

Beskrivning till berggrundskartan 15G Bollnäs

Lena Albrecht & Lutz Kübler



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-051-8

Närmare upplysningar erhålls genom
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
751 28 Uppsala
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: kundservice@sgu.se
Webbplats: www.sgu.se

Omslagsbild: Järvzoo, Järvsjö (kartområdet 15G Bollnäs NV). Järven sitter på grovporfyrisk deformerad Ljusdalsgranit som är den dominerande bergarten inom kartområdet 15G Bollnäs. Foto: Lena Albrecht.

© Sveriges geologiska undersökning, 2011
Layout: Agneta Ek, SGU

INLEDNING

Arbetet inom kartområdet 15G Bollnäs län inleddes 2004 som en del av ett projekt med syfte att framställa en översiktlig berggrundskarta i skala 1:250 000 med tillhörande databaser över Gävleborgs län. Sammanlagt har 862 berggrundsobservationer gjorts inom kartområdet 15G Bollnäs. I de västra områdena har samtliga förekommande hållar besökts. Karteringen avslutades 2006 och har genomförts med en hastighet av ca 25–30 kvadratkilometer per dag. Som karteringsunderlag har topografiska kartor i skala 1:50 000 använts. För lägesbestämning av observationslokaler har GPS använts. Under pågående kartering har resultaten redovisats i Bergman m.fl. (2005, 2006). I fältarbetet har följande personer deltagit: Lena Albrecht, Johan Jönberger, Lutz Kübler och Niklas Olsson.

För kartområdet 15G Bollnäs föreligger flygmätta data från år 1979. De omfattar magnetfältdata, gammastrålningsdata och elektromagnetiska data (VLF). Mätningar utfördes med flyglinjeavståndet 200 meter och mätpunktsavståndet 40 meter vid en navigeringshöjd på 30 meter. Noggrannheten för magnetfältdata är 1 nT. Flygriktningen har varit nord-sydlig i hela projektområdet. Figur 1 visar det

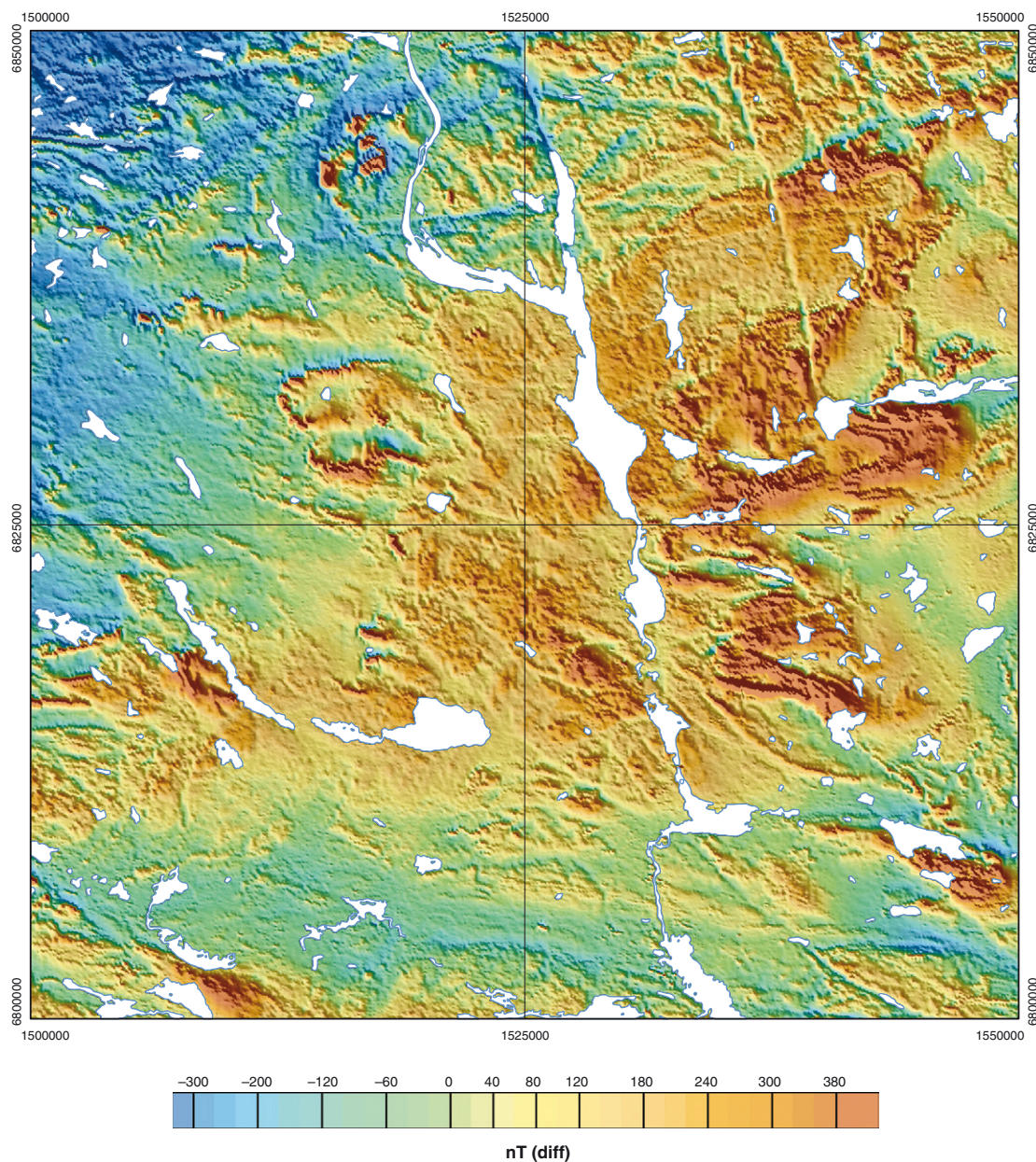


Fig. 1. Magnetisk anomalikarta över kartområdet 15G Bollnäs.

magnetiska totalfältet i projektområdet. Tyngdkraftsmätningar har utförts på sammanlagt något mer än 800 punkter huvudsakligen under 1993 med kompletteringar år 2005. Punkttätheten är 0,5 till 1 punkter per kvadratkilometer.

Under karteringsarbetet insamlades 119 prover för bestämning av bergarternas petrofysiska egenskaper. Under tidigare arbeten hade för samma ändamål tagits 48 prover. Därutöver utfördes också mätningar av berggrundens gammstrålningsegenskaper på 146 observationspunkter, med syftet att bestämma totalstrålningen och halterna av kalium, uran och torium.

Området domineras av bergarter som bildades under den så kallade svekokarelska orogenesen (bergs-kedjebildningen) för ca till 1960 till 1750 miljoner år sedan. Äldst i det aktuella området är så kallade svekofenniska ytbergarter (bergarter avsatta på jordytan), som utgörs av vulkaniska och sedimentära avlagringar bildade för minst ca 1900 miljoner år sedan. Ytbergarterna intruderades av djup- och gångbergarter (intrusivbergarter bildade i jordskorpan) för ca 1900 till 1840 miljoner år sedan. Djupbergarterna kallas tidigorogent svekokarelska. Ovannämnda bergarter omvandlades genom att de fördes ner i jordskorpan och där utsattes för höga temperaturer eller tryck (metamorfos) under kulminationen av orogenesen. I vissa områden 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. Under orogenesen deformerades berggrunden varvid bl.a. foliationer, stängligheter och stora veckstrukturer bildades. I vissa zoner, så kallade skjuvzoner, var deformationen särskilt stark. Efter den svekokarelska orogenesen avsattes sedimentära och vulkaniska bergarter som återfinns utanför kartområdet, bl.a. Dalavulkanit, och den äldre berggrunden intruderades flera gånger av granit (ca 1700–1500 miljoner år gammal), samt av flera generationer diabas som gångar och flackt liggande skivor. Dessutom avsattes så kallade jotniska sedimentära bergarter för 1600–1200 miljoner år sedan, på den äldre berggrunden. För ca 89 miljoner år sedan skedde ett meteoritnedslag i Dellenområdet öster om Ljusdal, strax norr om kartområdet, vilket ledde till smältning och krossning av berggrunden.

SVEKOFENNISKA YTBERGARTER

Ytbergarterna representerar de äldsta bergarterna inom området och är mestadels omvandlade till ådergnejs (fig. 2). De flesta gnejserna är grå och relativt biotitrika. Sammansättningen tyder på att de ursprungligen har varit leriga sediment. Sydost om Edsbyn, (0 a) förekommer lokalt även mer sandiga till kvartsitiska led. De primära strukturerna har mestadels utplånats genom metamorfos och deformation.

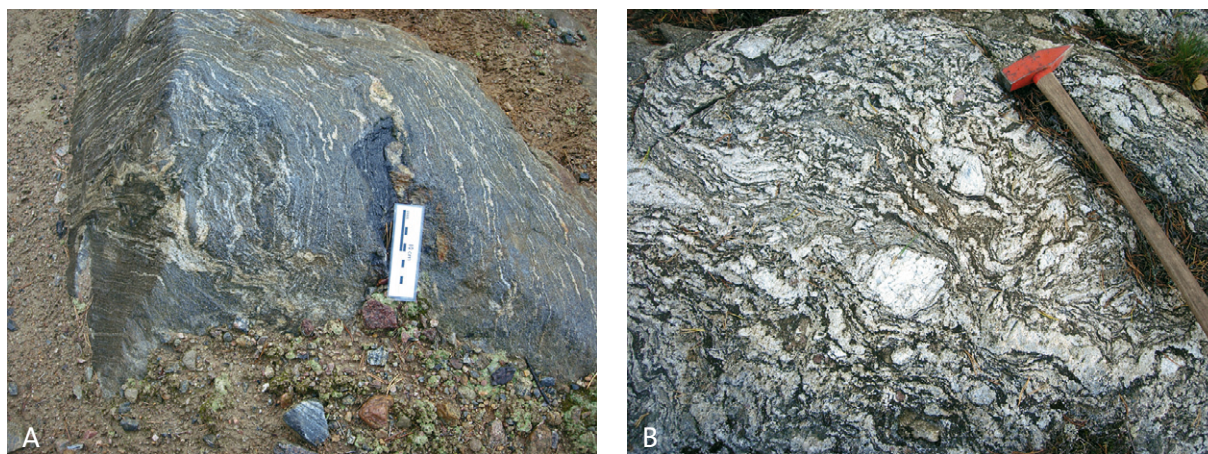


Fig. 2. Fotografier av bergarter från 15G Bollnäs SO och NO. Koordinater i rikets nät (RT90). **A.** Ådergnejs av ytbergart från norra stranden av sjön Nien (6832403/1545333). Bergarten är veckad, måttligt ådrad, biotittdominerad och innehåller granat. **B.** Starkt ådrad ytbergartsgnejs norr om Växbo (6812811/1545994). Bergarten innehåller små skarnklumpar (ej på bild) samt 2–3 cm stora granater. Foto: Lena Albrecht.

Inga säkra vulkaniska ytbergarter har iakttagits, men eftersom primära strukturer är sällsynta kan det inte uteslutas att delar av ådergnejsen har ett vulkaniskt ursprung. Bandning, tolkad som rester av primär lagring, kan urskiljas på några få lokaler i inneslutningar eller i siltiga till sandiga band i ådergnejsen. Skarnlinser och band förekommer på några få lokaler. Sillimanit och cordierit finns både i leukosom och mesosom. Granat uppträder som poikiloblaster av varierande storlek, främst i öster. Vissa delar av sedimentådergnejsen har hög magnetisk susceptibilitet på grund av förekomst av magnetit och magnetkis och kan därför tydligt urskiljas på magnetfältskartan som ett veckformat anomalimönster (fig. 1) Detta mönster kan också skönjas i det residuala tyngdkraftsfältet. Ett annat anmärkningsvärt geofysiskt drag är att vissa gammastrålningsanomala led återfinns inom ytbergarterna. De förhöjda värdena förorsakas av relativt höga halter av torium (fig. 4), särskilt i sillimanitförande partier. Ett exempel på detta finns omedelbart söder om sjön Stor-Nien (6 j) där biotitrik åderomvandlad ytbergartsgnejs uppvisar hög gammastrålningsaktivitet (aktivitetsindex >1) och är orsaken till en utpräglad anomali i området. Ytterligare en anomali finns några kilometer österut vid Majsaberget. I trakterna runt Niensjöarna upptäcktes under den omfattande uranprospekteringen 1980–1981 flera högaktiva mineraliseringar i både block och fast klyft (Forsberg 1982).

Ungefär 3 km söder om sjön Stor-Nien (5 i) förekommer en ljus röd metaarenit som förmodligen representerar ett mer sandigt led i ytbergarterna. Bergarten är veckad, migmatitisk och innehåller rikligt med sillimanit och även cordierit. Huvudmineralen är kalifältspat, kvarts och sericitomvandlad plagioklas. Sillimaniten förekommer både spridd i bergarten och som stråliga kristaller orienterade utefter axialplan i veck. I vissa delar där granitisk till granodioritisk leukosom dominerar är det även svårt att skilja ytbergartsgnejs från migmatitiserad metagranit till granodiorit.

TIDIGOROGENA INTRUSIVBERGARTER

Den största utbredningen inom området har metagranitoider av Ljusdalstyp (fig. 5), men även metatonalit förekommer. Bergartsgruppens kraftigt varierande magnetiska egenskaper förorsakar det mycket heterogena, regionalt något förhöjda fältet över metagranitens hela utbredningsområde. Den kortvågiga

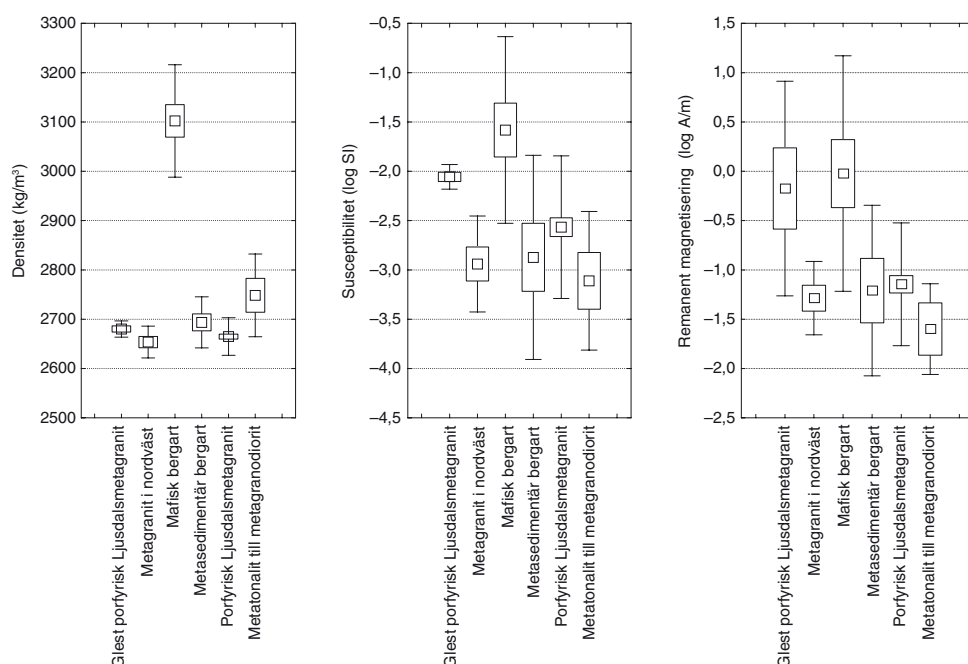


Fig. 3. Sammanfattning av de petrofysiska analyserna i form av boxdiagram. Liten box motsvarar medelvärdet, stor box motsvarar medelvärdets medelfel och pelarna motsvarar standardavvikelsen.

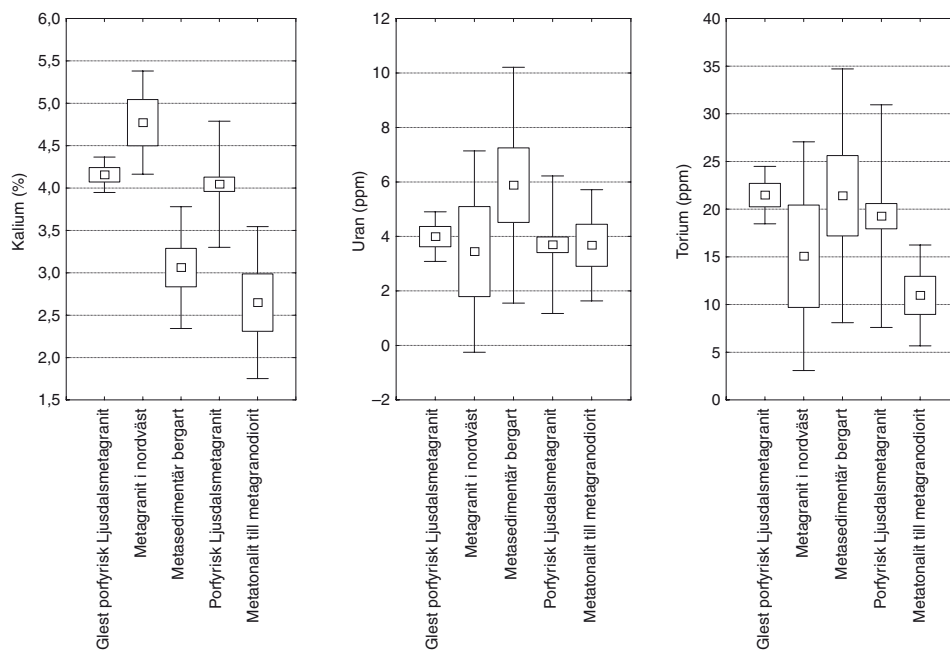


Fig. 4. Sammanfattning av gammaspektromettermätningarna i form av boxdiagram. Liten box motsvarar medelvärdet, stor box motsvarar medelvärdets medelfel och pelarna motsvarar standardavvikelsen.



Fig. 5. Fotografier av bergarter från 15G Bollnäs SO och NO. Koordinater i rikets nät. **A.** Ljusdalsgranit med zonerade strökorn. Visserligen har även plagioklaskanter (6814373/1525023). **B.** Ljusdalsgranit med zonerad megakrist, väster om Växbo (6812230/1536181). **C.** Ljusdalsgranit till granodiorit, där en svagare deformerad bergart (vänster i bilden) transponeras in i en starkt stänglig zon (6848873/1543084).

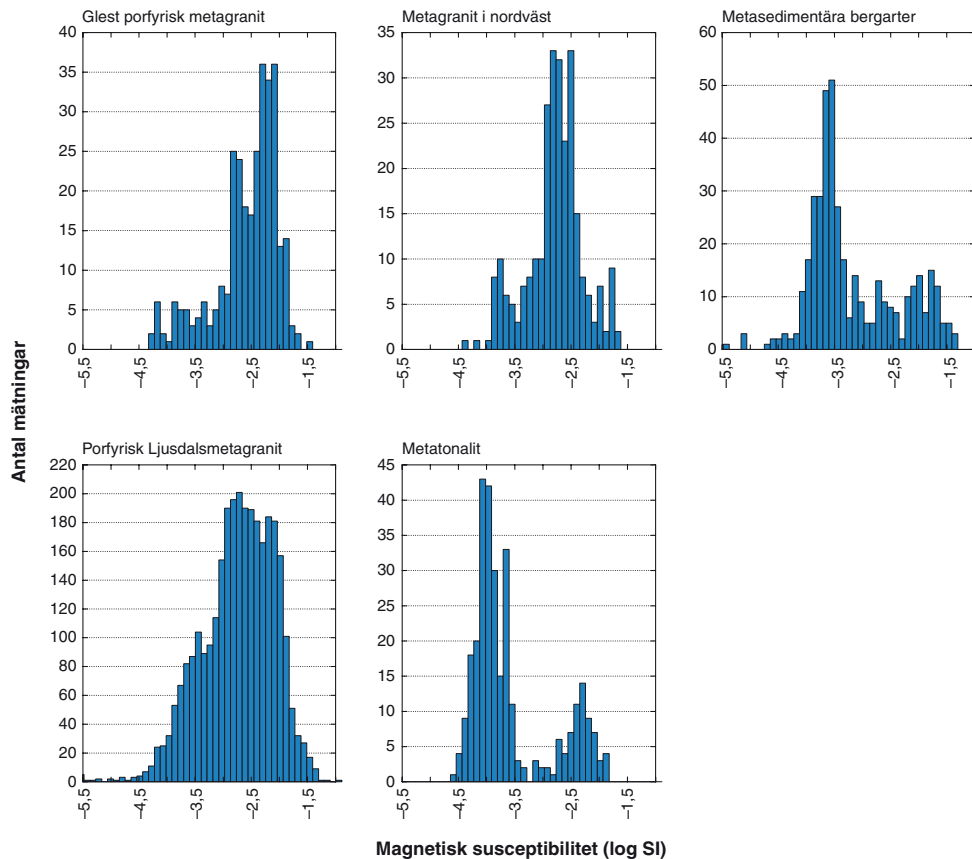


Fig. 6. Histogrammen visar värdefördelningen för de dominerande bergartsgruppernas magnetiska susceptibilitet i kartområdet 15G Bollnäs. Observera att olika skalor har använts för ordinaten. Glest porfyrisk granit motsvarar granitoider av Ljusdalstyp i den centrala delen av kartområdet. "Metagranit i nordväst" motsvarar granitoider som inte jämföras med sådana av Ljusdalstyp och som återfinns i nordvästra delen av kartområdet.

amplitudvariationen skiljer fältet tydligt från omgivande bergarter. Bergartens utseende varierar kraftigt och sammansättningen är huvudsakligen granitisk till granodioritisk (fig. 7 a). Varianterna representerar troligtvis flera intrusionspulser. Deformationen har resulterat i allt från en svag foliation eller stänglighet som i de porfyriska varianterna för det mesta undulerar runt strökornen, till penetrativt deformerade bergarter som är helt omkristalliserade. Eventuella strökorn har då dragits ut till stänglar eller tunna band bestående av röda aggregat av fint medelkornig kalifältspat.

Bergarterna är gråroda till grå med varierande mängd strökorn (kalifältspat, 0–50 % av bergartsvoly-men). Dessa är runda eller linsformade och består i de centrala delarna ofta av en enskild kristall, omgiven av en tunnare eller bredare omkristalliserad kantzon. Tillväxtzonering i centralkristallerna (bildade när kristallen växte i magman) är på några lokaler urskiljbar med blotta ögat. Ställvis är strökornen mant-lade med en tunn plagioklaskant. Skillnader i mängden strökorn kan ses i hållskala och verkar avspejla primära variationer. Strökornen förekommer i vissa delar så tätt att de tycks ligga staplade på varandra. På några lokaler är strökornen 10–12 cm stora (fig. 5a och b). Sådan grovporfyrisk metagranit finns bl.a. nära Växbo (5 i) samt strax nordost om Orbaden (5 g). Vanligast är emellertid metagranit till metagra-nodiorit med 2–4 cm stora strökorn. Mellanmassan är ljusgrå till svart, fint medelkornig till finkornig och består av kvarts, biotit, plagioklas och ställvis även finkornig kalifältspat.

De icke-porfyriskas varianterna verkar antingen primärt ha saknat strökorn, eller så har dessa utplånats sekundärt genom dynamisk omkristallisation under deformationen (fig. 5c). Ibland har enstaka mega-kristaller överlevt i en i övrigt helt omkristalliserad grundmassa (fig. 9). Även ojämnskorniga varianter av granitoida bergarter förekommer. Söder om Galvsjön (1 e) väster om Arbrå och Ljusnan finns ett mindre område med röd, ojämnskornig metagranit med strökorn som är knappt större än grundmassan, men



Fig. 7. **A.** Granodiorit som ingår i Ljusdalssviten. Denna bergart innehåller färre och mindre ströckorn (vissa är svagt blå) samt totalt mindre mängd kalifältspat (6827639/1530912). **B.** Granodiorit av äldre typ, troligtvis ej Ljusdal. Bergarten är späckad med granat och innehåller band av basiska, finkorniga ytbergarter (6827639/1530912).



Fig. 8. Metagranit av Ljusdalstyp söder om St. Mörtberget. Den porfyrisk texturen är nästan utplånad genom att de ursprungliga ströckornen har omkristalliserat till aggregat av mindre korn (6817978/1501211). Koordinater i rikets nät.



Fig. 9. Begynnande smältning i deformerad metagranit av Ljusdalstyp. Leukosomen är en skenbart odeformerad, medelkornig granit med ärvda ströckorn bestående av enskilda kalifältspatskristaller (6811607/1520171). Koordinater i rikets nät.

förutom dessa finns enstaka megakrister. Lokal uppsmältning har utplånat foliation eller stänglighet i massformiga körtlar eller domäner i östra delen av området (fig. 8). Inneslutningar av siltiga till sandiga metasediment samt amfibolit förekommer på några få lokaler.

Längst uppe i norr inom kartområdet 15G Bollnäs NO, strax söder om Delsbo, dominerar grå, grovporfyrisk metagranit till granodiorit som mot öster är allt rödare och granatfläckig. Åt väster fortsätter den grå varianten men övergår ungefär vid Järvsö i söder (8 d) i röd porfyrisk metagranit. Metagraniterna är även grå i anslutning till metabasitkropparna. Övergången mellan porfyrisk och ej porfyrisk varianter är diffus. Norr om Edsbyn är övergångszonen omkring en kilometer bred. Porfyrisk metagranit av Ljusdalstyp har successivt omkristalliserats till en jämnkornig, medelkornig metagranit där de forna ströckornen ställvis kan urskiljas som fläckar eller strimmor bestående av aggregat av kalifältspat. Ungefär 10 km söder om Järvsö, utefter väg 83 är metagraniten glest porfyrisk. Färgen är där mörkt grå med en brun anstrykning. Vidare österut nära Ljusnans västra strand finns några hållar med typisk porfyrisk metagranit av Ljusdalstyp.

Öster om Ljusnan i kartområdet 15G Bollnäs NV förekommer grå, fint medelkornig, småporfyrisk metagranit till metagranodiorit. Bergarten innehåller små, idiomorfa ströckorn med karlsbadertvillingar



Fig. 10. Metagranodiorit som ingår i Ljusdalssviten. Till skillnad från "klassisk" Ljusdalsgranit är strörkornen små, tabulära och har Karlsbadertvillingar som skär över foliationen (6842126/1517488). Koordinater i rikets nät.

som skär foliationen (fig. 10). I bergarten kan man lokalt urskilja större aggregat av rosa kalifältspat vilka representerar omkristalliserade ögon som dragits ut i foliationsriktningen. Detta visar att bergarten först har varit en grovporfyrisk granit som sedan har omkristalliserat under metamorfosen och därefter har nya strörkorn växt över foliationen. Två små förekomster av denna variant har även påträffats väster om Ljusnan. Under fältsäsongen 2005 provtogs metagranit av Ljusdalstyp öster om Järvsö för datering och kemisk analys (LAL051204, koordinater i rikets nät 6843195/1522280). U-Pb-datering av zirkon (TIMS) gav åldern ca 1860 miljoner år vilken tolkas som bergartens intrusionsålder.

Metagranit av Ljusdalstyp har generellt en relativt hög kaliumhalt som i medel ligger på 4,8 viktprocent (K_2O) med en standardavvikelse av 1 % (fig. 4). Den genomsnittliga densiteten (ca 2670 kg/m³) är högre än för en "normal" granit vilket gör att hela batolitstrukturen bildar en regional tyngdkraftsanomali som täcker kartområdena 15G Bollnäs NV och NO. Variationen från mera granitisk till granodioritisk bergart kan observeras i det tydligt omvända förhållandet mellan halten kalium och bergartens densitet (fig. 11). Också den granodioritiska typen, med högre densiteter, innehåller relativt sett höga kaliumhalter vilket förklaras med den rikliga förekomsten av biotit. Trots de höga halterna av kalium och de frekvent förekommande anomala halterna av torium (>20 ppm) når aktivitetsindexet (markmätningar) aldrig över 2. Orsaken till detta är att uranhalten ligger på en karaktäristiskt låg nivå och att den bara i två fall når över 10 ppm.

Nordväst om Järvsö, längs kartområdets norra kant (9 a) finns en grå, medelkornig metatonalit. Bergarten är mörkt grå, folierad, medelkornig och innehåller hornblände, men även biotit förekommer. Den har mycket låga halter av kalium, torium och uran (1 %, 2–4 ppm, respektive 0,1 ppm). Det är oklart om bergarten tillhör Ljusdalssviten. Kontakten mot Ljusdalmetagraniten söderut är inte blottad, men deformationsgraden är stark nära kontakten och den bedöms därför vara tektoniskt överpräglad. Metatonalit finns även söder om sjön Stor-Nien, längs kartområdesgränsen mellan 15G Bollnäs SO och NO, och den kan urskiljas som en homogen yta med mycket små amplitudvariationer på den magnetiska anomalikartan. Den omges av en ådrad ytbergart. Dess relation till Ljusdalbatolitens bergarter är oklar men tonaliten antas tillhöra de tidigorogena intrusiva bergarterna. En U-Pb-datering av zirkon (TIMS) gav en intrusionsålder på 1866±10 miljoner år (Bergman m.fl. 2006). Denna åldersbestämning överlappar den ålder som erhöles från Ljusdalmetagraniten öster om Järvsö, vilket indikerar att båda bergarterna tillhör Ljusdalbatoliten. Dessutom stämmer åldern väl med en datering av grovporfyrisk metagranit öster om

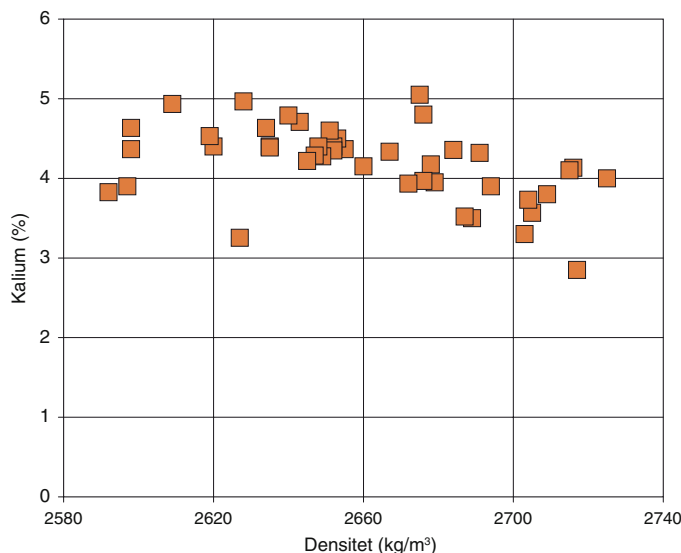


Fig. 11. Diagrammet visar förändringen av kaliumhalten (%) i förhållande till densitetsvariationer inom bergartsgruppen "Granitoider av Ljusdalstyp".

kartområdet 15G Bollnäs där intrusionsåldern 1858 ± 7 miljoner år erhållits (Högdahl m.fl. 2006). Detta innebär att Ljusdalsbatolitens intrusionsålder är tämligen väldefinierad. Tonaliten söder om Stor-Nien har inte samma låga halter av kalium, torium och uran som den nordväst om Järvsö utan är svart-vitspräcklig, heterogen, deformerad, oftast migmatitisk, medelkornig och innehåller plagioklas + kvarts + hornblände $\pm$ kalifältspat $\pm$ biotit. Fläckvis ökar halten mörka mineral och bergarten övergår i kvartsdiorit till diorit. I söder och ställvis nära kontakten till sedimentgnejsen uppträder kalifältspat lokalt och bergarten övergår därmed till granodiorit. Åt väster övergår metatonaliten i grå, medelkornig metagranodiorit med talrika inneslutningar av sedimentådernejs, ställvis urskiljbara som positiva högmagnetiska anomalier på den magnetiska anomalikartan. Den förhöjda magnetiseringen orsakas huvudsakligen av magnetkis.

Norr om Mörtsjön (4a) samt även inom kartområdet 15G Bollnäs NO norr om Nianfors (6j) finns metagranodiorit (Bergman m.fl. 2005) som tolkas vara bildad genom uppsmältning av sedimentgnejs (fig. 7b). Norr om Nianfors är bergarten rödgrå, medelkornig och i vissa områden starkt deformerad. Ställvis är den även migmatitisk och späckad med granater. Ådror och gångar av samma typ intruderar den omgivande sedimentådergnejsen. På den magnetiska anomalikartan kan bergarten urskiljas på gränsen mellan kartområdena 15G Bollnäs NO och 15H Hudiksvall NV som ett mer eller mindre magnetiskt homogent område vilket tillsammans med fortsättningen in i det angränsande området bildar en karaktäristisk ringformad anomali (Bergman m.fl. 2005). Magnetiserbarheten är där låg men kan bli relativt hög mot kontakten till omgivande bergarter (fig. 4).

Omvandlade basiska bergarter (amfibolit) förekommer som spridda kroppar i metagranit av Ljusdalstyp huvudsakligen väster om Ljusnan och är genomvädda av vita granit- och pegmatitgångar. Kropparna är mestadels massformiga, består främst av metagabbro (fig. 12) och i viss mån metanorit (Magnusson 1973), men i ett fall även av omvandlade basiska vulkaniter. Flera av kropparna innehåller titanförande magnetit samt ilmenit. Den höga järnhalten och förekomsten av magnetiska mineral gör metabasiterna tydligt urskiljbara på den magnetiska anomalikartan som lokala, starkt positiva anomalier i ett regionalt magnetfält med relativt låg styrka. Kropparnas utbredning har därför tolkats från denna karta.

SENOROGENA INTRUSIVBERGARTER

Senorogen granit representeras av spridda, mindre intrusioner, gångar och ådror av röd finkornig granit, grå granodiorit norr om Bollnäs samt pegmatitgranit och mobiliserat från ytbergartsgnejserna (fig. 13). De till ytan något större kropparna, som till exempel Vrångberget inom kartområdet 15G Bollnäs SO,



Fig. 12. Metagabbro (amfibolit) med klippande vit pegmatitgång väster om Järvsö. I hällen finns även ett mindre gruvhål (6842018/1514991).



Fig. 13. Ljusdalsgranit som klipps av en svagare deformerad, yngre granit (6846135/1541028).

skiljer sig från omgivningen genom förhöjda, men inte extrema, gammastrålningsvärden. Eventuellt tillhör även en mindre granitkropp norr om sjön Lill-Nien (6i) den senorogena sviten. Bergarterna är vanligtvis deformerade och foliationer samt lineationer är parallella med omgivande strukturer. Detta indikerar att intrusionen har skett sent under deformationsfasen, eller att senare deformation har haft samma spänningsfält som den tidigare. Sydväst om denna granitkropp, på västra sluttningen av Granåsen (6i) indikerar flygmätta gammastrålningsdata en mycket stark punktformig strålningsanomali som emellertid inte har följts upp i fält. Granodioriten norr om Bollnäs är grå, medelkornig, med eller utan röda, tabulära idiomorfa ca $1,5 \times 3\text{--}4$ cm stora kalifältspatfenokrister, med karlsbadertvillingar. Halten fenokrister varierar upp till ca 20 %. Utseendet och att den i stort sett är odeformerad gör att granodioriten misstänks vara yngre än omgivande metagranit. Leukosom uppträder som ådror, gångar, körtlar eller större kroppar i främst omvandlade, före detta leriga sediment. Kornstorleken varierar från fin- till

grovkornig (aplit till pegmatit). De är röda till grå, medel- till grovkorniga och innehåller förutom kvarts, biotit och fältspat, ställvis även sillimanit, granat och cordierit. Mobilisat eller leukosom finns även i de granitoida äldre bergarterna men kan där vara svårare att urskilja. Lokalt har alla deformationsstrukturer utplånats och bergarten är där fläckvis massformig. Leukosom uppträder även i tryckskuggor vid foliationsboudinage eller utefter axialplan i veck.

Diabas har observerats i fast klyft endast på ett ställe, i en bergtäkt nära kartområdets nordvästra hörn. Diabasgångarnas utbredning är helt tolkad från geofysiska magnetiska anomalier. Diabas har även observerats i nedfallna block från en hållbrant nära norra kanten av kartområdet 15G Bollnäs NV. Diabasen är där finkornig, svart och klipper alla plastiska strukturer.

METAMORFOS

Metamorfosgraden ökar generellt mot öster vilket visas av en ökande grad av uppsmältning (migmatisering). Även metagraniterna visar tecken på detta men till skillnad från sedimentådergnejserna, som blivit tydligt bandade och segregerade i leukosom och melanosom, så har metagraniterna i stor utsträckning blivit helt massformiga. I de nordöstra delarna av kartområdet 15G Bollnäs NO dominerar ställvis leukosom. Vid migmatiteringen började smälta först uppträda i tryckskuggor, längs axialplan till veck eller längs lokala skjuvzoner. I de metasedimentära bergarterna bildade smältorna körtlar och ådror som sedan breddades till gångar. Slutresultatet blev antingen en bandad bergart eller en tämligen massformig, grovkornig bergart med biotitrika fragment som simmar i ett leukosommatrix. Sådana bergarter förekommer mitt i kartområdet 15G Bollnäs NO.

I de magmatiska bergarterna började smälta uppträda på samma sätt som i de metasedimentära. Foliation och stänglighet utplånades därvid och bergarten blev medelkornig och helt massformig. I de porfyriska varianterna syns detta mest i matrix. I en från början folierad, finkornig, porfyrisk metagranit omkristalliserade och smälte således matrix och bildade medelkornig, massformig metagranit. Strökornen påverkades inte och resultatet blev en till synes odeformerad porfyrisk granit. På vissa ställen bildade de nybildade smältorna gångar som sköt iväg några meter. På grund av uppsmältningen är det i vissa fall mycket svårt att avgöra om ursprungsbergarten varit en ryolit eller en granit eftersom dessas sammansättning är identisk. Ett band med en sådan svårtolkad migmatitisk gnejs sträcker sig från trakten omedelbart söder om Bollnäs ca 10 km västerut i riktning mot Alfta.

Sillimanit och cordierit förekommer allmänt både i ytbergartsgnejserna och i mobilisaten. Granat uppträder mot öster först i ådergnejserna och därefter i Ljusdalsmetagraniten, men saknas i metatonaliten samt i metabasiterna. Granat förekommer sällan i väster. Detta gäller även i de glimmerrika metasedimentära bergarterna där granat normalt lätt bildas. Undantaget är kartområdets sydvästra hörn, söder om den stora förkastningen vid Edsbyn. Bergarterna där är granatförande samt märkbart mer migmatitiserade och mer svårtolkade än längre norrut.

STRUKTURER

Inom hela kartområdet är berggrunden påverkad av storskalig veckning med veckaxlar och stängligheter som stupar flackt åt ostsydost (110°, fig. 14). Preexisterande strukturer har roterats in i denna veckning. Veckaxlar, stängligheter samt övriga linjärstrukturer inom kartområdet stupar generellt 15–20° mot ostsydost (100–130°), förutom i ett område som sträcker sig från Nor mot Bobygden längst upp i nordost på kartområdet 15G Bollnäs NO där lineationsriktningarna sprider mer och vrids tillsammans med alla strukturer mot nordväst. Söder om Järvsö finns omböjningszonen till en större synform vilket medför att foliationen, som i söder stryker mot öst, vrids till sydsydost söder om Järvsö. Foliationen planar ut mot väster till att vara subhorisontellt undulerande. Detta resulterar i ett utslätat mönster på magnet-anomalikartan samt i topografiska snitteffekter på kartan. Ett exempel finns 11 km söder om Järvsö, där en flackt skålformad, järnrik metagabbro ger en ringformad anomali på den magnetiska kartan. Generellt

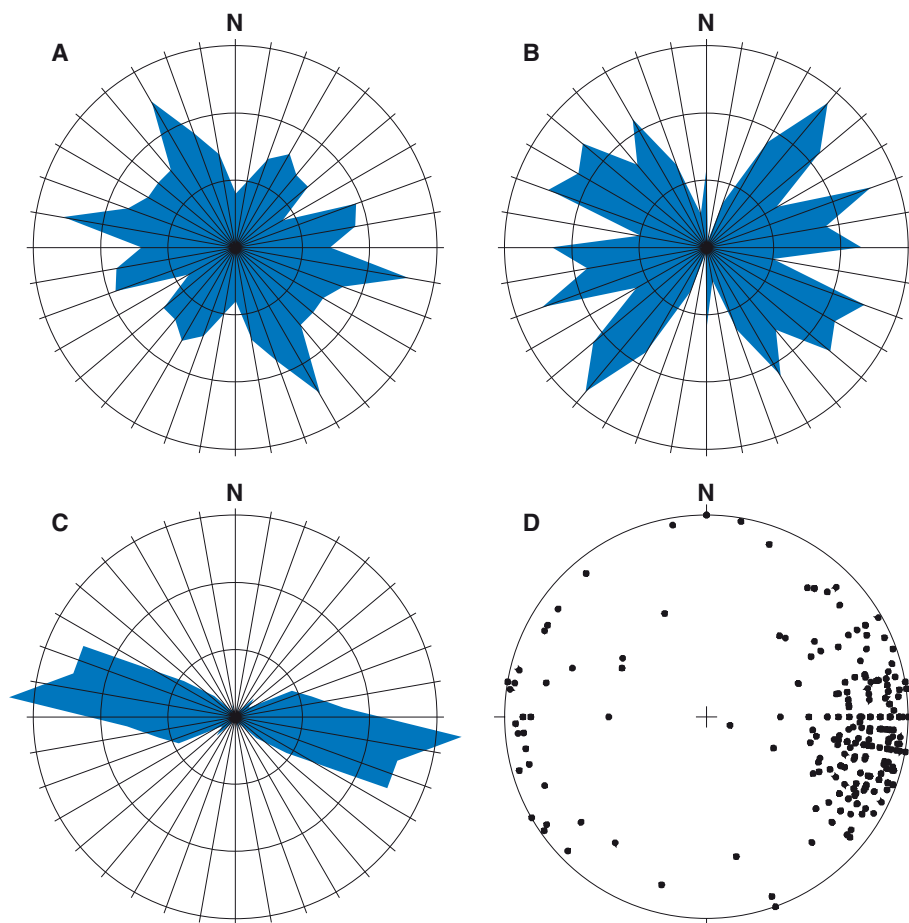


Fig. 14. Diagrammen A till C visar frekvens av lineationernas strykningsriktningar (yttersta ring=30 st). Diagram D visar lineationernas strykning och stupning. Observera att diagrammen inte representerar lineamentens längdfördelning. **A.** Lineationer tolkade från digitala höjddata, N=280. **B.** Lineationer tolkade från magnetfältsdata, N=304. **C.** Lineationer mätta i fält, N=307. **D.** Lineationer mätta i fält plottade i schmidtnät, nedre hemisfären, N=343.

är strukturerna mer svårtolkade i den norra delen. I öster är strukturerna komplexa, delvis på grund av en hög grad av uppsmältning.

Spröda förkastningszoner är mestadels jordtäckta och har därför tolkats som lineament från geofysiska magnetfältsdata och topografiska data (fig. 14). Lineamenten är främst orienterade mot sydsydost, sydost eller ostnordost. De tydligaste finns längs Ljusnans dalgång, väster om sjön Lill-Nien samt nära Edsbyn. De båda första zonerna är parallella och stryker sydsydost. På magnetanomalikartan kan dextrala (hörgervridna) förskjutningar urskiljas längs båda zonerna. Utefter Ljusnanzonen uppgår förskjutningen till 1100 m och längs zonen vid Lill-Nien till 630 m. Så som geofysiska data antyder har eventuella vertikala eller sneda rörelser längs zonerna säkerligen skett, men de kan inte kvantifieras. Förkastningen nära Edsbyn tolkas som en gren av Storsjön-Edsbynzonen (Sjöström & Bergman 1998) och är blottad i stenbrottet vid Klon mellan Ovanåker och Alfta (0 b). Berggrunden är där delvis mylonitisk, starkt uppsprucken, oxiderad och delvis leromvandlad. Rörelseriktningen längs förkastningen har lokalt inte kunnat bestämmas, men nordväst om kartområdet syns en tydlig dextral förskjutning (Sjöström & Bergman 1998). Berggrundens tektonisering i skjuvzonen och zonens mäktighet yttrar sig i ett massunderskott (tyngdkraftsminimum) längs hela dess utsträckning. Förutom dessa tre större, spröda zoner finns plastiska, mindre deformationszoner där berggrunden är starkt folierad till mylonitisk. De stryker huvudsakligen

mot sydost och finns blottade nordost respektive sydost om Galvsjön. Utefter väg 50 från Bollnäs mot Söderhamn löper en plastisk skjuvzon, markerad av ett ost–västligt lineament. I lineamentet finns en sprängd, mindre håll som består av protomylonitisk Ljusdalsmetagranit där skjuvriktningsindikatorer (σ -porfyroblaster) visar en dextral (högervänden) rörelse.

OMVANDLINGAR

Omvandlingar, främst oxidation längs sprickor som har rödfärgat bergarterna, förekommer i och nära sprickzoner och lineament inom hela kartområdet. Särkilt uppsprucken och oxiderad berggrund finns längs södra kanten av kartområdet 15G Bollnäs SV. Sprickorna är där läkta med epidot eller kvarts. Några säkert hydrotermalt omvandlade bergarter har inte påträffats. Nära kontakten till basiska intrusioner har graniter som normalt är röda blivit gråfärgade.

NATURRESURSER

Ett antal mindre gruvor och skärpningar finns inom kartområdena 15G Bollnäs NV och SV. Dessa är, med ett undantag, lokaliserade till metagabbrokroppar. Metagabbbron innehåller titanomagnetit samt ilmenit och i någon mån magnetkis. Även vanadin förekommer vilket ökade intresset för malmen (Lundegårdh 1967, Magnusson 1973). Vid Gruvberget norr om Grängsbo (0 a) och sydost om Edsbyn finns flera gruvhål (fig. 15). Till skillnad från gruvorna längre norrut består malmen av en sulfidmineralisering i kvartsitisk sedimentgnejs. Malmen innehåller magnetkis, kopparkis och i viss mån även guld (Lundegårdh 1967, Magnusson 1973). Vid sjön Sortvattnet (8 b) finns några gruvhål utan något fynd av malm.

I östra delen av området är mineraliseringar sällsynta. Endast fyra fyndigheter (inklusive anomalier) finns rapporterade i SGUs databas. Två av dessa utgörs av blockfynd samt av uran i ytbergartsgnejserna norr och söder om Niensjöarna (Forsberg m.fl. 1981). Resten av fyndigheterna representeras av gamla gruvhål belägna vid Kasberget samt vid Gruvberget, norr respektive söder om Glössbo (0 j). Kasberget ligger i ett stråk av åderomvandlad ytbergartsgnejs där Lundegårdh (1967) funnit skarnbandad leptit (sur metavulkanit) samt biotitskarn som innehåller strålig amfibol och finkornig magnetit. Även magnetkis finns rapporterat från lokalen. Vid Gruvberget är det oklart vad som har brutits. Där finns tre vattenfyllda och instängslade hål, men de är oåtkomliga för besökare och varphögarna är övervuxna. Sidoberget består av metagranodiorit till metatonalit med runda klumpar av diorit och amfibolit. Några malmmineral har inte hittats på lokalen, men bergarten antas vara metagabbro av samma typ som vid Järvsö.

Krossberg bryts i åtminstone sex stenbrott inom kartområdet 15G Bollnäs. De flesta är lokaliserade till Ljusdalsbatoliten. Stenbrotten är ofta kortlivade och öppnas och drivs bara några år, vilket gör det svårt att hålla informationen aktuell.

REFERENSER

- Bergman, S., Albrecht, L., Ahl, M. & Kübler, L., 2005: Gävleborgs län. I H. Delin, (red.) 2005: Berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående verksamhet 2004. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 120*, 103–124.
- Bergman, S., Albrecht, L., Ahl, M., Kübler, L. & Söderman, J., 2006: Gävleborgs län. I H. Delin (red.): Berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående verksamhet 2005. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 123*, 101–118.
- Forsberg, L., Svensson, S., Kullman, F., Troeng, B. & Wilson, M.R., 1981: Uranium exploration in part of southern Norrland progress report. *Sveriges geologiska undersökning BRAP81037*, 12 s.
- Forsberg, L. 1982: Uranium prospecting in Norrland. *Sveriges geologiska undersökning BRAP82042*, 15 s.
- Högdahl, K., Sjöström H. & Andersson, U.B., 2006: Tectonic units and correlation problematics in the central Svecofennian domain. *Sveriges geologiska undersökning, Research report*, 35 s.

- Lundegårdh, P.H., 1967: Berggrunden i Gävleborgs län. *Sveriges geologiska undersökning Ba 22*, 303 s.
- Magnusson, N.H., 1973: *Malm i Sverige 1. Mellersta och södra Sverige*. Almqvist & Wiksell Förlag AB, Stockholm, ISBN 91-20-05545-5, 320 s.
- Sjöström, H. & Bergman, S., 1998: Svecofennian metamorphic and tectonic evolution of east central Sweden. *Sveriges geologiska undersökning, Forskningsrapport*, 50 s.

