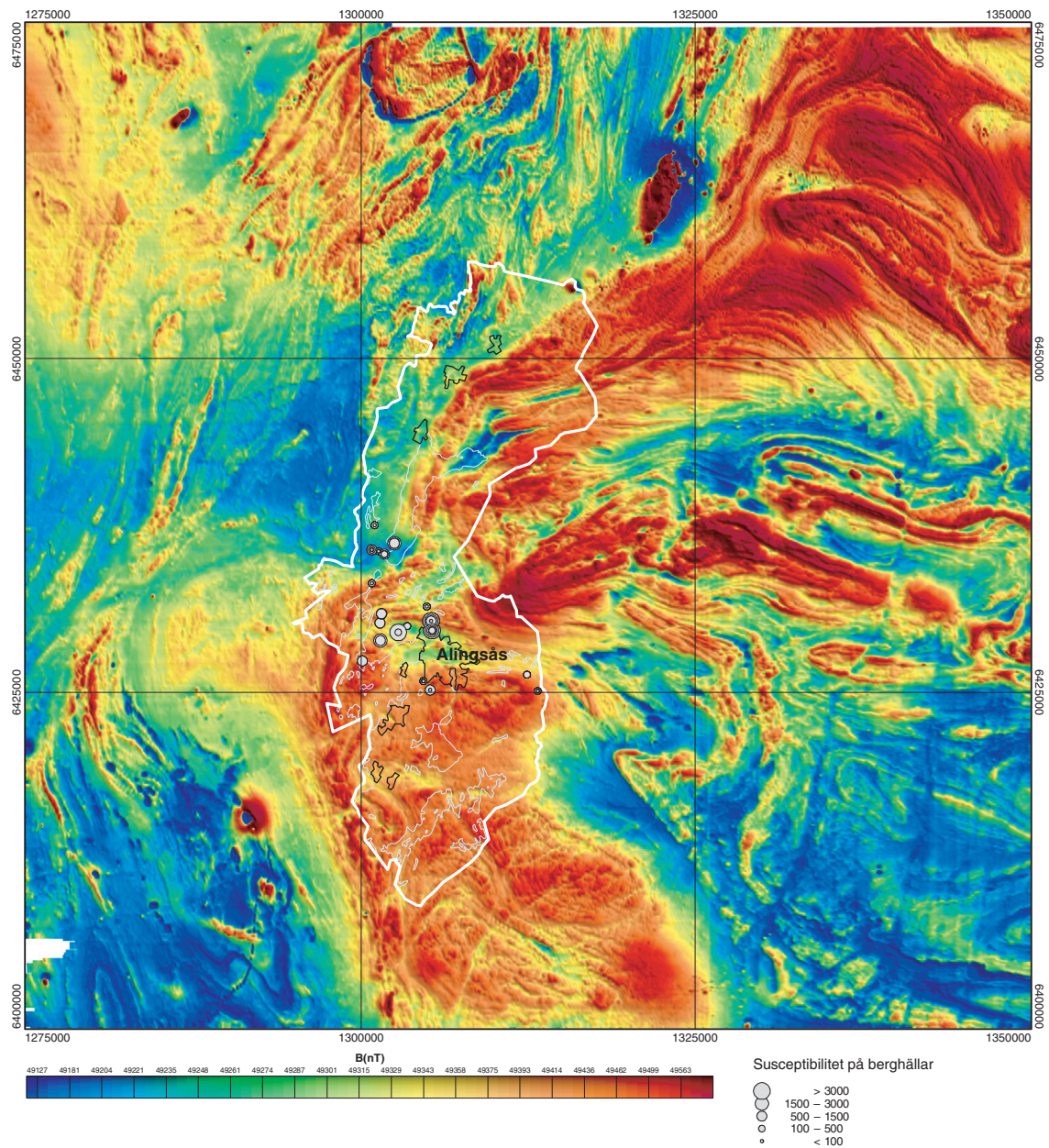


Fig. 4. Magnetisk totalfältskarta över undersökningsområdet. Alingsås kommun är markerad med grå kontur. Symbolerna visar susceptibilitetsvärden mätta på berghällar.

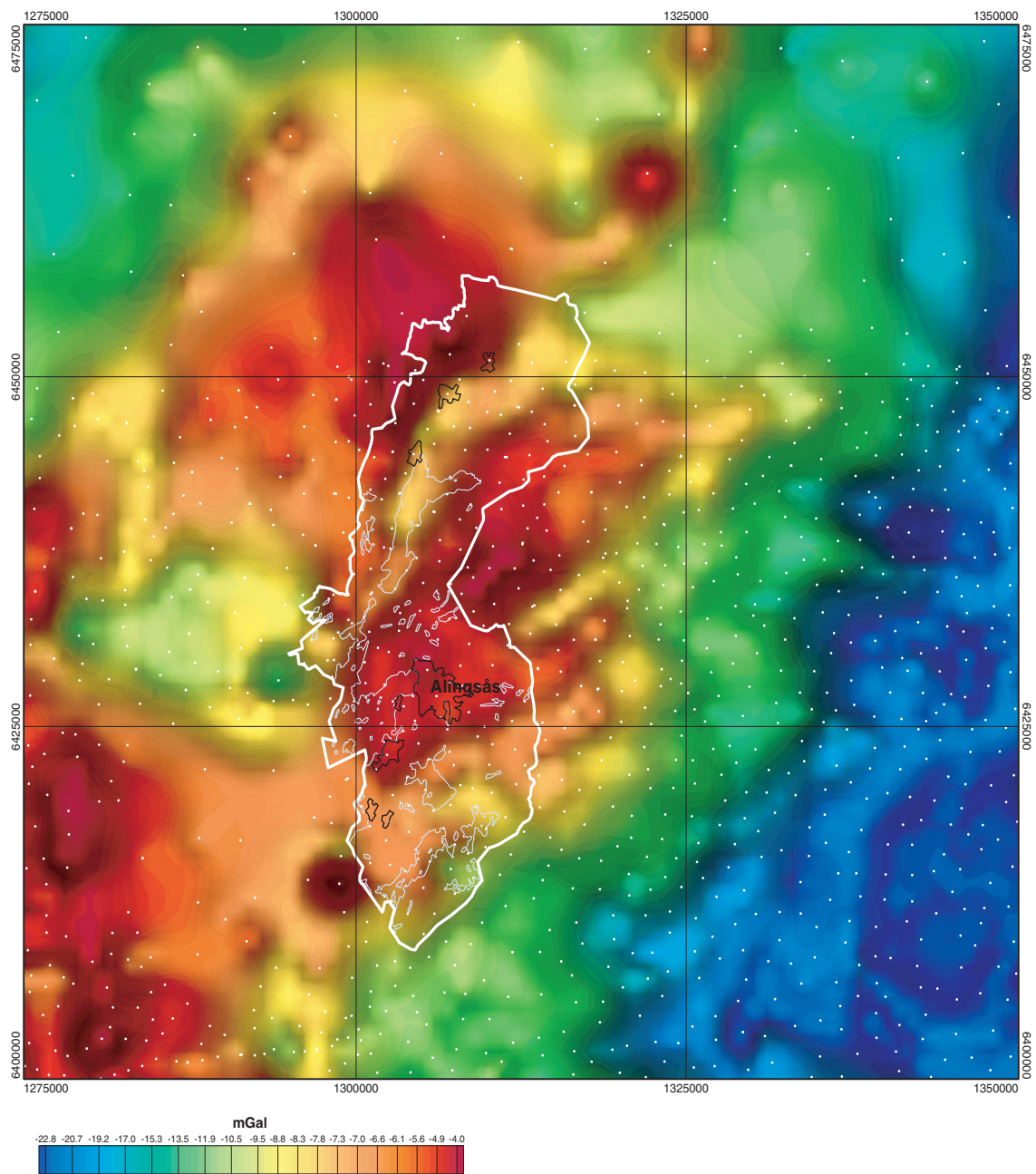


Fig. 5. Bougueranomalikarta över undersökningsområdet. Alingsås kommun är markerad med grå kontur. Mätpunkterna är vita.

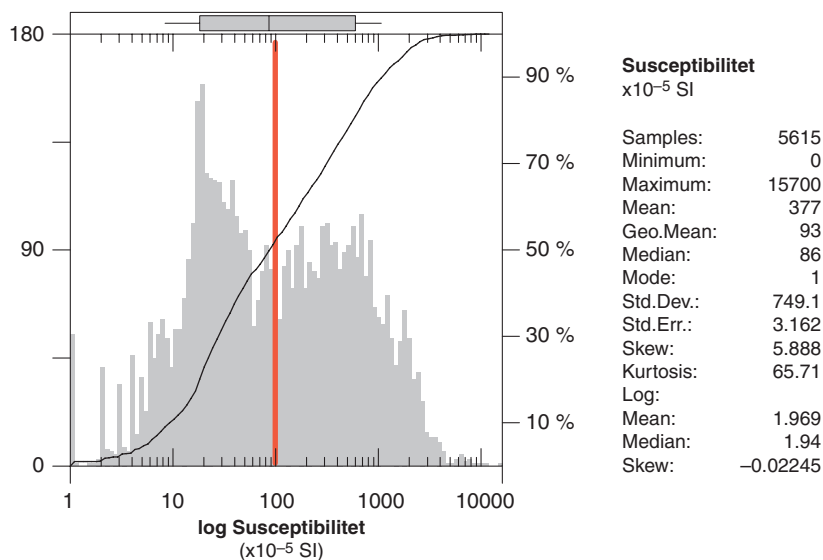


Fig. 6. Statistisk sammanställning av susceptibilitetsmätningar.

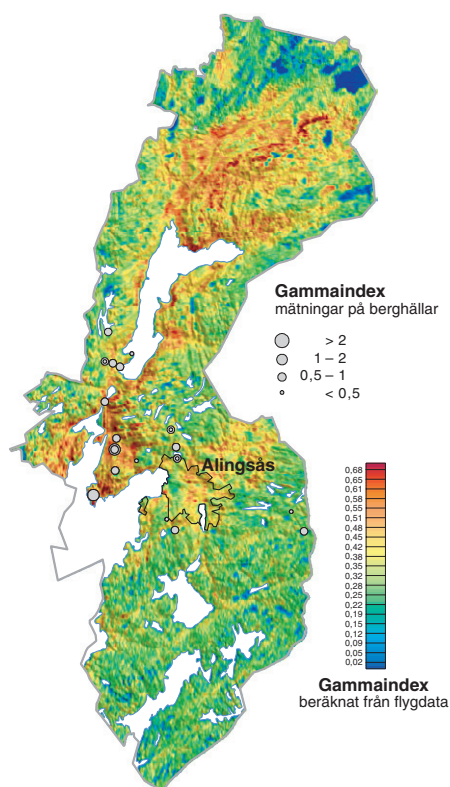


Fig. 7. Gammaindexkarta över undersökningsområdet beräknad från flygmätning. Symbolerna visar gammaindex beräknat från gammastrålningsmätningar på berghällar.

REFERENSER

- Ahlin, S., 1980: Beskrivning till berggrundskartan Borås SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 130*, 114 s.
- Samuelsson, L., 1978: Beskrivning till berggrundskartan Göteborg SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 117*, 85 s.
- Samuelsson, L., 1985: Beskrivning till berggrundskartan Göteborg NO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 136*, 101 s.

E-post: ildiko.antal@sgu.se

ulf.bergstrom@sgu.se

lena.lundqvist@sgu.se

Östra Göteborg, bergkvalitet

Mattias Göransson, Ulf Bergström, Dick Claeson, Thomas Eliasson, Mehrdad Bastani och Hossein Shomali

INLEDNING

Tätortsprojektet *Östra Göteborgsområdet, bergkvalitet* (fig. 1) startade år 2003 under ledning av Mattias Göransson och skall vara slutfört år 2005. I projektet ingår 11 kommuner: Alingsås, Bollebygd, Borås, Härryda, Kungsbacka*, Lerum, Mölndal*, Partille, Stenungsund, Uddevalla* och Varberg*. Projektet har föregåtts av en behovsanalys där potentiella användare, såsom berörda länsstyrelser, kommuner, myndigheter, entreprenörer och konsulter, hörts om metodik, miljömålsanpassning, val av undersökningsområden, framtida infrastruktursatsningar och informationsbehov. Inom kommuner märkta med asterisk (*) har ett antal områden valts ut för undersökningsverksamhet.

I förberedelsearbetet har det ingått digitalisering av äldre analysresultat från kommunala krossbergsinventeringar. Digitalisering av äldre modalanalyser från SGUs beskrivningar till berggrundskartor kommer att göras då tunnslipsdatabasen är klar. Bergkvalitetsundersökningarna inom projektområdet är en naturlig fortsättning på tidigare arbeten i sydvästra Sverige; bergkvalitetskartan över Göteborgs kommun (Persson m.fl. 2000) samt arbeten från Ale, Lilla Edets, Trollhättans och Vänersborgs kommuner (Eliasson m.fl. 2003a, b och Eliasson & Bastani 2004a, b).

Projektområdet är till ca 80 % täckt av modern berggrundsinformation (SGU serie Af). Resterande områden kommer att karteras under åren 2003–2006 inom projektet *Östra Göteborgsområdet, berg lokal*. De delar av kommunerna Borås, Bollebygd och Härryda inom kartområdena 6C Kinna NV och NO, som tidigare saknat flyggeofysiskt underlagsmaterial (magnetfältdata, strålning, VLF-data), har flygmätts under sommaren och data från dessa mätningar har bearbetats under hösten 2003.

GEOLOGISK ÖVERSIKT

Undersökningar och provtagning har under år 2003 främst bedrivits inom Partille, Lerums, Härryda, Mölndals och Kungsbacka kommuner. Dessa områden är sedan tidigare berggrundsgeologiskt karterade och redovisade som Göteborg SO (Samuelsson 1978), Kungsbacka NO (Samuelsson 1982) och Borås SV (Ahlin 1980). Mindre fältinsatser har också gjorts inom kommunerna Bollebygd och Borås.

De äldsta bergarterna är grå och rödgrå, finkorniga och vanligen bandade gnejser. Dessa bergartsled är tolkade som ytbergarter, och deras utbredning sammanfaller i många fall med regionala flygmagnetiska anomalier. På många ställen förekommer de finkorniga gnejserna i omedelbar närhet till en högmagnetisk granitoid med stora porfyroblaster av mikroklin, den s.k. ögongnejsen. Ovan nämnda bergarter omges av stora mängder grå till gråröda, jämn- och medelkorniga, gnejsiga och allmänt ådrade bergarter av främst granitisk till granodioritisk sammansättning. Granitoiderna delas in i två generationer; A, som är ådrade (ca 1 600 milj. år) och B, som visar en tydligare koppling till mafiska intrusioner och enklaver (ca 1 560 milj. år). De yngsta granitoiderna benämns C-typen (ca 1 300–1 330 milj. år), är av främst granitisk sammansättning och uppträder som massformiga till stråkvis starkt deformerade intrusioner. Gabbroida bergarter förekommer som linser och kroppar, i synnerhet norr om Lerum och söder om Lindome.

METODIK

Under fältsäsongen insamlades bergartsprover från ca 80 lokaler för teknisk analys. Provtagningsplatserna har utgjorts av vägsränningar, stenbrott och bergtakter där möjligheten har varit god att ta ett representativt, ovittrat prov på cirka 50–80 kg. Målsättningen har varit att erhålla en bergmekanisk

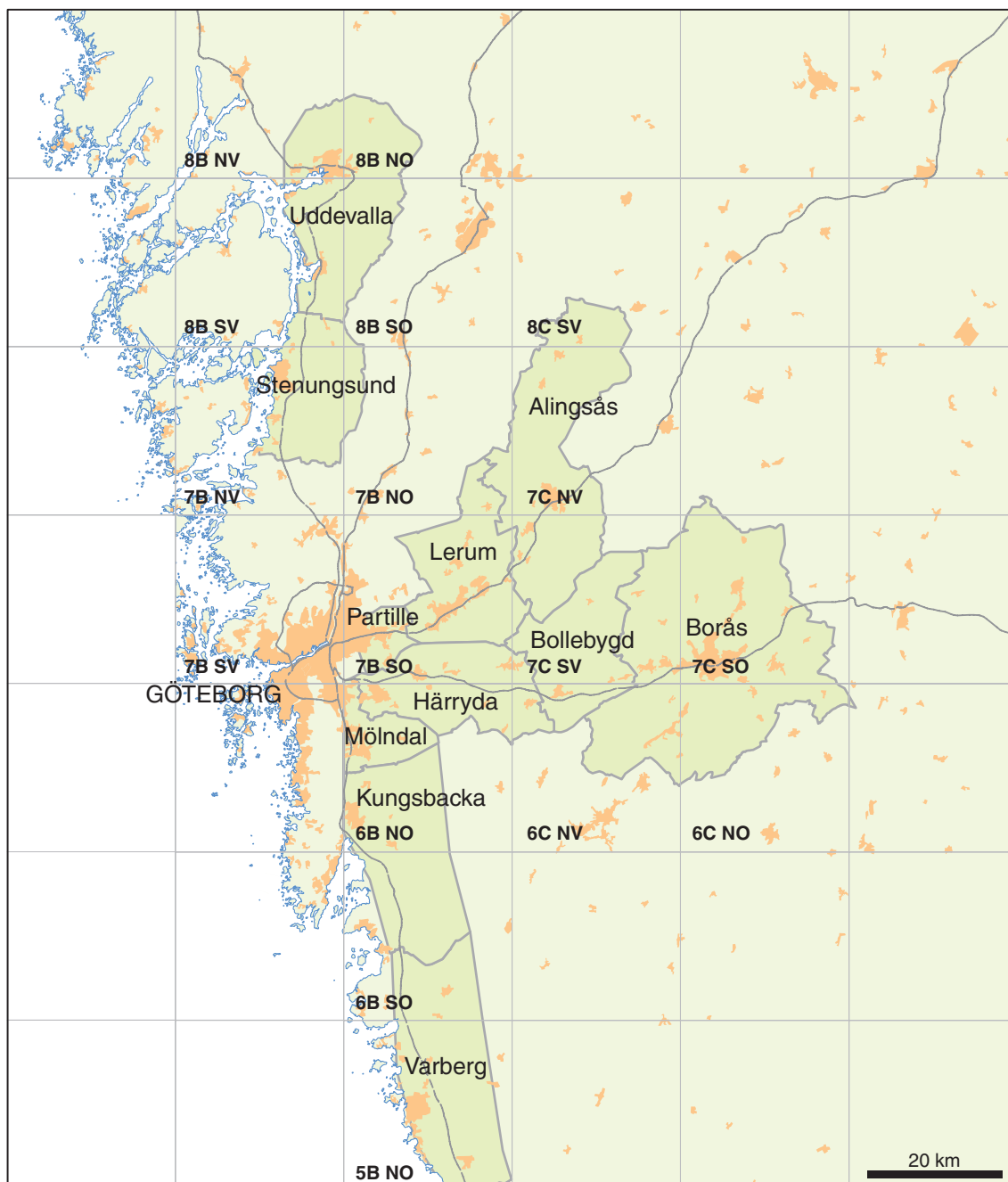


Fig. 1. Aktuellt projektområde.

översikt av samtliga inom området förekommande bergartsled. Under år 2004 kommer provtagningen att utökas, i första hand inom de områden vars underlagsmaterial ska levereras vid årsskiftet 2004/2005. I andra hand kommer de i nuläget ej undersökta kommunerna Stenungsund, Uddevalla, Varberg och Borås att bli föremål för provtagning.

De tekniska analyser som utförts eller ska utföras på provtaget material är kulkvarnsvärde (FAS-metod 259), Los Angelesstal (SSEN-1097-2), korndensitet (FAS-metod 208), mikro-Deval (SS-EN 1097-1). Vidare har modalanalys och petrografisk analys utförts, och mikro- och makrofoton har tagits på provmaterialet. På varje lokal genomfördes minst två mätningar med gammaspektrometer (GR-130) för att bestämma kalium- uran- och toriumhalterna. Insamlade bergartsprover har skickats till petrofysiklaboratoriet för att undersökas med avseende på densitet och remanent magnetisering.



Fig. 2. Kraftigt uppsprucken och starkt folierad berggrund. Belägen i de centrala delarna av Mylonitzonen. Markarbete vid Hindåsgården. Koordinater i rikets nät (6402697/1301300).

Särskild hänsyn har tagits till de inom undersökningsområdets förekommande större deformationszonerna. Berggrunden i den plastiska Mylonitzonen, men även den i spröda, stortektoniska zoner, är mer bergmekaniskt heterogen än omgivande berggrund, vilket ofta är viktigt att beakta vid planering av nya infrastrukturleder och undermarksarbeten (fig. 2). I dessa områden har sprickkarteringen intensifierats och fler prover tagits.

Under fältsäsongen har sex större, aktiva bergtäkter besökts och i de flesta fall provtagits; Borgstena (Fristad Express AB), Borstagärde (Agerbloms Grus & Kross AB), Bugärde (Skanska), Falskog (Vägarverket), Källered (Sabema) och Ramnaslätt (Ballast).

REFERENSER

- Ahlin, S., 1978: Beskrivning till berggrundskartan Borås SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 130*, 114 s.
- Eliasson, T., Bastani, M. & Göransson, M., 2003a: Bergkvalitetskartan över Ale kommun. Sveriges geologiska undersökning Ba 69 Bk.
- Eliasson, T., Bastani, M. & Göransson, M., 2003b: Bergkvalitetskartan över Lilla Edets kommun. Sveriges geologiska undersökning Ba 70 Bk.
- Eliasson, T. & Bastani, M., 2004a: Bergkvalitetskartan över Trollhättans kommun. Sveriges geologiska undersökning Ba 71 Bk.
- Eliasson, T. & Bastani, M., 2004b: Bergkvalitetskartan över Vänersborgs kommun. Sveriges geologiska undersökning Ba 72 Bk.
- Persson, L., Eliasson, T., Göransson, M., Kero, L., Lundqvist, S. & Sträng, M., 2000: Bergkvalitetskartan över Göteborgs kommun. *Sveriges geologiska undersökning Ba 59 Bk*.
- Samuelsson, L., 1978: Beskrivning till berggrundskartan Göteborg SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 117*, 85 s.
- Samuelsson, L., 1982: Beskrivning till berggrundskartan Kungsbacka NO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 124*, 100 s.

E-post: mattias.goransson@sgu.se
thomas.eliasson@sgu.se

ulf.bergstrom@sgu.se
mehrddad.bastani@sgu.se

dick.claeson@sgu.se
hossein.shomali@sgu.se

Östergötland, bergkvalitet

Ildikó Antal Lundin, Dick Claeson, Maria Carlsäter och Sam Sukotjo

INLEDNING

Projektet omfattar delar av kartområdena 9H Nyköping SV och SO, 9F Finspång SV och SO, 9G Katrineholm SV, 8G Norrköping NV, delar av kartområdet 8F Linköping samt ett litet område runt Vimmerby (fig. 1). Syftet med projektet är att skapa databaser med information om bergkvalitet, som skall utgöra ett effektivt planeringsunderlag för hushållning med naturresurser för kommuner, länsstyrelser, företag m.fl. i delar av Östergötland, Nyköpingsområdet samt Vimmerbyområdet. Projektet ingår i SGUs systematiska geologiska kartering inom befolkningstäta områden och tillgodoser även behov för miljömålet "God bebyggd miljö".

Tidigare arbeten som berör kartområdena finns i skala 1:50 000 med beskrivning av Erdmann (1867), Carlsson (1880), Stolpe (1881) och Linnarsson & Tullberg (1882). Moderna berggrundskartor med beskrivning finns över kartområdena 9H Nyköping SV (Lundström 1974), 9H Nyköping SO (Lundström 1976), 9G Katrineholm SV (Wikström 1976), 9F Finspång SO (Wikström 1988, 1991) och 8G Norrköping NV (Kornfält & Lundström 1974, Kornfält 1975). En syntes av berggrundsgelogisk och geofysisk information för Bergslagen och omgivande områden finns i Stephens m.fl. (1999, 2000).

Berggrunden inom Nyköpingsområdet och Finspång–Norrköpingsområdet ingår i den svekoka-relska bergskedjebildningen. De äldsta sedimentära och vulkaniska bergarterna veckades och intruderades av djupbergarter med granitisk till granodioritisk sammansättning. Därefter omvandlades bergarterna kraftigt under högt tryck och hög temperatur och migmatitisering uppstod. Perioden avslutades med bildning av yngre graniter. Den yngsta bergarten i Finspång–Norrköpingsområdet är kambrisk sandsten som förekommer nordost om sjön Glan.

Under sommaren 2003 utfördes geologiska och geofysiska fältarbeten i Nyköpingsområdet och i områdena omkring Finspång och Norrköping (fig. 1). Undersökningarna bestod av berggrundsgelogiskt och geofysiskt revideringsarbete samt provtagning för bergkvalitetsanalyser. Sammanlagt har 66 bergartsprover tagits för bergkvalitetsanalyser, 38 i Nyköpingsområdet och 28 i Finspång–Norrköpingsområdet. Gammastrålningsmätningar har utförts på provtagningslokalerna.

NYKÖPINGSOMRÅDET

Revidering av berggrundskartorna

Dick Claeson och Sam Sukotjo

Metagranitoider, metavulkaniter, amfiboliter och pegmatiter uppvisar vanligen invecklade relationer i en och samma håll och har på de äldre kartorna, 9H Nyköping SV (Lundström 1974) och 9H Nyköping SO (Lundström 1976), på många ställen representerats som migmatitomvandlad sedimentgnejs eller metagranitoid. Metagranitoiderna har varierande sammansättning och är ställvis deformerade, ådror och gångar av aplit och pegmatit är allmänt förekommande.

Största delen av de områden som på den äldre berggrundskartan (9H Nyköping SV) är markerade som metasedimentära bergarter omtolkas till mestadels felsiska, kvarts-fältspatrika, glimmerfattiga metavulkaniter (fig. 2). De innehåller gott om sulfidmineraliseringar och skarnbildningar. Felsiska metavulkaniter dominerar (fig. 3a) men även intermediära och basiska metavulkaniter förekommer (fig. 3b,c). Ställvis finns amfibolit som genomsetts av granitiskt mobilisat. Några mindre områden bedöms ha berggrund med sedimentärt ursprung, då de har ett större inslag av möjliga argillitiska protoliter. Det bör dock påpekas att vi här talar om kraftigt migmatitiserade och deformerade bergarter som deskriptivt närmast är att betrakta som ådergnejsar (fig. 4). De för ofta metamorfa mineral

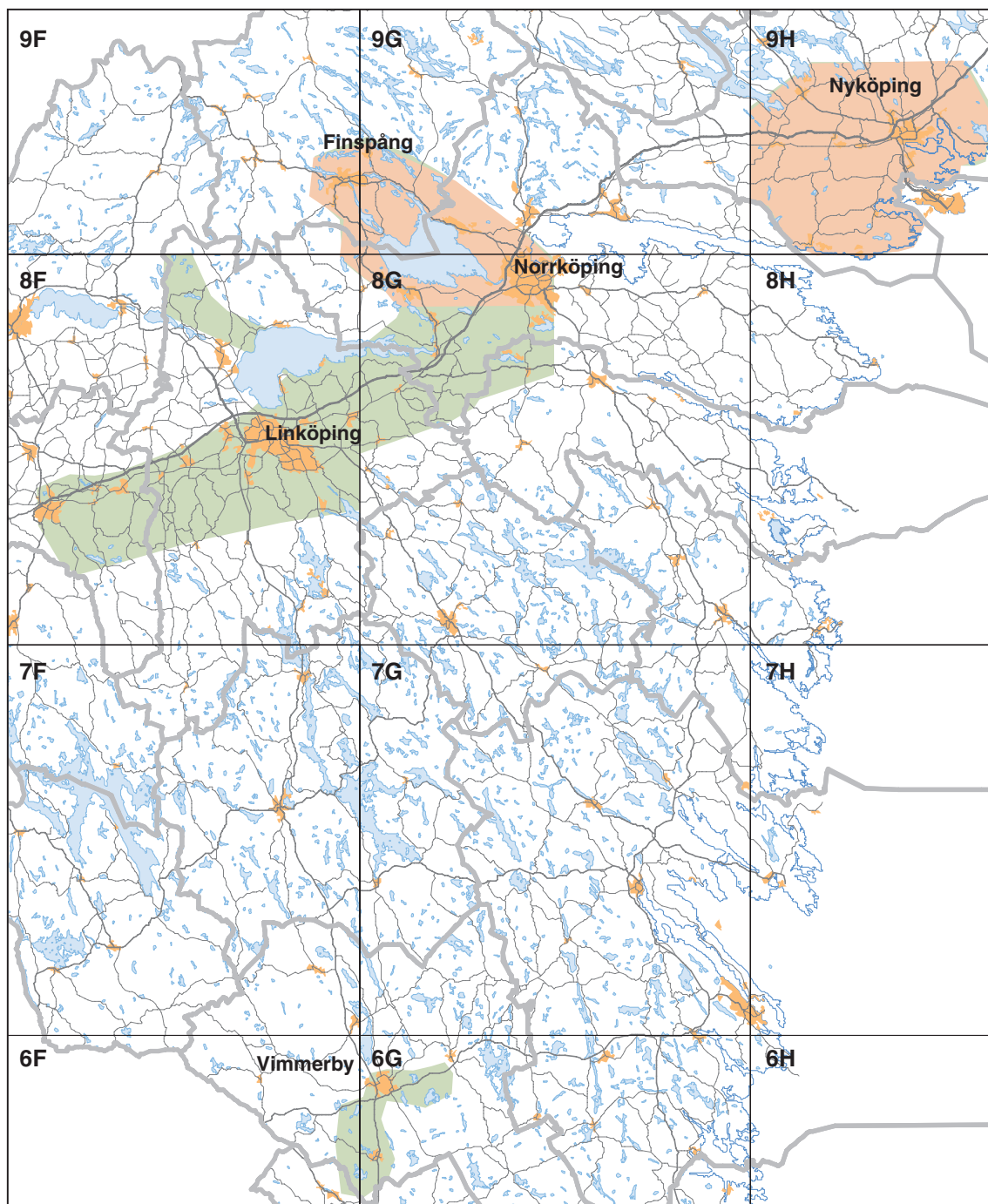


Fig. 1. Projektområdet.

såsom sillimanit, andalusit, cordierit och granat. I en del skjuvzoner har manganhaltiga lösningar, som verifierats mikroskopiskt genom förekomst av manganrik epidot-zoisit (thulit), omvandlat metavulkaniterna.

Senorogena graniter innehåller ställvis restiter som ger upphov till glimmerstrimmighet. I en del fall omtolkas senorogena graniter till att vara postorogena, främst söder om sjön Yngaren (fig. 5) och i området Koppartorp–Skeppsvik–Uttervik. Detta motiveras av de senare graniternas homogenitet, allmänt förekommande euhedra strökor samt avsaknaden av deformation.

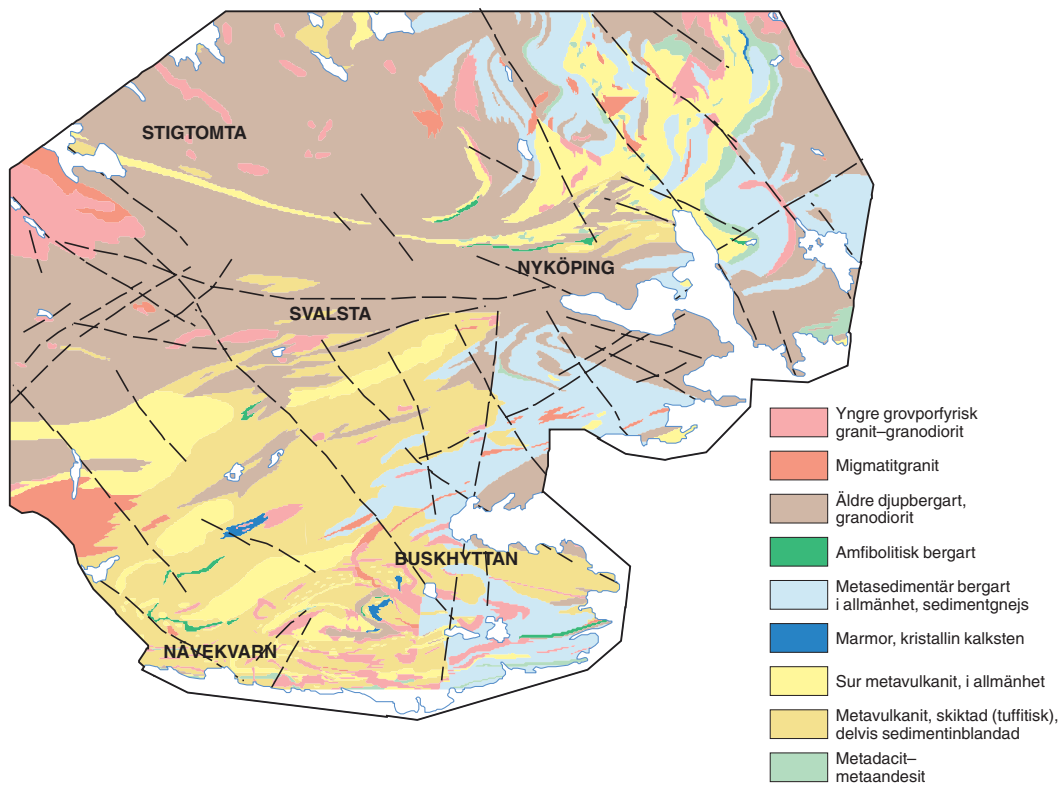


Fig. 2. Förenklad, preliminär berggrundskarta över Nyköpingsområdet.

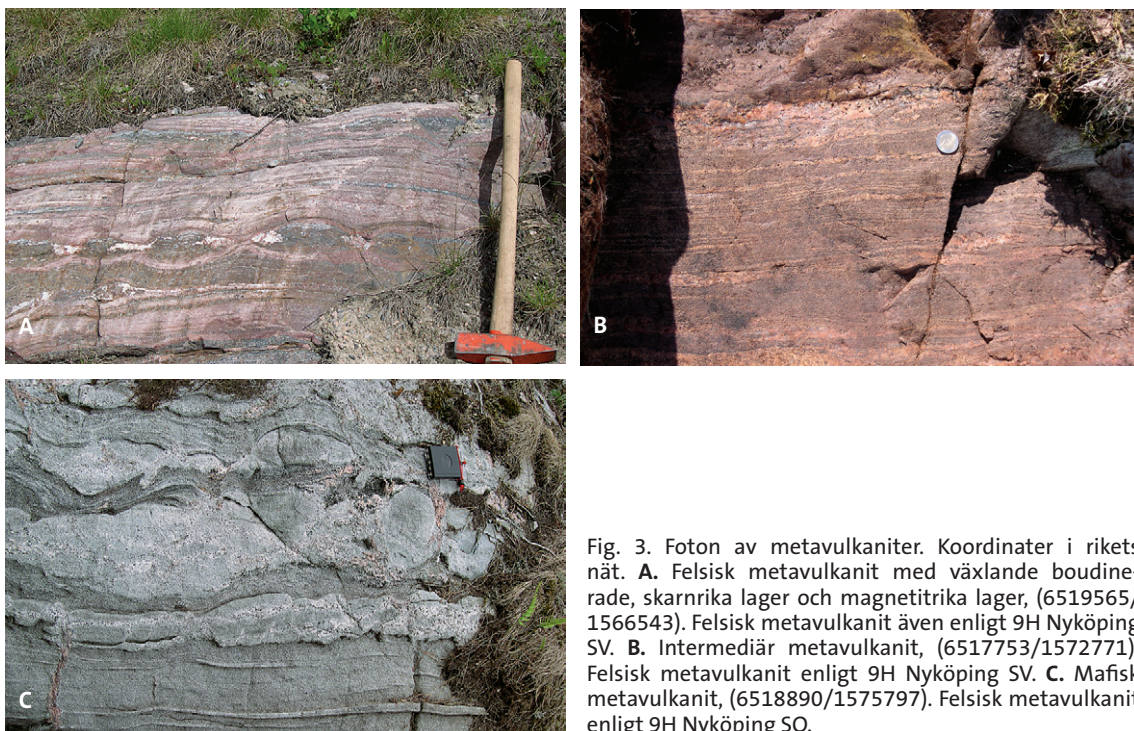


Fig. 3. Foton av metavulkaniter. Koordinater i rikets nät. **A.** Felsisk metavulkanit med växlande boudinade, skarnrika lager och magnetitrika lager, (6519565/1566543). Felsisk metavulkanit även enligt 9H Nyköping SV. **B.** Intermediär metavulkanit, (6517753/1572771). Felsisk metavulkanit enligt 9H Nyköping SV. **C.** Mafisk metavulkanit, (6518890/1575797). Felsisk metavulkanit enligt 9H Nyköping SO.



Fig. 4. Migmatitomvandlad gnejs av sedimentärt ursprung, sillimanit-, andalusit- och granatförande (6514440/1574220), koordinater i rikets nät. Samma bergart enligt 9H Nyköping SV.



Fig. 5. Sen- till postorogen granit (6516471/1550636), koordinater i rikets nät. Senorogen enligt 9H Nyköping SV.



Fig. 6. Starkt deformerad metagranit, gnejs och pegmatit vilka klipps av yngre pegmatitgång, (6518364/1571667), koordinater i rikets nät. Migmatitomvandlad sediment-gnejs enligt 9H Nyköping SV.

Pegmatitgångar av flera generationer förekommer. Den starkt deformerade och ådrade berggrunden med äldre pegmatitgångar klipps av yngre, odeformerade pegmatitgångar (fig. 6).

Vid Nyköpings badhus finns en gång som är en "composite dyke" av okänd ålder. Den för både rundade och kantiga enklaver av mafit, och graniten är också ställvis blandad ("mixing-mingling") med mafiten, vilket ger intryck av att de är mer eller mindre samtidigt magmatiska. Mafiten uppträder även som en gång med enklaver av felsisk metavulkanit. Möjligen är detta en subvulkanisk gång och därav dess variabilitet.

Geofysiska undersökningar

Ildikó Antal Lundin

Undersökningsområdet är täckt med moderna flyggeofysiska mätningar. Dock saknas det elektromagnetiska mätningar från området. Mätningarna utfördes 1970 i ost–västlig riktning med 200 meters linjeavstånd, 40 meters punktavstånd och 30 meters flyghöjd. Det geofysiska fältarbetet omfattade totalt 5 veckor. Arbetet har bestått av anomaliuppföljning (magnetiska anomalier och gammastrålningsanomalier). Sammanlagt har 94 bergartsprover tagits för mätning av de magnetiska egenskaperna samt bestämning av densiteten. Gammastrålningsmätningar har utförts på 102 berghällar.

Bergarterna inom undersökningsområdet uppvisar varierande magnetiseringsnivåer, vilket återspeglas i den magnetiska anomalikartan (fig. 7). Ortognejserna i södra delen av kartområdet ger upphov till ett högmagnetiskt, bågformat, bandat anomalimönster. Samma typ av bergarter ger upphov till ett oregelbundet anomalimönster öster om Nyköping. Susceptibiliteten varierar kraftigt i olika band, från 10 upp till 2000×10^{-5} SI-enheter, mestadels är det neosomen som innehåller magnetit. I

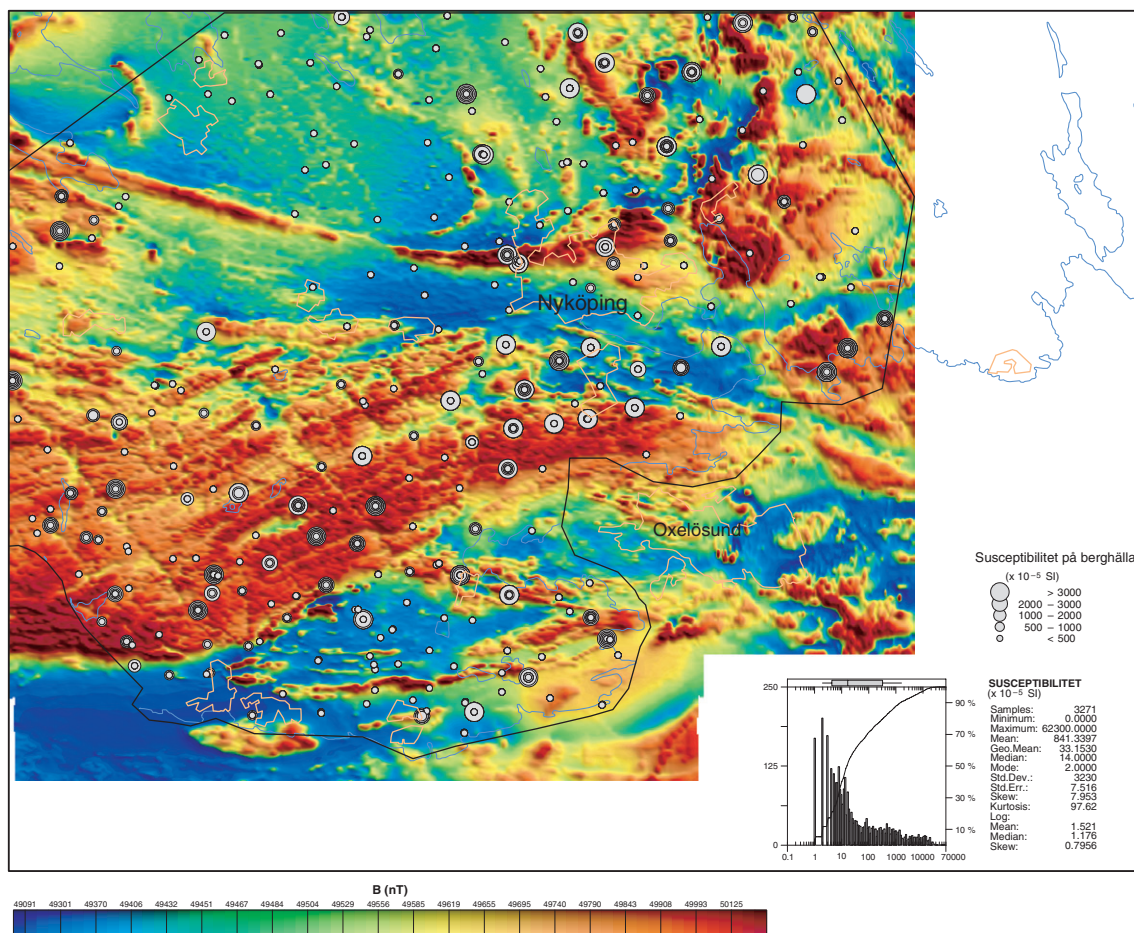


Fig. 7. Magnetisk totalfältskarta över Nyköpingsområdet (jfr fig. 1).

södra delen av kartområdet framträder ett par tunna, ost–västliga anomalistråk som orsakas av mesotadels felsiska metavulkaniter. Deras susceptibilitet varierar mellan 800 och 4000 x 10⁻⁵ SI-enheter. Små nedlagda gruvhål vittnar om talrika järnmalmsförekomster och ett mindre antal sulfidmalmer i dessa stråk. Runt gruvhålen ökar berggrundens susceptibilitet ställvis till 30 000 x 10⁻⁵ SI-enheter. Några tunna anomalier som stryker i VNV-lig riktning förorsakas av diabasgångar med susceptibilitet mellan 400 och 3 000 x 10⁻⁵ SI-enheter. En magnetisk markprofil över anomalierna visar att gångarna har en bredd av 75 meter.

I norra delen av kartområdet förekommer tunna, utdragna och veckformade högmagnetiska anomalier som är knutna till felsiska metavulkaniter. I stråken runt Nyköping och NNO om staden förekommer även amfiboliter samt metagraniter med hög magnetiserbarhet. Även i detta område förekommer ett antal järnmineraliseringar. Utifrån anomalimönstret i detta område kan man utläsa S-formade vecksystem, vilket också bekräftas av den regionala anomalibilden.

På den magnetiska anomalikartan framträder några lågmagnetiska, nordvästligt strykande anomalier som är knutna till spröda deformationszoner (fig. 7). De har en regional karaktär, och påträffas över hela Södermanland. Zonernas bredd kan ställvis uppgå till 400 meter.

Gammaindex beräknat från flygmätta data och från spektromettermätningar på berghällar visas i proportionerlig storlek i figur 8. Enligt rekommendationer från de nordiska ländernas strålskyddsinstitutioner bör gammaindex för byggnadsmaterial vara mindre än 2 och radiumindex mindre än 1. (The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden 2000). Tre procent av alla hållmätningar inom området visar ett gammaindex större än 2 (se statistisk sammanställning i fig. 8).

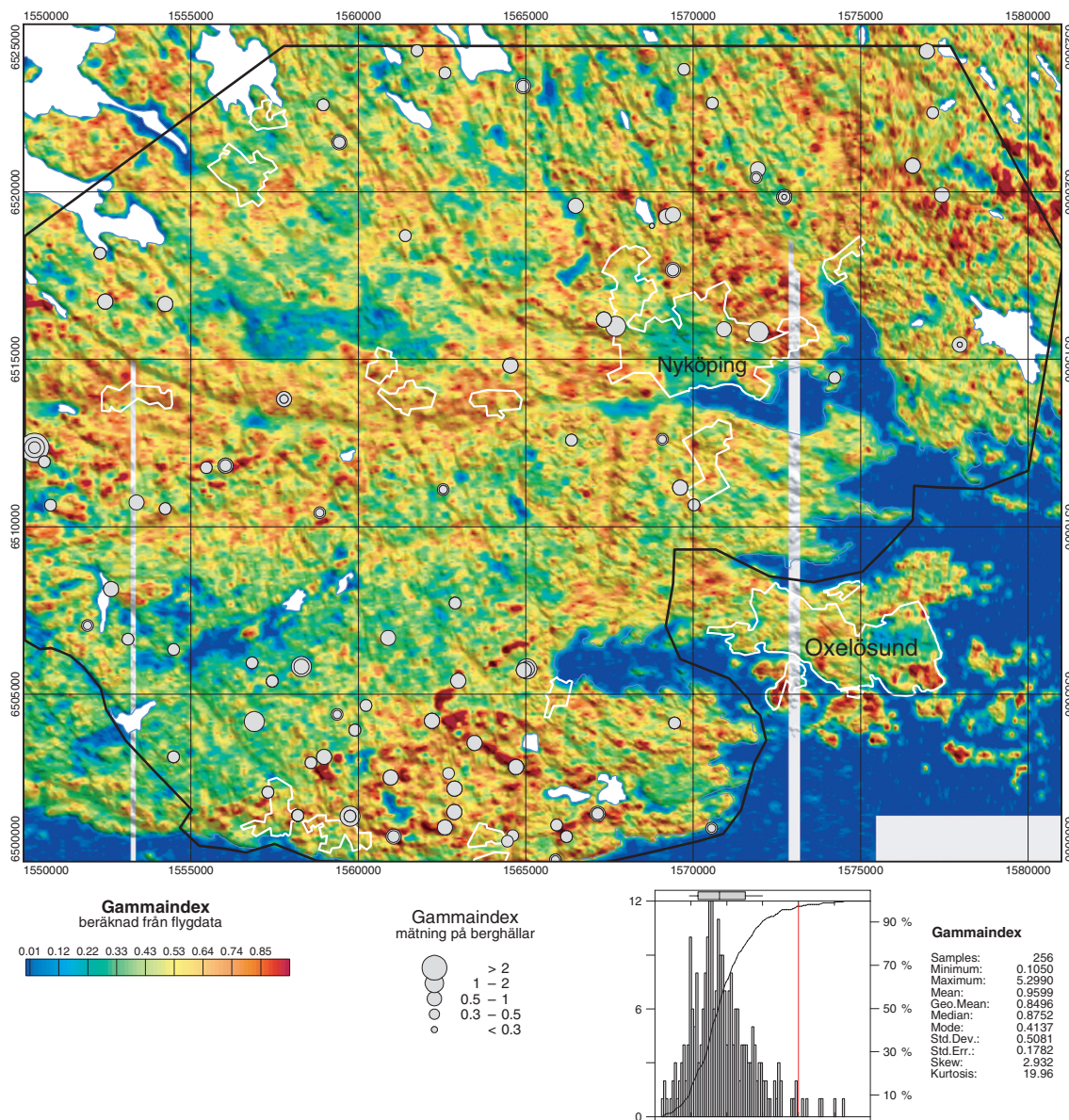


Fig. 8. Gammaindexkarta över Nyköpingsområdet beräknad från flygmätning (jfr fig. 1).

De senorogena graniterna i södra delen av undersökningsområdet framträder tydligt som högstrålande på gammaindexkarta (fig. 8). Området är mycket välblottat och flygmätningarna återspeglar berggrundens gammastrålningsegenskaper. Markmätningarna på berghållar visar höga kalium- och toriumvärden för senorogena graniter. Kaliumhalten är mellan 4 och 5,4 % (medelvärde 4,3 %), medan toriumhalten varierar mellan 15 och 52 ppm (medelvärde 31 ppm).

Pegmatitgraniterna har varierande strålningsegenskaper. Kaliumhalten ligger mellan 1,3 och 6,7 % (medelvärde 4,6 %), medan toriumhalten varierar mellan 4,9 och 83 ppm (medelvärde 20 ppm). Uranhalten varierar mellan 1,9 och 95,2 ppm, vilket motsvarar radiumindex 5,9. De högsta värdena uppmättes sydväst om Hannsjön. Området har prospekterats av Gränges AB som konstaterade att uraninit och monazit förekommer i pegmatiterna. Höga uranhalter uppmättes även norr om Rosenkälla (21–30 ppm) och norr om Buskhyttan (16,8 ppm).

Ortognejserna och paragnejserna uppvisar varierande gammastrålningsegenskaper. De är kraftigt migmatitiserade bergarter med starkt varierande sammansättning, vilket återspeglas i gammastrålningsegenskaperna. Gnejsernas kaliumhalt varierar mellan 1,4 och 5,1 % (medelvärde 3,1 %). Toriumhalten varierar mellan 1,6 och 81 ppm (medelvärde 17 ppm). Uranhalten varierar mellan 0,6 och

16,6 ppm. Generellt kan man säga att det är neosomen som har de högsta gammastrålningsvärdena och de mest varierande halterna av kalium, uran och torium.

De metavulkaniska bergarterna i södra delen av kartområdet samt norr om och nordost om Nyköping har kaliumhalter som ligger mellan 1,7 och 3,2 %. Variationen i kaliumhalt förklaras med att vissa av metavulkaniterna har mer basiska sammansättningar. Ställvis är dessa bergarter hydrotermalt omvandlade, med höga kaliumhalter som följd, mellan 4,5 och 8 %.

Metagraniterna vid Dammgruvan uppvisar ovanligt höga uranhalter, mellan 14,5 och 33,7 ppm. Bergarterna kan vara påverkade av hydrotermal omvandling. Relativt höga halter av uran (7,6–8,9 ppm) har även uppmätts i Hagnesta stenbrott.

FINSPÅNG–NORRKÖPINGSOMRÅDET

Revidering av berggrundskartorna

Dick Claeson och Sam Sukotjo

Metagraniten i området innehåller i allmänhet ådror och gångar av aplit eller pegmatit. Metagraniten vid Lämmetorp och Näfstorp omtolkas till senorogen granit. Ett större område med metagranit söder om Norrköping omtolkas till att vara senorogen granit (fig. 9), vilket grundas både på dess fältuppträdande och på geofysiska data. En granitoid bergart nordost om sjön Dänseln omtolkas från metagranit till massformig till svagt folierad, granit–granodiorit–monzodiorit av TMB ålder.

Vid Finspångsgranitmassivets västliga begränsning finns en rand/bård av metagranit på de äldre berggrundskartorna 9F Finspång SO och 9G Katrineholm SV (Wikström 1976, 1988, 1989, 1991). Metagraniten omtolkas till att vara en del av själva Finspångsmassivet. Argumenten för detta är att i det tidigare, med synorogen granit betecknade området mellan sjöarna Bleken och Bönnern är Finspångsgraniten kraftigt deformerad (fig. 10a). Detta gäller även i det område som betecknas som Finspångsgranit på 9F Finspång SO och 9G Katrineholm SV (fig. 10b). I områdena NNO om Bleken och söder om Bönnern är dock Finspångsgraniten måttligt deformerad till odeformerad, och ingen ändring i dess sammansättning har iakttagits när man passerar bergartsgränsen enligt ovan nämnda kartor. Exempelvis finns en helt massformig, granatförande Finspångsgranit vid Lövhagen (fig. 10c). Denna har tidigare betecknats som synorogen granit.

De bergarter som är metasedimentära, enligt 9F Finspång SO och 9G Katrineholm SV, har omtolkats till felsiska metavulkaniter (fig. 9 och 11) i områdena Ramstorp–Ragnetorp VSV till SSO om Finspång, från Finspång till trakten nordväst om Ysunda och vid Åfallet. De är kvarts–fältspatrika, finkorniga och glimmerfattiga. Förekomsten av ytbergarter i Finspångsmassivet väster om sjön Dovern, har ändrats till xenolitförande Finspångsgranit (fig. 9), då endast enstaka, mindre xenoliter av metamafit har påträffats. Dessa syns även som anomalier på den flygmagnetiska kartan. De felsiska metavulkaniterna innehåller gott om sulfidmineraliseringar och skarnbildningar.

I ett område från Borgs vattenverk i Norrköping och västerut, finns en andalusitförande gnejs som varierar mellan att domineras av mafiska, glimmerrika sliror och att sakna sliror. Vid Borgs vattenverk kan två separata bergarter urskiljas, glimmerrik metaarenit och glimmerskiffer, vilka bildats genom deformation och metamorfos. Dessa bergarter tolkas, liksom på berggrundskartan 8G Norrköping NV, som metasedimentära med starkt varierande inslag av argillitiska protoliter. Området norr därom omtolkas till metavulkanit. Deformation av metavulkanit ger ibland upphov till strukturer som liknar sedimentära, t.ex. korsskiktning (fig. 12a, b).

Väster om Jursla ligger ett mindre område med kraftigt migmatitiserade och deformerade bergarter som fortfarande tolkas som sedimentära. De innehåller stora mängder av aluminiumsilikat och biotit, vilka bedöms ha bildats ur talrika argillitiska protoliter (fig. 13).

Felsiska metavulkaniter är de dominerande bergarterna. I en metavulkanit iaktogs sillimanit som växt i tre distinkta riktningar, vilket också syns i tunnslip. Två områden, norr om Stettin och nord-

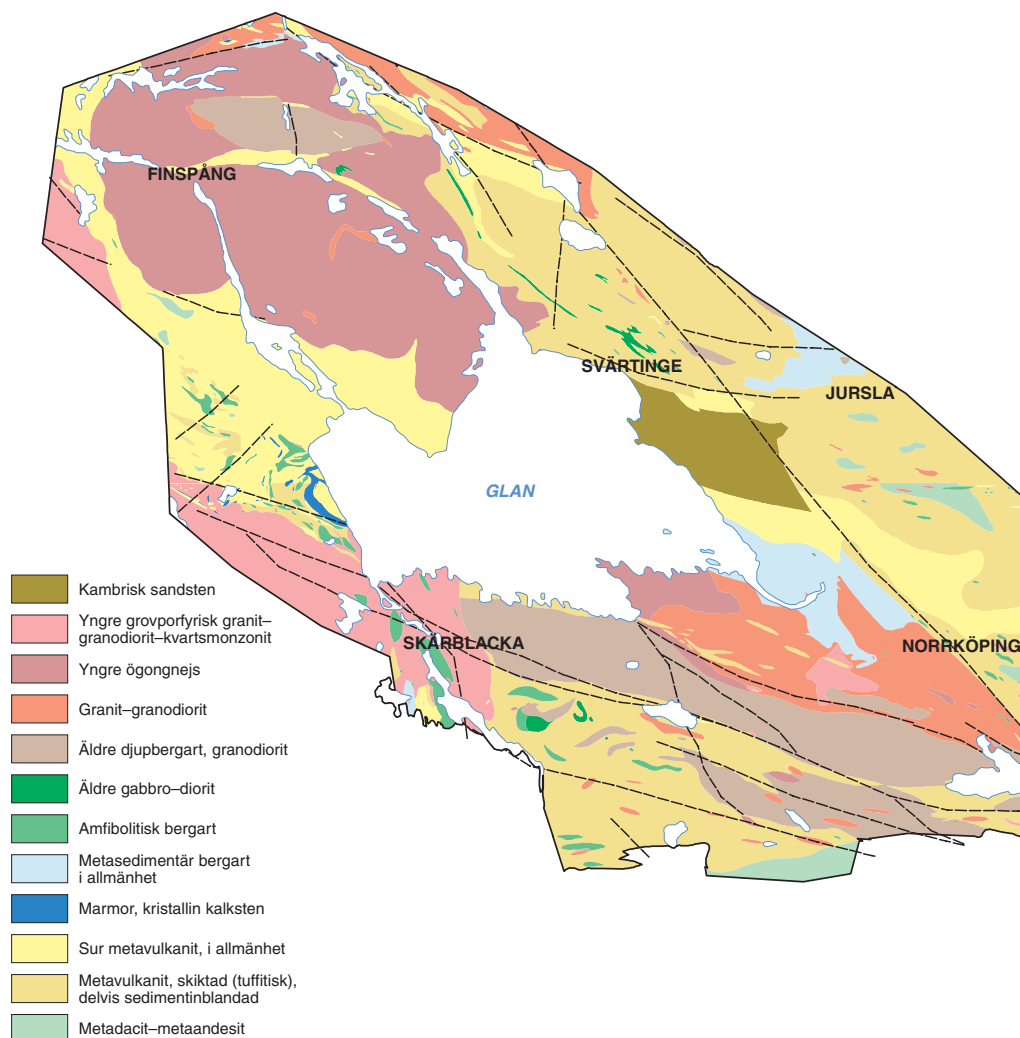


Fig. 9. Förenklad, preliminär berggrundskarta över Finspång–Norrköpingsområdet.

väst om Mjöldammen, med metagranit respektive metavulkanit på 9G Katrineholm SV ändras till senorogen granit.

De senorogena graniterna varierar en del i utseende, beroende på stora inslag av mer eller mindre välbevarade rester av äldre bergarter.

I Finspångsmassivets södra delar finns områden där strökornen av kalifältspat är ljus grå och berggrunden odeformerad, till skillnad från de områden som påverkats av deformation och metamorfos, där kalifältspaten är ljus till mörkt röd.

I den grovporfyrisk graniten vid Torp uppträder synplutoniska gångar eller internt bildade segregationer. En "gångformad" mer mafisk del innehåller en stor mängd enkla-ver/innerlutningar av andra bergarter. En del partier av "gången" består av mer normal porfyrisk granit, men har en mycket lägre frekvens av fältspatströkorn. Även smalare stråk av denna mer mafiska bergart förekommer. En del av enkla-verna har "ocelli" av kvarts och kalifältspat medan andra saknar dem. Eftersom berggrunden saknar deformation där, bedöms "gången" Z-form vara utvecklad i det magmatiska stadiet. I övrigt förekommer enkla-ver i graniten i normal omfattning. Bergarten i "gången" har högre susceptibilitet än graniten.

Olika generationer av pegmatit förekommer. En yngre generation, möjligen relaterad till de grovporfyrisk graniterna i området, är intrusiv i senorogen granit.

Mellan Össby och Ragnertorp finns en ca 3 km bred skjuvzon med kraftig deformation i nordvästlig riktning. Deformationen är spröd till halvplastisk med enstaka, distinkta myloniter (fig. 14). Längs

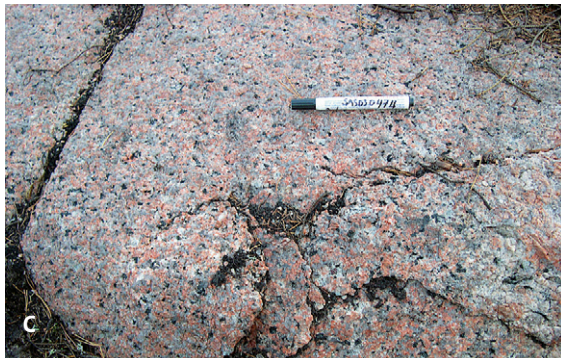


Fig. 10. Foton av Finspångsgranit. Koordinater i rikets nät. **A.** Metagranit enligt 9F Finspång SO (6511643/1495599). **B.** Finspångsgranit enligt 9F Finspång SO (6511838/1496376). **C.** Metagranit enligt 9F Finspång SO (6506374/1497627).



Fig. 11. Felsisk metavulkanit (6510247/1501474), koordinater i rikets nät. Metaargillit enligt 9G Katrineholm SV.

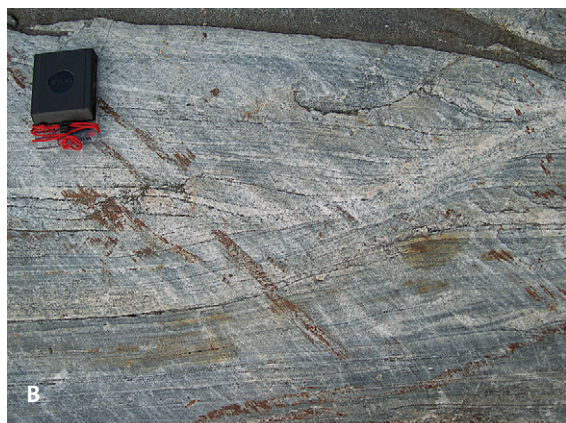


Fig. 12. Metavulkanit **(A)** med en struktur som kan ge intryck av korsskiktning, men i stället är orsakad av en tunn, sinistral plastisk skjuvzon **(B)** (6499786/1520267), koordinater i rikets nät. Metagråvacka enligt 8G Norrköping NV.



Fig. 13. Veckad sillimanit–andalusit–granatförande paragnejs (6503623/1518092), koordinater i rikets nät. Metaargillit enligt 9G Katrineholm SV.



Fig. 14. Starkt deformerad Finspångsgranit med myloniter (6510349/1505503), koordinater i rikets nät. Ögonförande metagranitoid enligt 9G Katrineholm SV.



Fig. 15. Foton av olika typer av ortognejs. Koordinater i rikets nät. **A, B.** Ortognejs där stråk/sliror med biotit/mafiska bergarter visar på en heterogenitet hos protoliten, dvs. granodiorit med gångar och enklaver av mafit. Dessa har sedan utsatts för metamorfos och deformation (6509858/1566146). Paragnejs (metagråvacka) enligt 9H Nyköping SV. **C, D.** Migmatitisk ortognejs med xenoliter av metamafit (6509341/1565222). Paragnejs (metagråvacka) enligt 9H Nyköping SV.

zonen finns en retrograd bildning av muskovit, vilket ställvis ger intryck av en skifferliknande bergart.

Från sjön Lången till sjön Käxten, och från sjön Näfssjö och norrut, finns en minst 3 km bred skjuvzon som utgörs av tunna myloniter.

Ett mindre antal nyupptäckta diabasgångar har iakttagits (se även avsnittet geofysiska undersökningar).

Mindre justeringar av olika bergarters utbredning genomförs i enlighet med de nya fältobservationerna.

I några större områden i båda kartområdena är berggrunden starkt deformerad och dessutom ställvis kraftigt migmatitiserad, vilket medför att protoliterna inte är helt enkla att fastställa

(fig. 15a–d). Flertalet av de ytbergarter som tidigare tolkats som sedimentära är enligt den nu aktuella undersökningen att betrakta som vulkanogena avsättningar. Möjligheten kvarstår dock att det i vissa fall är epiklastiska, vulkanogena sediment. De bergarter som efter revidering fortfarande bedöms vara sedimentära, karaktäriseras av ett stort inslag av aluminiumrika, metamorfa silikatmineral och i många fall av en onormalt hög kvartshalt för magmatiska bergarter (>60 % vid QAP-bestämning). Antingen är bergarterna paragnejser eller så är mineralsammansättningen ett metamorft fenomen som är kopplat till magmagenerering och restitbildning.

Geofysiska undersökningar

Maria Carlsäter

Flygmätta magnetiska och radiometriska data finns för hela området. VLF-data mätt med en sändare finns för 9F Finspång SO, mätt med två sändare för 8G Norrköping NV. En stor del av det område (9G Katrineholm SV) där årets fältarbete har utförts saknar flygmätta VLF-data.

Sommarens fältarbete i Finspång–Norrköpingsområdet omfattade fyra veckor. Anomalier på de flyggeofysiska kartorna har följts upp, och mätningar på hållar av gammastrålningen och magnetiserbarheten har utförts för att kunna relatera bergarterna i området till de geofysiska kartorna. Sammanlagt har 298 gammastrålningsmätningar utförts, inklusive årets provtagningspunkter, fördelat på 122 hållar. Prover för petrofysik analys har samlats in från 84 lokaler. Med stöd av årets resultat och tidigare fältarbeten kan flera bergartsled relateras till anomalier, speciellt på den magnetiska anomalikartan och till viss del även på strålningskartan och tyngdkraftskartan.

Berggrunden i Finspång–Norrköpingsområdet domineras av strukturer som stryker i nordvästlig riktning. Större delen av diabasgångarna och deformationszonerna i området följer denna riktning. På den magnetiska anomalikartan framträder en nordvästligt strykande diabasgång i den norra delen av projektområdet, från Näfssjön vidare mellan sjöarna Käxten och Risten till Ågelsjön. Susceptibiliteten för diabasen är uppmätt till $3\,400 \times 10^{-5}$ SI-enheter i medeltal. Under sjön Glan, samt öster och väster om sjön, i de lågmagnetiska områden som består av ytbergarter och Finspångsgranit, framträder diabasgångar med nordvästlig orientering som positiva anomalier. Under sjön Glan finns även en gång som är orienterad i ONO. Från Okna i söder till Ysunda i norr sträcker sig en 15 till 20 km lång nord–sydlig diabasgång vars susceptibilitet är uppmätt till $1\,600 \times 10^{-5}$ SI-enheter i medeltal.

De yngre graniterna i området framträder generellt som negativa anomalier på den filtrerade tyngdkraftskartan (fig. 20), vilket bekräftas av mätningar av densiteten på bergartsprover. Finspångsgraniten har en medeldensitet på $2\,688 \text{ kg/m}^3$. Den har låga susceptibilitetsvärden, 14×10^{-5} SI-enheter i medelvärde (median 11×10^{-5} SI-enheter) och motsvarar ett homogent, lågmagnetiskt område på den magnetiska anomalikartan, nordväst om sjön Glan (fig. 16). En metagranit orsakar en högmagnetisk, ost–västligt orienterad anomali som framträder i en lågmagnetisk omgivning orsakad av Finspångsgranit. Susceptibilitetsmätningar på hållar av metagranit inom det högmagnetiska området ger ett medelvärde på $1\,300 \times 10^{-5}$ SI-enheter. Troligen stupar metagraniten in under Finspångsgraniten, vilket orsakar den förhöjda magnetiseringsnivå som syns på kartan över det magnetiska totalfältet. Modelleringar av flygmätta magnetiska data och data från tyngdkraftsmätningar stöder detta. Medeldensiteten för metagraniten är $2\,700 \text{ kg/m}^3$ och båda granityperna har liknande strålningsvärden, medelvärden på 3,4 % kalium och 3 ppm uran samt 22 och 18 ppm torium för Finspångsgraniten respektive metagraniten.

Berggrunden i de västligaste delarna av området utgörs av en grovporfyrisk, högmagnetisk granit (fig. 16). Mätningar av susceptibilitet på hållar i området visar att den har en genomsnittligt hög susceptibilitet, värden mellan 10 och $3\,270 \times 10^{-5}$ SI-enheter (medelvärde $1\,300 \times 10^{-5}$ SI-enheter). Strålningsmässigt skiljer den sig från de andra graniterna genom en generellt låg toriumhalt (fig. 17). Den grovporfyriska graniten har en medeldensitet på $2\,730 \text{ kg/m}^3$.

I området söder om sjön Glan är strålningen generellt högre (fig. 18). Områden med högstrålande yngre graniter bidrar till de förhöjda värdena, medelvärdet för gammaindex är 1,2 i den postorogena

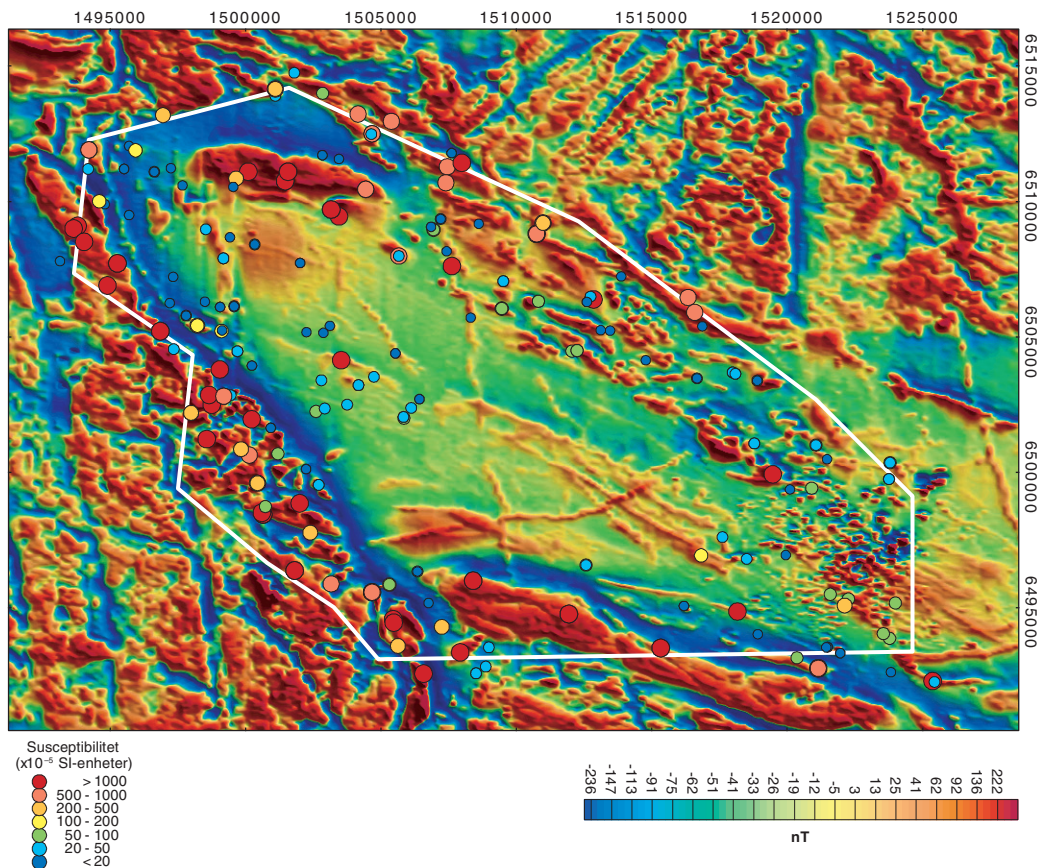


Fig. 16. Magnetisk anomalikarta över Finspång–Norrköpingsområdet (jfr fig. 1).

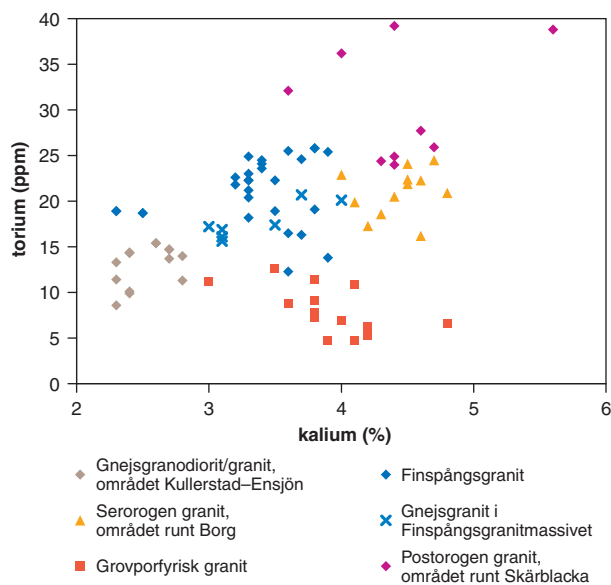


Fig. 17. Sammanställning av kalium- och toriumhalter för granitoider i Finspång–Norrköpingsområdet.

graniten och 1,1 i den senorogena graniten. En annan orsak till den förhöjda totalstrålningen kan vara de glaciala leror som finns söder om Glan. Den postorogena graniten som finns i området kring Skärblacka har en medelsusceptibilitet på 74×10^{-5} SI-enheter (medianvärde 17×10^{-5} SI-enheter). På den magnetiska anomalikartan framträder graniten som ett lågmagnetiskt område (fig. 16).

Från Kullerstad, vidare sydost mot Ensjön, sträcker sig en högmagnetisk anomali (fig. 16). Genom

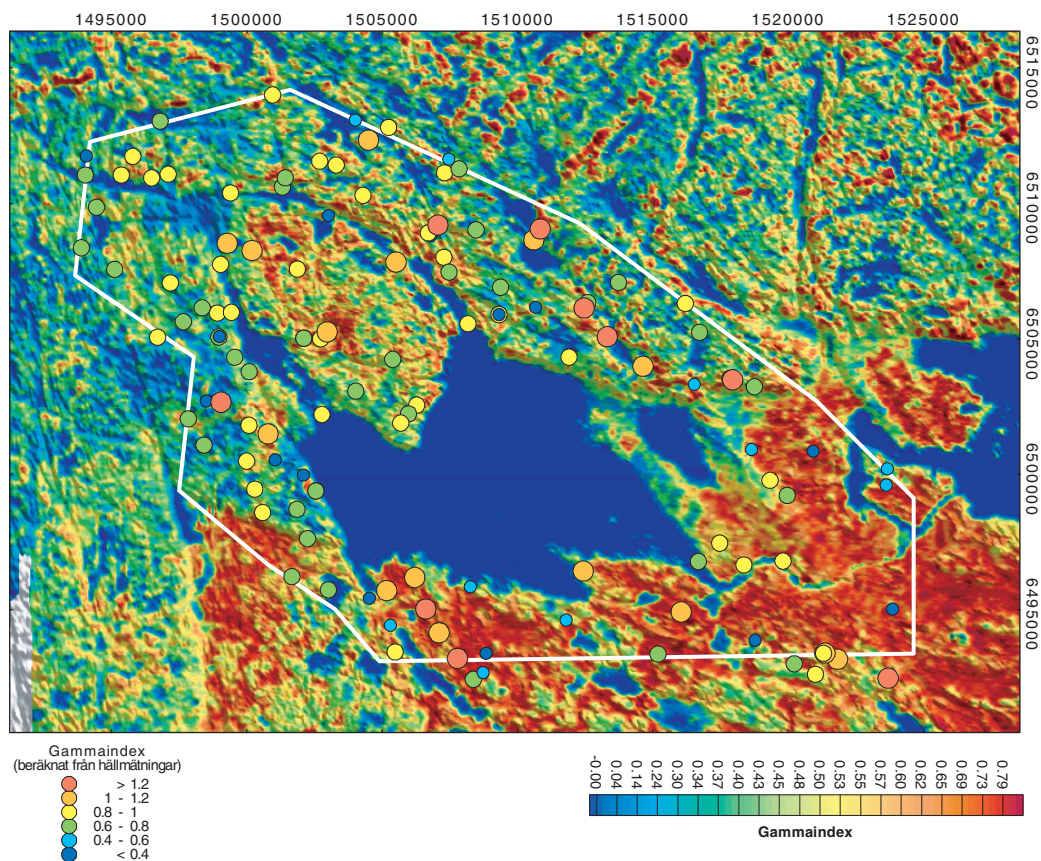


Fig. 18. Gammaindexkarta över Finspång–Norrköpingsområdet (jfr fig. 1), beräknad från flygdataben.

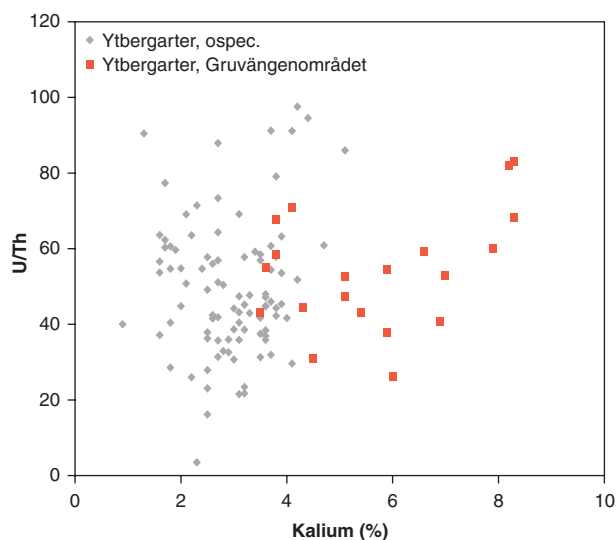


Fig. 19. Sammanställning av spektrometervärden för ytbergarter i Finspång–Norrköpingsområdet.

mätningar av susceptibiliteten i fält har anomalin relaterats till metagranodioriten/-graniten. Medelvärde för susceptibiliteten är 1300×10^{-5} SI-enheter. Gränsen mellan metagranodioriten/-graniten och den i norr angränsande senorogena graniten syns tydligt på den magnetiska anomalikartan (fig. 16). Susceptibiliteten mätt på hällar av den senorogena graniten (medelvärde 11×10^{-5} SI-enheter) är en tiopotens lägre än för metagranodioriten/-graniten. Granitens densitet är också låg, lägsta värdet är 2627 kg/m^3 och det högsta 2654 kg/m^3 . På den filtrerade tyngdkraftskartan (fig. 20) och den

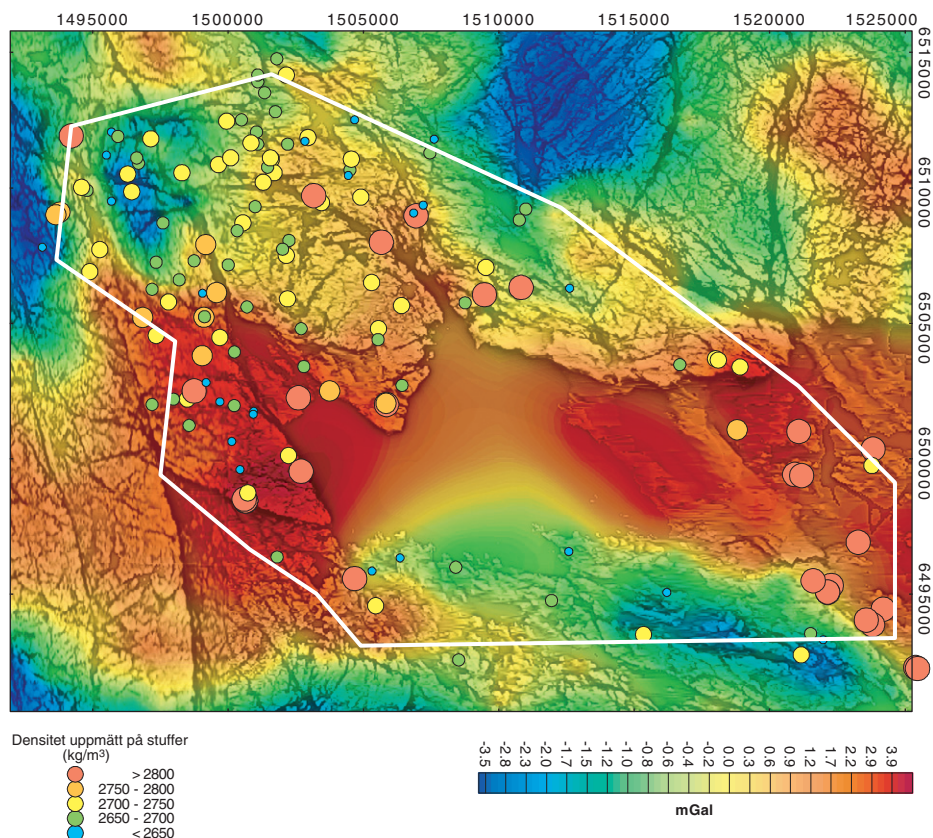


Fig. 20. Tyngdkraftskarta över Finspång–Norrköpingsområdet (jfr fig. 1) med topografin som gråskala. Kartan visar residualfältet, dvs. ger information om massfördelningen i de ytligaste kilometrarna av jordskorpan.

magnetiska anomalikartan framträder intrusionen som ett område med låg densitet och susceptibilitet. Dessutom indikerar samma geofysiska kartor att den senorogena granitens utbredning fortsätter längre österut än vad de äldre berggrundskartorna visar. Gammastrålningsmätningar verifierar denna indikation, och visar att den senorogena granitens utbredning fortsätter österut, in i det område som på den äldre berggrundskartan 8G Norrköping NV är betecknat med synorogen granit.

Ytbergarterna i projektområdet är generellt lågmagnetiska (medelvärde 33×10^{-5} SI-enheter), utom i området runt Ruda-Gruvängen. Där genomskärs de av ett flertal deformationszoner. Kaliumhalten varierar där från 8,3 % i de felsiska metavulkaniterna till 2,2 % (fig. 19). Halterna av uran och torium är generellt låga, medelvärden 2,7 respektive 12 ppm. Området uppvisar en mycket varierande susceptibilitet, från 8810×10^{-5} SI-enheter till 1×10^{-5} SI-enheter.

Flera deformationszoner norr om sjön Glan ger upphov till stråk med låg susceptibilitet. En nästan 2 km lång, nordöstlig profil är markmätt med magnetometer för att få mer information om de nordvästligt strykande, positiva anomalierna som framträder på den filtrerade magnetiska anomalikartan. Ett antal anomalier påträffades, från några meter till ett tiotal meter breda. De kraftigaste anomalierna har gradienter på 1 000–3 000 nT/10 m. Från modelleringar framgår att brant stupande lager med en hög remanent magnetisering i kombination med måttlig till hög susceptibilitet ($500\text{--}5\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter) kan förklara anomalierna. Stupningen i området är enligt 8G Norrköping NV brant, med en strykning som är nära vinkelrät mot profilens riktning. Strax väster om den lilla sjön Åmlången har ett bergartsprov tagits av en felsisk metavulkanit som orsakar en magnetisk anomali. Provets remanenta magnetisering är mycket hög (Q-värde = 46). Medelvärdet för susceptibiliteten är 630×10^{-5} SI-enheter och densiteten $2\,976 \text{ kg/m}^3$, och den höga densiteten är troligen orsakad av malmmineraliseringar. I samtliga fall där en hög remanent magnetisering (Q-värde >2) mätts är består proverna av ytbergarter.

En positiv anomali framträder strax väster om Skärblacka, i skarp kontrast till den lågmagnetiska omgivningen. Denna orsakas dels av den tektoniska zon som där går genom Motala ström, dels av den i väster angränsande, lågmagnetiska postorogena graniten (fig. 15). Anomalin orsakas av metadioritoid som här har en medelsusceptibilitet på 2700×10^{-5} SI-enheter. Metadioritoiden ger även upphov till en filtrerad positiv tyngdkraftsanomali, som fortsätter åt nordväst in i områdena med ytbergarter (fig. 20). Flera förekomster med metadioritoid har påträffats i dessa områden under fältarbetet. På berggrundskartan 8G Norrköping NV syns ett antal små basiska kroppar i Norrköpingsområdet. Medelvärde av densitetsmätningar på de basiska bergarterna är 3060 kg/m^3 . Det är troligt att de basiska bergarterna har en större utsträckning på djupet än på ytan och därför ger upphov till den positiva tyngdkraftsanomalin (fig. 20). Susceptibiliteten ligger mellan 75 och 95×10^{-5} SI-enheter för drygt hälften av hållarna, men är för de resterande hållarna mycket högre (medelvärde 3700×10^{-5} SI-enheter).

I områdena med ytbergarter har flera metadioritkroppar påträffats. Susceptibiliteten visar ett medelvärde på 46×10^{-5} SI-enheter (maxvärde 103×10^{-5} SI-enheter). Densiteten från mätningar på två stuffer av metadiorit är 3007 respektive 2977 kg/m^3 .

Bergarternas uranhalt är generellt låg. Fyra mätningar i området på tre olika hållar har gett ett radiumindex större än 1. Värdena är uppmätta på granitoider norr om Glan, en lokal öster om sjön Käxten, en lokal öster om Näfssjön, samt en lokal öster om sjön Gängen. I granitoiden öster om sjön Gängen mättes uranhalt på upp till 60 ppm. Endast för tre av mätningarna på två olika hållar överstiger gammaindex 2, lokalerna öster om Käxten respektive Gängen.

BERGKVALITETSARBETET

I Nyköpingsområdet har 38 bergkvalitetsprover tagits och i Finspång–Norrköpingsområdet 28. Urvalet har gjorts med syftet att få med så många bergartstyper som möjligt och att få en någorlunda jämn yttäckning av områdena. Bergartsproverna har efter fältobservationer bedömts vara representativa för större områden så att extrapolering görs möjlig. Mikroskopering och teknisk analys av bergartsproverna pågår. Hälften av tunnslipen är hittills analyserade för ASR (alkali-silikareaktivitet). Enligt de analyserade tunnslipen finns ingen förhöjd risk för ASR i något av 17 bergartsprover från Nyköpingsområdet. För Finspång–Norrköpingsområdet saknas risk för förhöjd ASR i 13 av 15 bergartsprover.

Gammastrålningsmätningar har utförts på samtliga provtagningslokaler.

REFERENSER

- Carlsson, G.A., 1880: Beskrivning till kartbladet Norsholm. *Sveriges geologiska undersökning Aa 79*, 35 s.
- Erdmann, E., 1867: Några ord till upplysning om bladet Nyköping. *Sveriges geologiska undersökning Aa 23*, 106 s.
- Kornfält, K.-A., 1975: Beskrivning till berggrundskartan Norrköping NV. *Sveriges geologiska undersökning Af 108*, 54 s.
- Kornfält K.-A. & Lundström, I., 1974: Berggrundskartan 8G Norrköping NV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 108*.
- Linnarsson, G. & Tullberg, S.A., 1882: Beskrivning till kartbladet Vreta Kloster. *Sveriges geologiska undersökning Aa 83*, 45 s.
- Lundström, I., 1974: Beskrivning till berggrundskartan Nyköping SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 109*, 123 s.
- Lundström, I., 1974: Berggrundskartan 9H Nyköping SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 109*.
- Lundström, I., 1976: Beskrivning till berggrundskartan Nyköping SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 114*, 81 s.
- Lundström, I., 1976: Berggrundskartan 9H Nyköping SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 114*.

- Stephens, M.B., Ahl, M., Bergman, T., Lundström, I., Persson, L., Ripa, M. & Wahlgren, C.-H., 2000: Syntes av berggrundsgeologisk och geofysisk information, Bergslagen och omgivande områden. / H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1999. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 102*, 78–97.
- Stephens, M.B., Ahl, M., Bergman, T., Lundström, I., Persson, L., Ripa, M. & Wahlgren, C.-H., 2001: Syntes av berggrundsgeologisk och geofysisk information, Bergslagen och omgivande områden. / H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2000. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 105*, 63–74.
- Stolpe, M., 1881: Beskrivning till kartbladet Finspång. *Sveriges geologiska undersökning Aa 82*, 20 s.
- The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 2000: Naturally Occurring Radioactivity in the Nordic Countries – Recommendations. *ISBN 91-89230-00-0*, 81 s.
- Wikström, A., 1976: Beskrivning till berggrundskartan Katrineholm SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 116*, 88 s.
- Wikström, A., 1976: Berggrundskartan 9G Katrineholm SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 116*.
- Wikström, A., 1988: Berggrundskartan 9F Finspång SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 163*.
- Wikström, A., 1991: Beskrivning till berggrundskartorna Finspång NO, SO, NV, SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 162, 163, 164, 165*, 216 s.

E-post: ildiko.antal@sgu.se

dick.claeson@sgu.se

maria.carlsater@sgu.se

sam.sukotjo@sgu.se

Örebro, bergkvalitet

Martin Ahl, Lutz Kübler och Maria Carlsäter

INLEDNING

Projektets syfte är att skapa databaser innehållande bergkvalitetsinformation som ett effektivt underlag för planering och hushållning med naturresurser för kommuner, länsstyrelser, företag m.fl. i Örebro, Kumla och i en del av Hallsbergs kommun (fig. 1). Bergkvalitetskartan i skala 1:50 000 visar ytor klassade efter bergmaterialets användningsbarhet till t.ex. vägbyggnad, spårballast och betongproduktion. Till grund för dessa ytor ligger fältstudier av omvandlingar och strukturella drag i berggrunden samt ett stort antal bergtekniska prover.

Projektet utgör dels en del av SGUs systematiska geologiska kartering inom befolkningstäta områden, dels tillgodoser det behov för miljömålet "God bebyggd miljö". Den kristallina berggrunden täcker totalt en yta på ca 1 515 km² inom området. Arbetet började under våren 2003 och beräknas ta två och ett halv år i anspråk. Tidigare undersökningar av berggrunden har bl.a. utförts av Gumbelius (1873), Linnérsson (1875), Stolpe (1875), Erdmann (1889), Allen m.fl. (1996) och Stephens m.fl. (2000). Specialarbeten med anknytning till fysisk planering och täktverksamhet har publicerats av Länsstyrelsen i Örebro län (1980), Lindén (1989), Snäll (1990) och Bergman m.fl. (1999). Som underlag för bergkvalitetskarteringen föreligger SGUs lokala karteringar (serie Af) från området, Lundegårdh & Fromm (1971), Lundegårdh m.fl. (1972, 1973), Magnusson & Gorbatshev (1972), Aaro (1983), Kero (1984). Berggrundskartorna 10F Örebro (SGU serie Af) i skala 1:50 000 framställdes under 1960-talet och var från början tänkta att publiceras i skala 1:100 000. Detta, och att tolkningen av bergartsenheterna har förändrats med tiden, kräver att en uppdatering av litologierna sker under arbetets gång.

KORT GEOLOGISK KARAKTERISTIK

Graden av metamorf omvandling varierar starkt i projektområdet. Käglanområdet i den nordöstra delen domineras av relativt välbevarade ytbergarter, medan berggrunden i de västra delarna utmed Kilsbergen har en högre metamorf grad (amfibolitfacies) och de dominerande metavulkaniterna är starkt migmatitiserade. I den södra delen av området finns också en metamorf gradskillnad mellan de bättre bevarade bergartsleden i nordost och de starkt omvandlade bergarterna i sydväst. I områdena med starkt omvandlade ytbergarter är berggrunden komplex. Det är stora svårigheter att bedöma de migmatitiserade bergarternas ursprung som vulkaniter eller sediment. Resultaten från gammastrålningsmätningarna illustrerar väl den kemiskt heterogena karaktären hos dessa bergarter. Hög gammastrålning och starkt varierande uran-toriumförhållanden präglar leukosomdelarna. Söder om Hallsberg visar strålningskartan mycket höga uran- och gammaindexvärden. Vid första anblicken verkar denna anomali vara en fortsättning på de strålningsintensiva, fanerozoiska avlagringarna (yngre sedimentbergarter) kring Kumla. De få mätningar som har kunnat utföras i detta område utpekar anmärkningsvärt nog äldre, gnejsig granodiorit (Wikström & Karis 1991) som strålningskälla. Hög gammastrålningsintensitet återfinns annars endast norr om Hjälmarén i de yngre granitmassiven (bl.a. Fellingsbrottyp).

Större tektoniska lineament och zoner korsar området och de har bildat uppkrossade och mylonitiserade bergarter. Det finns också några skarpa förkastningsbranter som begränsar de yngre, fanerozoiska bergarterna, dels utmed Kilsbergen som stryker i NNO-lig riktning, dels en brant i söder som har en ost-västlig utsträckning.

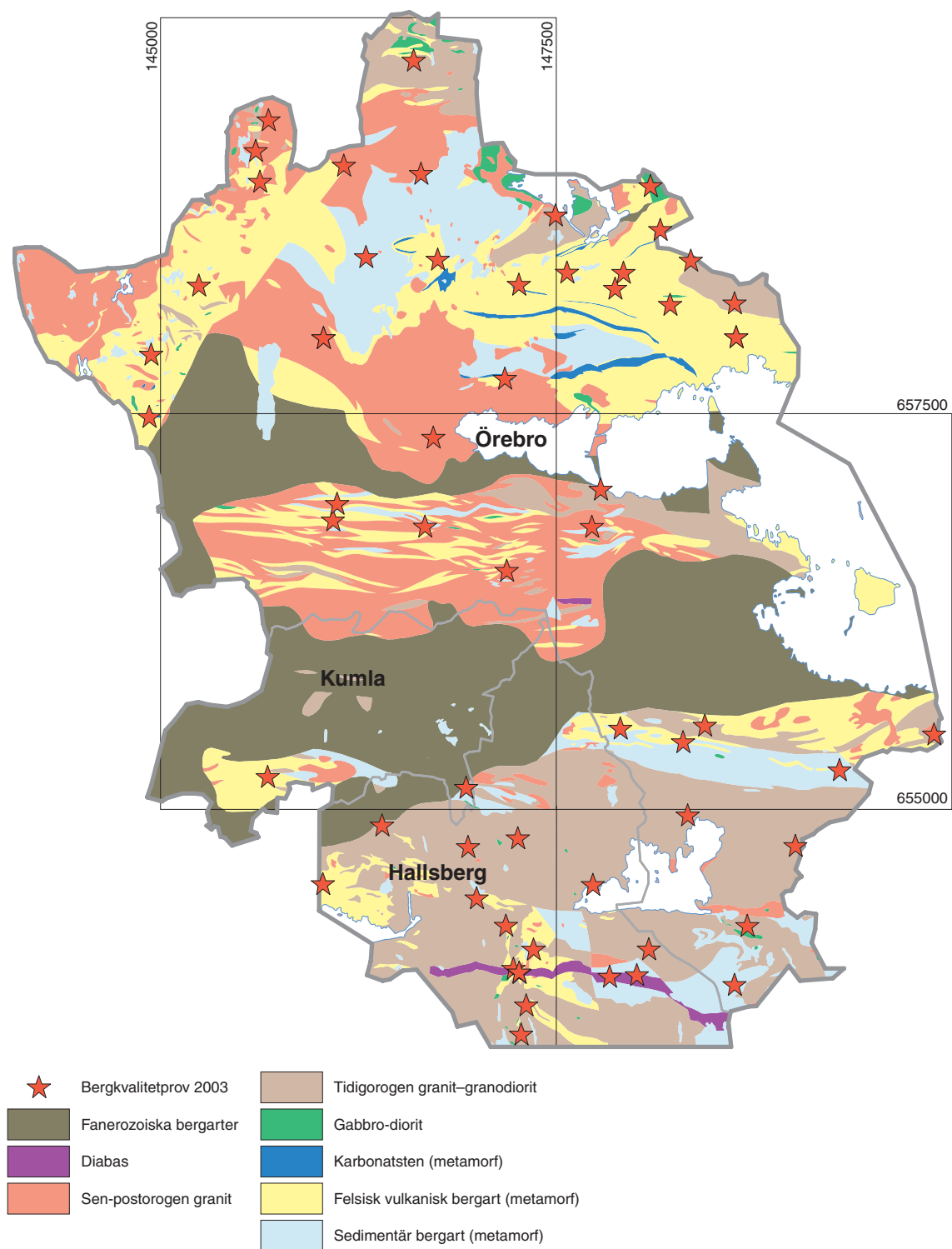


Fig. 1. Översiktlig berggrundskarta.

GEOFYSIK

Befintligt material

För projektområdet föreligger flygmätta data från år 1968, 1969, 1979 och 1980. De äldre mätningarna omfattar endast magnetfält- och gammastrålningsdata, medan man under de senare kampanjerna också registrerade elektromagnetiska data (envägs-VLF). Mätgeometrin var den som används som standard vid SGU, dvs. flyglinjeavstånd 200 m med mätpunktsavstånd 40 meter och en navigeringshöjd på 30 meter. Noggrannheten för magnetfältdata ökade mellan de två mätperioderna från

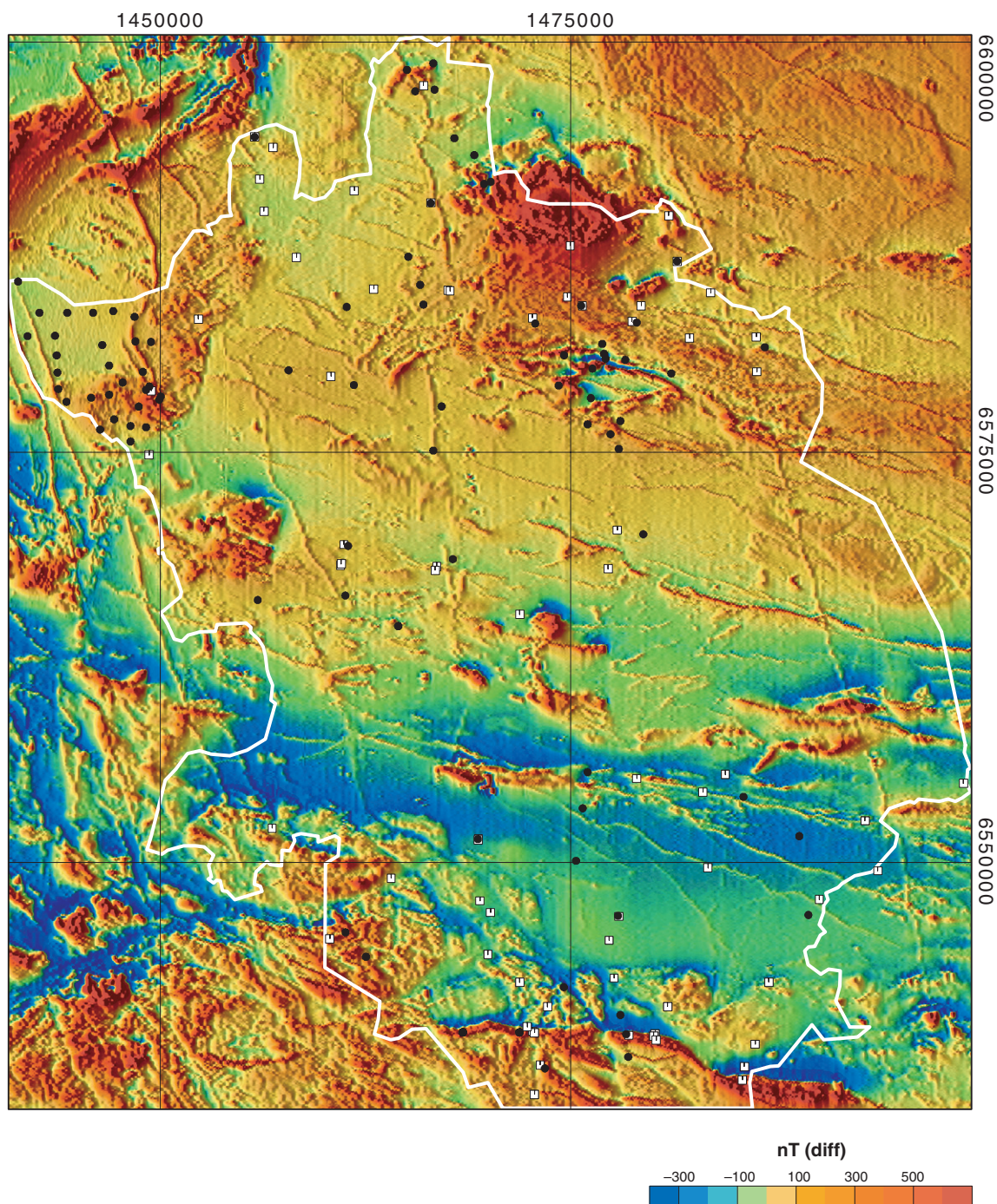


Fig. 2. Magnetisk anomalikarta över projektområdet. Provtagningspunkter för petrofysik 2003 representeras av vita rutor, tidigare provtagning av svarta cirklar.

10 nT till 1 nT. Flygriktningen har varit nord-sydlig i hela projektområdet utom i kartområdet 10E Karlskoga, där den var i ost-västlig. Figur 2 visar det magnetiska totalfältet i projektområdet. Tyngdkraftsmätningar har utförts huvudsakligen under åren 1979 och 1980 på sammanlagt något fler än 2000 punkter. Punkttätheten varierar i kartområdet 10F från 0,5 till 1,5 punkter per km² medan den på 9F håller sig mellan 0,25 och 0,5 per km².

Petrofysikdata från åren före 1990 finns från 46 bergartsprover från kartområdet 10E. Under arbetet med syntesprojektet "Bergslagen" (Stephens m.fl. 2000) insamlades 56 prover. Dessutom utfördes också mätningar av berggrundens radioaktiva strålningsegenskaper på 57 observationspunkter.

ÅRETS FÄLTARBETE

Följande personer har deltagit i fältarbetet: Martin Ahl, Maria Carlsäter, Lutz Kübler och Gunnar Rauséus.

Första årets fältarbete har inriktats på att genomföra en provserie för bergtekniska analyser, lito-geokemi och spektrometermätningar, från en majoritet av i området representerade bergarter. Totalt har 59 bergartsprover à ca 70 kg samlats in och skickats till MRMs laboratorium i Luleå för tekniska analyser. De tekniska analyser som kommer att genomföras är bestämning av korndensitet, kulkvarnsvärde, Los Angeles-tal och mikro-Devalvärde. Dessutom görs en petrografisk besiktning av tunnslip från bergarterna för att bedöma risken för alkali-silikareaktion (ASR) i betong. På alla proven görs också en bergartskemisk analys.

Årets geofysiska fältarbeten omfattade ca 6 veckor, med två geofysiker involverade. I huvudsak koncentrerades arbetet på att ta fram ett geofysiskt underlag som komplement till provtagningen för bergkvalitetsbestämning och kemisk analys. Totalt insamlades 82 bergartsprover (fig. 2) för petrofysisk analys (mätning av densitet, magnetisk susceptibilitet och magnetisk remanens). Tidigare utförda mätningar med gammaspektrometer kompletterades under årets arbeten med 77 nya punkter. Normalt utförs minst 2 mätningar på varje lokal, men kan i de fall där berggrunden är mycket heterogen uppgå till 4 eller fler mätningar.



Fig. 3. Vilande bergtäkt i diabas för stenuframställning. Brevengången (6582442/1452472), koordinater i rikets nät.

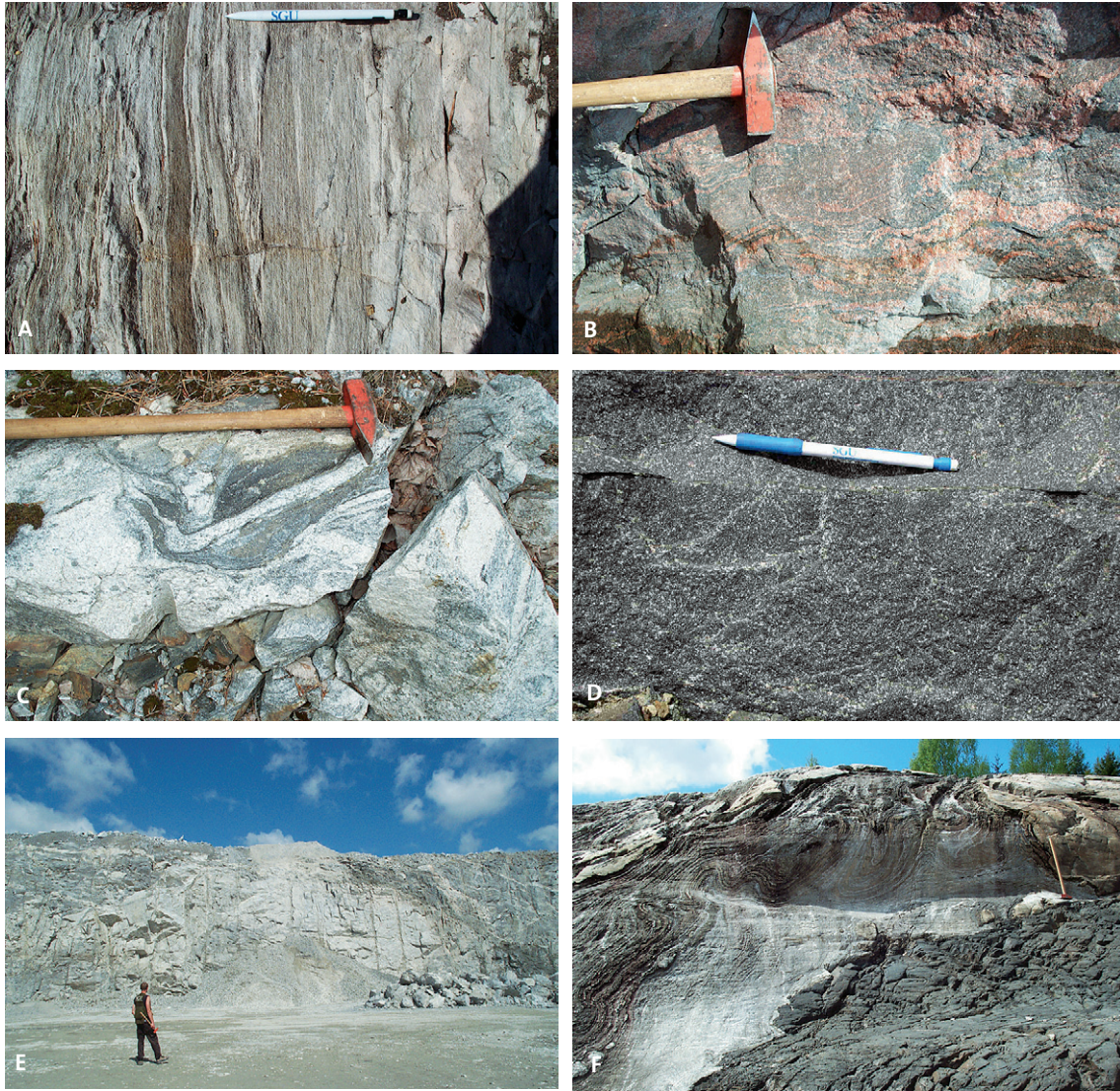


Fig. 4. Fotografier från projektområdet. Koordinater i rikets nät. **A.** Metavulkanit, något oren (6555159/1479052). **B.** Migmatitisk gnejs, troligen vulkaniskt ursprung (6578778/1449402). **C.** Migmatitisk gnejs, troligen sedimentärt ursprung (6567900/ 1477252). **D.** Diabas, Haddebotäkten i Brevengången (6582442/1452472). **E.** Dyltabrottet. Metavulkaniter med inslag av "problematiske" kalkstenslinser (6584778/1467505). **F.** Starkt veckad marmor med en rad inneslutningar och genomskuren av en bred diabasgång. Geologisk exkursionslokal (6582442/1452472).

REFERENSER

- Aaro, S., 1983: Flygmagnetiska tolkningskartor över kartbladen 10F Örebro NV och SV. *Sveriges geologiska undersökning*.
- 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.
- Bergman, T., Fredén, C., Gierup, J., Kübler, L., Stephens, M.B, Stölen, L.K. & Thunholm, B., 1999: Översiktsstudie av Örebro län. Geologiska förutsättningar. *SKB:R-99-23*, 49 s.
- Erdmann, E., 1889: Kartbladet Askersund (karta & beskrivning) *Sveriges geologiska undersökning Aa 84*, 100 s.
- Gumaelius, O., 1873: Beskrivning till kartbladet Örebro. *Sveriges geologiska undersökning Aa 48*, 49 s.
- Kero, L., 1984: Regionalgeofysiska interpretationer av kartbladen 9E Askersund NO, NV. *Sveriges geologiska undersökning Geofysisk rapport 8310*.
- Lindén, A.G., 1989: Kompletterande grusinventering inom delar av Örebro län. *Sveriges geologiska undersökning. Reg. inv. Rapport 1989:1*, 77 s.
- Linnerson, G., 1875: Beskrivning till kartbladet "Latorp". *Sveriges geologiska undersökning Aa 55*, 41 s.
- Lundegårdh, P.H. & Fromm, E., 1971: Beskrivning till geologiska kartbladet Örebro SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 101*, 70 s.
- Lundegårdh, P.H., Hubner, H., Wikman, H., Karis, L. & Magnusson, E., 1972: Beskrivning till geologiska kartbladet Örebro NV. *Sveriges geologiska undersökning Af 102*, 1–216.
- Lundegårdh, P.H., Karis, L. & Magnusson, E., 1973: Beskrivning till geologiska kartbladet Örebro SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 104*, 76 s.
- Länsstyrelsen i Örebro län, *Naturenheten 1980. Bergtäkt-80. Publikation 1980*, 8 s.
- Magnusson, E. & Gorbatshev, R., 1972: Beskrivning till kartbladet Örebro NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 103*, 74 s.
- Snäll, S., 1990: Krossbergsinventering inom delar av Örebro län. *Sveriges geologiska undersökning. Reg. inv. Rapport 1989:2*, 77 s.
- Stephens, M.B., Ahl, M., Bergman, T., Lundström, I., Persson, L., Ripa, M. & Wahlgren, C.-H., 2000: Syntes av berggrundsgeologisk och geofysisk information, Bergslagen och omgivande områden. I H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1999. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 105*, 63–74.
- Stolpe, M., 1875: Beskrivning till kartbladet Riseberga. *Sveriges geologiska undersökning Aa 54*, 29 s.
- Wikström, A. & Karis, L., 1991: Beskrivning till berggrundskartorna Finspång NO, NV, SO, SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 162, 163, 164, 165*, 216 s.

E-post: martin.ahl@sgu.se

lutz.kubler@sgu.se

maria.carlsater@sgu.se

Östra Mälardalen, bergkvalitet

Malin Sträng, Mehrdad Bastani, Fanny Hartvig och Lena Persson

INLEDNING

Projekt *Östra Mälardalen, bergkvalitet* startade under 2003 och skall enligt planen pågå t.o.m. 2006. Syftet med projektet är att ta fram bergkvalitetskarter över östra Mälardalen. Det utgör en del av SGUs kartering inom befolkningstäta områden och miljömålet "God bebyggd miljö". Bergkvalitetskarter kommer att skapas över följande kommuner: Nykvarn, Sigtuna och Vallentuna samt delar av Heby, Nynäshamn, Sala, Södertälje, Värmdö och Österåker (fig. 1). Totalt omfattar projektet ca 2 200 km². Inom Värmdö och Österåkers kommuner inleds arbetet med berggrundsundersökningar eftersom det saknas moderna berggrundskarter över delar av dessa kommuner. Även inom Heby kommun görs en kompletterande berggrundsundersökning. Efter att berggrundskarteringen är klar kan bergkvalitetsundersökningarna utföras. Under 2003 har bergkvalitetsprovtagningar genomförts i Sigtuna och Vallentuna kommuner, och berggrundsundersökningar har påbörjats i Värmdö och Heby kommuner.

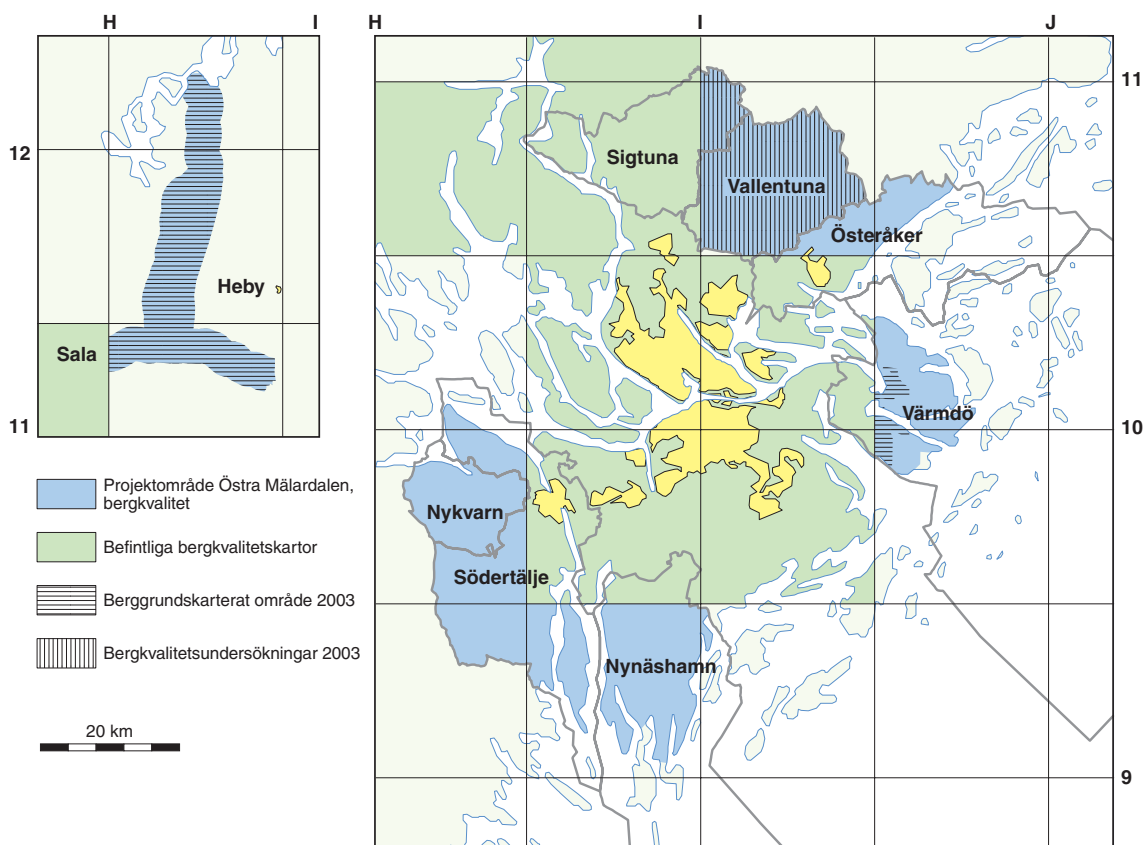


Fig. 1. Projektområdet.

BERGGRUNDSGEOLOGI

Under 2003 startade berggrundskarтерingen i relativt blygsam skala inom Värmdö och Heby kommuner. I Heby bedrevs undersökningarna i samarbete med Svealandsprojektet varför vi angående resultaten från dessa undersökningar hänvisar till fältrapporter från Bergman m.fl. (2001, 2002, 2003). I fältarbetet har följande personer deltagit: Mehrdad Bastani, Hans Delin, Fanny Hartvig, Lena Persson och Malin Sträng.

Värmdö kommun

Värmdö kommun har en total landyta på 438 km² och består av 10 252 öar. Berggrundskarтерingen i detta projekt bedrivs på de öar som det finns bro till (undantaget Djurö och Björnö). De västra delarna av kommunen ligger inom kartområdena 10I Stockholm NO och NV över vilka moderna berggrundskartor redan finns (Persson m.fl. 2001). Dessa delar av kommunen ingår därför inte i projektet. Tidigare undersökningar av berggrunden inom kommunen har utförts av bl.a. Nathorst (1881), Svedmark (1883), Sundius (1939), Möller och Stålhös (1964, 1969), Stålhös (1968) samt Persson m.fl. (2001, 2002).

Under 2003 har undersökningarna främst bedrivits på Ingarö, i södra delen av kommunen, samt i de västra delarna av Värmdölandet. På Ingarö består det karterade områdets berggrund huvudsakligen av gnejsiga granitoider som varierar i sammansättning, från granodiorit till tonalit, samt en metabasit som är associerad med granitoiderna. I de norra delarna av Ingarö och i det hittills undersökta området på Värmdölandet uppträder en sedimentådergnejs som delvis är migmatitomvandlad i varierande grad. Mindre områden med en grå, fint medelkornig, jämnkornig, folierad bergart med granitisk till granodioritisk sammansättning förekommer spritt över det undersökta området på Värmdölandet. Troligtvis är denna granit relativt ung i förhållande till de redan nämnda granodioriterna till tonaliterna. I en häll i Hemmesta uppvisar den yngre graniten en fläckig struktur, bestående av ljusa fläckar med en mörk kärna av i huvudsak biotit (fig. 2). Liknande fläckgraniter finns i kartområdet 10I Stockholm NO (Persson m.fl. 2001b). Bergarternas foliation i det karterade området är huvudsakligen orienterad i VNV till VSV.

Mikroskopering och kemisk analys av bergartsprover från kommunen pågår.



Fig. 2. Fläckgranit från Hemmesta (6581300/1653295). Koordinater i rikets nät.

BERGKVALITET

De dominerande bergartsenheterna har provtagits för teknisk analys, företrädesvis i vägsärningar och bergtäkter. Vid varje provtagningslokal har ca 70 kg bergmaterial tagits. På dessa prover görs följande analyser: Kulkvarnsanalys (nötningsmotståndet), Los Angeles-analys (sprödhet), densitetsmätning, ASR-analys (alkali-silikareaktivitet) samt på en del prover, mikro-Devalanalys (nötningsmotstånd). De tekniska analyserna görs av MRM (mark radon miljö) i Luleå. Gammastrålningsmätningar på håll har utförts på de flesta lokalerna. Där det varit möjligt har även mätningar av sprickplanens strykning och stupning samt en bedömning av spricktätheten gjorts. Tunnslip från samtliga prov har framställts och mikroskopering av dessa pågår.

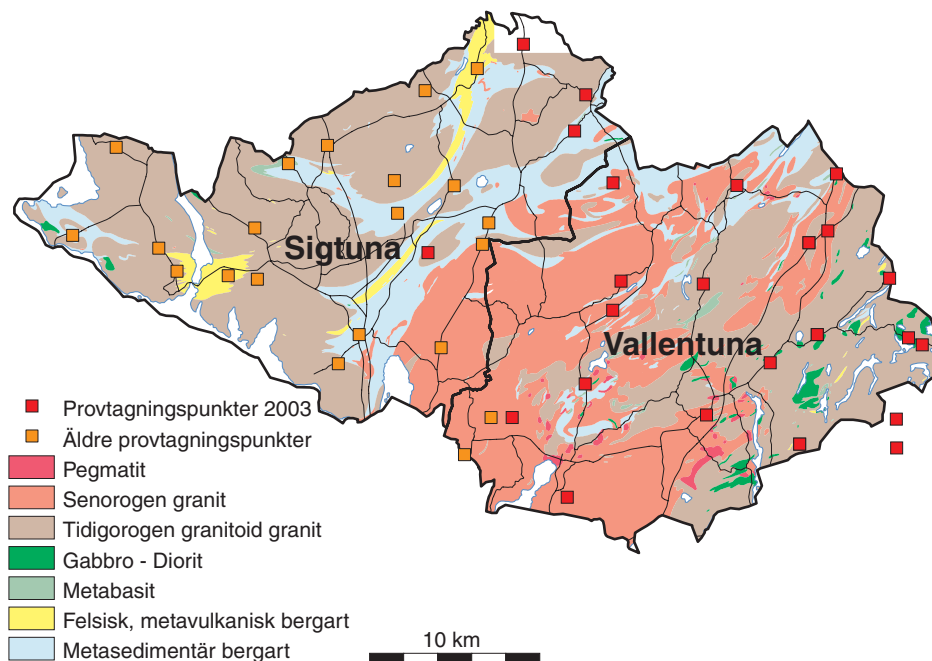


Fig. 3. Förenklad berggrundsgeologisk karta med provtagningsplatser för tekniska analyser i kommunerna Sigtuna och Vallentuna.

Sigtuna kommun

Sigtuna kommun har en landareal på 352 km². Det är enbart de östra delarna av kommunen som har undersökts inom detta projekt, eftersom bergkvalitetskarter redan finns utgivna över den större delen av kommunen (Persson m.fl. 1998, 2001a). I det nordöstra hörnet av Sigtuna kommun (11H Enköping NO) pågår berggrundsgranskning inom projekt "Östra Mälardalen, berg". I övriga delar av kommunen finns moderna berggrundsgranskningar (Arnbom & Persson 2001, Stålhös 1972), som bedöms vara av så god kvalitet att någon ny berggrundsgranskning ej är nödvändig. Bergkvalitetskartan över Sigtuna kommun skall färdigställas under våren 2004. Inom detta projekt har fyra prover för bergkvalitetsanalys tagits inom kommunen (fig. 3). Analysarbete och sammanställning av resultat från detsamma pågår för närvarande. Totalt har 26 prover för teknisk analys tagits i kommunen.

Vallentuna kommun

Vallentuna kommun är ca 360 km² stor och ligger inom kartområdena 11 I Uppsala SV och SO samt 10 I Stockholm NO (fig. 1). För samtliga områden finns moderna berggrundsgranskningar (Persson m.fl. 2001b, Stålhös 1972), som bedöms vara av så god kvalitet att någon ny berggrundsgranskning ej är

nödvändig. Bergkvalitetskartor finns utgivna för en mindre del av kommunen (Persson m.fl. 1998, 2002). Bergkvalitetskartan över Vallentuna kommun skall färdigställas under våren 2004. Inom kommunen har 21 prover tagits för bergkvalitetsanalys. Dessutom har två prover tagits strax utanför kommungränsen, i Österåkers kommun (fig. 3). Analyser och sammanställning av resultat från dessa pågår för närvarande.

GEOFYSISKA UNDERSÖKNINGAR

Inledning

Årets geofysiska fältarbetsinsats omfattar totalt fyra arbetsveckor, fördelade på två geofysiker. Fältarbetet har inriktats huvudsakligen på provtagning för bedömning av fysikaliska bergartsegenskaper och spektrometermätningar för bestämning av kalium-, uran- och toriumhalter på berghällar inom delar av kommunerna: Heby (14 lokaler), Sigtuna (9 lokaler) och Vallentuna (74 lokaler).

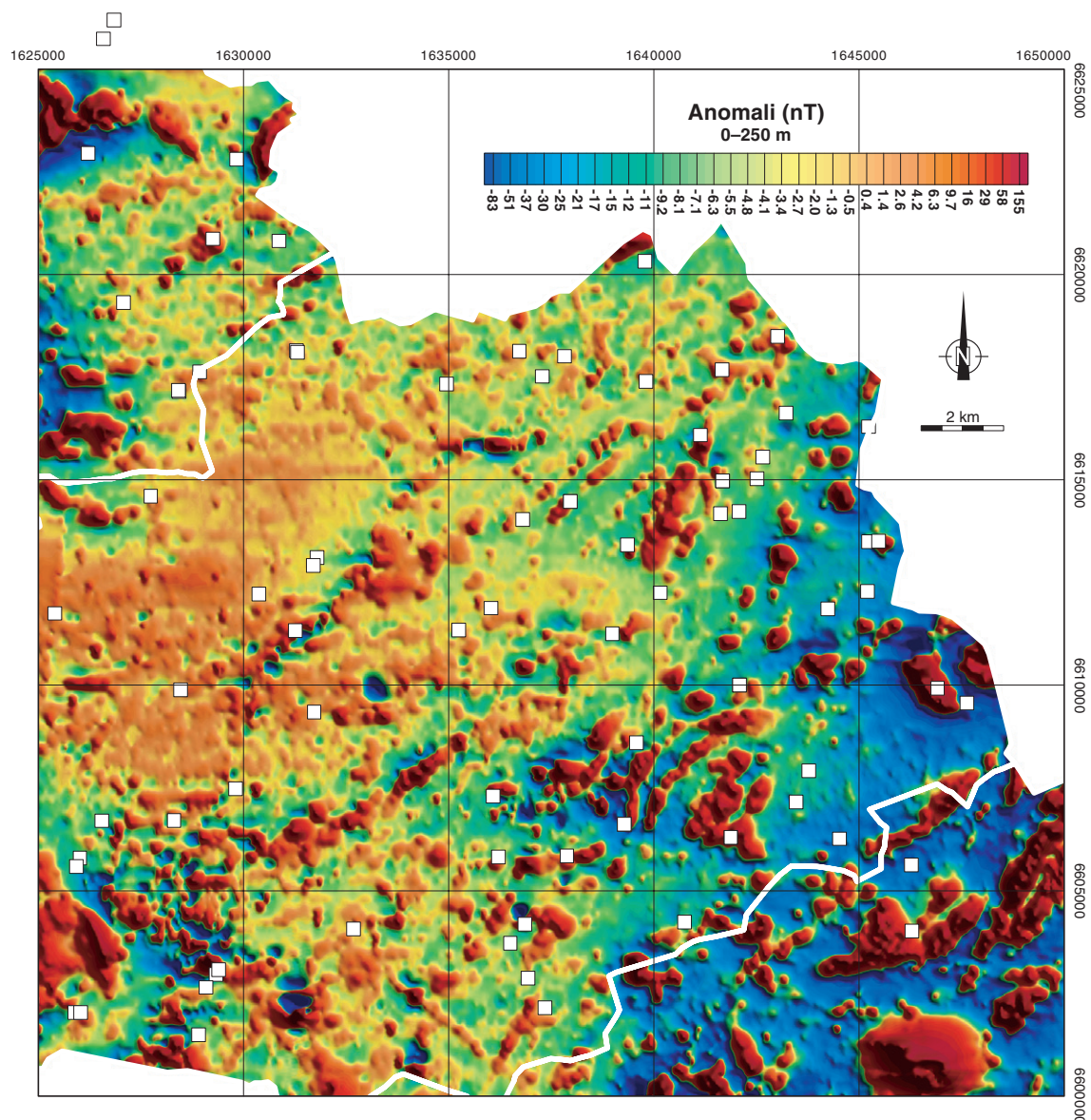


Fig. 4. Magnetfältsanomalier (djup 0–250 m) i undersökningsområdet inom 11I Uppsala SO. Vita kvadrater visar läget för mätningar med gammaspektrometer i Sigtuna och Vallentuna kommuner sommaren 2003.

Geofysiska data

Figur 4 visar magnetfältanomalier i de delar av Sigtuna och Vallentuna kommuner som ligger inom kartområdet 11I Uppsala SO. Anomalierna orsakas av magnetiska bergarter som ligger på ca 0–250 meters djup. Magnetfältet har ganska liten variation i detta område (endast några hundra nanoTesla). De största anomalierna orsakas av omvandlade mafiska bergarter (t.ex. metagabbro och metabasit). På magnetfältskartan finns några långsträckta, positiva anomalier som sammanfaller med utbredningen av metasedimentära bergarter (glimmerskiffer), t.ex. öster om Orkesta i Vallentuna kommun.

För kartområdet 11I Uppsala SO finns tvåvägs VLF-data och vi kan därför skapa en karta som visar den skenbara elektriska resistiviteten (Becken & Pedersen 2003) i undersökningsområdet (fig. 5). På kartan finns flera intressanta linjära, lågresistiva strukturer. En preliminär tolkning av resistivitetsdata visar att flera lineament sammanfaller med mylonitzoner på berggrundskartan. En av mylonitzonerna sträcker sig från Vallentunasjön i väster till Långsjön i öster och uppträder som en tydlig zon med låg resistivitet på kartan (markerad med en pil).

Markens uranhalt är generellt låg i stora delar av undersökningsområdena i Vallentuna och Sigtuna kommuner (fig. 6). Områden med förhöjda uranhalter sammanfaller med utbredningen av yngre

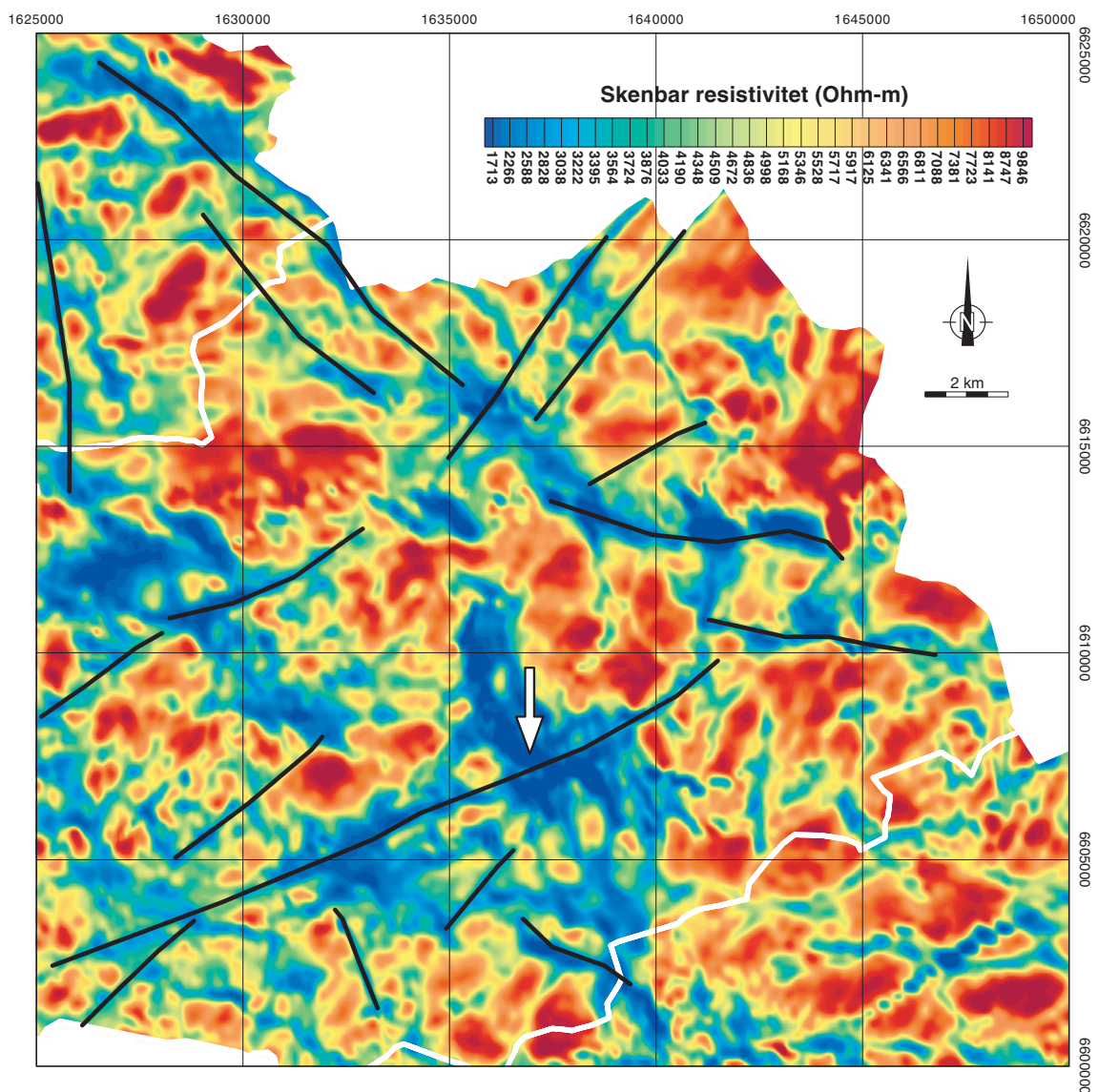


Fig. 5. Karta över skenbar resistivitet i undersökningsområdet inom 11I Uppsala SO. Svarta linjer representerar resistivitetlineament. Pilen pekar på en linjär anomaly som sammanfaller med en mylonitzon.

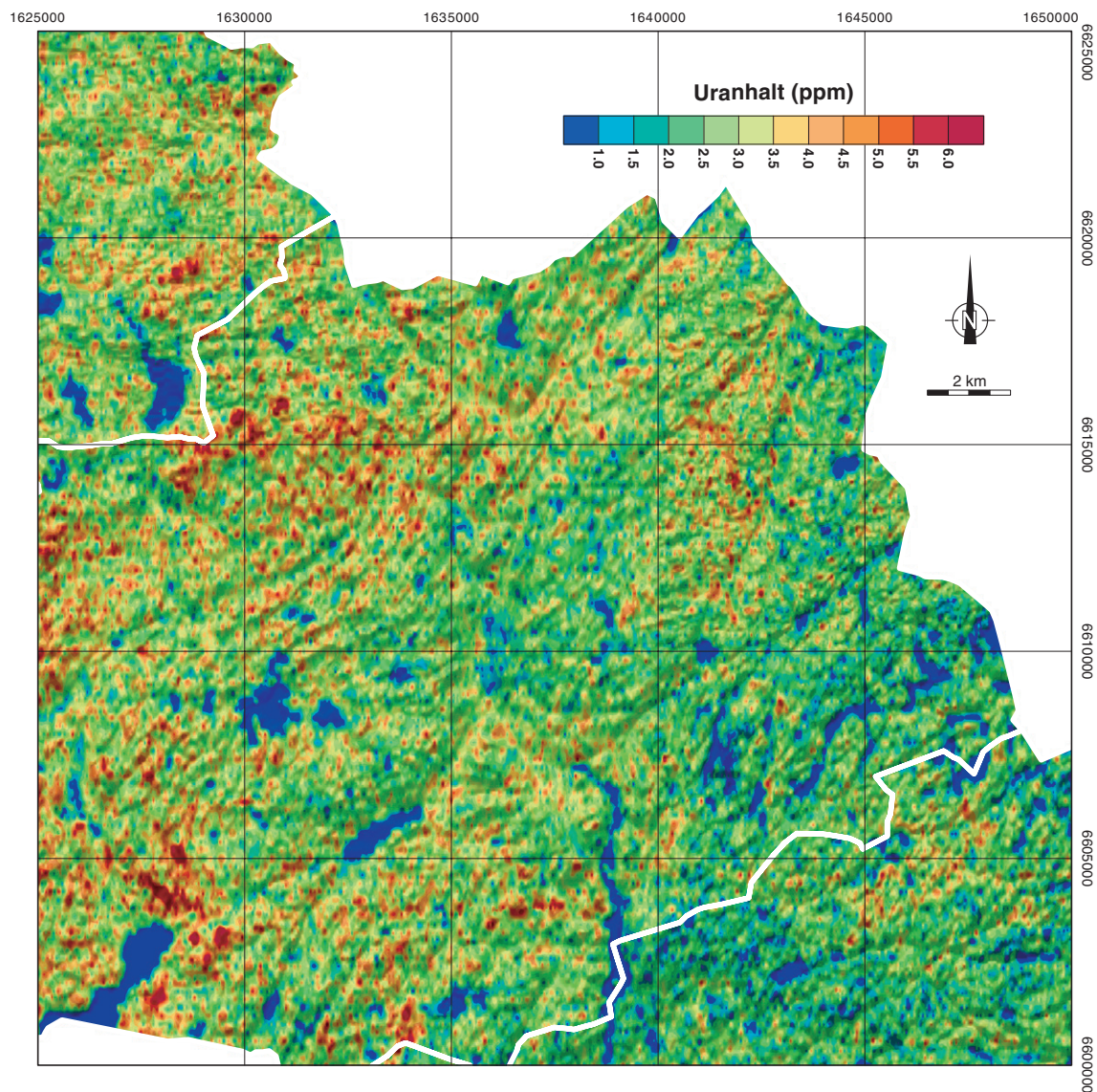


Fig. 6. Karta över markens uranhalt med höjdreliëfskartan som bakgrund. Undersökningsområdet inom 11I Uppsala SO.

graniter. Urananomalin strax norr om Vallentunasjön är troligtvis orsakad av bebyggelsen i området. Mätningar med gammasppektrometer på berghällar korrelerar bra med de flygradiometriska mätningarna. Mätningar i östra delen av Vallentuna kommun visar på två lokaler där radiumindex överstiger 1,0 (fig. 7). Bergarterna som ger dessa värden är en pegmatitgranit samt en yngre granit, vilket medför att de är olämpliga som byggnadsmaterial.

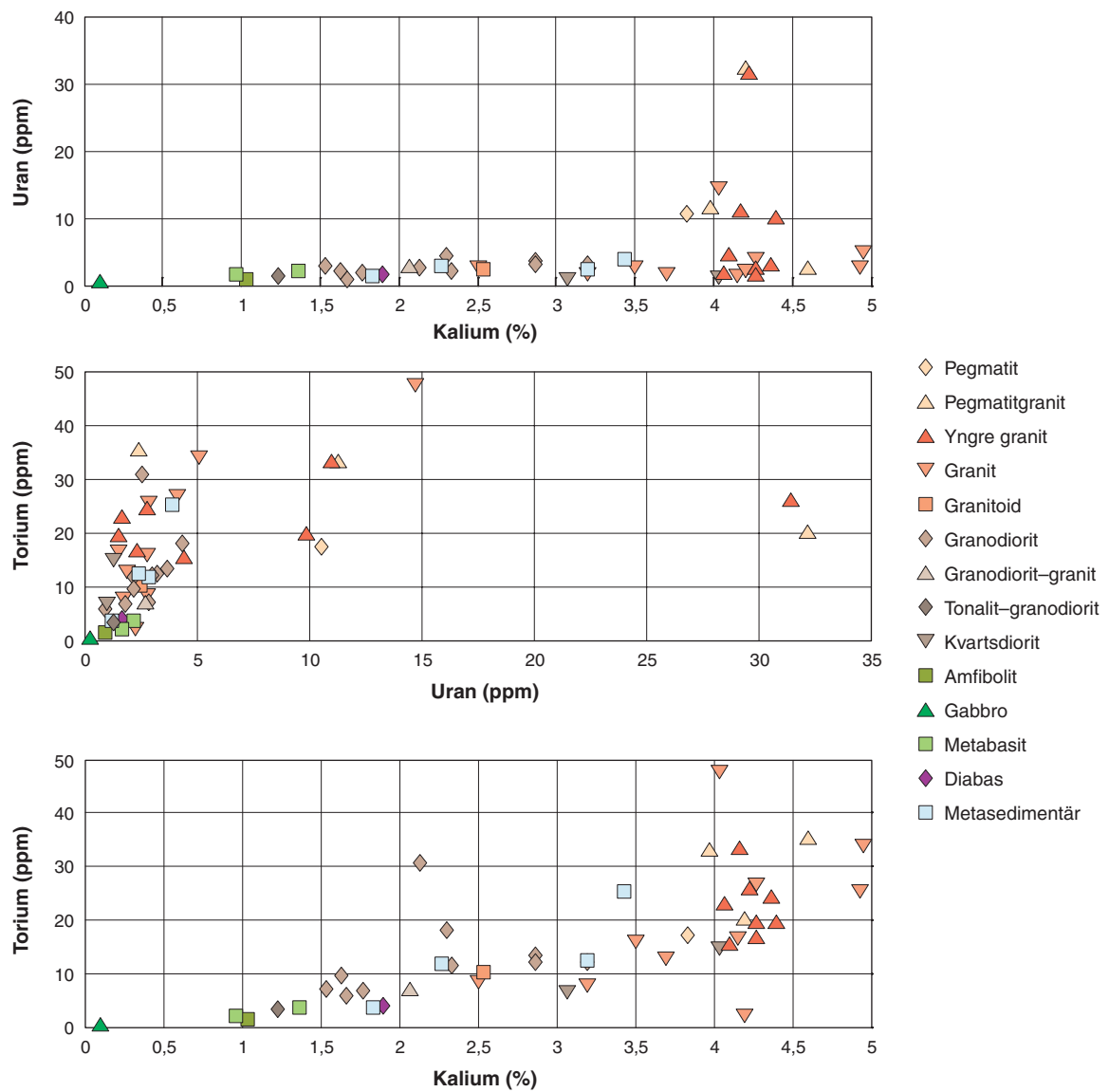


Fig. 7. Kalium-, uran- och toriumhalter för olika bergarter i de östra delarna av Vallentuna kommun.

REFERENSER

- Arnbom, J.-O. & Persson, L. 2001: Berggrundskartan 11I Uppsala NV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 210*.
- Becken, M. & Pedersen, L.B., 2003: Transformation of VLF anomaly maps in apparent resistivity and phase. *Geophysics, Soc. of Expl. Geophys.* 68, 497–505.
- Bergman, S., Delin, H., Kübler, L., Ripa, M. & Söderman, J., 2001: Projekt Svealand. I H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2000. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 105*, 16–28.
- Bergman, S., Delin, H., Karis, L., Kübler, L., Ripa, M. & Söderman, J., 2002: Projekt Svealand. I H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2001. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 110*, 10–39.
- Bergman, S., Delin, H., Kübler, L., Ripa, M. & Söderman, J., 2003: Projekt Svealand. I H. Delin (red.): Berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående verksamhet 2002. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 112*, 10–27.
- Möller, H. & Stålhös, G., 1964: Beskrivning till geologiska kartbladet Stockholm NO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 1*, 147 s.
- Möller, H. & Stålhös, G., 1969: Beskrivning till geologiska kartbladet Stockholm SO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 3*, 122 s.
- Nathorst, A.G., 1881: Beskrivning till kartbladet Gustafsberg. *Sveriges geologiska undersökning Aa 73*, 34 s.
- Persson, L. 1998: Bergkvalitetskartan 11I Uppsala SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 105 Bk*.
- Persson, L., Antal, I., Göransson, M., Lundqvist S. & Pamnert, M., 2001 a: Bergkvalitetskartan 11I Uppsala NV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Af 210 Bk*.
- Persson, L., Sträng, M. & Antal, I., 2001 b: Berggrundskartan 10I Stockholm, skala 1:100 000. *Sveriges geologiska undersökning Ba 60*.
- Persson, L., Antal, I., Göransson, M., Lundqvist S. & Sträng, M., 2002: Bergkvalitetskartan 10I Stockholm, skala 1:100 000. *Sveriges geologiska undersökning Ba 60 Bk*.
- Sundius, N., 1939: Berggrunden inom sydöstra delen av Stockholms skärgård. *Sveriges geologiska undersökning C 419*, 93 s.
- Stålhös, G., 1969: Beskrivning till Stockholmstraktens berggrund. *Sveriges geologiska undersökning Ba 24*, 190 s.
- Stålhös, G., 1972: Beskrivning till berggrundskartorna Uppsala SV och SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 105–106*, 165 s.
- Svedmark, E., 1883: Beskrivning till kartbladet Vaxholm. *Sveriges geologiska undersökning Aa 88*, 62 s.

E-post: malin.strang@sgu.se mehrdad.bastani@sgu.se fanny.hartvig@sgu.se
lena.persson@sgu.se

Dalarna, bergkvalitet

Magnus Döse och Lutz Kübler

INLEDNING

Dalarna, bergkvalitet startade 2003 med Magnus Döse som projektledare. Andra medarbetare har varit Jan-Olof Arnbom, Maria Carlsäter, Lutz Kübler, Katarina Persson-Nilsson och Lars Bergkvist (extrageolog). Projektområdet ligger i Dalarnas län och berör 9 kommuner (fig. 1), Falun, Borlänge, Smedjebacken, Leksand, Gagnef, Avesta, Hedemora, Säter och Ludvika. Projektet är en del av SGUs pågående, systematiska kartering av tätortsområden i landet samt en del i de statliga miljömål som tillkom 2002. Miljömålet "God bebyggd miljö" (delmål 4) säger uttryckligen att naturgrusproduktionen i Sverige måste minskas, och den skall vara högst 12 miljoner ton år 2010. Idag är produktionen ca 22 miljoner ton (2001 års statistik). Det enda rimliga alternativet till naturgrus är krossberg och

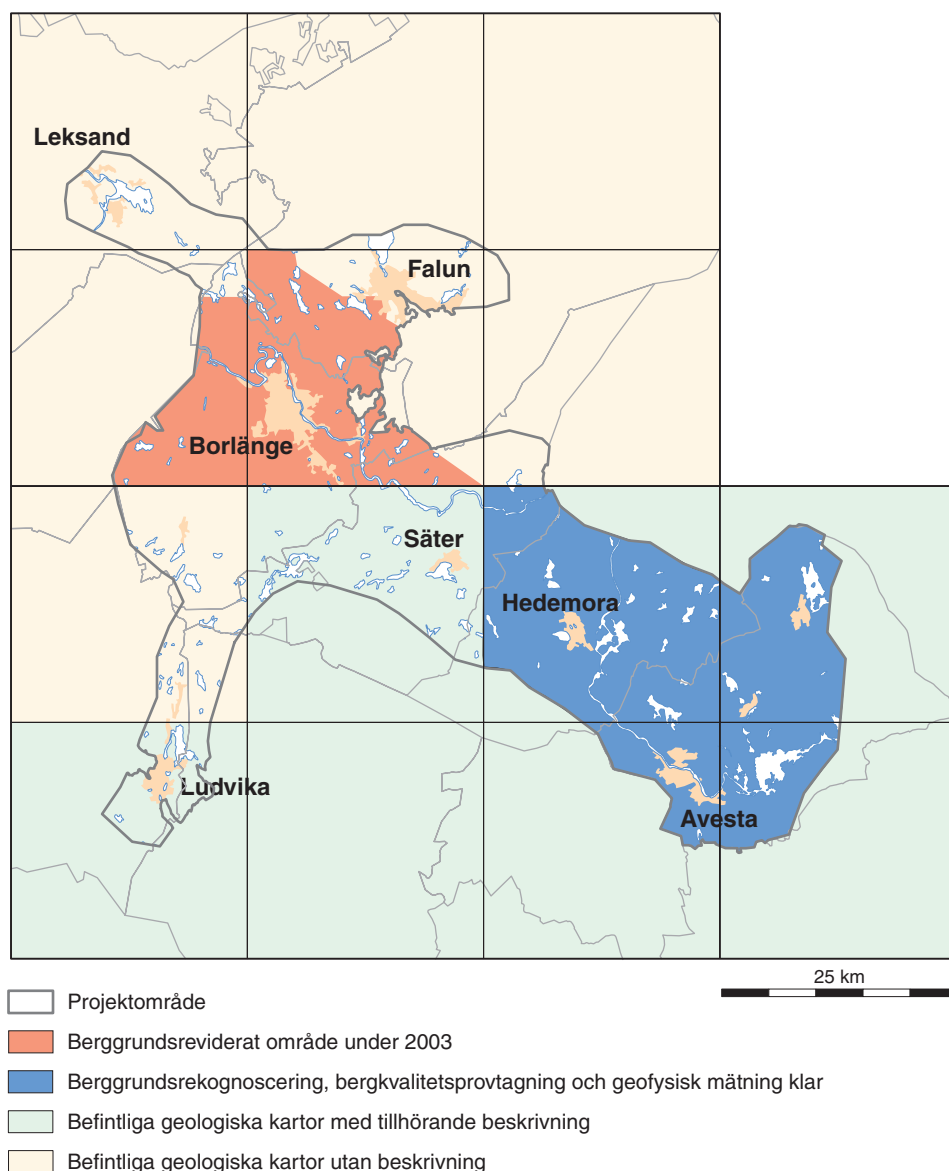


Fig 1. Projektområdet med tillhörande sammanfattning av resultat för 2003.

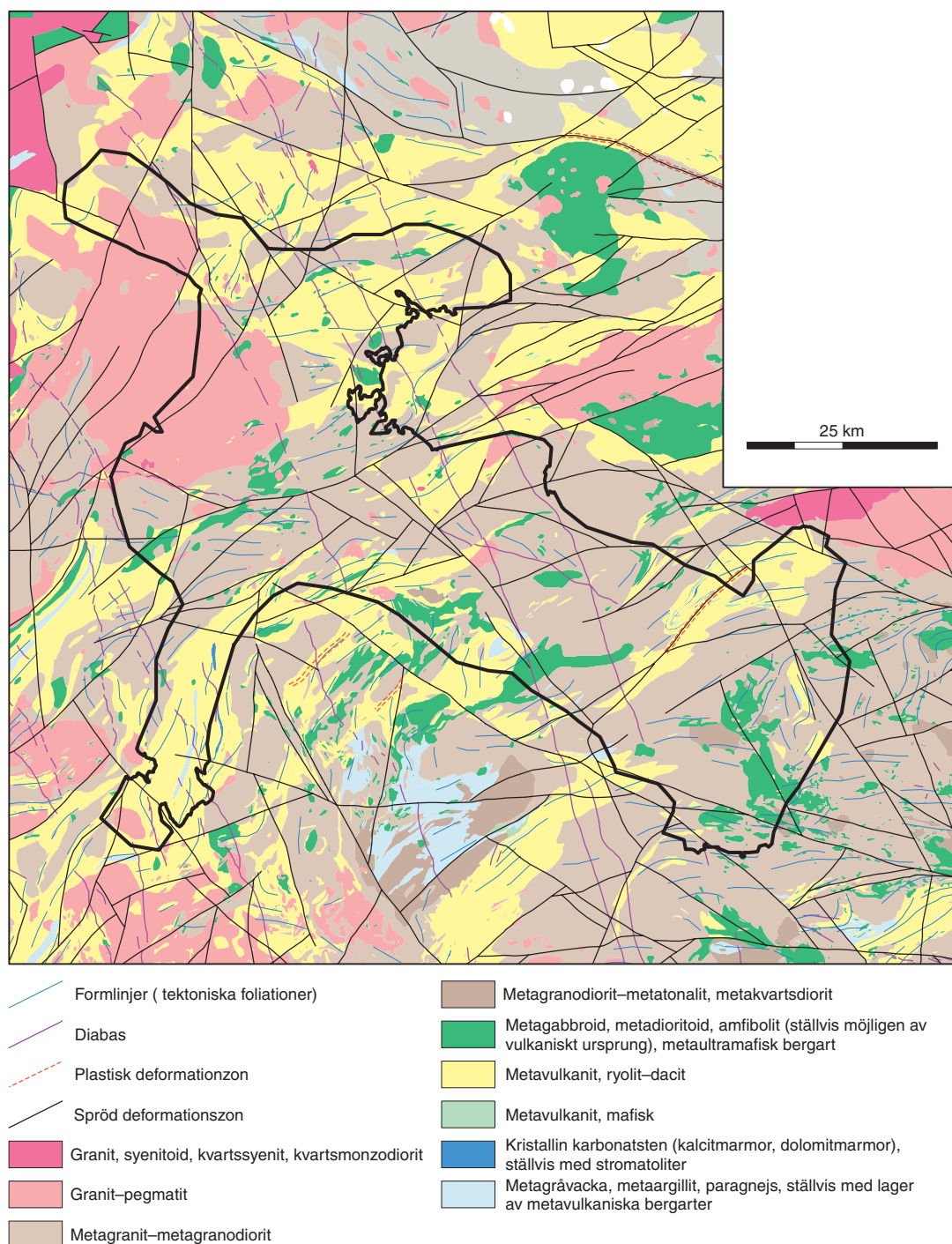


Fig 2. Berggrunden inom projektområdet. Området domineras tydligt av metagranodiorit och metavulkanit.

härav följer att projektets huvudsyfte är att undersöka berggrundens lämplighet som ballastmaterial. Projektområdets utformning har diskuterats med flera personer inom SGU, varvid strävan att minska användningen av naturgrus har varit grundpelaren. Området är dessutom valt med hänsyn till var större tätorter, vägar och järnvägar är belägna. Större orter inom området är Ludvika, Borlänge, Falun, Säter, Hedemora och Avesta.

Under fältsäsongen 2003 har de berggrundsgeologiska undersökningsarbetena omfattat:

- a) Revidering av ca 600 km² av de berggrundsgeologiska kartbladen 13F Falun.
- b) Punktviss provtagning i ca 800 km² av projektområdet för bergteknisk, kemisk, petrofysisk och petrografisk analys.
- c) Rekognoscering av ca 500 km² av området med befintliga geologiska kartor som underlag.
- d) Under säsongen har även 71 prover från berggrunden i Hedemora, Sätters och Avesta kommuner (ca 50–70 kg/provpunkt) insamlats (fig. 1).

I årets geofysiska fältarbeten, sammanlagt ca 7 veckor, var två geofysiker involverade, Lutz Kübler och Maria Carlsäter. Totalt insamlades 118 bergartsprover (fig. 3) för petrofysisk analys (mätning av densitet, magnetisk susceptibilitet och magnetisk remanens). Tidigare mätningar med gammaspektrometer kompletterades med 152 nya punkter.

ARBETSMETODIK

Strategi och kartans tillämpbarhet

Bergkvalitetskarter har tidigare producerats i områden där större fältinsatser (berggrundskartering m.m.) redan gjorts. Berggrundsgeologiska kartor har också i många fall en tillhörande beskrivning med detaljerad information (bl.a. analyser) som kan användas vid sammanställning av en bergkvalitetskarta. Inom delar av projektområdet har dock geologiskt grundmaterial saknats. På grund av detta håller delar av kartområdet 13F Falun (Kresten 1987a, b) på att revideras (se fig. 2 för kartbladsindelning). Det är av vikt att påpeka att den kommande reviderade berggrundskartan (fig. 1) över dessa områden är gjord enbart med hänsyn till den kommande bergkvalitetskartan. Berggrundsrevideringen i området har inte enbart som syfte att definiera varje bergart och struktur, utan framför allt att förtydliga ”hållfasthetsskillnader” mellan olika bergarter och bergartsled. Sålunda är kiselhalt, metamorf påverkan på bergarten, deformation, mineralens kornfogar och kontaktytor samt bergarternas glimmerhalt av extra stor betydelse. Följaktligen prioriteras kartering i områden där ovanstående parametrar kan väntas visa stor variation (riktad kartering) inom och mellan olika litologiska avsnitt.

ANALYSER

Analysresultat som ger en uppfattning om bergarternas nötnings- och slagtlighet är; kulkvarnsvärde, mikro-Devalvärde och Los Angeles-tal (LA-tal). Dessa analysresultat är knutna till ballast främst för infrastrukturella användningsområden (väg och järnväg). Ytterligare analyser som utförs är test av alkali-silikareaktivitet (ASR). Metoden utförs för att fastställa ballastens lämplighet för användning i betong.

Undersökningar som utförs av SGU är strålnings-, VLF- och parametermätningar (magnetisk remanens, susceptibilitet och densitet) samt mineral- och modalanalyser. Kemiska analyser görs för att få en bättre uppfattning om berggrundens ursprung och för bergartsbestämning. Bearbetning och sammanställning av fältarbetena har påbörjats och fortskrider under våren 2004.

Metodiken för framställning av bergkvalitetskartan sammanfattas nedan:

- 1) Sammanställning och bearbetning av tidigare undersökningsmaterial från området
- 2) Rekognoscering i fält av områden med befintliga berggrundskartor
- 3) Riktad berggrundskartering och revidering i delar av kartområdet 13F Falun
- 4) Provtagning av berggrunden för kemisk, okulär och teknisk analys
- 5) Geofysiska parametermätningar, gammastrålningsmätningar i anslutning till provtagningspunkter för teknisk analys
- 6) Geofysisk utvärdering av sprickbilden (vattenförande sprickor) i området, VLF-mätningar

- 7) Tunnslipsanalyser för undersökning av mineral, dess kornfogar, deformation, kornstorlek och textur
- 8) Bearbetning och sammanställning av reviderade delar av berggrundskartor, 13F Falun
- 9) Sammanställning av bergkvalitetskarta
- 10) Leverans till databaser

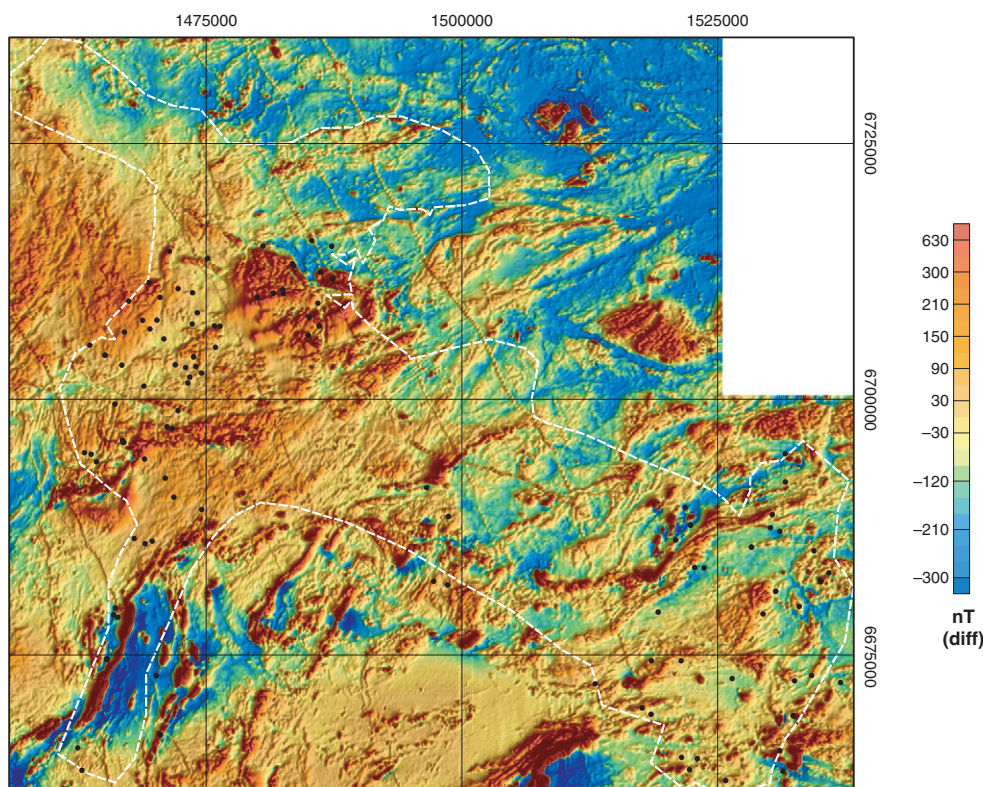


Fig 3. Magnetisk anomalikarta över projektområdet (markerat med vit gräns). Provtagningspunkterna för petrofysik är markerade med cirklar. Notera diabasgångar som stryker i nordvästlig till NNV-lig riktning.

GEOLOGI

ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV OMRÅDET

Bergkvalitet

Bergkvaliteten har till viss del undersökts i områdets bergtäkter av olika exploatörer. Bergtäkter finns nordväst om Ludvika, öster om Borlänge, sydväst om Falun, vid Gustafs grustag, sydost om Hedemora och sydväst om Horndal. I några täkter pågår dock för närvarande ingen aktivitet, men kampanjvis brytning sker vid behov.

Berggrunden i området

Bergslagen domineras av bergarter bildade under den svekokarelska orogenesen (bergskedjebildningen) för ca 1 960 till 1 750 miljoner år sedan. Äldst i det aktuella området är de svekofenniska ytbergarterna, som utgörs av vulkaniska och sedimentära avlagringar bildade för ca 1 900 miljoner år sedan. Ytbergarterna intruderades av djup- och gångbergarter (bergarter bildade i jordskorpan) för ca 1 900 till 1 850 miljoner år sedan. Djupbergarterna kallas tidigorent svekokarelska. De omvandlades

genom att de fördes ner till stora djup i jordskorpan och där utsattes för höga temperaturer och/eller tryck under kulminationen av orogenesen. Lokalt var omvandlingen så stark att bergarterna smälte. Dessa smältor (magmor) gav upphov till en ny generation av djup- och gångbergarter som kallas senorogent eller syn- till senorogent svekokarelska (Bergman m.fl. 2002). Berggrunden intruderades dessutom av flera generationer av diabas (1 350–900 milj. år), som har sökt sig fram längs befintliga sprickor och bildat gångar i berggrunden.

Inom undersökningsområdet (projektområdet) finns de olika vulkaniska och sedimentära bergarterna, djup- och gångbergarterna representerade. Metavulkaniter och äldre metagranitoider (tidigorogena) dominerar berggrundsbilden (fig. 2). Marmor och skarn förekommer som lager och linser på många ställen i de metavulkaniska sekvenserna (Bromley-Challenor 1988). Yngre granit (granit till pegmatitgranit) påträffas mer underordnat inom stora delar av området, men framträder som ett större massiv i kartområdet 13F SV. Metamafiter (dioriter/gabbro) förekommer lokalt i ganska stor mängd, framförallt i området 12G Avesta SO. Metasedimentära bergarter påträffas mer underordnat.

Berggrunden inom projektområdet är dessutom rik på mineraliseringar, t.ex. järnmineraliseringar i Ludvika- och Säterområdena samt sulfidmineraliseringar runt Falun och Garpenberg. För djupare studier av malmgenes och malmerna inom området rekommenderas Allen m.fl. (1996).

REVIDERING I DELAR AV KARTOMRÅDET 13F FALUN

I berggrunden i trakten omkring Falun–Borlänge finns stora inslag av metavulkaniter. De anses från början ha varit lavar, askor och tuffiter (Kresten 1987a, b, Bromley-Challenor 1988, Allen m.fl. 1996). Det vulkaniska materialet har omarbetats, genomgått hydrotermala processer, och det har slutligen även omkristalliserat och fått grövre kornstorlek under regionalmetamorfosen (Allen m.fl. 1996). Ytbergarterna omkring Falun omfattar i huvudsak metaryoliter till metadaciter, glimmerrika skiffrar, kvartsiter, kvarts-fältspatgnejser samt kalksilikatbergarter (skarn) och marmor (Bromley-Challenor 1988). Bergarterna stryker i ungefär NNO-lig riktning och omsluts på många ställen av tidigorogena intrusivbergarter (gnejsig metagranitoid och metadiorit) samt av senorogena djupbergarter (granit till pegmatitgranit). Metagranitoiden har vanligen granodioritisk sammansättning (Bromley-Challenor 1988). Amfiboliterna inom området är av kvartsdioritisk karaktär, vilket är i god överensstämmelse med äldre berggrundskartor (Kresten 1987a, b) och utförda QAP-analyser från bergarter i området.

I kartområdet 13F Falun är gångar av diabas vanligt förekommande. Tre generationer av diabasgångar är identifierade i området; Åsbydiabas (NNV-lig strykning), Tunadiabas (N-lig till NNO-lig strykning) samt en generation som stryker mot VNV. Möjligen finns även en fjärde diabasgeneration (Bergman m.fl. 2001). Diabasgångarna framträder tydligt på den geofysiska kartan (fig. 2 och 3).

UPPMÄTTA STRUKTURER I OMRÅDET

En tydlig, allmänt förekommande planstruktur i området sydväst om Falun (13F 3e–g), är en penetrativ foliation, som stryker mot nordost. Söder om nämnda område (13F 2g–h) uppträder en mer dominerande ost–västlig, penetrativ foliation. Ännu längre mot söder (strax söder om Borlänge) dominerar en något mer ONO-lig foliation. De uppmätta planstrukturer som dominerar i kartområdena 13F SV och SO stupar generellt brant till vertikalt, ställvis mot norr, ställvis mot söder. Mätningarna är i god överensstämmelse med tidigare redovisade strukturer (se fig. 2, formlinjer) i området (Stephens m.fl. 1998–99).

RESULTAT FRÅN FÄLTARBETET 2003

Under årets fältarbete har flera oklarheter uppdagats beträffande berggrundsgeologiska och geofysiska tolkningar i kartområdet 13F Falun (Kresten 1987a, b), framför allt vad gäller bergartsgränser. Inom vissa områden förefaller det som om några hållar inte har besökts tidigare. Fortsatta revideringar



Fig. 4. Diabasgångar (Äsbydiabas), som genomslår meta-granit och stryker i NNV-lig riktning. En svag pelarförklyftning kan noteras, vinkelrätt mot strykningen. Till vänster i bildens övre kant syns Borlänge kraftverk (6711790/1479292), koordinater i rikets nät.



Fig 5. Sven Snäll använder musklerna vid bergkvalitetsprovtagning. Större utbrutet block av en röd, fint medelkornig och massformig senorogen granit (6686346/1467995), koordinater i rikets nät.



Fig 6. Två metagranodioriter av olika karaktär i samma häll. **A.** grovt medelkornig och massformig (6704699/1489559), **B.** tydligt folierad (6704690/1489563), koordinater i rikets nät.



Fig 7. Jan-Olof Arnbom briljerar med geomistuff (bergartsprov), placerad under höger fot. Bergarten är syenogranit från en provtagningslokal (6707141/1476346), koordinater i rikets nät.



Fig 8. Provtagningslokal med syenogranit (delvis metamorft påverkad), massformig och homogen (1850–1750 milj. år). Graniten är yngre än de tidigorogena metagranitoiderna (1890–1870 milj. år) (6707172/1475798), koordinater i rikets nät.



Fig 9. Provtagningslokal med plagioklasögonförande, gnejsig metagranodiorit som klipps av finkornig diabas (mörkt grå), som i sin tur klipps av vit, grovkornig kvartsrik pegmatit. Vita "ögon" från metagranodioriten syns tydligt som vita prickar i höger bildkant (6678128/1510326), koordinater i rikets nät.

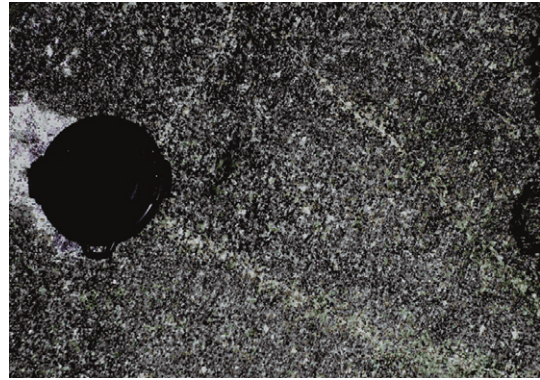


Fig 10. Provtagningslokal med amfiboldominerad, massformig metadiorit. Amfibolnålarna är gröna till svarta, regellöst orienterade på bilden (6722284/1471090), koordinater i rikets nät.



Fig 11. Finkornig dacit (fältbedömning), kraftigt folierad (förgnejsad) och med ljusa och mörka band (6717563/1489264), koordinater i rikets nät.



Fig 12. Metagranitoid med rundade fragment av äldre berggrund (mitt i bilden). Bergarterna klipps av en grönfärgad finkornig amfibolit (vänster bildkant) (6723153/1471164), koordinater i rikets nät.

under 2004 får dock visa om det är befogat att förändra nuvarande gränsdragningar.

En bra korrelation tycks finnas med de tolkningar som gjorts inom projektområdet (12G, 12F och 13F) av Stephens m.fl. (1998, 1999, 2000).

GEOFYSIK

För projektområdet föreligger flygmätta data från år 1975, 1976, 1978 och 1985. De omfattar magnetfäls-, gammastrålnings- och VLF-data. Flygmätningen har gjorts med 200 m mellan flyglinjerna och 40 m mellan mätpunkterna. Vissa områden har undersökts på liknande sätt av LKAB år 1980 och 1983. Flygmätningen har gjorts från ca 30 meters höjd, med ost-västlig flygriktning i kartområdet 12F Ludvika och nord-sydlig i resten av projektområdet. Figur 3 visar det magnetiska totalfältet i projektområdet. Tyngdkraftsmätningar har utförts av och till från 1974 till 1992 på sammanlagt 1465 punkter. Punkttätheten varierar i kartområdet 13F från 1 till 4 punkter per kvadratkilometer medan den i områdena 12F Ludvika och 12G Avesta ligger mellan 0,5 och 1 punkt per kvadratkilometer. Petrofysikdata från åren före 1990 finns från ca 560 bergartsprover, vilka är mycket ojämnt spridda över området. Bland annat föreligger ett stort antal prover från projektet "Bergslagstraversen", vilket under åren 1981 och 1982 huvudsakligen koncentrerade sig på de vulkaniska enheterna, och 49 prover från syntesprojektet "Bergslagen" (Stephens m.fl. 2000). Under det senare projektet utfördes också

mätningar av berggrundens radioaktiva strålningsegenskaper på 57 observationspunkter.

I årets fältarbeten, sammanlagt ca 7 veckor, var två geofysiker involverade, Lutz Kübler och Maria Carlsäter. Arbetet fokuserades på geofysisk uppföljning av berggrundsprovtagning för bergkvalitetsanalyser och kemiska analyser. Totalt insamlades 118 bergartsprover (fig. 3) för petrofysisk analys (mätning av densitet, magnetisk susceptibilitet och magnetisk remanens). Tidigare mätningar med gammaskpektrometer kompletterades under det här årets arbeten med 152 nya punkter. På varje mätlokal utfördes normalt minst 2 mätningar, men kunde i de fall, då berggrunden var mycket heterogen, uppgå till 5 eller flera mätningar. Av mätlokalerna återfinns 53 i det stora granitmassivet i området 13F SV (fig. 2). Syftet med denna koncentration av gammastrålningsmätningar är att få en så bra karaktärisering som möjligt av den relativt strålningsintensiva graniten, vars genomsnittliga radonindex är lika med 1. En viss skillnad i egenskaper har kunnat konstateras mellan den äldre, grå, porfyriska metagraniten (fig. 2) och den yngre, röda, jämnkorniga granittypen (fig. 2).

KOMMANDE ARBETEN 2004

Resurser kommer att läggas på att kontrollera kartmaterial som publicerats av Bromley-Challenor (1988), i områden där metasedimentära och metavulkaniska bergarter och marmorhorisonter har urskiljts. Minst två profiler, vinkelrätt mot lagerföljden, skall undersökas mer noggrant.

Fortsatt och slutförd revidering av tidigare kartmaterial i delar av kartområdet 13F Falun. Bland annat skall glimmerika berggrundspartier, som markerats på berggrundskartorna (Kresten 1987a,b), undersökas noggrant.

Kompletterande geofysiska insatser, där det anses vara mest värdefullt (årets mätningar är ej utvärderade f.n.).

Rekognoscering i delar av kommunerna Ludvika, Smedjebacken, Säter, Falun, Borlänge och Leksand för att hitta representativa provtagningspunkter för bergteknisk analys.

Provtagning av ca 60 berggrundsprover på ca 70 kg/st för teknisk och okulär utvärdering. Provtagningen kommer att ske inom ovan nämnda kommuner.

Provtagning av 10–20 berggrundsprover för kemisk analys (för bergartsbestämning).

REFERENSER

- 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.
- Bergman, S., Delin, H., Karis, L., Kübler, L., Ripa, M. & Söderman, J. 2001: Projekt Svealand. I H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2001. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden* 110, 10–38.
- Bergman, S., Delin, H., Kübler, L., Ripa, M. & Söderman, J., 2002: Projekt Svealand. I H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2002. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden* 112, 10–27.
- Bromley-Challenor, M.D., 1988: The Falun Supracrustal Belt. Part 1: Primary geochemical characteristics of proterozoic metavolcanics and granites. *Geologie en mijnbouw. International Journal of the Royal Geological and Mining Society of the Netherlands – KNGMG- special issue, the bergslagen province. Vol. 67*, 239–253.
- Kresten, P., Koark, H., Laufeld, S. & Sandwall, J., 1986: Falu gruvors geologi. *Sveriges geologiska undersökning*, 28 s.
- Kresten, P., 1987a: Berggrundskartan 13F Falun SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai* 17.
- Kresten, P., 1987b: Berggrundskartan 13F Falun SO skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai* 18.
- Stephens, M.B., Ahl, M., Bergman, T., Lundström, I., Ripa, M., Wahlgren, C.-H., Alm, E., Persson, L., Sjögren, P., Stejskal, V., Thelander, T & Wikström, T., 1998: 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* 98, 105–122.

- Stephens, M.B, Ahl, M., Bergman, T., Lundström, I., Ripa, M., Wahlgren, C.-H. & Persson, L., 1999: Syntes av berggrundsgeologisk och geofysisk information, Bergslagen och omgivande områden. / H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1999. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 102*, 78–97.
- Stephens, M.B, Ahl, M., Bergman, T., Lundström, I., Ripa, M., Wahlgren, C.-H. & Persson, L., 2000: Syntes av berggrundsgeologisk och geofysisk information, Bergslagen och omgivande områden. / H. Delin (red.): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2000. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 105*, 63–74.

E-post: magnus.dose@sgu.se lutz.kubler@sgu.se

REGIONALA KARTOR 1:250 000

Småland

Nils-Gunnar Wik, Ulf Bergström, Dick Claeson, Cecilia Jelinek, Niklas Juhojuntti, Leif Kero, Lena Lundqvist, Charlotte Möller, Hossein Shomali, Sam Sukotjo och Hugo Wikman

INLEDNING

Projekt *Småland regionalt berg* omfattar sammanställning av äldre material samt insamling av ny berggrundsgeologisk och geofysisk information. En översiktlig, regional databas skapas med presentationsskalan 1:250 000. Projektet omfattar Kalmar, Jönköpings och Kronobergs län samt de södra delarna av Östergötlands län (fig. 1). Arbetena började år 2000 och de planerade länskartorna med beskrivningar färdigställs i följande ordning: Kalmar, Jönköpings och Kronobergs län. Projektet beräknas vara avslutat år 2006. Kalmar län är färdigkarterat och håller på att färdigställas för tryckning. Projektet finns tidigare presenterat i Wik m.fl. (2001), Bergström m.fl. (2002) och Wik m.fl. (2003).

Under 2003 har följande personer deltagit i arbetet: Projektledare Nils-Gunnar Wik, geologerna Ulf Bergström, Dick Claeson, Lena Lundqvist, Charlotte Möller, Sam Sukotjo och Hugo Wikman, geofysikerna Cecilia Jelinek, Niklas Juhojuntti, Leif Kero och Hossein Shomali.

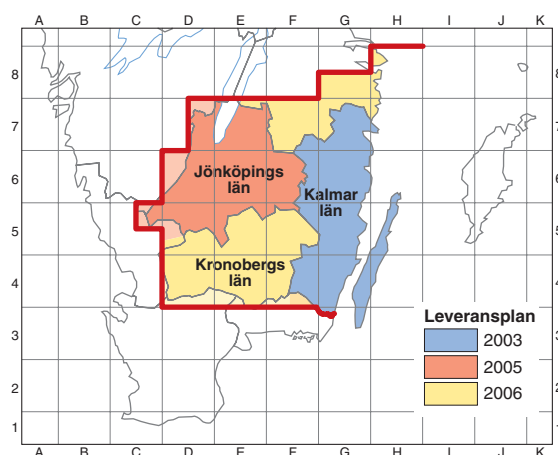


Fig. 1. Karteringsplan för "Småland, regionalt berg".

Det geologiska bakgrundsmaterialet omfattar äldre geologiskt kartmaterial samt övrig dokumentation framtagen vid Sveriges geologiska undersökning. Även forskningsarbeten och rapporter från ett flertal universitet beaktas. Inom projektet kompletteras och revideras befintlig information och representativa bergartsprover med avseende på mineralogi och geokemi tas. Ett fåtal prover av viktiga bergarter väljs för åldersbestämning. Observationspunkter för besök väljs med utgångspunkt från äldre kartmaterial, tillgängligt vägnät, blottningsgrad samt geologisk komplexitet. Detta medför att antalet besökta hållar i respektive kartområde varierar.

Det geofysiska underlagsmaterialet utgörs i första hand av flygmätning av magnetfältet och gammastrålningen. Flyghöjden är normalt 60 m för den nyare typen av flygmätning och 30 m för äldre mätningar. Elektromagnetisk flygmätning (VLF-mätning) har gjorts över hela undersökningsområdet. Inom vissa delar av området finns endast resultat från äldre mätningar då endast en sändare användes. Det genom flygmätningar framtagna grundmaterialet kompletteras med fältinsatser varvid markmätningar och provtagning utförs.

Årets insamlade information från både Jönköpings län och delar av Kronobergs län bearbetas under vintern, varefter ett utkast till en preliminär berggrundskarta sammanställs. Närmast i tur står berggrundskartan över Jönköpings län som efter ytterligare en fältsäsong beräknas vara färdig under våren 2005.

Följande presentation av berggrunden i det område som varit föremål för årets undersökning börjar med en geologisk översikt. Därpå följer en kortfattad redogörelse för berggrunden inom varje kartområde. Det mesta av resultaten från de flyggeofysiska mätningarna och de uppföljningar som gjorts i fält avhandlas separat i en avslutande del. Sammanställningen är gjord av Hugo Wikman på grundval av rapporter från projektmedlemmarna.

GEOLOGISK ÖVERSIKT

Inledning

Områdets berggrund kan indelas i en östlig och en västlig del av vilka den senare upptar en betydligt större yta. Gränsen mellan de båda utgörs av en deformationszon med ungefär nord-sydlig riktning som korsar undersökningsområdet väster om Vättern och vidare både mot söder och norr. Den kallas vanligen Protoginzonen och utgör en markant gräns mellan de båda, helt olika bergartsterrängerna. Skillnaden mellan de båda områdena framgår tydligt i de geofysiska kartorna (fig. 2–6).

Östra området, "Transskandinaviska magmatiska bältet"

Östra delen domineras till största delen av bergarter som tillhör det "Transskandinaviska magmatiska bältet" (TMB). Här ingår både vulkaniska bergarter, allmänt kallade Smålandsporfyryr, och intrusivbergarter som kallas Smålandsgraniter. De vulkaniska bergarterna består av dels ryoliter och olika former av metaryoliter, dels av vulkaniter med en mer intermediär sammansättning. Bland intrusivbergarterna, som domineras av Smålandsgranit, varierar sammansättningen från gabbro via diorit, kvartsdiorit (med betydande mängder biotit) och monzodiorit till alkaligranit till granit, monzogranit och monzonit (Andersson 1997). De mafiska bergarterna förekommer som små kroppar omgivna av granitoider. Flerstädes domineras dessa områden av hornbländegranit och röd granit. Kontakterna mellan vulkaniter, gabbrobergarter och omgivande graniter karaktäriseras bl.a. av magmatiska blandningsstrukturer ("mingling"). Flertalet av ovan beskrivna bergarter har åldrar som är ca 1 800 milj. år.

In mot Protoginzonen förekommer också yngre TMB-bergarter, som har en ålder av ca 1660–1700 milj. år. En uppdelning av TMB-intrusionerna i två faser kan därför eventuellt vara motiverad. Det bör dock framhållas att bl.a. porfyriska graniter i båda faserna generellt sett är lika till utseendet, varför det är svårt att veta vilken generation en viss bergart tillhör.

Inom ett VNV-ligt strykande område som kallas Oskarshamn–Jönköpingsbältet (OJB) är berggrunden till viss del något äldre än i övrigt. Bältets granitoider förekommer inom kartområdena 6F Vetlanda, 6E Nässjö samt 7E Jönköping SV och SO och har främst granodioritisk till tonalitisk sammansättning. På äldre kartor och i äldre litteratur anses dessa granitoider vara äldre än TMB, men senare dateringar har visat att det i vissa fall inte finns några skillnader eller att ålderskillnaden är relativt liten. Troligen tillhör dessa bergarter en tidig fas av TMB (jfr Mansfeld 1995 och Bergström m.fl. 2002). Åtminstone en del av granitoiderna utgörs av mer eller mindre kraftigt förskiffrade TMB-granitoider (Wik m.fl. 2003), som på de flygmagnetiska kartorna delvis framträder som lågmagnetiska anomalier. Granitoiderna i OJB åtföljs av vulkaniska bergarter, av vilka en stor del har basaltisk till dacitisk sammansättning.

I området kring Norra Kärr (7F 8f) förekommer en ca 1 200 m lång och 400 m bred, alkalisk bergartskropp som huvudsakligen utgörs av gråaktigt grön, finkornig grännait. Området är beskrivet tidigare av bl.a. Adamson (1944), von Eckermann (1960, 1968) och Blaxland (1977). Bergarten består

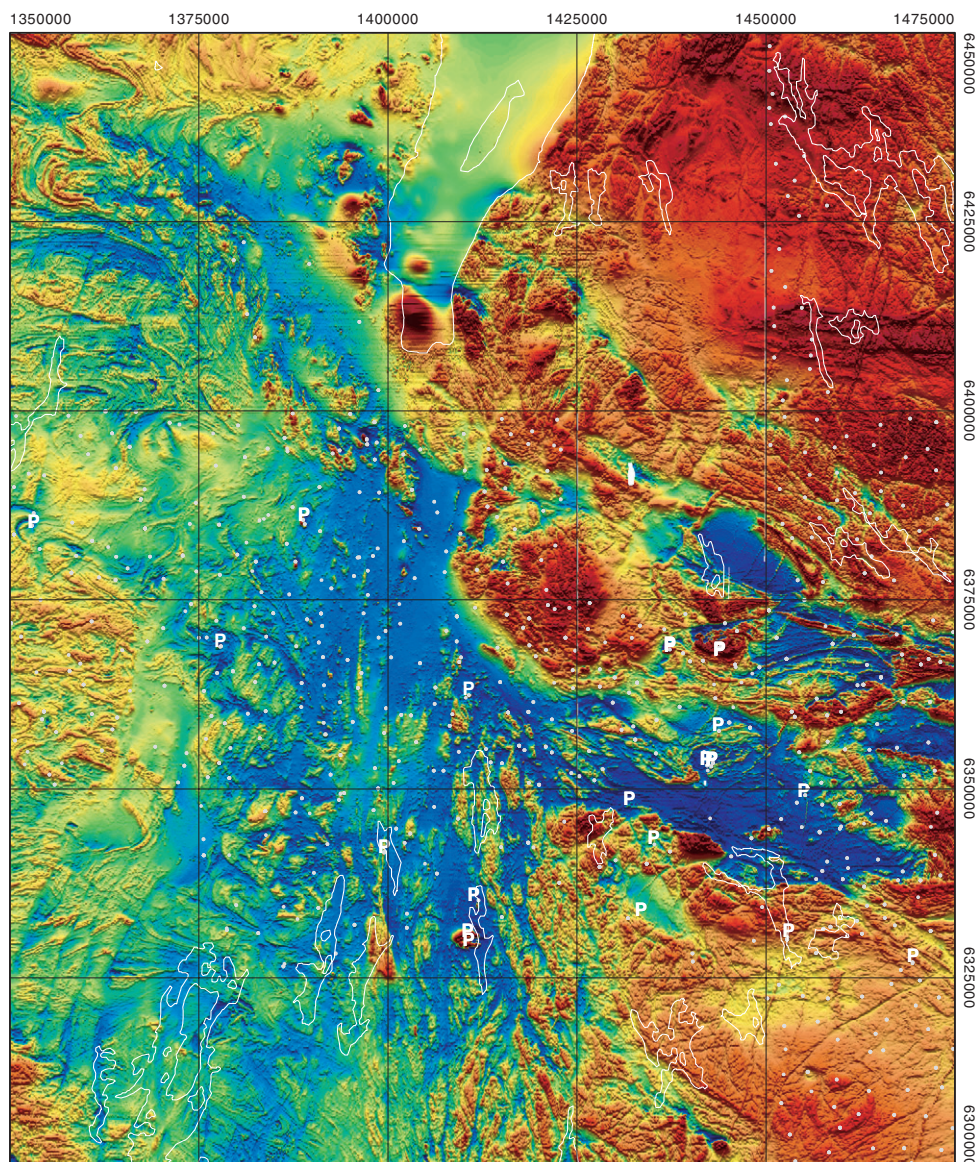


Fig. 2. Magnetiskt anomalifält i skala 1:1 000 000. I nedre vänstra hörnet 5D Värnamo SV och i övre högra hörnet 7F Tranås NV. I år har de östra delarna av kartområdet 7F Tranås NV/SV mätts. Läget för geofysiska uppföljningar redovisas med vita punkter. Magnetiska profilägen är markerade med P. Större sjöar med vit kontur.

av kalifältspat, nefelin, ägirin, eudialyt och katapleit. Förutom grännait förekommer även lakarpit, pulaskit, kaxtorpit samt en zon med fenit, 25–100 meter bred. Utmärkande för bergarterna är den ovanligt rikliga mängden zirkoniummineral. Åldern på intrusionen är bestämd med Rb-Sr-metoden till ca 1545 milj. år (Blaxland 1977).

Västra området, gnejser i östra segmentet

De västra delarna av Jönköpings och Kronobergs län domineras av bergarter som har en helt annan struktur och ett helt annat utseende än de i öster. Framför allt kännetecknas bergarterna av en mycket kraftig deformation och omvandling. De ursprungliga bergarterna är nu till stor del gnejsbergarter av olika slag. Veckstrukturer dominerar den tektoniska bilden, vilket särskilt väl illustreras av den flygmagnetiska kartbilden (fig. 2).

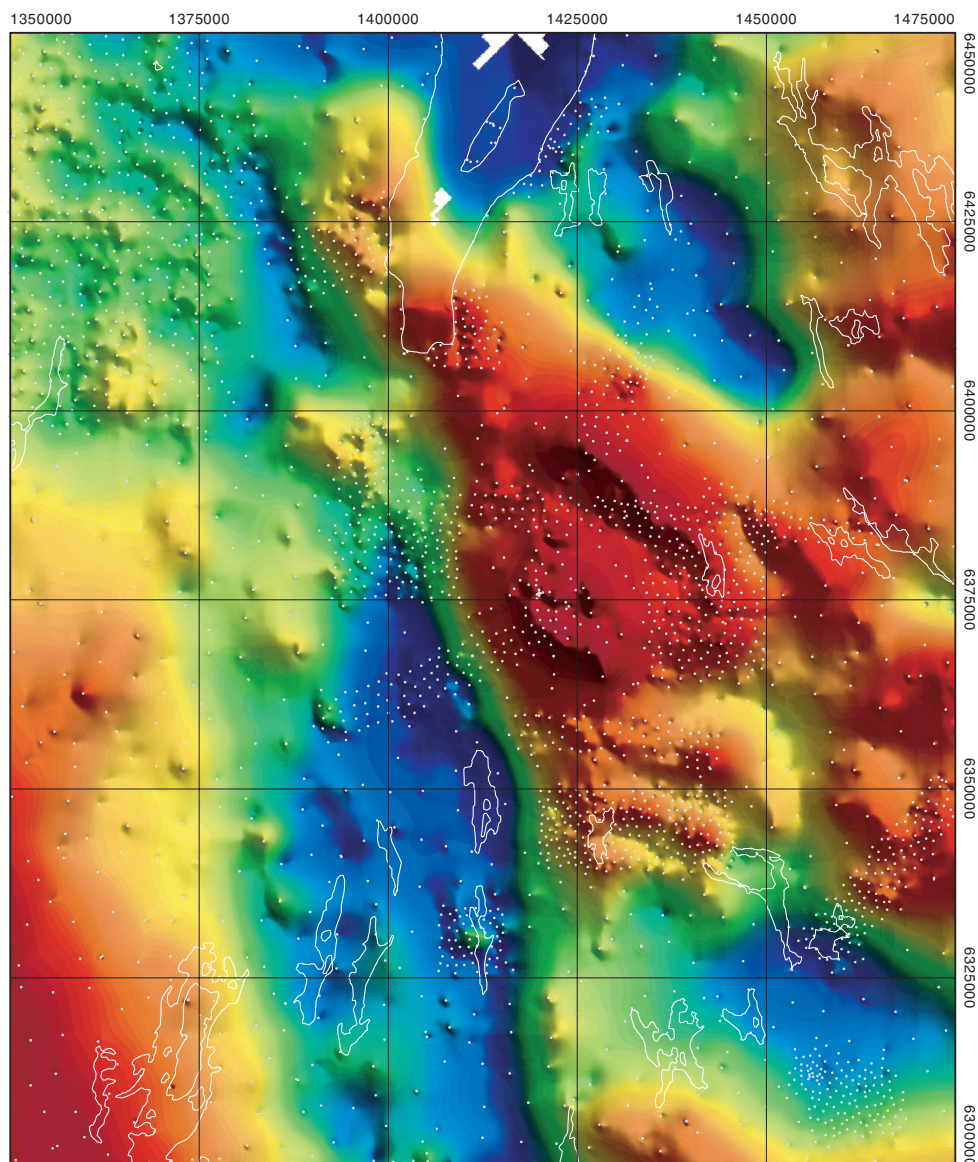


Fig. 3. Tyngdkraftskarta i skala 1:1 000 000 visande Bougueranomali med mätpunkter som vita symboler. Större sjöar med vit kontur.

Närmast väster om Protoginzonen förekommer mestadels deformerade granitbergarter som sannolikt tillhör TMB-berggrunden. Grönstenskroppar med i stort sett nord-sydlig utsträckning och olika uppträdande och ålder förekommer också inom detta område. Foliationen, som i huvudsak är nord-sydlig, kan förekomma i både breda och mycket smala zoner. Västerut upptas berggrunden av mer deformerade, grå till gråröda gnejsiga graniter av olika slag, samt ådrade gnejser och amfiboliter. Även här förekommer nord-sydligt långsträckta kroppar av amfibolitomvandlad diabas och gabbro. Deformationsstrukturerna varierar kraftigt i riktning och utseende i detta område och den metamorfa graden är högre.

Fortsätter man västerut vidtar ett område med bland annat ljusa, gnejsiga graniter som är plastiskt veckade i synformer med veckaxlar som stupar åt sydost. De rikligt förekommande basiska bergarterna är vanligen omvandlade till amfibolit. I området finns även gångar av hyperitdiabas. Berggrunden i de västligaste delarna av de undersökningsområdet, t.ex. västra delen av 5D Värnamo NO, 6D Gislaved SV och NV kännetecknas av en mycket kraftig omvandling som resulterat i isoklinalveckade ådergnejser av olika slag. Även i detta område förekommer rikligt med amfibolitkroppar.

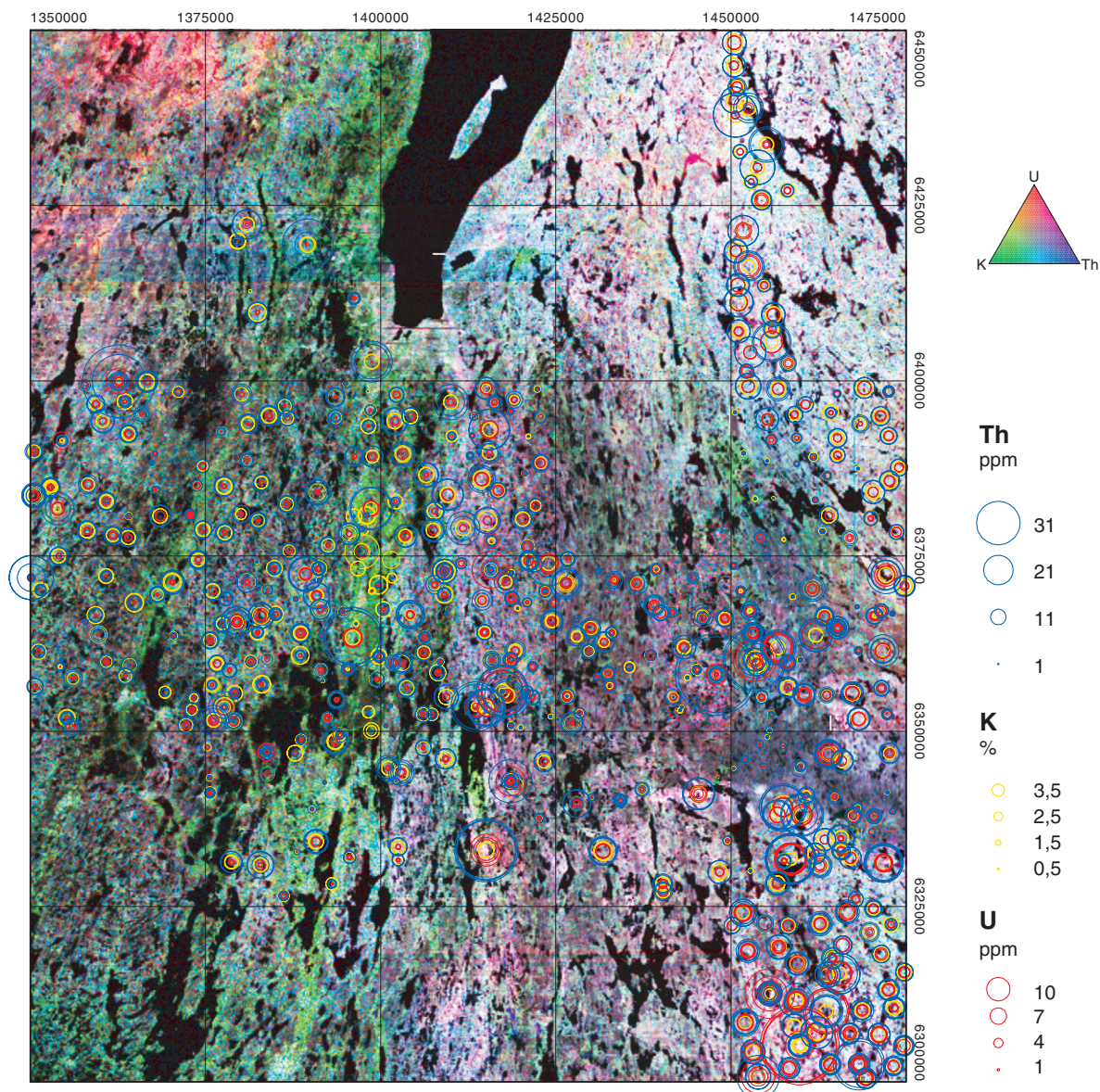


Fig. 4. Ternär strålningskarta i skala 1:1 000 000 som bakgrund. Markmätta spektrometerpunkter med mätvärden i proportionerlig skala. Uran, röda cirklar, kalium, gula och torium, blå cirklar.

I den nordvästligaste delen av det västra området påträffas en helt annan berggrundstyp. Berget Billingen består nämligen av mycket yngre, sedimentära skiffrar och kalkstenar av fanerozoisk ålder. Så kallade platådiabaser av permisk ålder ligger här som ett skyddande täcke ovanpå sedimentbergarterna.

Gränzonen (Protoginzonen)

I själva gränsen (Protoginzonen) mellan berggrundsterrängerna har syenitbergarter intruderat, vilka kan sägas vara specifika och utmärkande för densamma. Syeniten och med den närbesläktade bergarter är mestadels medelkorniga och innehåller mafiska mineral, men ställvis är de leukokratiska. Variationer i kornstorlek från grov- till finkorniga varieteter förekommer. Här och var förekommer mer basiska blandbergarter som ställvis är ögonförande. Vaggerydsintrusionens bergarter har en ålder av ca 1 220 milj. år (Ask 1996, Jarl 2002).

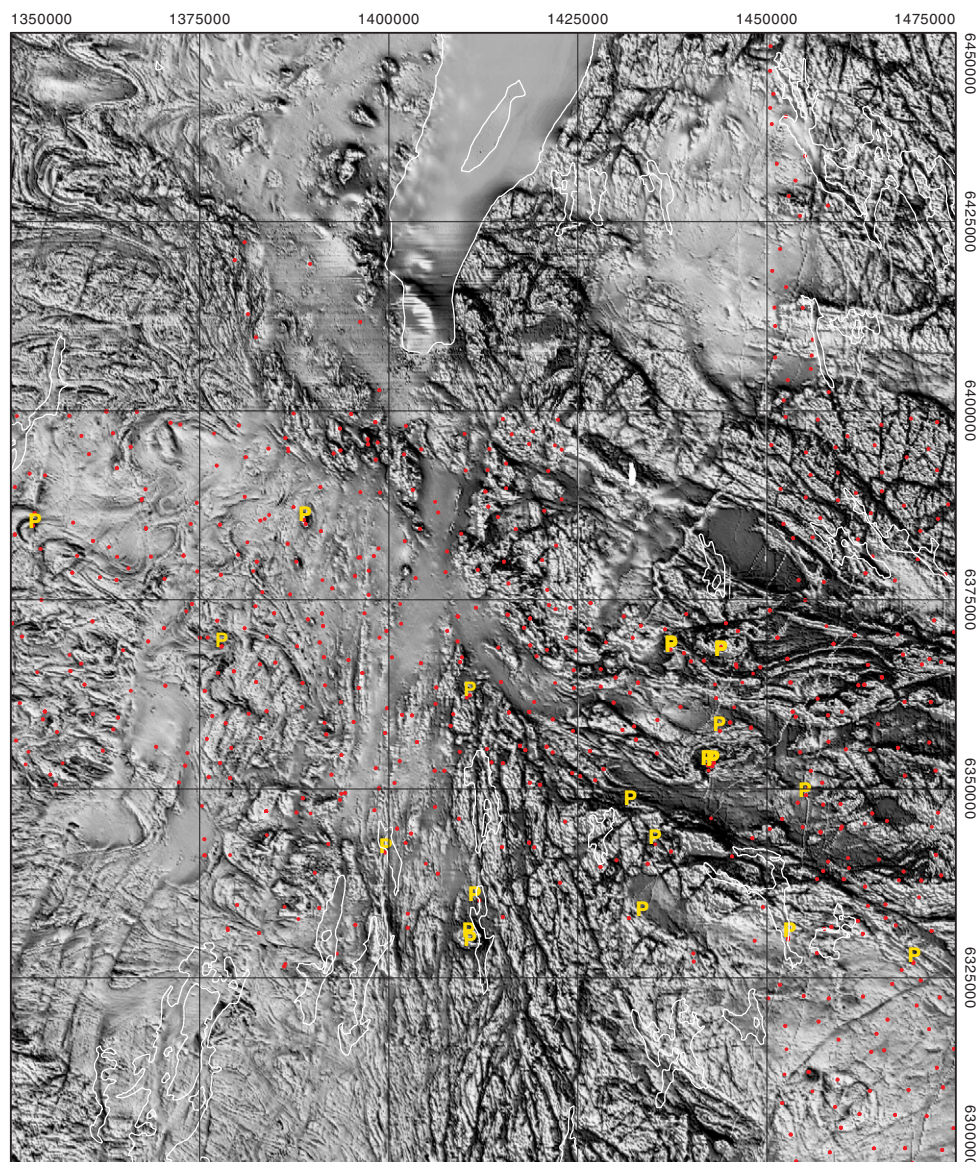


Fig. 5. Magnetisk differens i skuggad gråskala, skala 1:1 000 000. Läget för uppföljningar med röda punkter, magnetiska profilägen är märkta med P. Större sjöar med blå kontur.

Längs Protoginzonen förekommer även minst två generationer av svart hyperitdiabas i brantstående gångar med nord-sydlig riktning. Bergartens mycket mörka färg beror på en Fe-Ti-pigmentering i plagioklas och pyroxen. Den svarta färgen och möjligheten att få ut stora block har medfört att bergarten brutits av stenindustrin under namnet svartgranit, i första hand till monumentsten.

Yngre sedimentär berggrund och diabaser

Sedimentära bergarter, i huvudsak fältspathaltiga sandstenar som tillsammans brukar kallas Almesåkrargruppen, uppträder främst i kartområdet 6E Nässjö NO, i nordöstra hörnet av 6E Nässjö NV och i den sydöstra delen av 7E Jönköping SV. Diabaser slår igenom de sedimentära bergarterna som flackt liggande skivor och som brantstående gångar. Bergarterna uppträder även som en förekomst med nord-sydlig utbredning, centralt i kartområdet 7E Jönköping SO. Detta område har endast besökts på några få ställen varför informationen om detsamma främst grundar sig på den detalj-

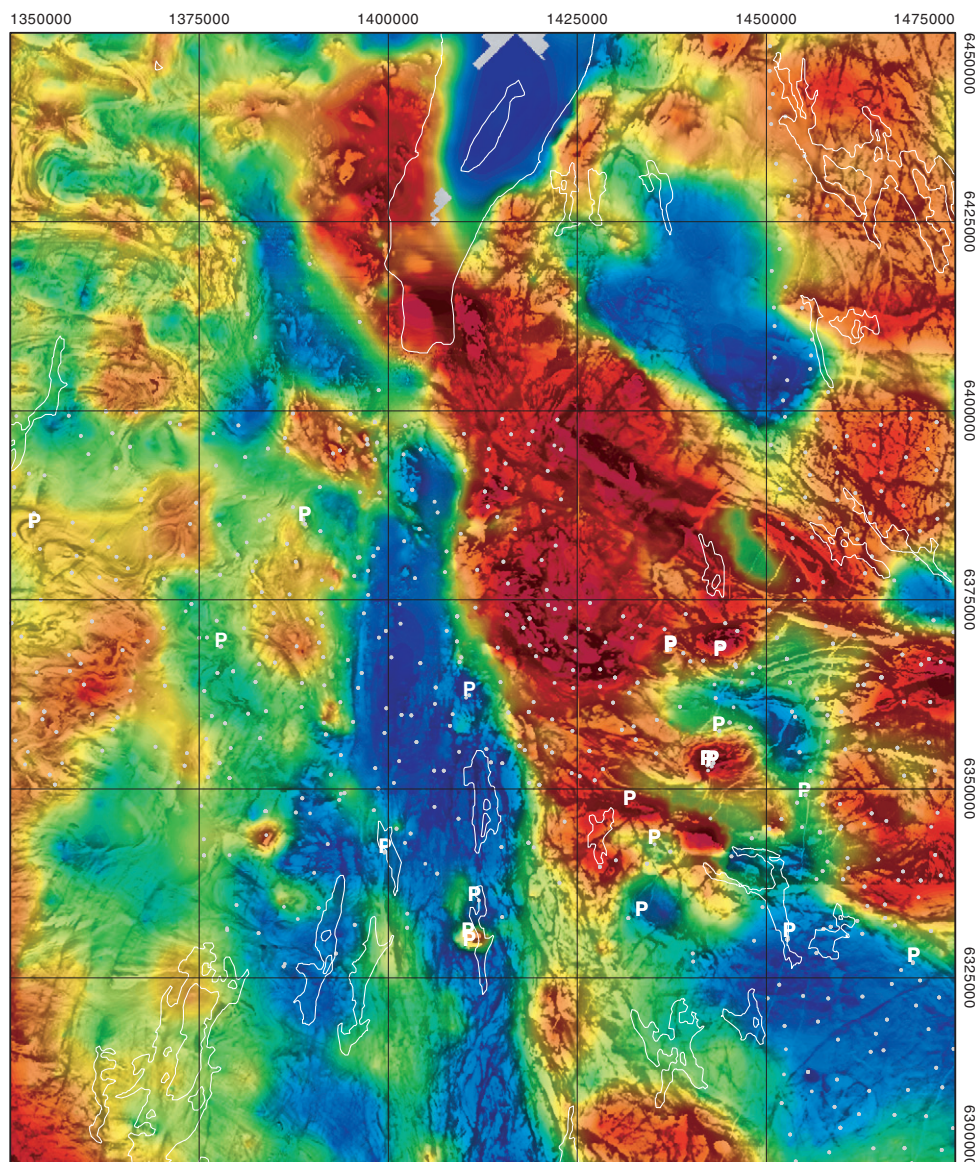


Fig. 6. Kombinationsbild i skala 1:1 000 000 med filtrerade tyngdkraftsdata i färg. Filtrerade magnetiska totalfältdata i gråskala. Läget för uppföljningar med vita punkter. Magnetiska profilägen är markerade med P. Större sjöar med vit kontur.

undersökning som presenterades av Rodhe (1987). Den intruderande diabasen hör sannolikt till de så kallade Blekinge-Dalarnagångarna, vars ålder är ca 930 milj. år (Patchett 1978, Johansson & Johansson 1991).

Den sedimentära Visingsögruppen, som bl.a. finns på Visingsö och längs Vätterns stränder, har beskrivits av Geijer m.fl. (1951) och Vidal (1982). Den omfattar de yngsta bergarterna i kartbladsområdet och avsattes i ett område kring Vättern under en geologiskt relativt lugn period för ca 800–600 milj. år sedan. Enorma block i vissa delar av gruppen antyder dock att det kan ha funnits en betydande topografisk relief i landskapet vid denna tid. Gruppen består huvudsakligen av grå sandstenar som förekommer i fast klyft inom ett smalt område på Vätterns östra strand. Deras utbredning mot öster förefaller vara knuten till dalgången mellan Vätterns östra strand och en skjuvzon som finns strax väster om gamla E4. Lagrens mäktighet är okänd, men brunnborrningar (7E Jönköping SV) har dock visat att större förekomster finns bevarade vid Jönköping stad, Bankeryd, Landsjön, Stensjön samt nordost om Siringe.

Strukturgeologi

Inom OJB är en mer eller mindre påtaglig foliation utmärkande. Foliationens riktning varierar i allmänhet från ost–västlig till VNV-lig. Zonen har tidigare ritats som att den upphör vid kontakten mot Almesåkragruppens bergarter. På den flygmagnetiska kartan framgår dock att zonen fortsätter under ovannämnda grupp, böjer av in mot Protoginzonen och förenas med denna i närheten av Jönköping. Det finns också zoner som ligger i NNO-lig riktning, vilken sammanfaller med den huvudsakliga riktningen för diabasgångarna.

Under svekonorvegisk tid för ca 1 200–900 milj. år sedan) drabbades berggrunden i västra Jönköpings län av en kraftig plastisk deformation och av omvandling i amfibolitfaciesintervallet. De metamorfa processerna i zonen har senare reaktiverats i grönskifferfacies. Protoginzonen har beskrivits i ett flertal vetenskapliga arbeten, bl.a. av Gorbatshev (1980) och Wahlgren m.fl. (1994). Deformationen, som är intensivast i väster och avklingar öster om Vättern, har åstadkommit kraftiga förändringar i den ursprungliga geologiska uppbyggnaden i den västra delen av undersökningsområdet. Deformationen, som även kan följas söderut hela vägen ner till Skåne och norrut in under den skandinaviska fjällkedjan, har även refererats till som ”Sveconorwegian Frontal Deformation Zone – SFDZ” (Wahlgren m.fl. 1994). Under en reaktivering av Protoginzonen skedde sprickbildning samt intrusion av hyperitdiabas i form av gångar.

En senprekambrisk till fanerozoisk förkastningsrörelse, som har gett upphov till den horstgrav-sänketektonik som skapat sjön Vättern, har påverkat morfologin inom den västra delen av undersökningsområdet (Månsson 1996).

GEOLOGISKA ARBETEN 2003

Under året har geologiska karteringsinsatser genomförts i kartområdena 5D Värnamo NO, 5F Åseda NV/SV, 6C Kinna SO, 6D Gislaved, 6E Nässjö SV/SO och 7D Ulricehamn NO. En viss revision och provtagning har utförts på 5E Växjö NV/NO, 6F Vetlanda och 7D Ulricehamn SO.

7D Ulricehamn NO

Lena Lundqvist

Blottningsgraden är mycket låg inom kartområdet varför även graden av säkerhet vid gränsdragningen mellan olika bergartstyper är låg. Grovt sett kan områdets berggrund delas in i två delar, västsvenska gnejser i sydväst och dominerande TMB-graniter i den övriga delen av området. I nordost finns en underordnad förekomst som består av sedimentära bergarter tillhörande Visingsöserien. Detta område är inte blottat men gränsdragningen bygger på uppgifter ur brunnarsarkivet.

Större och mindre kroppar med basiska bergarter förekommer. De är företrädesvis massformiga och relativt opåverkade av omvandling. Även i gnejserna finns en mindre mängd basiska kroppar, men de är vanligen helt biotitomvandlade. De i väster förekommande gnejserna har mestadels granitisk sammansättning och tunna ”band” av metabasit. Den metamorfa graden i gnejserna tycks ha nått övre amfibolitfacies. De uppmätta strukturerna överensstämmer relativt väl med det mönster vi ser i den magnetiska anomalibilden (fig. 2).

De yngre sedimentära bergarter och diabaser som påträffas i Billingenområdet har inte undersökts närmare.

6D Gislaved NO

Lena Lundqvist

Översikt

Blottningsgraden varierar kraftigt inom kartområdet. Generellt sett är det ont om hållar, men i vissa områden förekommer de talrikt. Detta gör att tillförlitligheten i kartan varierar. Kartområdets berggrund kan grovt delas in i TMB-graniter i öster och gnejser tillhörande "Östra segmentet" i väster. Den litologiska gränsen mellan de båda enheterna går ungefär i mitten av kartområdet och sammanfaller i norr med en förändring i det magnetiska anomalimönstret. I de centrala och södra delarna av kartområdet syns gränsen inte i det geofysiska kartunderlaget.

En stor mängd små basiska kroppar finns spridda över kartområdet. Det rör sig troligen om flera generationer. I väster är de starkt gnejsiga, omvandlade och huvudsakligen bestående av biotit. I öster förekommer dels basiska bergarter som har en primär mineralogi, dels sådana som omvandlats till amfiboliter. Plagioklasporfyriska varieteter har också observerats. Det finns även yngre basiska gångar som hör till hyperitdiabaserna, bl.a. den så kallade Bondstorpsgången och Smålands Taberg.

I den allra östligaste delen av kartområdet, i själva Protoginzonen, finns Vaggerydssyeniten. Den enda större mineraliseringen i området är Tabergsmalmen, som är en titanomagnetitmalm lokaliserad till en 1 200 milj. år gammal hyperitdiabas.

Gnejser

De i väster förekommande gnejserna domineras av granitisk sammansättning. Ett mindre område med granodioritisk sammansättning förekommer i nordväst. Tunna "band" av metabasit uppträder allmänt i gnejserna. Den metamorfa graden verkar ha nått övre amfibolitfacies, inga spår av granuliter har observerats. De uppmätta strukturerna överensstämmer relativt väl med det mönster vi ser i den magnetiska anomalibilden. I gnejserna finns också små kroppar av en röd, massformig, finkornig till fint medelkornig granit som är lågmagnetisk. Granitkropparna syns i den magnetiska anomalibilden som magnetiskt "lugnare" områden.

Graniter

I den östra delen av kartområdet dominerar en granit som bedöms tillhöra det "Transskandinaviska magmatiska bältet" (TMB). Graniten är ljusröd, jämnkornig, och har hematitbildning på många ställen. Graniterna uppvisar en penetrativ gnejsighet men saknar ådring. I granitområdet finns även en ögonförande varietet av TMB-typ.

Basiska bergarter

Flera generationer av basiska bergarter är identifierade inom karteringsområdet. Endast ett fåtal åldersbestämningar är gjorda (inga inom projektet), och därför bygger detta antagande huvudsakligen på fältrelationer. En generation metabasiter uppträder som kraftigt omvandlade, biotitrika bergarter inom gnejsområdet. Åldern på denna generation är okänd. I norra delen av kartbladsområdet finns mindre intrusioner av en delvis plagioklasporfyrisk gabbro. En granitisk bergart som uppvisar blandningsstrukturer ("mingling") med denna gabbro har givit en titanitålder på ca 1 400 milj. år, vilket har tolkats som motsvarande gabbros intrusionsålder (Lundqvist 1996).

I det nordöstra hörnet av kartområdet finns en känd malmkropp, Smålands Taberg. Malmen består av titanomagnetit i en moderbergart av olivinförande hyperitdiabas. Hyperitdiabaser förekommer även på andra ställen i kartområdet, t.ex. den så kallade Bondstorpsgången.

Syenit

I den östligaste delen av karteringsområdet finns den så kallade Vaggerydssyeniten. Den är röd till gröngrå och till övervägande del porfyrisk. Bergarten är undersökt i ett flertal studier, bl.a. av Jarl (2002).

Strukturgeologi

I väster överensstämmer de uppmätta strukturerna väl med de veckstrukturer som syns i den flygmagnetiska anomalibilden. Gränsen mellan gnejserna och de i öster förekommande graniterna syns inte tydligt i samma anomalibild utan graniterna ger generellt ett "lugnare" mönster. Graniterna är i stort sett odeformerade i öster, men uppvisar lokalt en nord-sydlig gnejsighet som tolkas vara ett resultat av den storskaliga plastiska skjuvzon som kallas Protoginzonen. I de västra delarna av TMB-graniterna, i närheten av kontakten till gnejserna, ökar deformationsgraden och gnejsigheten blir mer genomgripande.

6D Gislaved NV

Dick Claeson

Gnejs av okänt ursprung

Gislaved NV domineras av bergarter som inte går att beteckna som annat än gnejs. Troligen rör det sig om ortognejs, eftersom det inte finns några mineral, texturer eller strukturer som antyder paragnejs. Inte heller några "säkra" vulkaniska bergarter eller granitporfyrier har påträffats i det aktuella kartområdet. Eftersom både metamorfosen och deformationen är så kraftig i området, går det dock inte att utesluta att det finns bergarter med ovanstående bergarter som protoliter. De aktuella gnejserna är röda till grå, finkorniga och i många fall ådrade.

Granitbergarter

En förekomst av ögonförande, grå till rödgrå gnejsgranitoid i den allra östligaste delen av kartområdet kan möjligen vara en förekomst av Smålandsgranit, "Tjärnesjögranit" (Andersson 2001) eller "Vårgårdagranit" (Berghlund 1997). Några entydiga bevis för att Smålandsgranit uppträder i området har kartläggningen inte kunnat påvisa. Leukogranit, röd och fattig på mafiska mineral, förekommer som små kroppar och som spridda gångar. På de flesta ställen har den en foliation, men här och där är den massformig. Bergarten tolkas som en fas som har bildats i samband med partiell uppsmältning av jordskorpan.

Metabasiska bergarter

Fler och större förekomster av metagabbroider har hittats jämfört med de som finns på äldre berggrundskartor. Noterbar är bl.a. en metagabbro av delvis ultramafisk natur som har upp till 2 cm stora granater och 1 cm stora kristaller av magnetit (mycket hög susceptibilitet). Metagabbbron innehåller även megakrister och mindre block av plagioklas och tycks vara odeformerad. I övrigt är metagabbroiderna ställvis lagrade, ställvis deformerade. När det är frågan om rena amfiboliter är de oftast mycket kraftigt deformerade och har därför skiljts ut från de övriga.

Gångbergarter

Basiska gångar, sannolikt av hyperitdiabas, uppvisar lokalt ingen deformation och har då ofitisk textur med upp till cm-långa och mm-breda plagioklasnålar. De ser inte ut att vara omvandlade men innehåller granater på några ställen. Detta kan förklaras med att gångarna eventuellt har intruderat och kristalliserat på stort djup. Eftersom de har liknande susceptibilitet som de bergarter de slår igenom,

går det normalt inte att urskilja dem på den flygmagnetiska kartan. Bredden på gångarna är i allmänhet inte mer än högst ett tiotal meter och riktningarna varierar, med nord-sydlig och NNO-lig som de mest framträdande. Gångarnas ålder är okänd, men deras riktning och utseende liknar hyperitdiabasernas, vilka har en ålder av ca 930 milj. år, alternativt ca 1 100 milj. år. En ålder av ca 1 550 milj. år kan dock inte heller uteslutas (Ask 1996).

Strukturgeologi

Berggrundens deformation kan indelas i en plastisk och en spröd typ. Plastisk deformation i berggrunden uppträder som en mer eller mindre påtaglig foliation, utmärkande för området. Foliationens riktning varierar och stupningen är i allmänhet flack, med ett stort antal veck. Distinkta stråk med i huvudsak nord-sydlig riktning uppträder i de östligaste delarna av kartområdet, och i något fall ser de ut att klippa en äldre foliation.

6D Gislaved SV/SO

Sam Sukotjo

Berggrundsöversikt

Berggrunden i kartområdet tillhör det östra segmentet av det västsvenska gnejsområdet. Den östra begränsningen är den nord-sydliga Protoginzonen. Med undantag av den sistnämnda är berggrunden i området omvandlad vid höga temperaturer och tryck (övre amfibolitfacies) och består huvudsakligen av ådergnejsomvandlade och omkristalliserade granitoider samt, underordnat, granatförande metabasiter. Metabasiterna förekommer ofta som boudiner. Längs Protoginzonen i öster dominerar syenitbergarter.

Berggrunden i kartområdet är inhomogen både vad gäller litologi och strukturer, vilket även syns i det magnetiska anomalimönstret och på tyngdkraftskartorna. Området kan grovt sett indelas i tre domäner, A, B och C (nedan). Bergarterna i domänerna A och B liknar varandra i stort och består huvudsakligen av ådergnejser vilka har isoklinalveckats i ett tidigt skede av orogenesen. Många av isoklinalveckarna, som har flacka axialplan och axialplansfoliationer, kan ses i vägskärningar. Isoklinalveckarna har senare omveckats av uppräta veck, vilka har bildat synformer och antiformer med veckaxlar som stupar omväxlande mot öster och väster. Veckmönstret syns tydligt i de bandade anomalierna på den flygmagnetiska kartan. Domän C ligger i östra delen av området och domineras av Vaggerydssyeniten och med den associerade bergarter.

De nord-sydliga, metasedimentära bergartsstråk som finns på PÖB-kartan Jönköping (Persson & Wikman 1986) strax väster om Protoginzonen har inte kunnat verifieras vid karteringen.

Domän A

Domän A omfattar större delen av kartområdet Gislaved SV fram till en viktig förkastningszon i öster, vilken sträcker sig från trakten SSV om Gislaved mot Hestra och fortsätter mot sjön Vättern i nordost. Förkastningszonen definieras både av ett markant brott i topografin, en övergång till ett lågmagnetiskt anomalimönster och av (”senare”?) veck med NNO-ligt orienterade axialplan. Berggrunden domineras av grå och röda ådergnejser med granitisk till granodioritisk sammansättning. Med undantag av metabasiterna har berggrunden i genomsnitt hög susceptibilitet och ett distinkt bandat anomalimönster på den magnetiska kartan.

Ett bälte av granatförande boudiner och linser av metabasit, som sträcker sig i sydväst-nordost från området söder om Bosebo mot Grimsås, orsakar ett tydligt tyngdkraftsöverskott. I bältet förekommer merparten av områdets metagabbrobergarter och pyroxengranuliter. De förra har i många fall delvis välbevarade primärtexturer och omges av starkt deformerade och folierade amfiboliter.

I den södra delen av området dominerar metagranodiorit till metatonalit. Foliationerna är veckade

i en synform som stupar mot öster. Dessa bergarter kan tolkas som bättre bevarade ursprungsbergarter (protoliter) till ådergnejserna.

Domän B

Domän B ligger mellan domän A och Protoginzonen. Berggrundens sammansättning och struktur liknar i stor sett den i domän A. Området mellan Stora Svalås och den södra begränsningen av Gislaved SV utgörs av ådrad och starkt tektoniskt bandad, granitisk till granodioritisk gnejs samt granodioritisk till tonalitisk gnejs. I övrigt domineras domän B av metagranit med enstaka granatförande boudiner av metabasit. Bergarterna i domän B har lägre magnetisk susceptibilitet än de i domän A, och metamorf pyroxen saknas generellt i de basiska bergarterna.

Domän C

Domän C ligger i den stora, väldefinierade, plastiska Protoginzonen. Deformationsstrukturerna sträcker sig i nord-sydlig riktning och stupar vertikalt eller mycket brant mot öster. Omvandlingen av berggrunden längs deformationszonen skedde under lägre tryck och temperatur (lägre amfibolitfacies), jämfört med huvuddeformationen i domän A och B. Längs zonen finns en markant tyngdkraftsgradient med ett tyngdkraftsminimum. Berggrunden domineras av syenitbergarter samt, underordnat, av metabasiter. Vaggerydssyeniten har lokalt en stark tektonisk foliation med nord-sydlig riktning och i metabasiterna syns vanligen ljus grön klorit som bildats genom retrograd omvandling.

I södra kanten av kartområdet, öster om Store Mosse, finns en ögonförande gnejsig granit som sannolikt tillhör det ”Transskandinaviska magmatiska bältet”.

5D Värnamo NO

Charlotte Möller

Kartområdet omfattar övergången från det ”Transskandinaviska magmatiska bältet” (TMB) i öster (domän 1 nedan) till ”Östra segmentets” ådergnejsterräng i väster (domän 4 nedan). Foliationsmönstret i berggrunden kan följas tydligt på de flygmagnetiska kartorna (fig. 2), och det övergår från en nord-sydligt strykande, vertikal skiffrighet eller foliation i öster till plastiska veckstrukturer i väster. Metamorfosgraden stiger från grönskifferfacies och lägre amfibolitfacies i öster, över granatamfibolitfacies i de centrala delarna, till bildning av smältor och lokalt även pyroxen i väster.

Domän 1

I den östligaste delen av kartbladet domineras berggrunden av granitbergarter som tillhör TMB, vilka är karaktäristiskt rika på stora kristaller av kalifältspat och relativt fattiga på kvarts. Dessutom förekommer syenitbergarter tillhörande Vaggerydskomplexet och nord-sydligt långsträckta kroppar av diabas och omvandlad diabas (metadiabas). Syenitmassivet är dåligt blottat och den enda riktigt välblottade delen är bergträkten norr om sjön Hindsen. Där bryts krossberg ur en mörkt grå, finkornig, intermediär blandbergart med rundade, vita plagioklaskorn.

Berggrunden i området är plastiskt deformerad i grönskifferfacies (i öster) till lägre amfibolitfacies (i väster). Deformationsstråken är orienterade i nord-sydlig riktning och stupar vertikalt till brant mot öster. De linjära deformationsstrukturerna (sträckningslineationer) stupar mycket brant mot söder. Samtliga bergarter har påverkats heterogent av deformationen, och även välbevarade, odeformerade bergarter förekommer. Deformerade TMB-bergarter är endast delvis omkristalliserade längst i öster, men nästan helt omkristalliserade i väster. I öster, där TMB-bergarterna har varit mer motståndskraftiga mot deformation, har diabaserna i stället vanligen deformerats starkt och omvandlats till kloritrika grönskiffrar med kvartssegregationer.

Domän 2

I ett 1–7 km brett bälte väster om domän 1 domineras berggrunden av ljust gråröd, gnejsig granit som är deformerad och omkristalliserad, men där texturen visar att bergarten ursprungligen haft grovkornig kalifältpat. Den har emellertid omkristalliserat under deformation och metamorfos och bildat ljusröda, finkorniga, utdragna linser (fig. 7). Tillsammans med långsträckta aggregat av biotit bildar kalifältpatlinserna bergartens planstruktur (S), linjära struktur (L), eller en kombinerad L–S-struktur.

I den gnejsiga graniten förekommer nord–sydligt långsträckta kroppar av välbevarad diabas (eller gabbro). Delar av dem är omvandlade till metadiabas (eller metagabbro), i många fall med finkornig amfibol och granat som tunna kransar runt de magmatiska mineralen. Susceptibiliteten är låg i de omvandlade delarna.

Andra bergarter som förekommer i denna domän är grå, intermediära gnejsiga granitoider, finkorniga felsiska bergarter av okänt ursprung samt bandade sekvenser av ljust rödgrå och ljusröda, finkorniga ådergnejser och amfibolit. Det har inte varit möjligt att definiera sammanhängande områden med dessa bergarter i den regionala karteringsskalan.

Orienteringen av deformationsstrukturerna varierar inom området. Generellt stupar foliationen och bandningen 45–80 grader mot öster, men ost–västligt orienterade planstrukturer förekommer också. Sträckningslineationerna är orienterade i OSO–VNV, och stupningen varierar från 5–15 grader mot VNV till 35–65 grader mot OSO.



Fig. 7. Ljust gråröd gnejsgranit. Utsiktsplats vid Prostsjön i Värnamo, 5DVärnamo NO 8i (6341939/1393992), koordinater i rikets nät. Foto Charlotte Möller.

Domän 3

Domän 3, vilken täcker större delen av kartområdet, domineras av gnejsig granit som strukturellt bildar 4–6 km breda, skålförmade veckstrukturer (synformer samt enstaka antiformer) med flackt sydostligt stupande veckaxlar. I den västra delen av domänen är intill varandra liggande synformer separerade av smala brantstående stråk. Gnejsigheten och foliationen (här kallad D1) följer de stora omböjningarna, medan sträckningslineationerna är parallella med veckaxlarna. Det är därför troligt att de har bildats i samband med denna veckning (D2).

Den gnejsiga graniten är ljust gråröd, finkornig till fint medelkornig, ”sockerkornig”, innehåller förhållandevis lite mörka mineral (biotit och opakmineral) och har karaktäristiska vinröda små fläckar av sekundära järnmineral. Bergarten har vanligen en S-, L- eller LS-struktur som definieras av biotit-aggregat, men uppträder även helt strukturlös. Särskilt i den södra delen av kartområdet har graniten en uttalat gnejsig struktur, bandad med grovt medelkorniga granitiska ådror. På vissa ställen syns det att den gnejsiga graniten ursprungligen har varit grovt medelkornig, och bergarten är där omöjlig att skilja från den liknande i domän 2 (fig. 7).

Basiska bergarter förekommer i stor mängd, men de separata kropparna är i regel för små att skilja ut i samband med kartläggning i regional skala. De vanligaste bergarterna är metadiabas (eller metagabbro), amfibolit och granatamfibolit. Dessa kan övergå i varandra inom en och samma kropp. Vanligtvis är de centrala delarna av metadiabasen (metagabbro) bäst bevarade och har en delvis bevarad

primärtextur. Där bildar metamorf granat och amfibol mycket finkorniga kransar mellan de primära magmatiska mineralen. En del basiska bergarter har dessutom en magmatisk lagringsstruktur med plagioklasrika och -fattiga skikt. Lokalt finns små gabbropegmatitiska partier med kvarts i. Längs kontakterna till den omgivande gnejsiga graniten är de basiska bergarterna emellertid deformerade och amfibolitomvandlade. En del basiska bergarter är deformerade i sin helhet och fullständigt omkristalliserade till amfibolit eller granatamfibolit. De är vanligtvis finkorniga, med svarta mm-tunna, långsträckta amfibolrika respektive vita plagioklasrika partier som definierar en S-, L- eller LS-struktur.

En förhållandevis stor basisk intrusion (ca 2 x 4 km) som innehåller välbevarad hyperitdiabas finns längs de västra och södra sidorna av Herrestadsjön (8g–h). Hyperitdiabasen är jämnt gråsvart, grovt medelkornig till grovkornig, har listformad mörk plagioklas samt hög susceptibilitet. Stenen har brutits i flera mindre brott under namnet ”svart granit” och har beskrivits av Löfstrand (1898a, b). Hyperitdiabasen är i stora delar omkristalliserad, med nybildning av finkornig granat, vit plagioklas och amfibol som följd, samt på många ställen även deformerad. Väster om hyperitdiabasen finns en pegmatit som bland annat innehåller ljusgrön amazonsten, ”skillrande” vit fältspat och storbladig muskovit. Pegmatiten har brutits för sitt innehåll av muskovit.



Fig. 8. Bandad och veckad ådergnejs. Byggplats norr om Bredaryd, 5D Värnamo NO 8f (6341165/1375742), koordinater i rikets nät. Foto Charlotte Möller.



Fig. 9. Bandad, ådrad och veckad granatamfibolit. Kalhygge sydost om Torskinge, 5D Värnamo NO 6f (6332922/1379664), koordinater i rikets nät. Foto Charlotte Möller.

Domän 4

Den västligaste delen av kartområdet utgörs av ett heterogent ådergnejskomplex, tydligt urskiljbart från den gnejsiga graniten i domän 3. Grå, granitisk till intermediär gnejs dominerar (fig. 8), och inslag av ljusröd, granitisk gnejs förekommer. Båda gnejstyperna har grovt medelkorniga granitiska ådror, vanligen tydligt kantade av biotit. Amfibolit förekommer i olika skepnader, som kroppar med en yta på några hundratal m², som metertjocka avslitna lager och som tunna band. I kontakten mot metabasiterna innehåller gnejsernas ådror centimeterstora kristaller av hornblände eller klinopyroxen på några ställen.

Ådergnejserna är isoklinalveckade och utdragna parallellt med axialplanen (D1). På vissa ställen har de veckade ådrorna slitits isär och bildat isolerade veckomböjningar. Foliationerna och isoklinalveckan, samt kontakten mot den gnejsiga graniten i domän 3, är i sin tur veckade av den upprättade veckningen i regional skala (D2 ovan).

På vissa ställen har amfiboliterna en variation i sammansättningen (primär lagring), som i många fall är överpräglad av deformation, vanligen parallell med den gnejsiga foliationen. Amfiboliterna är ställvis både rika på granater och segregationer av vit kvarts och fältspat (fig. 9). I området finns också kroppar med metadiabas (eller metagabbro) liknande dem i domän 3. De är rika på finkornig granat, hornblände och nybildad klinopyroxen (lokalt).

6E Nässjö SV/SO

Ulf Bergström och Hugo Wikman

Inledning och allmän geologi

Förutom karteringen av områdena 6E Nässjö SV och SO har en mycket begränsad implementering av berggrundsinformation från de tidigare karterade områdena 6F Vetlanda NV och NO (Persson 1985) genomförts. Nässjöområdet innehåller ett antal geologiska enheter med olika åldrar och utbredning. De äldsta bergarterna återfinns som inslag i det så kallade Oskarshamn–Jönköpingsbältet (OJB), som bildar ett ca 30 km brett stråk med ungefär VNV-lig riktning. OJB-bältet korsar kartområdena 6F Vetlanda och 6E Nässjö och dominerar berggrunden i området 6E SO. I bältet förekommer både vulkaniska och sedimentära bergarter samt djupbergarter. De äldsta bergarterna har en sannolik, men ofullständigt känd ålder som ligger mellan 1 800 och 1 840 milj. år.

Bergarter som ingår i det ”Transskandinaviska magmatiska bältet” (TMB) dominerar berggrunden i Småland och intruderar de äldre bergarterna i OJB. De förstnämnda har en generell ålder på 1 800 milj. år och utgörs till större delen av intrusivbergarter, med en betydande komponent av vulkaniska (främst felsiska) bergarter. Djupbergarterna kan indelas i två huvudtyper, grå till rödgrå, delvis porfyrisk (Filipstadstyp) monzograniter till kvartsmonzodioriter och röda graniter med ett antal texturella varianter (t.ex. röd jämnkornig, medel- till grovkornig Växjögranit). Monzograniterna innehåller stora mängder mafiska enklaver och synmagmatiska gångar och uppvisar allmänt magmablandning. De röda graniterna hör samman med vulkaniterna, och längs kontaktzonerna mellan dessa två enheter uppträder finkorniga, subvulkaniska bergarter.

I västra delen av Jönköpings län och längs en nord–sydlig linje, halvvägs in i området 6E SV finns bergarter som kan tillhöra en yngre fas (TMB-2) med en ålder på ca 1 700 milj. år. De kan delas in i två huvudtyper, en porfyrisk granit till monzogranit (Barnarpsgranit) med mafiska enklaver och en ljus röd, medelkornig granit (Hagshultsgranit). Det fullständiga sammanhanget mellan olika generationer i TMB är dock inte klarlagt. Bilden kompliceras av att eventuella TMB-2-bergarter till stora delar sammanfaller med utbredningen av den nord–sydliga deformationen i Protoginonen.

I den västra delen av TMB uppträder intrusioner som har en ålder i intervallet 1 200–1 600 milj. år. Den yngsta representanten för denna grupp är Vaggerydssyeniten, som förekommer i ett massiv med nord–sydlig utsträckning i västra kanten av 6E SV. Syeniten har en ålder av ca 1 200 milj. år och har endast påverkats av svekonorvegisk deformation som åtminstone ställvis är kraftig.

I de norra delarna av 6E SO finns den så kallade Almesåkrgruppen exponerad, men dess huvudsakliga utbredning finns i kartområdet 6E NO. Denna sedimentära enhet ligger relativt flackt på OJB och TMB-1 och har en oklar ålder i intervallet 900–1 200 milj. år. Gruppen domineras av sandstenar men innehåller också konglomerat och skiffer. Sedimentbergarterna har intruderats av flackt liggande diabasgångar. Gångarna anses vara likåldriga med de mer brant stupande och NNO-ligt strykande diabasgångar som med en aktningsvärd längd genomtvärrar berggrunden i Småland.

Vulkaniska bergarter inom OJB-bältet

OJB-bältets vulkaniska bergarter är ganska heterogena i kartområdena 6E Nässjö SV och SO. Nordväst om Hylletofta (6E 3e) finns grå metadaciter med plagioklasströkorn. Där finns också finkorniga granodioriter som möjligen är subvulkaniska eller, troligare, omkristalliserade vulkaniter. Vid Femtinge (6E 3f) finns ett större område med finkorniga, mörkt gröna mafiska vulkaniter, både som massiva (lavor) och bandade (vulkanoklastiter) typer. Inlagrade kristallina kalkstenar, järnmalmer och enstaka felsiska delar finns också. Vid Sävsjö uppträder blandade bergartstyper, felsiska till mafiska, bandade varieteter, som ligger i kanten av det mafiska vulkanitområdet. En varietet av dessa ”intermediära vulkaniter” är de mer renodlat felsiska vulkanoklastiter (fragmentförande) som finns vid Bringetofta kyrka (6E 3f).

Söder om Nömmen finns en annat komplex med mafiska vulkaniter, inlagrade metadaciter och

bandade felsiska vulkanoklastiter. Ytterligare områden med välbevarade, mestadels intermediära till mafiska vulkaniter finns i de södra delarna av främst 6E SO. Det mest kända är Fröderydsområdet (0–1 i–j), främst på grund av den gruvverksamhet som förekommit i området (Sundblad m.fl. 1997). Här förekommer, förutom basiska lavar med tydliga kuddstrukturer (fig. 10), även en del kristallina kalkstenar liksom ryolitiska vulkaniter. En delvis snabb växling mellan mafiska till intermediära och felsiska vulkaniter förekommer också i trakten av Stockaryd (0 f–g).

De sedimentära bergarterna i OJB-bältet på (6E SO) utgörs av mer eller mindre homogena metasandstenar med underordnade inlagringar av mer bandade bergarter och konglomerat. Sandstenarna är på vissa ställen gråröda, helt sorterade homogena bergarter som liknar vulkaniter. Denna typ finns också i enstaka hållar i anslutning till vulkaniterna i området 6E SV. I den nordostligaste delen av kartområdet 6E SO finns cordierithaltiga glimmerskiffrar, som troligtvis ursprungligen har varit silt- och lerstenar. Man kan anta att det finns en generell stratigrafi med mafiska vulkaniter i botten, upp genom felsiska vulkaniter till metasedimentära bergarter, som har ökande inslag av konglomerat mot toppen av lagerföljden.



Fig. 10. Kuddlava i Fröderydsgruppen. Norr om Fridenborg, 6E Nässjö SO 0i (6353142/1442240), koordinater i rikets nät. Foto Hugo Wikman.

Intrusiva bergarter inom OJB-bältet

Typiska representanter för äldre djupbergarter i OJB är granodioriter och tonaliter, vanligen grå, jämnkorniga och svagt folierade. De förekommer i små mängder i anslutning till vulkaniterna i området 6E SV och i en större intrusion vid gränsen mot 6F Vetlanda SV. Dessutom finns en mindre kropp tillsammans med typiska porfyriska monzograniter vid Rösås (6E 3i) norr om Landsbro.

Vulkaniska bergarter inom OJB-bältet

Vulkaniska bergarter som tillhör TMB är i de flesta fall mörkt grå till brunröda, täta, porfyriska ryoliter. Sådana bergarter finns i mycket begränsad omfattning i det aktuella kartområdet. Det enda någorlunda stora vulkanitområdet finns vid Sandsjöfors (6E 4h). Däremot förekommer xenoliter av vulkaniskt material här och där i djupbergarterna.

Intrusiva bergarter inom TMB

Dessa bergarter dominerar berggrunden i den östra delen av området 6E SV och flankerar de ost–västligt strykande OJB-bergarterna i området 6E SO. Den vanligaste komponenten är en mikroklinporfyrisk monzogranit, med ca 1–1,5 cm stora ögon. I monzograniten finns små plutoner av en mer jämnkornig varietet med samma sammansättning. Dessa bergarter har alltid inslag av mafiska enklaver, som åtminstone delvis har ett ursprung som gångar. Gabbro till diorit, både fin- och grovkorniga, finns i ett antal plutoner och når ganska stora dimensioner i kartområdet 6E SO. Associerade med dem uppträder stora förekomster med kvartsmonzodioritiska till monzodioritiska hybridbergarter, tydligt besläktade med gabbroiderna. De är generellt mörkt grönaktigt grå och ganska grovt

jämnkorniga. Mer finkorniga varianter finns vid Bringetofta och vidare norrut i området 6E SO. Gabbroiderna syns i många fall bra på magnetiska anomalikartan, vilket sannolikt beror på att delar av plutonerna är starkt magnetiska.

Mer underordnade varieteter är de röda till gråröda, jämnkorniga graniter som främst finns i en intrusion i det nordvästra hörnet av 6E SO. Dessa graniter saknar mafiska inslag.

Intrusiva bergarter (eventuellt fas 2) inom TMB

Bergarter som till en viss del eventuellt utgör en TMB 2-fas finns i de västra delarna av 6E SV. Den eventuella kontakten mot de äldre TMB-bergarterna kännetecknas av zoner med kraftig deformation och förkastningar, främst i nord-sydlig riktning (fig. 11). "Kontakten" är antagligen mycket mer komplicerad än bara en tektonisk zon, och det bör påpekas att gränsdragningen mellan bergarter tillhörande de två faserna är mycket preliminär. Vanligast i TMB-2 är en gråröd, tätt strömkornsförande porfyrisk granit med glest fördelade, gabbroida enklaver. Graniterna är oftast deformerade i nord-sydlig riktning, och deformationen ökar i intensitet mot öster. I ett område öster om Tofteryd är graniten dock närmast massformig. I TMB-2 finns också röda jämnkorniga graniter i ett nord-sydligt stråk vid Tofteryd (6E 3a). I stråket finns både grov- och finkorniga varianter, varav några visar kraftig glimmeromvandling, t.ex. i en vägsärning strax nordost om Tofteryd. Förhållandet mellan dessa två huvudtyper är komplext, men finkorniga jämnkorniga graniter verkar ligga som brottstycken i porfyrisk granit öster om Skillingaryds skjutfält (6E 3a). Xenoliter av vulkanit har iakttagits lokalt, men inga större massiv har noterats.



Fig. 11. Smal deformationszon i Barnarpsgranit. Sydost om Gunnarshytan, 6E SV 1b (6356876/1409406), koordinater i rikets nät. Foto Hugo Wikman.

Mafiska intrusioner

Olika mafiska intrusioner med okänd ålder uppträder här och var i västra delen av TMB. De är mörkt gröngrå, fint medelkorniga till medelkorniga och på många ställen kraftigt deformerade (särskilt längs kontakterna) i nord-sydlig riktning. De har ett gångliknande uppträdande, men det är eventuellt en effekt av deformationen. Ett undantag finns vid Svenstorp där en välbevarad gabbro är associerad med kvartsmonzodioritiska bergarter. Ask (1996) anser att denna bergart tillhör Vaggerydssyeniten, men detta har inte kunnat verifieras.

Vaggerydssyeniten

Vaggerydssyenit finns i ett massiv i den västra delen av kartområdet 6E Nässjö SV. Bergarten är generellt rödgrå (med grön ton), jämn- och medelkornig och kalifältspatdominerad. Den är sprickrik på många ställen, men är lite bättre bevarad än de omgivande TMB-2-bergarterna. Syeniten grusvittrar lätt, vilket gör det svårt att hitta bra hållar.

Almesåkrgruppen

I området 6E Nässjö SO finns en del bergarter som tillhör Almesåkrgruppen samt de diabaser som har intruderat i densamma (Rodhe 1987). Ljust bruna, homogena sandstenar förekommer vid Säveda (4g) och diabasgångar vid Nyholm (4g). Besläktade med de senare är de två mycket långa, NNO-ligt strykande diabasgångar som kan följas på den magnetiska anomalikartan över 6E SO. När man ser dessa i håll, t.ex. i stenbrottet vid Bjänesby (4g) eller vid Nävelsjö (4g), kan man notera att de närmast har en kvartsdioritisk till dioritisk sammansättning. De är mörkt grå, medelkorniga och dominerade av plagioklas, men saknar ofitisk textur och är mycket lätta att förväxla med tonaliter i OJB.

Strukturgeologi

Bergarterna i OJB har vanligen, men inte överallt, en foliation som i stort sett är VNV-lig. Det finns ett VNV-ligt riktat deformationszonssystem i OJB- och TMB-bergarter som har en utsträckning förbi Hylletofta (3e). Det har troligen varit aktiverat under flera perioder. Här och där utanför denna zon kan man se andra, liknande plastiska deformationszoner i TMB-bergarter. I nordosthörnet av 6E SO finns ett lågmagnetiskt stråk med ost–västlig riktning i OJB-vulkaniter. Stråket motsvaras sannolikt av en kombination av sedimentära bergarter och en tektonisk zon.

I kartområdet 6E SV har TMB-bergarterna på vissa ställen en deformation/omvandling som kan länkas till förkastnings-/sprickzoner med mestadels nord–sydlig riktning. Omvandlingen kännetecknas av epidot i matrix och sprickor samt en kraftigare rödfärgning av all kalifältspat. Susceptibiliteten är låg i de flesta av zonerna. I den västra delen av TMB samt i Vaggerydssyeniten finns deformationszoner med nord–sydlig riktning. I anslutning till Rolstorp- och Hubbestadssjöarna (6E 2b) finns en mer sprödd tektonisk zon som stryker i NNO-lig riktning.

5F Åseda SV/NV

Hugo Wikman

Berggrunden i kartområdet 5F SV, som till stora delar är mycket dåligt blottad, består av två delområden. Inom de södra och mellersta delarna (ca två tredjedelar av kartområdet) utgörs berggrunden av TMB-graniter som bildar en stor, delvis cirkelformad intrusion. Detta framgår främst av den flygmagnetiska kartan över området. Intrusionen domineras av röd medelkornig granit av samma slag som i området 5E Växjö SO beskrivits som röd Växjögranit (Wikman 1998). I den ringformade delen runt centrum av intrusionen, som syns på den magnetiska anomalikartan, uppträder mer grovkorniga graniter. Här och var finns mindre kroppar med finkornig, mestadels röd granit. Gångar av finkornig granit, liksom en del pegmatit, förekommer ställvis. Frekvensen av finkorniga gångar är särskilt hög i ett lågmagnetiskt område inom västra delen av 5F SV (2b). Övergången till vulkanitområdet i norr kännetecknas delvis av finkorniga granitbergarter av förmodad subvulkanisk natur. Inom vissa delar av detta område finns små hålrum i graniten som eventuellt tyder på omvandlingar, så kallad episyenitiserings (jfr Peterson 2002).

Norra delen av 5F SV domineras av vulkaniska bergarter med ryolitisk sammansättning. Vanligast förekommande är kvarts- och/eller fältspatporfyriska bergarter, men andra varieteter uppträder lokalt (fig. 12). I vissa områden påträffas granitporfyriska bergarter som sannolikt är av subvulkanisk natur. I gränsområdena mellan graniter och vulkaniter uppträder generellt både massformiga, finkorniga och grovt porfyriska bergarter vars ursprung sannolikt är subvulkaniskt.

Åtminstone två diabasgångar med nord–sydlig till NNO-lig riktning korsar området. Inga blottningar har påträffats men den flygmagnetiska kartan visar klart gångarnas utsträckning. Den västra gången finns också blottad i kartområdet 5F NV, liksom i området 5E Växjö SO från vilket den beskrivits (Wikman 1998).

Berggrundens deformation i karteringsområdet är mycket svag till måttligt stark. Den kraftigaste foliationen finner man i områdets vulkaniter där den är brantstående och har VNV-lig strykning.



Fig. 12. Röd porfyrisk Smålandsvulkanit. Göljamåla, 5F Åseda SV 4e (6321680/1473755), koordinater i rikets nät. Foto Hugo Wikman.

Metamorfosen är likaså mycket svag och motsvarar mestadels grönskifferfacies. Spröd deformation förekommer i en del, mestadels smala, sprickzoner. Ett exempel på en sådan zon är den som går från Attsjön (1b), söderut längs Klackebäcken. En lågmagnetisk, bågformad struktur på den flygmagnetiska kartan (från 1a upp till 4e) representerar sannolikt också en spröd deformationszon.

Det ovan beskrivna vulkanitområdet fortsätter mot norr in i området 5F NV, där det upptar merparten av den södra halvan. Smärre områden med bland annat granitporfyr och finkornig granit finns inom området. Vulkanitområdet avlöses mot norr av olika slag av TMB-graniter. En del av dessa har en dragning åt kvartsmonzonit eller kvartsmonzodiorit, bl.a. i ett område (8–9e) med grövre porfyrisk granit som fortsätter österut in i kartområdet 5F NO. Ett litet område med en ryolitisk vulkanit i nordöstra hörnet av kartområdet fortsätter mot norr, in i kartområdena 6F Vetlanda SV/SO.

Framför allt i trakten av Åseda (7e) förekommer ett stort område med gabbrobergarter, vars utbredning fortsätter österut i området 5F NO (6–7e) (jfr Wik m.fl. 2003). Gabbrokroppar förekommer också i norra och västra delarna av 5F NV. Den gabbro som från trakten norr om Sjön Örken (8a) fortsätter västerut i kartområdet 5E Växjö NO har en preliminär ålder av ca 1 800 milj. år (Wikman 2000).

I ett stort område i nordvästra delen av 5F NV förekommer tonaliter till granodioriter. De förekommer även i områdena 6F Vetlanda SV (Persson 1989) och 5E Växjö NO (Wikman 2000) och ingår i den något äldre granitberggrunden inom OJB-bältet. Åldern på en tonalit ingående i detta stråk har bestämts till ca 1 830 milj. år (Mansfeld 1995). Gränsområdet mellan den något äldre berggrunden och TMB-berggrunden i söder är mycket kraftigt deformerat, vilket syns mycket tydligt på den flygmagnetiska kartan.

Diabasgångar av samma slag som på 5F SV förekommer på ytterligare några ställen. De är sparsamt blottade på grund av vittring, men deras strykning framgår mestadels tydligt på den flygmagnetiska kartan.

Liksom i kartområdet 5F SV kännetecknas berggrunden, inom den del som utgörs av TMB-vulkaniter och graniter, av en mestadels svag till mycket måttlig, brantstående foliation med ungefär VNV-lig strykning. Den kraftigaste deformationen finner vi i en del av vulkanitstråken. Vid övergången mellan TMB-berggrunden i söder och den äldre OJB-berggrunden i norr förekommer en del mycket kraftiga deformationszoner. En sådan zon kan följas från Ramkvilla (5E Växjö NO 8j) i OSO-lig riktning ner mot Åseda (5F NV 7e, Skjernaa 1992). Spröda zoner med ungefär nord-sydlig riktning, som bland annat utmärks av långsträckta sjösystem ökar i antal mot väster. Särskilt märkbart är detta när man kommer in på exempelvis kartområdet 5E Växjö NV.

MARKGEOFYSISKA ARBETEN 2003

Geofysiska markmätningar har utförts av på 5D NO (Leif Kero), 5E Växjö NV/NO (Niklas Juhojuntti), 5F Åseda SV (Niklas Juhojuntti) och NV (Cecilia Jelinek), 6D Gislaved NV/SV (Leif Kero), NO (Niklas Juhojuntti) och SO (Cecilia Jelinek), 6E Nässjö NV (Hossein Shomali) SV/SO (Niklas Juhojuntti), 7D Ulricehamn NO/SO (Niklas Juhojuntti) och 7F Tranås NV/SV (Hossein Shomali).

Eftersom bearbetningen av stora delar av det material som insamlats inte är slutförd och korrelerad med de geologiska observationerna, lämnas inte någon specifik geofysisk information över varje kartområde. I stället presenteras de geofysiska förhållandena översiktligt, kompletterade med bl.a. resultat från profilmätningar över en del basiska gångar.

Geofysiska mätningar

De geofysiska flygmätningarna för hela södra Sverige, förutom Gotland och havsområdena, är i och med årets mätningar kompletta beträffande den magnetiska mätningen, och dessa data är nu tillgängliga. Härigenom föreligger möjligheter att studera regionala magnetiska mönster i ett sammanhang med mycket detaljerade, yttäckande data. Alla tidigare arbeten från regionen har saknat denna heltäckande geofysiska berggrundsinformation. Nu föreligger betydande möjligheter att göra nya tolkningar av tidigare uppnådda resultat, både kvalitativt och kvantitativt. Flyggeofysiska data och tyngdkraftsdata är tillgängliga på SGU för alla intresserade.

De geofysiska markuppföljningarna görs med en punkttäthet som motsvarar en observation per 15 km². Då utförs även mätningar av hållsusceptibilitet samt i enstaka fall, även magnetiska profiler. Geofysiska uppföljningar har gjorts vid 569 besökta hållar denna sommar. Bergartsprover har tagits rutinmässigt och i en del fall, främst för vissa basiska bergarter, har även magnetiskt orienterade prover tagits (Henkel & Nisca 1978). Under sommarens fältarbeten har hållar vid 507 lokaler mätts med spektrometer, och dessutom har drygt tjugo magnetiska profiler mätts (fig. 2–6).

De tyngdkraftsmätningar som utförts inom SGUs program för markgeofysik har tillförts den föreliggande databasen. Två profiler med tillräcklig bredd för en mer ingående analys har mätts över Protoginzonen och de tyngdkraftsminima som finns där (fig. 3). Det finns nu en möjlighet att göra mer detaljerade, magnetiska och gravimetriska 3D-modeller. Den petrofysiska datamängden, både rörande densitet och de magnetiska egenskaperna, kommer att sammanställas för bl.a. Barnarpsgraniten och Vaggerydssviten. Även andra publicerade arbeten med tillgängliga data om dessa bergarter kommer att utnyttjas, och förhoppningsvis kommer en del externt tagna prover att kunna kompletteringsmätas.

Även vissa förekomster med basiska bergarter inom de tidigare karterade områdena 5E Växjö NO och NV (Wikman 2000) och 6F Vetlanda (Persson 1985, 1989) samt Ingamåla- och Rymmenområdena (Claesson 1999), som tidigare haft en mycket låg punkttäthet för tyngdkraftsmätningarna, har nu kompletterats för en framtida, säkrare 3D-analys av denna typ av kroppar.

Resultaten från årets spektrometermätningar på hållar visar en relativt tydlig trend med förhöjda kaliumhalter väster om Protoginzonen. Däremot är uran- och toriumvärdena generellt lägre på den västra sidan (fig. 4). Blottningsgraden är dock lokalt låg, så kartan visar den fördelning av kalium, uran och torium som föreligger i de översta decimetrarna av jordlagren och speglar inte berggrundens gammastrålning. Store Mosse och andra torvmarker, liksom sjöar, syns som lågstrålande ytor.

Uranhalterna är lokalt höga på den östra sidan Protoginzonen och väl korrelerade med den flygmätning som gjorts (fig. 4). Markmätningarna i den magnetiska, runda strukturen i kartområdet 5F Åseda SV visade på kraftigt förhöjda uranhalter. Värden omkring och högre än 30 ppm uran har uppmätts lokalt, vilket framgår tydligt av strålningskartan. Block med episyenitisering (jfr Petersson 2002), som skulle kunna antyda förhöjda uranvärden, finns i närheten men det är oklart om så är fallet i det här aktuella området. Enligt fältobservationer finns det två typer av granit i området, en medel- till grovkornig med hög susceptibilitet och lägre (men inte låg) strålning. Den andra granittypen är finkornig (delvis pegmatitisk), högstrålande och har låg susceptibilitet. Graniterna är blandade med varandra, och den finkorniga typen uppträder ställvis som tunna skivor i den grovkornigare. Områdena med förhöjd strålning och förhöjd magnetisering överlappar inte varandra helt och hållet.

Hyperitdiabaser har provtagits i kartområdet 5E Växjö NO. Den erhållna remanensriktningen är mycket lik den som erhållits i Kristianstadsområdet av Henkel (i Kornfält m.fl. 1978). Susceptibiliteten är 811×10^{-5} SI-enheter med en kraftig remanens på 32,76 A/m. Deklinationen är 295,6° och inklinationen –64,3°. Den provtagna diabasen har alltså mycket lägre susceptibilitet än med de mer högmagnetiska varieteter som föreligger söderut, speciellt i södra delen av Kronobergs län. De

senare framträder mycket tydligt på den magnetiska anomalikartan och kan avgränsas med hjälp av de magnetiska mätningar som utfördes under föregående flygmätningssäsong. Enligt Henkel (i Kornfält m.fl. 1978) är den höga, inducerade magnetiseringen 0,25 SI-enheter och Q-kvoten = 3 orsakad av en sekundär magnetisering.

Uppföljningar med magnetiskt orienterad provtagning har utförts i kartområdena 6D Ulricehamn SV och NV. Objekt som valts ut är några av de tydliga magnetiska minima som finns där, och proverna har visat på en omvänd magnetisering i flera fall. Detta gäller främst metabasiter men även de granitoider som ligger i dessa minima har en omvänd magnetisering, om än av relativt svag intensitet. Resultaten planeras att följas upp mer ingående kommande säsong i liknande lågmagnetiska områden.

På grund av de resultat som publicerats av McEnroe (2002), som behandlar magnetiska mineral i Varbergsområdets kraftiga magnetiska minimum, har ett polerprov av metabasit med omvänd magnetisering från kartområdet 7D Ulricehamn undersökts.

Slipprovsundersökningen, som har utförts av Dick Claeson, har givit följande resultat. De större opaka kornen består av magnetit. Enstaka förekomster av nålformad ilmenit som avblandningar i stora magnetitkorn kan ses. Ett fåtal omvandlade magnetitkorn med oregelbundna domäner med någon form av hematit finns i slipet. Större områden med symplektit mellan ortopyroxen och magnetit är troligen relikter av järnrik olivin (jfr Claeson 1998). Plagioklasen innehåller en stor mängd nålar/små korn av en eller flera opakfaser ("spotted/mottled"). De är dock för små för att bestämmas okulärt (jfr Estifanos m.fl. 1998). Möjligen har dessa något att göra med frågan om den remanenta magnetiseringen.

Pyroxenen innehåller även avblandade opakfaser, men i mindre antal. Biotit och olikfärgade stavar av plagioklas dominerar. Ett finmaskigt nätverk är troligen ett tecken på att provet är lätt vittrat, alltså förekomst av vittringsprodukter i sprickor. I slipet finns även koronabildningar och symplektiter. Mineral som identifierats i slipet är: plagioklas, klinopyroxen (två generationer, en yngre metamorf med granoblastisk, polygonal textur), ortopyroxen, olivin, biotit, granat, amfibol och apatit.

Den totala gammastrålningen anges med ett gammaindex (m_μ). Beräkningen av gammaindex sker med formeln $m_\mu = C_K/3000 + C_{Ra}/300 + C_{Th}/200$. I formeln är C_K koncentrationen av kalium-40, C_{Ra} är koncentrationen av radium-226 och C_{Th} är koncentrationen torium-232, alla i enheten Bq/kg. Aktiviteten av radium i Bq/kg beräknas genom att koncentrationen av uran (i ppm) multipliceras med 12,35. Gammaindex bör enligt strålskyddsmyndigheterna i de nordiska länderna vara mindre än 2 för byggnadsmaterial. Enligt EU-rekommendationen har blockstensprodukter ett föreslaget övre gränsvärde för gammaindex på 6, vilket innebär att hyperitdiabas har gammaindexvärden som ligger klart under det föreslagna övre gränsvärdet för blockstensprodukter. Lokala variationer kan förekomma, varför kompletterande mätningar i vissa fall kan bli aktuella.

Enligt EU-rekommendationen (EC 1999), skiljer man på material som används i större mängd (t.ex. i betong – krossberg) och material som används mer sparsamt (t.ex. som fasadplattor – blocksten). För den förstnämnda gruppen är undantagsnivån för gammaindex $\leq 0,5$ med 1 som övre gräns, och för den andra gruppen gäller gammaindex 2 respektive 6. Undantagsnivån ("exemption level") är det lägsta gränsvärdet, material med gammaindex under denna nivå ska kunna importeras/exporteras utan restriktioner.

Markmätning i anslutning till diabas i området vid sjön Örken (söder om Vetlanda)

Magnetfältets variationer indikerar att det finns ett antal relativt magnetiska diabaser med nordlig till NNV-lig riktning i och omkring den östra delen av årets undersökningsområde, grovt sett mellan Eksjö och Växjö. En av dessa gånger går att följa från Tegnaby (strax sydost om Växjö) till Asa (sydost om Eksjö), ett avstånd på ca 80 km. Magnetfältet har mätts längs två markprofiler ungefär vinkelrätt mot gången (fig. 13), strax öster om Götestorp (5E Växjö NV 9b) samt söder om Pilås (5E Växjö NV 6a) vid sjön Örken. I samband med profil-mätningarna utfördes även provtagning och spektrometermätning. Sammanlagt har sju orienterade prover tagits från diabasgången, och de visar generellt en relativt kraftig remanent magnetisering med en inklinations på ca 60–80° och en deklination på ca 50–80° (tab. 1).

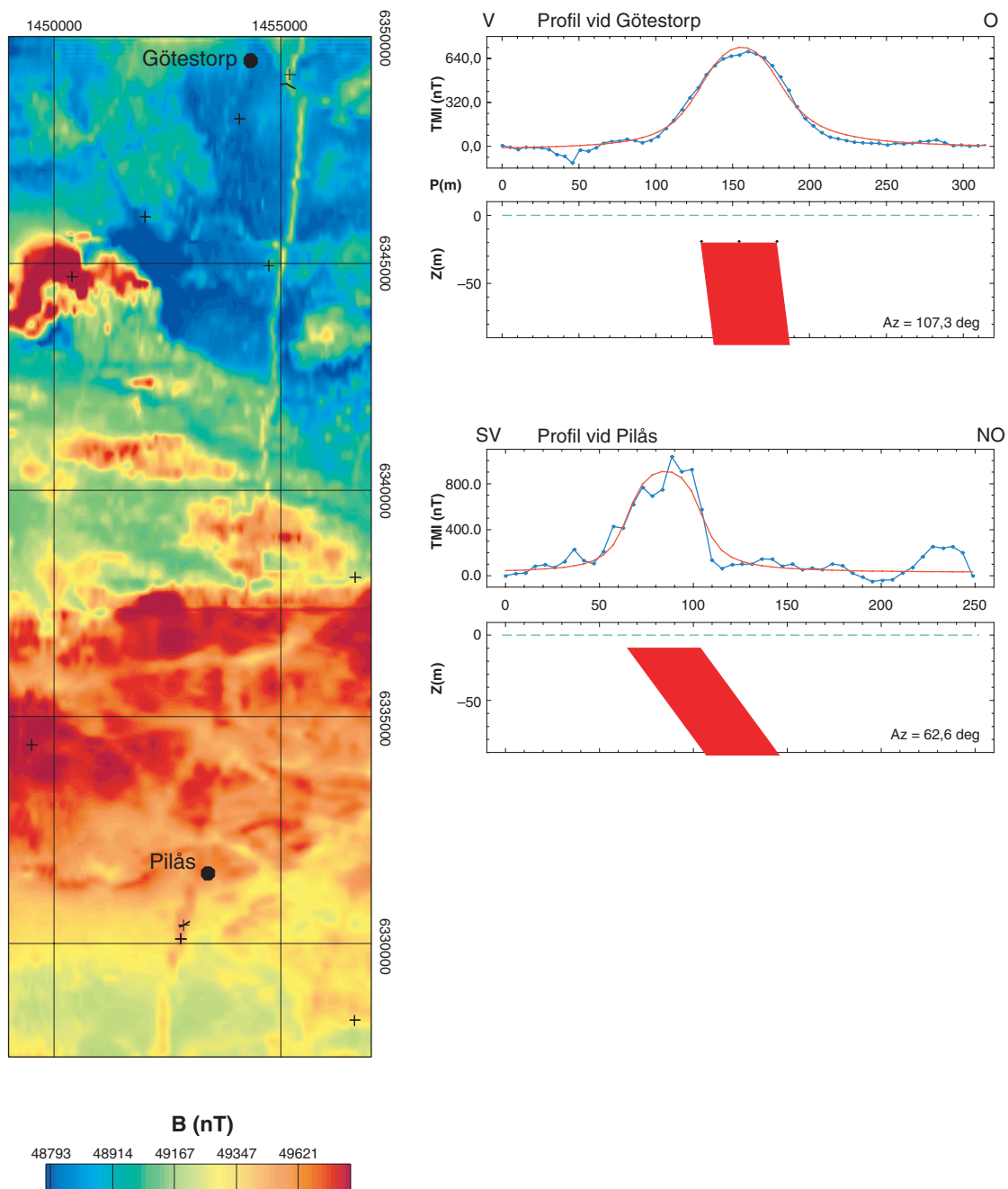


Fig. 13. Magnetiskt totalfält i ett område söder om Vetlanda samt resultat från modellberäkning. Symbolerna på magnetfältskartan anger lokaler där spektromettermätning och/eller provtagning utförts. Linjerna på kartan visar profilernas lägen. Skalorna på längd- och djupaxlarna är ej identiska. Endast modellkropparnas övre delar visas.

Tabell 1. Mätvärden för orienterade prov från diabasgång i området omkring sjön Örken.

Lokalnamn	Antal prov	Suscept. (SI)	Remanent magnetisering (A/m)	Deklination $D^{\min}_{\text{min}}-D^{\max}_{\text{max}}$ (D^{medel})	Inklination	Densitet (kg/m ³)
Götestorp	3	0,036–0,037	1,4–1,6	10–74° (48°)	71–82°	2 845–2 852
Pilås	4	0,005–0,023	0,5–4,4	37–136° (83°)	55–82°	2 880–2 893

Målsättningen med markprofilmätningarna har huvudsakligen varit att få en uppfattning om gångens stupning och bredd. Vid modellberäkningen har avsiktligt en så enkel modell som möjligt använts för att förklara de grova dragen hos anomalierna, i detta fall en lutande skiva med stor djuputsträckning. Resultatet av beräkningen indikerar att gången har en bredd av 30–40 m samt en stupning på 60–80° mot öster (fig. 13). Profilmätningen vid Götestorp indikerar ett djup på ca 20 m till diabasens överyta, vilket förefaller vara relativt stort med tanke på att diabasen förekommer i fast klyft på ett avstånd av högst 150–200 m från profilen. Profilmätningen vid Pilås indikerar ett djup av ca 13 m till diabasens överyta, trots att diabas observerats i fast klyft längs en kort sträcka av profilen. Avvikelsen kan möjligen förklaras av modellens förenklade utseende eller variationer i magnetiseringen.

Markmätning av magnetfältet i området omkring Ljunganäs–Årset

I området förekommer avvikelser i magnetfältet som indikerar en förekomst av högmagnetiska gångbergarter med ungefär nord–sydliga till ONO-liga strykningsriktningar. För att förklara dessa anomalier har profilmätning av magnetfältet samt provtagning utförts i trakten omkring byarna Ljunganäs (6E SO 1i) och Årset (6E SO 0i), ca 15 km sydost om Sävsjö.

Vid den nordligaste profilmätningen (fig. 14), utförd strax norr om Ljunganäs (6E SO 1i), har diabas påträffats i fast klyft. En modellberäkning har utförts med metodik enligt ovan. Vid beräkningen har värden antagits för susceptibilitet och remanent magnetisering motsvarande de som uppmätts på prover, dock finns inget orienterat prov från denna lokal. Den remanenta magnetiseringen förutsätts

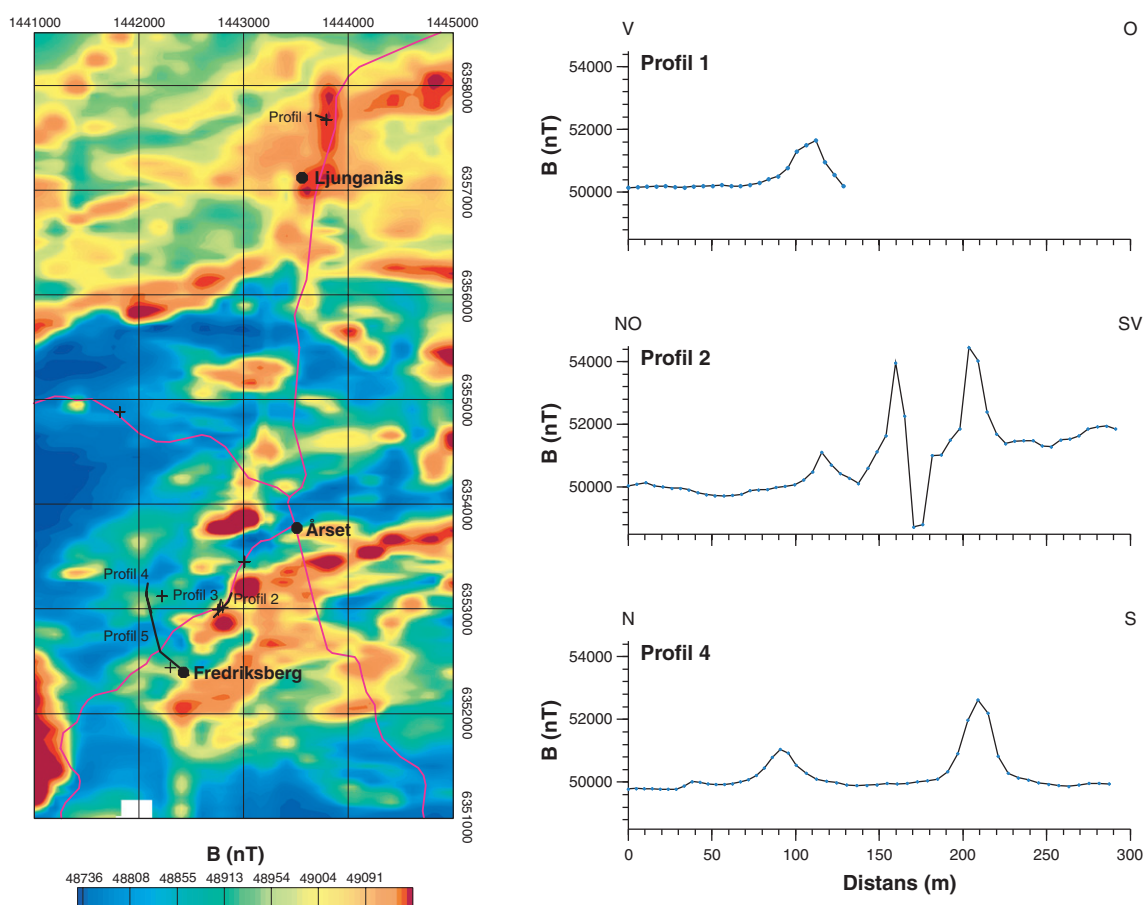


Fig. 14. Magnetisk totalfältskarta för området omkring Ljunganäs–Årset (6E SO 0–1i) samt mätvärden från markmätning av magnetfältet. Symbolerna på magnetfältskartan anger lokaler där spekttermätning och/eller provtagning utförts.

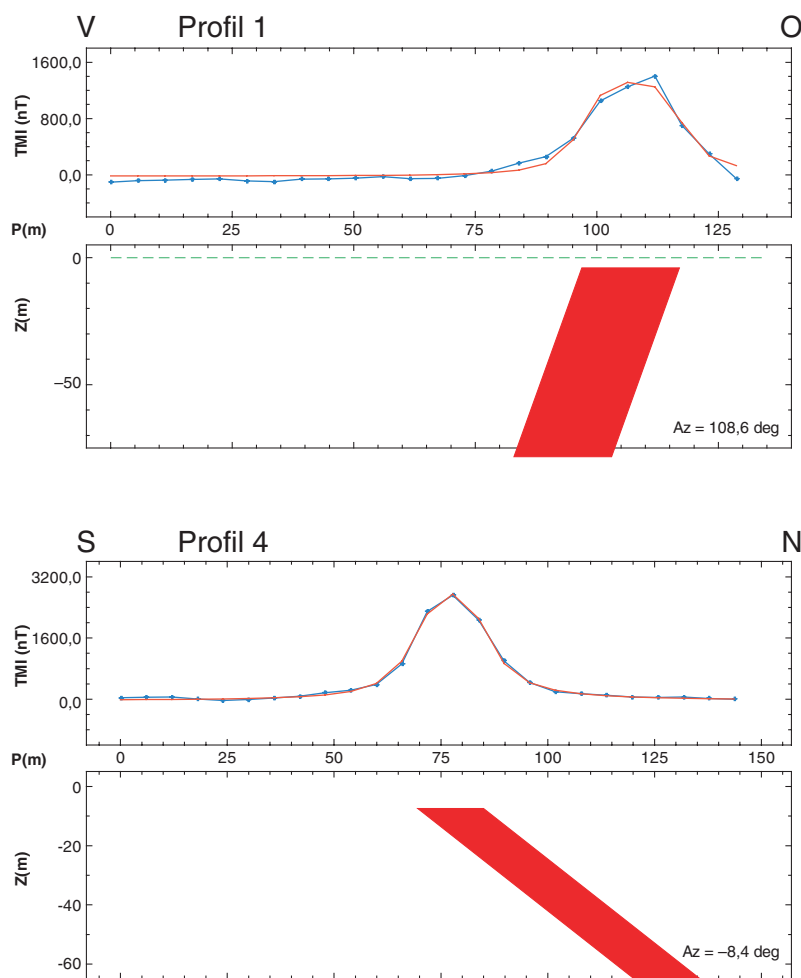


Fig. 15. Modellberäkning baserad på markmätningar av magnetfältet vid Ljunganäs (6E SO 1i) samt strax öster om gruvområdet Fredriksberg (6E SO 0i). Här visas endast ett kort avsnitt av profil 4. Skalorna på längd- och djupaxlarna är ej identiska. Endast modellkropparnas övre delar visas.

därför ha samma riktning som det jordmagnetiska fältet. Resultatet från modellberäkningen tyder på att gångens bredd är strax under 20 m samt att dess stupning är nästan vertikal. Det beräknade djupet till gångens överyta är ca 5 m trots att gången når markytan, vilket möjligen kan förklaras med modellens förenklade geometri.

Diabas med magnetiska egenskaper liknande de som uppmättes vid Ljunganäs finns även i fast klyft i anslutning till de två profilerna (fig. 14) mellan gruvområdet Fredriksberg och byn Årset (6E SO 0i). Det är dock sannolikt inte denna diabas som orsakar de kraftiga anomalierna i den ena av dessa profiler. Orsaken till dessa anomalier har inte påträffats, trots en god blottningsgrad i området. En anomali med liknande styrka har även påträffats vid markmätning som utförts något längre söderut (fig. 14), strax öster om Fredriksberg (6E SO 0i). Modellberäkningen indikerar att denna anomali orsakas av en gångliknande kropp med en susceptibilitet av ca 0,2 (SI-enheter) om magnetiseringen förutsätts vara enbart inducerad (fig. 15). Ej heller vid denna lokal har anomaliorsaken kunnat fastställas. Det är inte möjligt att förklara anomalin genom att använda en gångliknande kropp med liknande magnetiska egenskaper som de vilka uppmättes för diabaserna söder om Årset samt vid Ljunganäs. Diabaser med en högre magnetisering, liknande den som indikeras av modellberäkningen, förekommer dock i regionen. Någon indikation om störkällor, exempelvis nedgrävda metallkablar, finns ej.

REFERENSER

- Adamson, O.J., 1944: The petrology of the Norra Kärr district. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 66, 113–255.
- Andersson, J., 2001: Sveconorwegian orogenesis in the southwestern Baltic Shield. Zircon geochronology and tectonothermal setting of orthogneisses in SW Sweden. *Doctoral thesis University of Lund*.
- Andersson, U.B., 1997: Petrogenesis of some Proterozoic granitoid suites and associated basic rocks in Sweden (geochemistry and isotope geology). *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden* 91, 216 s.
- Ask, R., 1996: Single zircon evaporation Pb-Pb-ages for the Vaggeryd syenite and dolerites in the SE part of the Sveconorwegian orogen, Småland, SE Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 118, A8.
- Berglund, J., 1997: Mid-Proterozoic evolution in southwestern Sweden. *Ph.D. thesis, Earth Sciences Centre, Göteborg University. Publication A* 16, 132 s.
- Bergström, U., Juhojuntti, N., Kero, L., Lundqvist, L., Stephens, M., Sukotjo, S., Wik, N.-G. & Wikman, H., 2002: Projekt Småland I H. Delin (red): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2001. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden* 110, 65–83.
- Blaxland, A.B., 1977: Agpaitic magmatism at Norra Kärr. Rb-Sr isotopic evidence. *Lithos* 10, 1–8.
- Claeson, D.T., 1998: Coronas, reaction rims, symplectites and emplacement depth of the Rymmen gabbro, Transscandinavian Igneous Belt, southern Sweden. *Mineralogical Magazine* 62:6, 743–757.
- 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.
- EC, 1999: Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials. *Radiation Protection 112. European Commission, Directorate – General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection*, 16 s.
- von Eckermann, H., 1960: The alkaline rocks of Norra Kärr. Alkaline rocks and mineral deposits of southern, central, and northern Sweden. I Guide to excursion No C 27 by H. von Eckermann, W. Larsson, E. Norin, R. Gorbatshev, and P. Quensel. *International Geological Congress XXI Session, Norden 1960, Sveriges geologiska undersökning*, 3–6.
- von Eckermann, H., 1968: New contributions to the interpretation of the genesis of the Norra Kärr alkaline body in southern Sweden. *Lithos* 1, 76–88.
- Estifanos, B., Johansson, L., Ståhl, K. & Wroblewski, T., 1998: A mineralogical and synchrotron X-ray Rietveld study of dark-clouded plagioclase from Bjärnum, southern Sweden. *GFF* 120, 337–340.
- Geijer, P., Collini, B., Munthe, H. & Sandegren, R., 1951: Beskrivning till kartbladet Gränna. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 193, 100 s.
- Gorbatshev, R., 1980: The Precambrian development of southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 102, 129–136.
- Henkel, H. & Nisca, H.D., 1978: A rock sample orientation system used by the Geological Survey of Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C* 740, 15 s.
- Jarl, L.-G., 2002: U-Pb zircon ages from the Vaggeryd syenite and the adjacent Hagshult granite, southern Sweden. *GFF* 124, 211–216.
- Johansson, L. & Johansson, Å., 1990: Isotope geochemistry and age relationships of mafic intrusions along the Protogine Zone, southern Sweden. *Precambrian Research* 48, 395–414.
- Kornfält, K.-A., Bergström, J., Carsrud, L., Henkel, H. & Sundquist, B., 1978: Beskrivning till berggrunds-kartan och flygmagnetiska kartan Kristianstad SO. *Sveriges geologiska undersökning Af* 121, 120 s.
- Lundqvist, L., 1996: 1,4 Ga mafic-felsic magmatism in Southern Sweden: a study of the Axamo Dyke Swarm and a related Anorthosite-Gabbro Intrusion. *Göteborg University, Earth Sciences Centre, Thesis A* 11, 93 s.
- Löfstrand, G., 1898: Rapport om svarta graniten å Herrestad. *Rapport*, 5 s.
- Löfstrand, G., 1898: En samling slipade och polerade prof af s.k. svart granit från Herrestad vid Kärda station i Jönköpings län. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 20, s. 308.
- Mansfeld, J., 1995: Crustal evolution in the southeastern part of the Fennoscandian Shield *Meddelanden från Stockholms universitets institution för geologi och geokemi* 289.
- McEnroe, S.A., Harrison, R. J., Robinson, P., Goila, U. & Jercinovic, M. J., 2001: Effect of fine-scale microstructures in titanohematite on acquisition and stability of natural remanent magnetization in granulite facies metamorphic rocks, southwest Sweden: implications for crustal magnetism. *Journal of Geophysical Research* 106, 30523–30546.
- Månsson, A.G.M., 1996: Brittle reactivation of ductile basement structures; a tectonic model for the Lake Vättern basin, southern Sweden. *GFF* 118, *Jubilee Issue*, A19.

- Patchett, P.J., 1978: Rb/Sr ages of Precambrian dolerites and syenites in southern and central Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 747*, 63 s.
- Persson, L., 1985: Beskrivning till berggrundskartorna Vetlanda NV och NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 150 och 151*, 138 s.
- Persson, L., 1989: Beskrivning till berggrundskartorna Vetlanda SV och SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 170 och 171*, 130 s.
- Persson L. & Wikman, H., 1986: Beskrivning till provisoriska översiktliga berggrundskartan Jönköping. *Sveriges geologiska undersökning Ba 39*, 25 s.
- Peterson, J., 2002: The genesis and subsequent evolution of episyenites in the Bohus granite, Sweden. *Earth Sciences Centre, Department of Geology, Göteborg University, Doctoral Thesis A 75*.
- Rodhe, A., 1987: Depositional environments and lithostratigraphy of the middle Proterozoic Almesåkra group, southern Sweden. *Sveriges geologiska undersökning Ca 69*, 80 s.
- Skjernaa, L., 1992: Microstructures in the Nyatorp Shear Zone, southeastern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 114*, 195–208.
- Strålskyddsmyndigheterna i Danmark, Finland, Island, Norge och Sverige, 2000: Naturally occurring radioactivity in the Nordic Countries – Recommendations. *The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden*, 80 s.
- Sundblad, K., Mansfeld, J. & Särkinen, M., 1997: Paleoproterozoic rifting and formation of sulphide deposits along the south-west margin of the Svecofennian Domain, southern Sweden. *Precambrian Research 82*, 1–12.
- Vidal, G., 1982: Den prepaleozoiska berggrunden. I Beskrivning till berggrundskartan Hjo NO. *Sveriges geologiska undersökning Af 120*, 112 s.
- Wahlgren, C.-H., Cruden, A.C. & Stephens, M.B., 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.
- Wik, N.-G., Daniels, J., Juhojuntti, N., Kero, L., Persson, L. & Wikman, H., 2001: Projekt Småland. I H. Delin (red): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2000. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 105*, 75–85.
- Wik, N.-G., Bergström, U., Claeson, D., Juhojuntti, N., Kero, L., Lundqvist, L., Petterson, J., Sukotjo, S., Wedmark, M. & Wikman, H., 2003: Projekt Småland. I H. Delin (red): Regional berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående undersökningar 2002. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 112*, 96–116.
- Wikman, H., 1998: Beskrivning till berggrundskartorna Växjö SV och SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 188 och 200*, 90 s.
- Wikman, H., 2000: Beskrivning till berggrundskartorna Växjö NO och NV. *Sveriges geologiska undersökning Af 201 och 216*, 108 s.

E-post: nils-gunnar.wik@sgu.se
 niklas.juhojuntti@sgu.se
 hossein.shomali@sgu.se

ulf.bergstrom@sgu.se
 leif.kero@sgu.se
 sam.sukotjo@sgu.se

dick.claeson@sgu.se
 lena.lundqvist@sgu.se
 hugo.wikman@sgu.se

cecilia.jelinek@sgu.se
 charlotte.moller@sgu.se



Geological Survey of Sweden
Box 670
SE-751 28 Uppsala
Phone: +46 18 17 90 00
Fax: +46 18 17 92 10
www.sgu.se

Uppsala 2004
ISSN 0349-2176
ISBN 91-7158-693-8
Tryck: Elanders Tofters, Östervåla