

Berggrundskartor

SGU serie Af 204 · Skala 1:50 000

Beskrivning till berggrundskartan

11G Västerås SO



Jan-Olof Arnbom



Uppsala 1999

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

BERGGRUNDSGEOLOGISKA KARTBLAD

SKALA 1:50 000

Serie Af · Nr 204

Jan-Olof Arnbom

Beskrivning till berggrundskartan

11G Västerås SO

Description to the map of solid rocks

11G Västerås SO

Uppsala 1999

ISSN 0586-1543
ISBN 91-7158-607-5

För information om jordarter och grundvatten hänvisas till jordartskartor (SGU serie Ae) samt hydrogeologiska kartor (SGU serierna Ag och Ah).

Närmare upplysningar erhålls genom

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

Omslagsbild: Utsikt över centrala Västerås från Djäkneberget.

© Sveriges Geologiska Undersökning

Layout: Agneta Ek, SGU
Tryck: Wikströms Tryckeri AB, Uppsala 1999

INNEHÅLL

Inledning	4
Översiktlig beskrivning av den prekambrisk berggrunden	5
Svekofenniska ytbergarter	6
Metasedimentära bergarter	6
Tidigorogena svekokarelska intrusivbergarter	14
Metabasiter	14
Äldre granitoider	16
Senorogena svekokarelska graniter och pegmatiter	20
Porfyrisk granit	22
Jämnkornig granit	23
Pegmatit	24
Postsvekokarelska bergarter	25
Diabas	25
Metamorfos	26
Strukturgeologi	27
Mineraliseringar och nyttosten	29
Summary	31
Litteratur	32
Tabeller	33

BESKRIVNING TILL BERGGRUNDSKARTAN VÄSTERÅS SO

Av
JAN-OLOF ARNBOM

Inledning

Underlaget till den nya berggrundskartan Västerås SO utgörs av det topografiska kartbladet 11 G, Västerås SO. Området undersöktes åren 1993–1996 och reviderades 1997. Arbetet har skett under ledning av Lars Persson 1993 och Jan-Olof Arnbom 1994–97. Sven Lundqvist, Siri Knappe, Torbjörn Wikström och Mugdim Islamovic har utfört en stor del av fältarbetet. Den sistnämnde har också till stor del bearbetat materialet och utarbetat manus till berggrundskartan och beskrivningen. Strålningsmätningar har utförts av Britt-Marie Ek, Åse Sandkvist, Ildikó Antal och Thomas Sträng. Uppgifter beträffande malmer och nyttosten inom kartbladsområdet har lämnats av Åke Andersson, Västerås. Fältarbetet har bedrivits på arbetskartor i skala 1:20 000. Som underlag för lokalisering av hållar har det jordartsgeologiska kartbladet Västerås SO (Magnusson 1984) använts. Tidigare utförda geofysiska flygmätningar av magnetism, elektromagnetism (VLF) och gammastrålning har utnyttjats för att tolka bergarter och strukturer i jordtäckta områden. Behjälplig vid tolkningen av de geofysiska kartorna har varit Ildikó Antal.

Det undersökta området täcks av följande kartblad i SGUs äldre serie av kombinerade berg- och jordartskartor: Aa 1 Västerås (Karlsson 1862), Aa 3 Skultuna (Kugelberg 1862) och Aa 196 (Lundegårdh & Lundqvist 1954). Översiktliga geologiska kartor av berggrunden inom kartbladet Västerås SO finns även i "karta över Mellersta Sveriges Bergslag" (Törnebohm 1880) samt i Statens industriverks karta över Västmanlands län (Lundegårdh 1981). De intilliggande kartbladsområdena Enköping SV (Af 118) och Västerås SV (Af 122) har tidigare undersökts av Stålhös (1976) respektive Lundegårdh & Nisca (1978).

Berggrundskartan visar en tolkning av de olika bergarternas utbredning samt förekomsten av vissa större tektoniska strukturer (förkastningar o.dyl.). Som ett komplement till berggrundskartan framställs separat en bergkvalitets-karta (SGU Ser Af 204Bk). På denna redovisas resultaten från utförda analyser för bestämning av bergkvalitet (kulkvarnsvärden, Los Angeles-tal, radiumindex

och punktlastvärden), strukturella formlinjer (förskiffringsstrukturer), samt topografiskt och geofysiskt indikerade lineament, som i de flesta fall är indikationer på sprickbildningar och förkastningar i berggrunden.

Landskapstypen inom kartbladsområdet Västerås SO är typisk för Mälardalen, med omväxlande lerslätter och skogbevuxna moränområden. Topografin är huvudsakligen flack och slätter dominerar landskapet. Större skogklädda moränområden utbreder sig i de nordvästra och norra delarna, där topografin är mer kuperad. Hällfrekvensen är högst inom skogsområdena och i Västerås stad, medan den är tämligen låg inom övriga delar. Större orter omfattar Västerås, som intar ett centralläge i undersökningsområdet, samt Skultuna, Hallstahammar och Tillberga.

Översiktlig beskrivning av den prekambrisk berggrunden

Berggrunden utgörs av prekambrisk bergarter (urberg) med åldrar på mer än 570 miljoner år (Ma). Huvuddelen av områdets bergarter bildades i samband med den svekokarelska orogenesen (bergskedjebildningen) för ca 1900–1750 Ma sedan. De äldsta bergarterna i området utgörs av metasedimentära bergarter, ursprungligen på markytan avsatta leriga och sandiga sediment, bildade för mer än 1900 Ma sedan. För ungefär 1900–1880 Ma sedan, i ett tidigt skede av den svekokarelska orogenesen, trängde sura och basiska magmor upp i jordskorpan, intruderade de sedimentära bergarterna i form av massiv eller gångar och bildade s.k. tidigorogena granitoider och grönstenar. För omkring 1850–1800 Ma sedan nådde orogenesen sin kulmination med stark deformation i kombination med höga tryck- och temperaturförhållanden. Granitoiderna fick sin gnejsgranitprägel samtidigt som de sedimentära bergarterna omvandlades till ådergnejser. I en sen fas av orogenesen (ca 1780 Ma) intruderade en andra generation av graniter (s.k. senorogena graniter) med tillhörande pegmatiter. Efter orogenesen följde en lång, relativt lugn period då berggrunden avsvalnade. Rörelser i jordskorpan fick berggrunden att deformeras genom uppsprickning. För 1500–1000 Ma sedan trängde basiska magmor upp längs sprickor och bildade diabasgångar. Därefter har berggrunden även fortsättningsvis varit utsatt för spröd deformation, varvid ytterligare sprickor och förkastningar bildats.

Svekofenniska ytbergarter

METASEDIMENTÄRA BERGARTER

Bergarter av sedimentärt ursprung upptar ca en tredjedel av områdets areal. Den omfattande metamorfosen under den svekokarelska orogenesen gjorde att dessa ursprungligen sandiga och leriga sediment blev omvandlade till gnejser (sediment- eller ådergnejser). Gnejserna är grå till färgen, kraftigt veckade och ofta bemängda med körtlar och sliror av kvarts-fältspatmaterial med ljus färg (fig. 1 och fig. 2). Kornstorleken är finkornig till fint medelkornig. Mörka basiska lager finns lokalt associerade med gnejserna och utgör sannolikt resterna av diabasgångar som trängt in under ett tidigt skede (fig. 3). Gnejserna uppvisar glimmerrika och kvarts-fältspatrika skikt alltifrån centimeter- till decimeter-breda bankar. Variationen i mineralogisk sammansättning inom glimmerrika respektive kvarts-fältspatrika led framgår av figur 4. Lokalt förekommer glimmerrika partier med inslag av finkornig grafit, t.ex. sydost om Tillberga (3j).

De metasedimentära bergarternas mineralogiska och kemiska sammansättning finns redovisad i tabell 1 respektive tabell 2a och 2b. I figurerna 5a–5i



Fig. 1. Ådergnejs. Väster om Irsta, Ij, 660975/154780.
Veined gneiss.



Fig. 2. Pegmatitådrad metagråvacka. Vägskärning i Västerås stad, 2i, 661030/154430.

Metagreywacke with pegmatite veins.

visas oxider plottade mot SiO_2 och i figurerna 5j–5k är U och Th plottade mot SiO_2 . Glimmerrik gnejs (metagråvacka) dominerar invid och nordväst om Västerås stad, men inslag av kvarts-fältspatrika partier ingår lokalt. I nordöstra delen av kartbladsområdet är metagråvackor underordnade och mer kvarts-fältspatrika gnejser dominerar. Dessa kvarts-fältspatrika gnejser kan observeras i hällområden nordost om Gesala (4j) där de är relativt välbevarade. Dock har inga sedimentära primärstrukturer kunnat observeras i detta område.



Fig. 3. Basiska lager i metagråwacka. Väster om Skerike, 2h, 661495/153525.
Metabasite layers in metagreywacke.

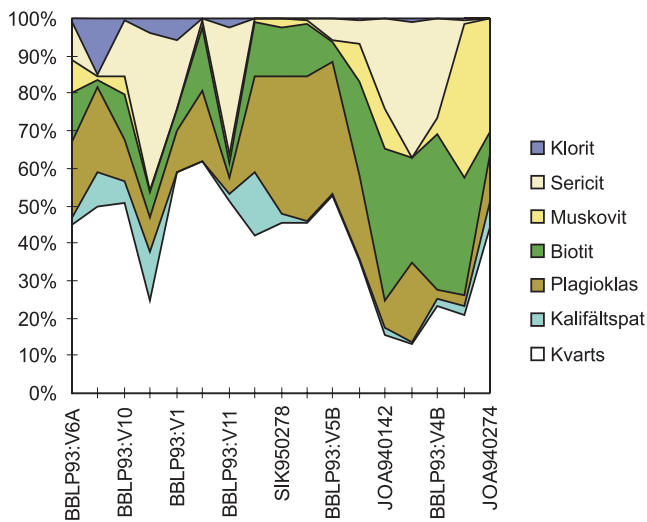
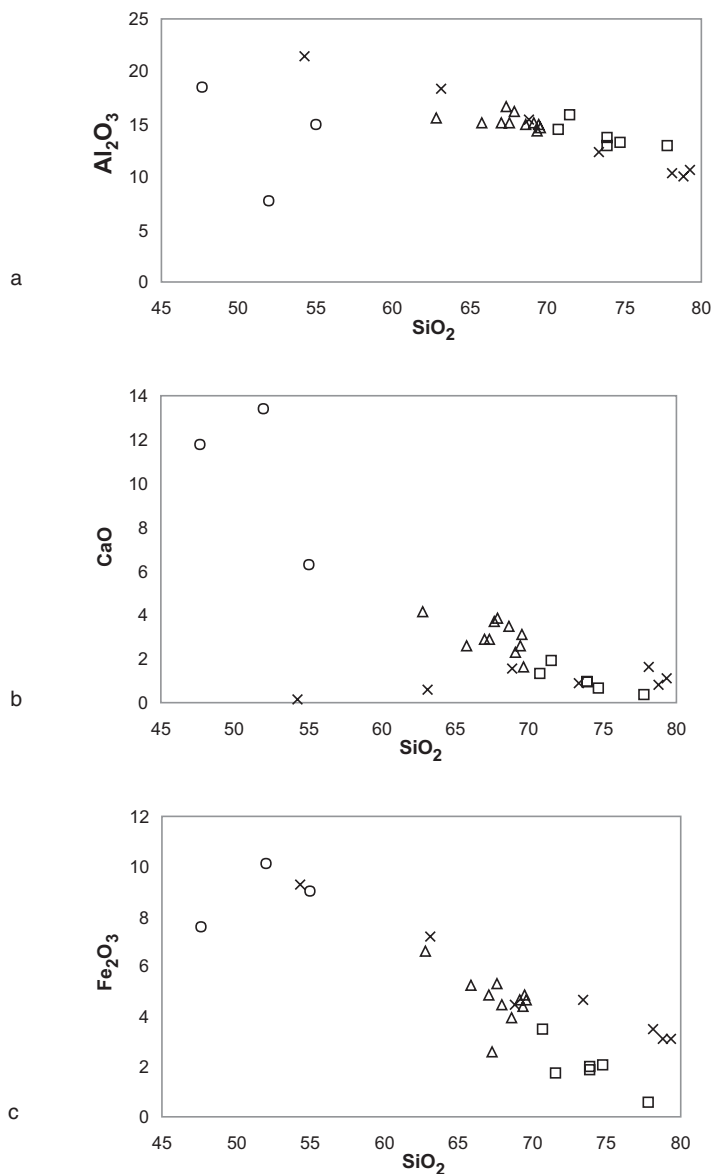


Fig. 4. Mineralfördelningen i metasedimentära bergarter på kartbladet Västerås SO.
Modal compositions of metasedimentary rocks of the map-sheet Västerås SO.

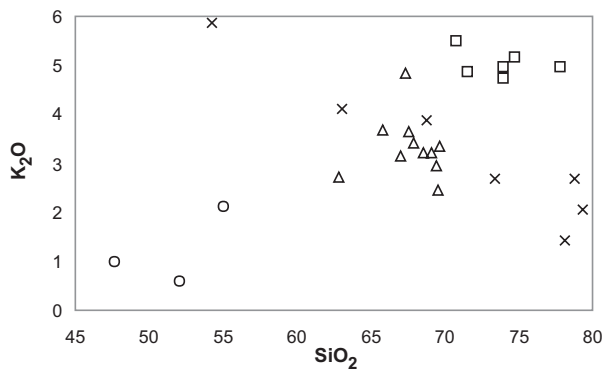
Den starkaste omvandlingen tycks ha drabbat de glimmerrika leden, som har förgrovats under samtidig bildning av kvarts-fältspatådror, varvid ådergnejser uppstått, ofta kännetecknade av en intensiv, plastisk småveckning. De kvarts-fältspatrika gnejserna var i detta avseende betydligt mer motståndskraftiga. Veckning, liksom ådring, är inom dessa bergartsled mindre framträdande. Norr om Gesala (4i) kan den metamorfa präglings studeras i en övergångszon mellan glimmerrika gnejser i söder och kvarts-fältspatrika gnejser i norr. I söder är ådergnejsinslaget påtagligt medan det nästan helt saknas norrut. Glimmerrika lager med pinitomvandlad cordierit (cordieriten omvandlad till aggregat av klorit och muskovit) uppträder lokalt i de kvart-fältspatsrika gnejserna (fig. 6).

Metagråvackorna är muskovit- och biotitrika och glimrarna utgör tillsammans upp mot hälften av bergartens volym. Återstoden består av kvarts (ca 20 %) och plagioklas (ca 30 %). Kalifältspat uppträder sparsamt (upp till ca 5 %). Kvarts- och fältspatkornens storlek varierar mellan 0,1 och 0,6 mm. Kornkontakterna är mestadels vågiga till pusslade (suturerade). Glimmermineralen uppvisar en tydlig parallellorientering och vanligen större kornstorlek än kvarts och fältspat. Den i friskt tillstånd gulbruna biotiten är delvis kloritiserad och övertväras lokalt av rekristalliserad muskovit. Plagioklasens anortithalt ligger vanligen mellan 10 och 30 %. Den är ofta mer eller mindre omvandlad till sericit. Sillimanit uppträder i små mängder i ådergnejserna. Minalet förekommer dels som aggregat av små nålformiga kristaller (fibrolit), dels som enskilda, något större kristaller. Granat är ej vanligt förekommande, men har påträffats i området öster om Lillhärad (2g) samt sydväst om Skultuna (4g). Bland accessoriska mineral märks främst cordierit, turmalin, apatit, zirkon och opakmineral.

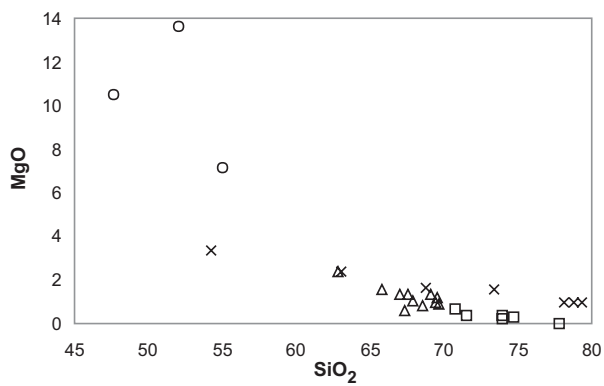
De kvarts-fältspatrika gnejserna har kornstorlekar varierande mellan 0,1 och 0,5 mm. De uppvisar en annan mineralfördelning och skiljer sig från metagråvackorna främst genom en högre kvartshalt och en lägre glimmerhalt. Kvarts (40–60 %) dominerar över plagioklas (20–40 %). Plagioklasen är en oligoklas ($An_{10}-An_{30}$). Ofta har en stark sericitbildning skett i de anortitrikare plagioklaserna. Biotithalten ligger på 10–15 % och muskovithalten på 0–10 %. Kalifältspathalten varierar från ca 1–15 %. Som accessoriska mineral finns klorit (sekundär efter biotit), apatit, zirkon, turmalin och opakmineral. Epidot och kalcit uppträder i form av sprickfyllnader. Cordierit som omvandlats till aggregat av klorit och muskovit (s.k. pinit) har observerats i kartbladsområdets nordöstra del, öster om Romfartuna (4j).



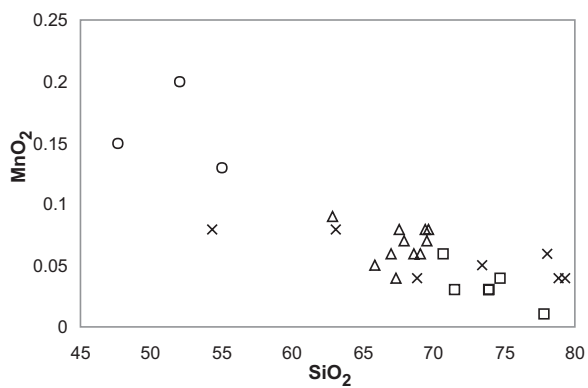
d

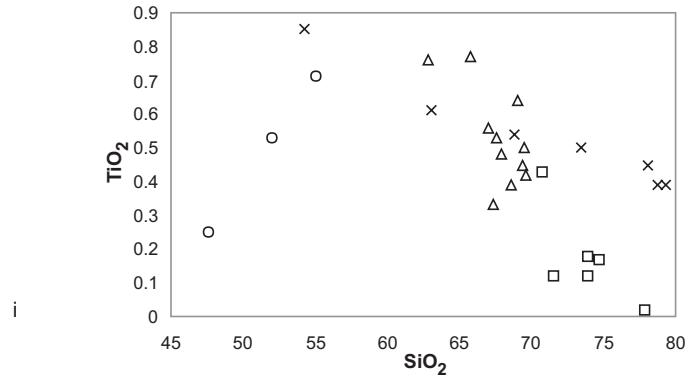
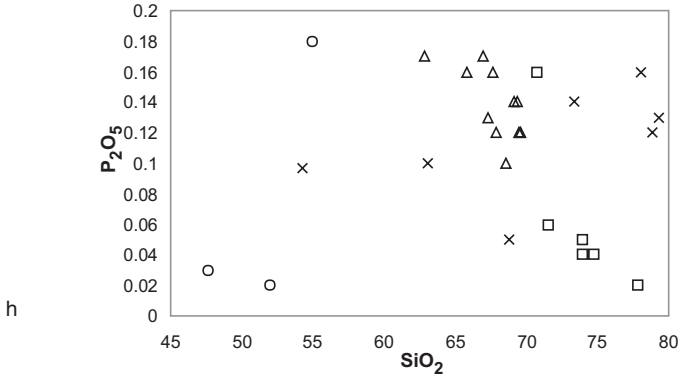
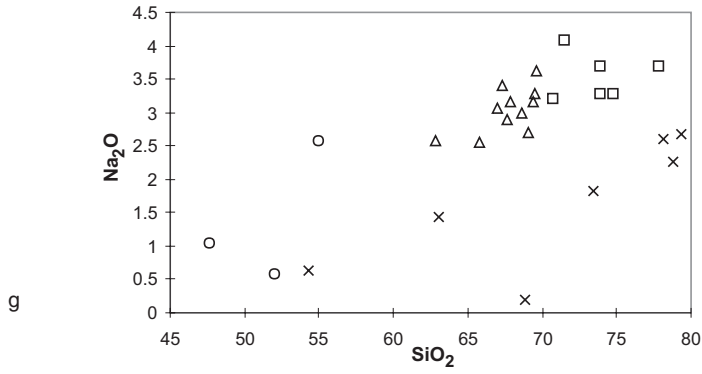


e



f





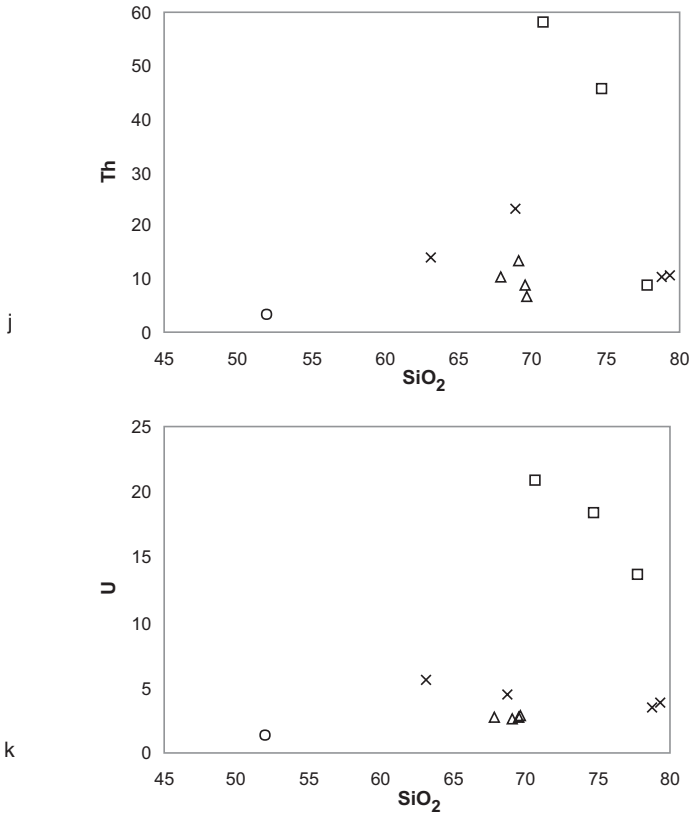


Fig. 5j–5k U och Th (ppm) avsatta mot SiO₂ (vikts%). x = metasedimentära bergarter, o = metabasiter, Δ = tidigorogena granitoider, □ = senorogena graniter.

5a–5i: oxides plotted against SiO₂ (weight%). 5j–5k: U and Th (ppm) plotted against SiO₂ (weight%). x = metasedimentary rocks, o = metabasic rocks, Δ = early orogenic granitoides, □ = late orogenic granites.

De metasedimentära bergarterna är dåliga ur bergtekniskt synpunkt. För tillverkning av makadam är bergarten mindre lämplig. Den höga andelen glimmer, ofta starkt parallellorienterad, gör att hållfastheten är nedsatt. Lättvittrade glimmerrika partier, liksom förekomst av grafitzoner, ger dålig sammanhållning i bergarten. I mer kvartsrika gnejser kan kvaliteten vara bättre. För bygande i berg är de heterogent uppbyggda sedimentgnejserna ofta besvärliga. Rena metasedimentära bergarter uppvisar låg gammastrålning. Med större andel pegmatitiskt material kan strålningen vara högre, men överstiger sällan radiumindex 1,0 (gränsvärdet enligt gällande byggnadsregler, BFS 1990).



Pinite-altered cordierite in metagreywacke.

Tidigorogena svekokarelska intrusivbergarter

METABASITER

Samlingsnamnet metabasiter omfattar omvandlade basiska bergarter, som primärt kan ha varit gångar eller sammanhängande massiv av växlande storlek. Större massiv finns företrädesvis på norra delen av Björnö (1j), öster om Gäddeholm (1j), väster om Lundby (1h), norr om Lillhärad (3g), i norra Skultuna (4h) samt norr och nordväst om Säby (0f). Dessutom förekommer mindre metabasitområden på många andra platser. Mer finkorniga metabasiter är oftast förskiffade, medan grövre typer vanligen har en mer massformig struktur. Gångar och brottstycken av metabasiter påträffas på flera platser inom det undersökta området. Storleken hos de senare varierar från några centimeter till flera decimeter. De är genomgående tektoniserade. I de metasedimentära bergarterna uppträder metabasitgångarna vanligen som avslitna lager. I de äldre granitoiderna är de ofta kraftigt utdragna i foliationsriktningen och lokalt delvis assimilerade.

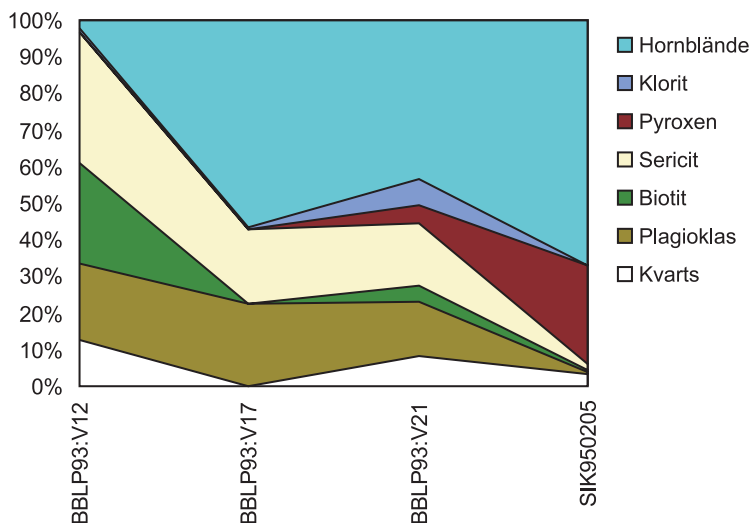


Fig. 7. Mineralfördelningen i metabasiter på kartbladet Västerås SO.
Modal compositions of metabasic rocks of the map-sheet Västerås SO.

Många metabasiter framträder på den magnetiska anomalikartan och en del av dessa har kunnat observeras i fält. Mätningarna antyder dock att flera små kroppar av metabasiter, som antingen är täckta av jordlager eller liggande under andra, ytnära bergarter, finns i området. Åldersrelationerna mellan sura och basiska djupbergarter inom detta kartbladsområde har inte kunnat klarläggas på ett entydigt sätt. Det finns troligen flera generationer av basiska bergarter.

Metabasiterna utgörs av svarta eller grönsvarta till gråsvarta, huvudsakligen medel- till finkorniga bergarter, lokalt med strökorn av plagioklas. Dioritisk sammansättning dominerar, men större eller mindre partier av gabbro och/eller hornbländit förekommer, t.ex. norr om Lillhärad (3g). Lokalt kan sammansättningen vara kvartsdioritisk, t.ex. öster om Gäddeholm (1j) och sydväst om Lundby (1h). Huvudmineralen utgörs av hornblände och intermediär plagioklas (andesin och labrador). Plagioklasen är oftast kraftigt sericitomvandlad. Biotit är vanligt förekommande i mindre mängder, liksom kvarts. Accessoriska mineral utgörs av klorit, epidot, apatit, titanit och opakmineral. Den mineralogiska sammansättningen framgår av tabell 3 och figur 7. Kemiska analyser visas i tabell 4a och 4b. I figurerna 5a–5i visas oxider plottade mot SiO_2 och i figurerna 5j–5k är U och Th plottade mot SiO_2 .

Metabasiter uppvisar generellt alltför dåliga egenskaper för att vara lämpliga vid tillverkning av makadam, framför allt på grund av den höga andelen "mjuka" mineral, såsom amfibol och pyroxen. Hög densitet och förekomst av sulfidmineral är andra faktorer som gör att bergarten bedöms vara mindre lämplig. För bergkonstruktioner i metabasiter bör man beakta att små och stora sprickzoner vanligen är bemängda med klorit och andra sekundärmineral, vilka nedsätter hållfastheten. Strålningen överstiger vanligen inte radiumindex 1,0 (gränsvärdet enligt gällande byggnadsregler, BFS 1990).

ÄLDRE GRANITOIDER

Drygt en tredjedel av kartbladsområdet upptas av äldre granitoider (främst tonaliter och granodioriter), vilka är mer eller mindre förskiffrade och vanligen benämns gnejsgranitoider. De nu undersökta granitoiderna är direkt korrelerbara med likartade granitoider på de intilliggande kartområdena Enköping SV i öster och Västerås SV i väster.

Granitoiderna är oftast medelkorniga, har grå till rödgrå färg och är mestadels förskiffrade (fig. 8). Mer än centimeterstora ögon av kalifältspat är inte ovanligt (fig. 9). Bergarterna är vanligen starkt migmatitiserade i de centrala och södra delarna av kartbladsområdet (fig. 10). Starkt förskiffrade granitoider med tonalitisk, eller undantagsvis granodioritisk, sammansättning dominerar i kartområdets norra och mellersta delar samt längst i sydost. I södra delen dominerar granodiorit, starkt genomsatt av pegmatit. I kartbladsområdets centrala delar (2h, 2i) uppträder lokalt en ljus, grovt medelkornig till grovkornig pegmatitgranit såsom oregelbundna gångar i gnejsgraniten (fig. 11). Pegmatitgraniten är ibland ögonförande, t.ex. på Djärkneberget i Västerås stad (2i) och uppvisar en svag förskiffringsstruktur som i många fall är konkordant med förskiffringsmönstret i omgivande gnejsgranit. Pegmatitgranitens och gnejsgranitens förskiffringar är lokalt inte helt överensstämmande utan pegmatitgraniten ger ett intryck av att vara något yngre än gnejsgraniten. Det verkar som om pegmatitgraniten trängt in som gångar under en tidig fas av orogenesen då en viss förskiffring redan bildats i gnejsgraniten, men därefter har bergarterna deformationerats tillsammans och erhållit likartade deformationsmönster.

Mineralfördelning inom de tidigorogena granitoiderna framgår av tabell 5 och figur 12. I figur 13 har kvarts-fältspatförhållandena plottats i ett QAP-diagram för bergartsklassifikation där man tydligt ser att granitoiderna huvudsak-



Fig. 8. Förskiffrad, tidigorogen tonalit. Vallby, 2h, 661140/153885.
Foliated, early orogenic tonalite.



Fig. 9. Ögonförande, förskiffrad granodiorit. Söder om Tillberga, 3j. 661625/154710.
Augen-bearing, foliated granodiorite.



Fig. 10. Migmatitiserad tidigorogen granodiorit. Lövudden, 1i, 660690/154045.
Migmatized, early orogenic granodiorite.



Fig 11. Ljus pegmatitgranit och mörkare tonalit med konkordant förskiffringsstruktur.
Vallby, 2h, 661140/153885.
Light pegmatitic granite and dark tonalite, with concordant foliation structure.

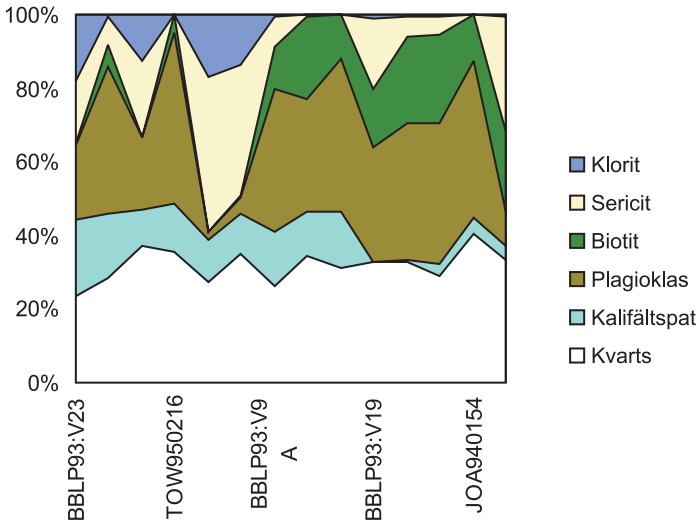


Fig. 12. Mineralfördelningen i tidigorogena granitoider.

Modal compositions of early orogenic granitoids of the map-sheet Västerås SO.

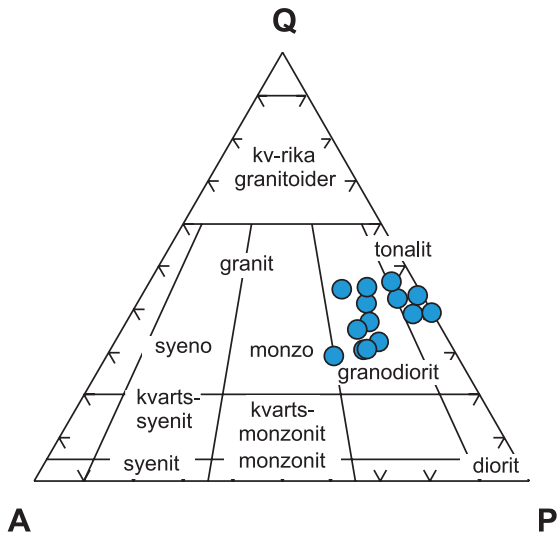


Fig. 13. Mineralogisk sammansättning (kvarts-alkalifältspat-plagioklas) av tidigorogena granitoider inom kartbladet Västerås SO. Klassifikation enl. Streckeisen (1967).
Modal composition (quartz-alkalifeldspar-plagioclase) of early orogenic granitoids of the map area.

ligen har en granodioritisk till tonalitisk sammansättning. Granodioriterna har vanligen 10–20 % kalifältspat, 35–45 % plagioklas, 25–40 % kvarts och 10–12 % biotit. I tonaliterna faller kalifältspat under 10 %, plagioklashalten ökar något och biotithalten stiger till 15–20 %. Plagioklasen är i de vanliga formerna av granodiorit en oligoklas medan tonaliterna innehåller andesin. Den har ofta undergått omvandling till sericit. Särskild i de kalciumrika granitoiderna ingår även epidot (saussurit) bland plagioklasens omvandlingsprodukter. Vanliga primära accessoriska mineral är titanit, apatit och zirkon. De tidigorogena granitoidernas kemiska sammansättning anges i tabell 6a och 6b. I figurerna 5a–5i visas oxider plottade mot SiO_2 och i figurerna 5j–5k är U och Th plottade mot SiO_2 .

De äldre granitoidernas tekniska egenskaper varierar beroende på andelen glimmermineral och deras orientering, men även på andelen pegmatitiskt material i de ofta starkt migmatitiserade granitoiderna. Hög andel glimmer och/eller pegmatit gör bergarten mindre lämplig som råvara till makadam. För bergbygande brukar äldre granitoider uppvisa goda egenskaper. Större kross- och sprickzoner nedsätter naturligtvis hållfastheten. Gammastrålningen är ofta låg och understiger i de flesta fall gällande byggnadsregler (BFS 1990) där radium-index ej får överstiga 1,0.

Senorogena svekokarelska graniter och pegmatiter

De i den svekokarelska orogenesen sent bildade bergarterna sammanfattas under benämningen senorogena. På kartbladet Västerås SO representeras de av pegmatit samt två typer av graniter. Dels en rödlätt, grovkornig, ögonförande granit (s.k. Fellingsbrogranit), dels en gråröd, fint medelkornig till finkornig granit (kallad Vändlegranit i denna beskrivning). Halterna av huvudmineral redovisas i tabell 7 och illustreras i figur 14. I figur 15 visas bergarternas klassifikation i ett QAP-diagram. Graniternas kemiska sammansättning framgår av tabell 8a och 8 b. I figurerna 5a–5i visas oxider plottade mot SiO_2 och i figurerna 5j–5k är U och Th plottade mot SiO_2 .

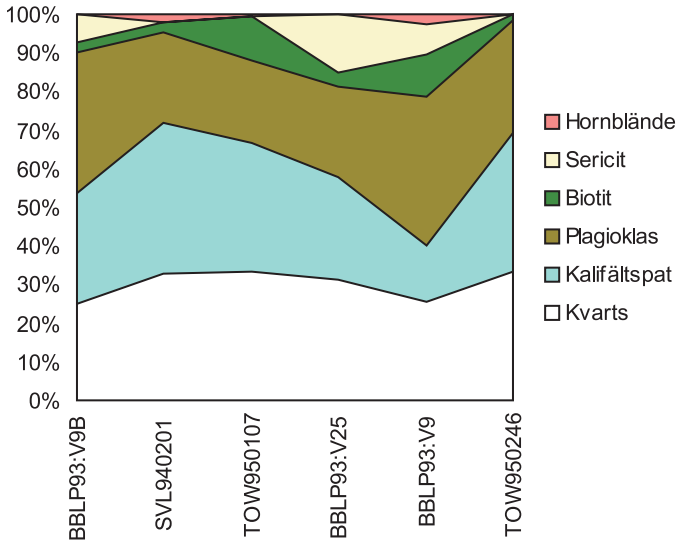


Fig 14. Mineralfördelningen i senorogena graniter på kartbladet Västerås SO.
Modal compositions of late orogenic granites of the map-sheet Västerås SO

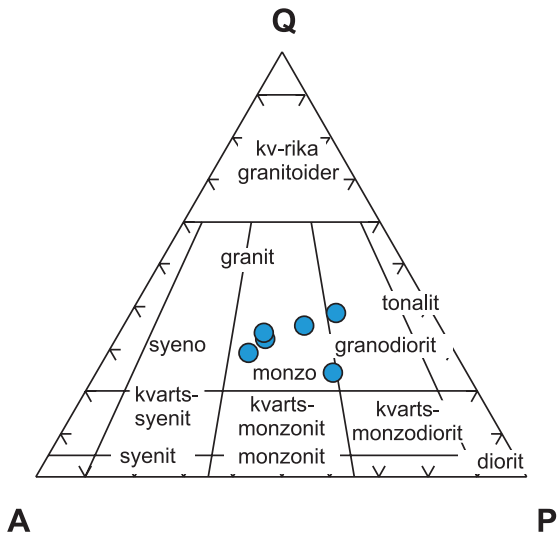


Fig 15. Mineralogisk sammansättning (kvarts-alkalifältspat-plagioklas) av senorogena granitoider inom kartbladet Västerås SO. Klassifikation enl. Streckeisen (1967).
Modal composition (quartz-alkalifeldspar-plagioclase) of late orogenic granitoids of the map area.

PORFYRISK GRANIT

Huvudtypen är en rödgrå till röd, övervägande grovkornig och mer eller mindre utpräglad mikroklinporfyrisk granit (fig. 16). Lokalt förekommer medelkornig, jämnkornig granit, t.ex. runt södra delarna av Långsjön (3f). Kvarts, mikroklin och plagioklas (oligoklas An_{25}) uppträder i ungefär lika stora mängder. Biotithalten är ca 10 %. Biotiten är ofta kloritiserad och plagioklasen är vanligen måttligt sericitomvandlad. Accessoriska mineral är hornblände, muskovit, apatit, epidot, zirkon, titanit, flusspat och opakmineral (främst magnetit).

Ögongraniten bildar ett stort massiv i områdets nordvästra del och har sin fortsättning västerut, på kartbladet Västerås SV, där den benämns Lisjögranit av Öhlander & Zuber (1988). På grundval av gravimetriska och geokemiska undersökningar tolkar samma författare graniten som utgörande de övre delarna av en granitdiapir med djup rotzon. Granitens randzon utgörs av en nästan genomgående grovporfyrisk granit, medan massivets inre delar kännetecknas av en varierande och ofta låg frekvens av mikroklinögon. Den del av massivet som är belägen på kartbladet Västerås SO utgör till stora delar en randzon och karakteriseras av upp till 5 cm stora ögon (till stor del rektangulärt lådformade mikroklinkristaller). Ögonen är oftast jämnt fördelade och visar inga tecken på



Fig. 16. Grov, mikroklinporfyrisk granit. Långsjön, 3f, 661915/152615.

Coarse, microcline porphyritic granite.

orientering, men det finns även små områden med orienterade ögon, t.ex. väster om Långsjön, 4f.

Kännetecknande för Fellingsbrograniten är förekomsten av flusspat. Den har kristalliserat sent och är koncentrerad till sprickor, som bildats i slutskedet av granitmagmans kristallisering. Norr och söder om Långsjön (3f) finns ett flertal sprickor fyllda med flusspat. Ametistvarianten av bergkristall har också noterats i dessa sprickor och förefaller vara associerad med flusspat. Fellingsbrograniten på det angränsande kartbladet Västerås SV har U-Pb daterats till 1770–1780 Ma (Patchett et. al. 1987, Öhlander & Romer 1996).

Den grovkorniga Fellingsbrogranitens nötningsmotstånd (kulkvarnsvärde) har befunnits vara det sämsta inom området. Medelkorniga varianter uppvisar dock något bättre värden. Dessutom uppvisar bergarten hög gammastrålning med värden som ofta är högre än vad gällande byggnadsregler (BFS 1990) tillåter, dvs. radiumindex $>1,0$. Dessa faktorer gör att bergarten är olämplig som råvara för tillverkning av makadam. Bergbyggande i denna grovkorniga granit kan vara svår eftersom mineralkornens sammanhållning ofta är dålig. Den har dessutom en benägenhet att grusvittra, speciellt i och invid sprickzoner.

JÄMNKORNIG GRANIT

En annan typ av senorogen granit är grårod till röd och benämns här Vändlegranit, eftersom den bryts för makadamtillverkning i Vändle bergtäkt (1g). Bergarten är massformig, jämnkornig och fin- till medelkornig (0,5–5 mm). Kvarts, kalifältspat och plagioklas utgör huvudmineral i ungefär lika proportioner. Vidare finns 2–5 % biotit och lokalt muskovit (0,5–1 %). Plagioklasen är av oligoklassammansättning (An_{25}), ofta omvandlad (saussuritiserad). Accessorierna är apatit, zirkon och epidot. Kornfogningen är pusslad. I samma typ av granit, vid den numera nedlagda Algruvan (även kallad Toftgruvan) invid gården Älgmossen (3f), finns molybdenglans som impregnation, mestadels som 0,5–1 mm stora korn, ibland upp mot 10 mm. Vändlegraniten förekommer i stora områden väster om Västerås stad, men även som mindre områden inom övriga delar av kartbladsområdet.

Den finkorniga Vändlegraniten har uppvisat den bästa bergkvaliteten, med avseende på nötningsmotstånd och hållfasthet, inom kartbladsområdet. Strålningsmätningar uppvisar dock stora variationer, och värdena kan ibland ligga över tillåtna gränsvärden enligt gällande byggnadsregler (BFS 1990). För bergbyggande bedöms denna bergart vara av god kvalitet.

PEGMATIT

Pegmatit förekommer allmänt i metasedimentära bergarter och äldre granitoider inom kartbladsområdet i form av gångar (fig. 17 och fig. 18) och smärre massiv. Även metabasiterna innehåller lokalt pegmatiter, men inte i samma omfattning. I de södra och centrala delarna är frekvensen mycket hög och de äldre granitoiderna innehåller en stor mängd pegmatit, ofta utgörande 30–50% av den totala bergmassan. Sannolikt beror detta på att yngre graniter och pegmatiter förekommer som stora massiv strax under nuvarande markyta (Öhlander & Zuber 1988). Större områden med ren, grovkornig pegmatit finns söder om Lillhärad (2g) och vid Fullerö (0i). I det sistnämnda området har hög gammastrålning uppmätts i pegmatiterna, och radiumindex överstiger ofta gränsvärdet 1,0. Pegmatiterna i dessa områden innehåller en hel del fragment av omgivande, äldre bergarter. Bergarten är mycket grovkornig och vanligen röd eller gråvit till färgen. Kalifältspat, kvarts, muskovit och biotit utgör huvudmineral. Även vit oligoklas förekommer.

Pegmatiternas grova kristaller uppvisar ofta dålig sammanfogning och i kombination med den höga gammastrålningen bedöms bergarten vara olämplig som råvara för makadamtillverkning.



Fig. 17. Pegmatitgång som klipper förskiffrad tonalit. Vallby, 2h, 661140/153885.
Pegmatite dike cutting foliated tonalite.



Fig. 18. Oregelbunden pegmatitgång som både följer och klipper förskiffringen i omgivande tonalit. Barkarö, 1h, 660440/153960.

Irregular pegmatite approximately concordant with the foliation in the surrounding tonalite.

Postsvekokarelska bergarter

DIABAS

Diabasgångar i håll har endast observerats i Råbyområdet väster om Västerås (1g) samt i Vändle bergtäkt (1g, fig. 19). Gångarna är på båda lokalerna 0,1–5 m breda med huvudsaklig strykning nordväst–sydost. De är mörkgrå och medel- till finkorniga. Huvudmineral utgörs av plagioklas (andesin, labrador) och klinopyroxen, delvis omvandlade till sericit/epidot respektive hornblände/klorit. Biotit förekommer, liksom opakmineral och apatit.

Flygmagnetiska mätningar har påvisat förekomsten av tre långa, magnetiska anomalier (se berggrundskartans marginal). Alla anomalier stryker ca NNV–SSO och de följer ofta långsträckta svackor i terrängen, eller sammanfaller med lertäckt mark där jorddjupet kan vara mäktigt. En anomaly går genom hela området från en punkt ca 5 km VNV om Skultuna i norr till en punkt ca 5 km SV om Västerås-Barkarö i söder. Vid Näsby (0h) delar sig anomalin.



Fig 19. Diabasgång i yngre granit, Vändle bergtäkt, 1g, 660550/153010.
Dolerite dike in granite.

Ytterligare en långsträckt magnetisk anomali går mellan Hallstahammar och Strömsholm. I kartbladsområdets östra del finns en något otydlig anomali från Gäddeholm i söder mot Romfartuna i norr. Dessa magnetiska anomalier tolkas vara förorsakade av långsträckta diabasgångar med något högre magnetisering än omgivande bergarter. Diabasgångarnas bredd uppskattas till <50 m. Invid anomalistråken har diabaser i håll endast påträffats vid Råby (1g), i övrigt är de tolkade diabasgångarna jordtäckta. Diabaser i Södermanland med samma riktning har Rb/Sr-daterats till mellan 900 och 1000 Ma av Patchett (1978). Möjligen kan diabasgångarna inom kartbladet Västerås vara av samma ålder.

Metamorfos

Den omvandling som drabbade berggrunden i området under den svekokarel-ska orogenesen ger sig främst till känna i mineralparageneserna i de metasedimentära bergarterna och att de delvis smält upp. Förekomsten av muskovit, sillimanit (fibrolit) och till viss del granat ger en anvisning om att temperaturen som högst legat kring 650°C och trycket varit ca 2–3 kbar. Måttlig ådergnejs-

omvandling med relativt hög halt av muskovit och endast lokala förekomster av granat tyder dock på att temperaturen varit något lägre. Muskovitens nedbrytning till kalifältspat och aluminiumsilikat i närvaro av kvarts sker nämligen vid ca 620–640°C vid dessa tryck. Detta torde därför vara en övre temperaturgräns för området. Förekomsten av sillimanit (fibrolitvarianten) kan bero på lokal temperaturhöjning till följd av t.ex. pegmatit- eller granitintrusioner. Kvartsfältspatådringen i området torde till största delen bero på intern materialutsöndring eller injektioner utifrån, snarare än på mineralreaktioner vid hög temperatur.

Under den svekokarelska orogenesens avtagande fas bildades retrograda mineral i bergarterna. I de äldre granitoiderna omvandlades plagioklas i större eller mindre omfattning till sericit och epidot, medan biotit kloritiserades. I metabasiterna skedde också sericit- och epidotomvandlingar i plagioklas samt att pyroxen omvandlades till hornblände och biotit. De metasedimentära bergarterna, däremot, verkar till mindre grad ha varit utsatta för en retrograd omvandling av mineralen. Även i de yngre graniterna syns en viss retrograd påverkan av plagioklas och biotit, även om den inte är så påtaglig som i de äldre granitoiderna. Längs sena förkastningszoner (t.ex. längs Svartån) har biotit och hornblände omvandlats till klorit i alla bergarter medan övriga mineral inte verkar vara metamorft påverkade av deformationerna.

Strukturgeologi

I beskrivningen till berggrundskartorna Östhammar NV, NO, SV, SO (Stålhös 1991, s. 137–157) beskrivs en tektonisk modell för den svekokarelska regionalveckningen i östra Mellansverige. Huvuddragen är att granitoider intruderade i tidigt bildade sedimentbergarter, dels som massiv (främst i Uppland), dels som gångar (främst i Södermanland). Ett tryck riktat från öster mot väster deformerade hela komplexet, samtidigt som ett nord-sydligt mottryck byggdes upp, vilket fick en stor inverkan på deformationsmönstret. De pretektoniskt intruderade basiska gångarna deformerades tillsammans med hela bergartskomplexet. Under deformationens avtagande skede intruderade de senorogena graniterna och pegmatiterna. Därefter har enbart spröda deformationer som sprickbildning och förkastningar påverkat berggrunden.

Denna modell passar även inom kartbladet Västerås SO, där kartbilden tyder på att de tidigorogena granitoiderna trängt in i de sedimentära bergarterna som massiv eller mäktiga gångar. Efter dessa intrusioner vidtog den regionala

deformationen och metamorfosen för 1850–1800 Ma sedan. Den öst–västliga och nord–sydliga veckningen framgår tydligt nordost om Västerås, där en långsträckt nordväst–sydostligt strykande granitoidkropp tvärveckats av ett nord–sydligt riktat tryck. Basiska magmor tycks främst ha trängt upp i ett tidigt skede, eftersom dessa därefter kraftigt deformerats tillsammans med omgivande granitoider och metasedimentära bergarter.

Bildningen av plastiska rörelsezoner var sannolikt nästa steg i den fortsatta tektoniska utvecklingen. Dessa klipper och deformerar tidigorogena, men inte senorogena granitoider. På de flygmagnetiska och flygelektromagnetiska geofysiska kartorna syns några långsträckta lineament orienterade med riktning VNV–ONO, vilka tolkas som plastiska rörelsezoner. En sådan zon finns t.ex. norr om Strömsholm (Of), där den till stora delar ligger under jordtäckt mark, men denna zon har även observerats i hållområden där deformationen syns som en kraftig planförskiffring, ofta med utdragna smala band av inlagrade amfibolitgångar. Den stora tektoniska zonen längs Svartåns dalgång, mellan Skultuna (4h) och Västerås (2i), kan också ha initierats under denna fas, men även aktiverats flera gånger därefter. Denna zon stryker i nordväst–sydost och uppvisar strukturer som tyder på både spröd och plastisk deformation. I en bergskärning nära ringleden i Västerås stad, invid Svartån (2i), finns tydliga exempel på spröda och plastiska deformationsmönster i gnejsgraniten. Det deformationsmönster vi idag ser i bergarterna längs Svartån kan därför till viss del ha bildats vid spröda och plastiska deformationer som drabbat berggrunden efter den svekokarelska orogenesisen.

De senorogena graniterna (Fellingsbro- och Vändlegraniterna) intruderade under relativt lugna förhållanden för ca 1780 Ma sedan. Inga plastiska deformationer synes vara knutna till dessa graniters bildning. I ett sent skede av den geologiska utvecklingen (för 1000–900 Ma sedan) inträffade uppsprickning av berggrunden och basiska magmor intruderade och bildade diabasgångar.

En större spröd deformationsfas med förkastningstektonik verkar ha skett innan diabaserna bildades. De senorogena graniterna är kraftigt uppspruckna längs förkastningar väster om Skultuna (4f, 4g) och nordost om Hallstahammar (2f, 3f). Dessa förkastningar har inte påverkat diabasgångarna, vilka foljdaktligen är yngre. Sprickbildningar och förkastningar i mindre skala har dock ägt rum under olika skeden av den fortsatta geologiska utvecklingen, något som till viss del även påverkat diabasgångarna.

Mineraliseringar och nyttosten

Någon omfattande gruvverksamhet har inte bedrivits inom kartbladsområdet. Smärre sulfidmineraliseringar har dock varit föremål för viss undersökningsverksamhet i äldre tider. Små skärpningar i sulfidrika partier av granit har noterats främst i området öster om Toftsjön (4f), där minst fyra, nu vattenfyllda, skärpningar med 2–5 m diameter visar på en tidigare prospekteringsverksamhet. Provbrytningarna verkar ha följt rostiga zoner i den grovkorniga graniten, men exakt vilka mineral som varit föremål för intresset har inte kunnat klarläggas i denna undersökning. Även sulfidhorisonter i ådergnejserna har varit bearbetade i äldre tider, t.ex. norr om Tunby i norra delarna av Västerås stad (2i). På ömse sidor om en mindre berghäll finns idag spår efter två mindre provgropar på en järnmineralisering (magnetkis, magnetit), vilka sannolikt gjorts i slutet av 1800-talet. Det kan även ha funnits ytterligare skärpningar i området men dessa är nu försvunna på grund av att området bebyggts. Den enda gruva som har varit i drift är Alnäs molybdengruva (även kallad Algruvan eller Toftgruvan) ca 2 km NV om Lillhärad (3g), där molybdenglans förekommer som impregnationer i en ljusröd, finkornig granit av Vändletyp. Graniten uppträder som gångar i den omgivande gnejsgraniten, vilket kan studeras i hållar i omgivningen. Gruvan drevs från 1937 till 1949. Som mest var ca 40 man sysselsatta med gruvhanteringen. Från ett 75–80 m djupt schakt har orter följt de mineraliserade granitgångarna ca 70 m mot nordväst och ca 90 m mot norr och nordost, vilket framgår av en gruvkarta upprättad över Algruvans utmål 1944. Mellan åren 1943 och 1945 producerades 3550 ton Mo-malm enligt Hübner (1971).

För byggnadsändamål har blocksten av granit brutits på ett flertal platser norr om Dingtuna. Största brottet torde ha legat söder om Bysingsberg (1g, fig. 20), där enligt muntlig uppgift, tidvis 50–60 man var sysselsatta med stembrytning under 1920-talet. Driften i detta brott upphörde 1936, men viss husbehovsbrytning i liten skala förekom in på 1980-talet.

Dagens bergverksamhet omfattar främst nedkrossning av bergmaterial till makadam. För närvarande är endast en bergtäkt i drift, Vändle bergtäkt (1g), väster om Dingtuna (fig. 21), där en rödlätt, finkornig granit bryts. Intresset för krossat berg som ersättning för naturgrus är dock stort och inom några år förväntas fler bergtäkter ha etablerats inom kartbladsområdet Västerås SO.



Fig. 20. Gammalt stenbrott i yngre, grå-röd granit. Söder om Bysingsberg, lg, 660860/153105.

Old stone quarry in granite.



Fig. 21. Vändle bergtäkt i yngre, röd granit. Väster om Dingtuna, lg, 660550/153010.

Vändle rock quarry in red granite.

Summary

The investigated area, map-sheet Västerås 11G SE, is situated around and north of the city of Västerås, approximately 100 km west of Stockholm. Earlier geological map-sheets of the area date from 1862 and 1954. The area is dominated by Svecofennian supracrustal rocks and plutonic rocks ranging in age from 1900 to 1780 Ma. The supracrustal rocks are metasedimentary, of metagreywacke type. The plutonic rocks include early-orogenic granitoids and metabasites and late-orogenic granites. During the Svecokarelian orogeny, the supracrustal rocks and the early-orogenic plutonic rocks were strongly deformed and metamorphosed. The P-T conditions during this metamorphism reached 2–3 kbar and approximately 620–640°C.

In a late stage of the orogeny, the late-orogenic granites were emplaced, now covering large areas in the western and northwestern sectors of the map-sheet. These granites were not strongly deformed. They are of two types: one coarse-grained with feldspar phenocrysts, and the other fine-grained. The porphyritic variety has been U-Pb dated 1780 Ma at a location west of the investigated area. Post-orogenic dolerites (dated to 900–1000 Ma in an area south of the map-sheet Västerås SE) cut the older rocks in a NNW–SSE direction.

Late geological developments in the area include formation of ductile deformation zones in a WNW–ESE direction, now to be found north and southwest of Västerås. Brittle deformation zones (faults, fractures) are abundant and sometimes very prominent, forming long valleys in the landscape. Some zones show evidence of being both ductile and brittle, e.g. in the valley of the rivulet Svartån between the towns of Skultuna and Västerås.

There are few mineralizations in the area. The only mine in operation was the Algruvan molybdenum mine, approximately 15 km WNW of Västerås. Minor attempts at mining were undertaken on small mineralizations, but with disappointing results. Several small stone-quarries for building-stone were previously in operation but are now abandoned. Currently, there is one large stone-quarry, producing aggregates, situated approximately 10 km WSW of Västerås.

LITTERATUR

- BFS 1990: *Nybyggnadsregler ändringar, 1990*. Boverkets författningssamling. BFS 1990:28, nr 2. Stockholm ISBN 91-38-12510-2.
- Hübner, H., 1971: Molybdenum and Tungsten Occurrences in Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 46*.
- Karlsson, V., 1862: Några ord till upplysning om bladet Westerås. *Sveriges geologiska undersökning Aa 1*.
- Kugelberg, O.F., 1862: Några ord till upplysning om bladet Skultuna. *Sveriges geologiska undersökning Aa 3*.
- Lundegårdh, P.H. & Lundqvist, G., 1954: Beskrivning till kartbladet Västerås. *Sveriges geologiska undersökning Aa 196*.
- Lundegårdh, P.H., 1981: *Berggrundskarta över Västmanlands län*. Statens industriverk.
- Lundegårdh, P.H. & Nisca, D., 1978: Beskrivning till berggrundskartan och geofysiska kartorna Västerås SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 122*.
- Magnusson, E., 1984: Beskrivning till jordartskartan Västerås SO. *Sveriges geologiska undersökning Ae 64*.
- Patchett, P.J., 1978: Rb/Sr ages of precambrian dolerites and syenites in southern and central Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 747*.
- Patchett, P.J., Gorbatshev, R. & Todt, W., 1987: Origin of Continental crust of 1.9–1.7 Ga Age: Nd Isotopes in the Svecofennian Orogenic Terrains of Sweden. *Precambrian Research 35*, 145–160.
- Streckeisen, A.L., 1967: Classification and Nomenclature of Igneous Rocks. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen 107*, 144–240.
- Stålhös, G., 1976: Beskrivning till berggrundskartan Enköping SV. *Sveriges geologiska undersökning Af 118*.
- Stålhös, G., 1991: Beskrivning till berggrundskartorna Östhammar NV, NO, SV, SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 161, 166, 169, 172*.
- Törnebohm, A.E., 1880: *Beskrivning till geologisk öfversigtskarta öfver Mellersta Sveriges bergslag*. Jernkontoret.
- Öhlander, B & Romer, R.L., 1996: Zircon ages of granites occurring along the Central Swedish Low. *GFF 188*, 217–225.
- Öhlander, B. & Zuber, J., 1988: Genesis of the Fellingsbro-type granites: evidence from gravity measurements and geochemistry. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 110*, 39–54.

Tabell 1. Mineralsammansättning (vol.%) av metasedimentära bergarter. Lokaler se tabell 9.

Modal composition (vol.%) of metasedimentary rocks. Localities see Table 9.

Prov nr	Kvarts	Kalifält-spat	Plagioklas	Biotit	Muskovit	Sericit	Klorit	Horn-blände	Övriga access.
BBLP93: V6A	45,0	2,0	20,0 An ₄₀	13,0	9,0	10,0	1,0	-	sillimanit opak
BBLP93: V3	50,0	9,0	23,0 An ₂₅	2,0	1,0	0,5	15,0	-	apatit
BBLP93: V10	51,0	6,0	11,0 An ₂₀	12,0	5,0	15,0	0,5	-	opak kalcit
BBLP93: V18	25,0	13,0	9,0 An ₃₅	7,0	0,5	42,0	4,0	-	apatit zirkon
BBLP93: V1	59,0	0,2	11,0 An ₂₀	6,0	-	18,0	6,0	-	apatit zirkon
BBLP93: V2	62,0	-	19,0 An ₂₅	17,0	2,0	0,5	-	-	apatit zirkon
BBLP93: V11	51,0	2,0	4,5 An ₃₀	4,0	2,5	33,5	2,5	-	kalcit epidot opak
JOA94 0164	42,0	16,5	25,5 An ₃₀	14,5	1,0	-	-	-	opak
SIK95 0278	45,0	2,5	36,0 An ₂₀	13,0	2,5	-	-	-	zirkon
BBLP93: V5A	46,0	0,2	39,0 An ₂₅	14,0	1,2	0,5	-	-	kalcit apatit
BBLP93: V5B	53,0	0,5	36,0 An ₃₀	5,0	0,5	6,0	-	-	apatit
BBLP93: V20	35,0	0,5	22,0 An ₁₅	25,0	10,0	6,0	0,5	-	opak zirkon
JOA94 0142	15,0	2,0	7,0 An ₂₀	40,0	10,5	23,5	-	1,5	opak apatit
BBLP93: V12	12,0	0,5	20,0 An ₂₀	26,0	-	34,0	1,0	2,0	apatit zirkon
BBLP93: V4B	20,0	2,0	2,0 An ₁₅	36,0	4,0	23,0	-	-	granat sillimanit
BBLP93: V6B	20,0	2,0	3,0 An ₁₅	30,0	39,0	1,0	0,5	0,5	opak sillimanit
JOA94 0274	43,5	6,5	12,5 An ₁₀	6,0	30,0	-	-	-	kalcit apatit

An_{25} = Procentuell andel anortitkomponent i plagioklas.

Tabell 2a. Kemiska analyser (vikt-%, ppm) av metasedimentära bergarter. Lokaler se tabell 9.

Chemical analyses of metasedimentary rocks. Localities see Table 9.

ELEMENT		BBLP93: V6A	BBLP93: V6B	BBLP93: V6C	SIK95 0278	JOA94 0142	JOA94 0274	JOA94 0164
SiO ₂	%	78,1	73,4	54,3	79,3	63,1	68,8	78,8
Al ₂ O ₃	%	10,3	12,3	21,4	10,6	18,4	15,5	10,1
CaO	%	1,66	0,87	0,18	1,11	0,6	1,58	0,78
Fe ₂ O ₃	%	3,48	4,7	9,28	3,12	7,21	4,5	3,13
K ₂ O	%	1,41	2,69	5,86	2,05	4,11	3,87	2,7
MgO	%	0,96	1,59	3,36	0,99	2,39	1,65	0,95
MnO ₂	%	0,06	0,05	0,08	0,04	0,08	0,04	0,04
Na ₂ O	%	2,61	1,82	0,639	2,67	1,44	0,193	2,26
P ₂ O ₅	%	0,16	0,14	0,097	0,13	0,1	0,05	0,12
TiO ₂	%	0,45	0,5	0,85	0,39	0,61	0,54	0,39
Summa	%	99,2	98	96	100,4	98	96,7	99,3
LOI	%	0,5	1,2	3,2	0,7	2,9	3,7	1
Ba	ppm	343	725	1020	604	948	736	425
Be	ppm	1,97	1,82	2,95	1,73	3,86	3,44	1,68
Co	ppm	28,1	11,7	22,5	7,52	17,2	9,22	<5,78
Cr	ppm	66,7	72,2	141	47,1	99,3	96,6	55,3
Cu	ppm	25,5	35,1	20,5	79,6	145	22,6	72,3
Mo	ppm	1,78	3,43	2,86	1,33	4,27	2,94	1,4
Nb	ppm	12	10,3	19,5	10,1	15,1	11,4	10,7
Ni	ppm	24,6	37,2	73	18	58,4	31,3	15,4
Sc	ppm	3,9	6,57	20,5	3,36	13,4	10,6	4,01
Sn	ppm	3,69	4,18	4,29	4,02	6,93	4,13	4,5
Sr	ppm	221	156	55,5	197	122	38,8	152
Th	ppm	N/A	N/A	N/A	10,8	14,0	23,1	10,4
U	ppm	N/A	N/A	N/A	3,85	5,61	4,45	3,48
V	ppm	46,7	57,3	139	46	119	86,1	46,9
W	ppm	17	3,01	8,86	1,08	2,45	2,83	1,45
Y	ppm	16,6	14,4	27,7	21,1	22,3	20,1	15,4
Zn	ppm	29,3	33,2	18,3	41,4	95,7	36,8	47,1
Zr	ppm	290	209	158	253	138	170	205

Tabell 2b. Metasedimentära bergarter, kemiska analyser (ppm) av sällsynta jordarts-metaller

Metasedimentary rocks, chemical analyses (ppm) of rare earth elements

ELEMENT		BBLP93: V6A	BBLP93: V6B	BBLP93: V6C	SIK95 0278	JOA94 0142	JOA94 0274	JOA94 0164
La	ppm	44,70	32,60	61,60	39,00	47,60	67,80	33,90
Ce	ppm	104,00	75,70	144,00	80,90	93,90	138,00	67,70
Pr	ppm	10,50	8,03	14,70	9,22	11,70	16,06	8,08
Nd	ppm	38,90	30,30	52,20	32,00	40,80	60,80	30,60
Sm	ppm	6,88	5,46	8,92	5,70	7,60	9,75	5,06
Eu	ppm	0,98	0,99	0,89	0,79	1,94	1,14	0,79
Gd	ppm	4,64	4,00	7,03	5,94	7,10	7,83	3,79
Tb	ppm	0,76	0,69	1,20	1,39	1,80	1,03	0,70
Dy	ppm	3,31	3,20	5,87	4,31	6,07	4,56	3,59
Ho	ppm	0,67	0,57	1,20	1,28	1,64	0,91	0,65
Er	ppm	2,04	1,65	3,78	2,96	3,54	2,70	2,06
Tm	ppm	0,29	0,26	0,59	0,93	1,19	0,48	0,30
Yb	ppm	2,35	2,20	3,74	2,55	3,70	2,93	2,45
Lu	ppm	0,31	0,33	0,52	0,62	0,83	0,43	0,33

Tabell 3. Mineralsammansättning (vol.%) av metabasiter. Lokaler se tabell 9.

Modal composition (vol.%) of metabasic rocks. Localities see Table 9.

Prov nr	Berg- art	Kvarts	Kali- fält-	Plagio- klas	Bio- tit	Musko- vit	Seri- cit	Pyr- oxen	Opak	Klorit	Horn- blände	Övriga access.
BBLP93: V12	Amfi- bolit	12,0	20,0	26,0 An ₄₅	-	-	34,0	-	-	1,0	2,0	opak prehnit
BBLP93: V17	Gabbro	-	-	22,0 An ₆₀	-	1,0	20,0	-	0,5	0,5	55,0	opak ser- pentinit
BBLP93: V21	Diorit	8,0	-	15,0 An ₅₀	4,0	-	17,0	4,5	0,5	7,0	43,0	opak apatit
SIK95 0205	Gabbro	3,0	1,5	0,5 An ₅₀	1,0	-	1,5	26,0	2,0	-	64,5	opak

An₅₀ = Procentuell andel anortitkomponent i plagioklas.

Tabell 4a. Kemiska analyser (vikt-%, ppm) av metabasiter. Lokaler se tabell 9.
Chemical analyses of metabasic rocks. Localities see Table 9.

ELEMENT	PROV:	BBLP93: V12	BBLP93 V17	SIK95 0205
SiO ₂	%	55	47,6	52
Al ₂ O ₃	%	15	18,5	7,67
CaO	%	6,27	11,8	13,4
Fe ₂ O ₃	%	9	7,59	10,1
K ₂ O	%	2,13	0,99	0,61
MgO	%	7,12	10,5	13,6
MnO ₂	%	0,13	0,15	0,2
Na ₂ O	%	2,58	1,05	0,58
P ₂ O ₅	%	0,18	0,03	0,02
TiO ₂	%	0,71	0,25	0,53
Summa	%	98,1	98,4	98,7
LOI	%	2,3	2,4	1,4
Ba	ppm	432	80,3	147
Be	ppm	2,3	<1,24	<1,23
Co	ppm	33,1	35	55,5
Cr	ppm	519	122	969
Cu	ppm	44,5	27,1	28,3
Mo	ppm	2,08	<0,248	1,76
Nb	ppm	9,51	1,74	2,51
Ni	ppm	90,5	17,9	44,6
Sc	ppm	28,2	33,4	74,8
Sn	ppm	2,54	3,79	0,65
Sr	ppm	301	390	170
Th	ppm	N/A	N/A	3,4
U	ppm	N/A	N/A	1,32
V	ppm	212	166	388
W	ppm	2,38	1	0,77
Y	ppm	14,2	3,84	11,9
Zn	ppm	21,1	55,5	66
Zr	ppm	97,3	12,8	25,2

Tabell 4b. Metabasiter, kemiska analyser (ppm) av sällsynta jordartsmetaller
Metabasic rocks, chemical analyses (ppm) of rare earth elements

ELEMENT		BBLP93: V12	BBLP93: V17	SIK95 0205
La	ppm	23,00	2,22	5,88
Ce	ppm	52,80	5,83	15,03
Pr	ppm	6,40	0,79	2,49
Nd	ppm	21,07	3,56	12,40
Sm	ppm	4,02	0,69	3,72
Eu	ppm	0,51	0,44	0,76
Gd	ppm	2,58	<0,03	2,95
Tb	ppm	0,64	0,12	0,60
Dy	ppm	3,25	0,84	3,20
Ho	ppm	0,57	0,17	0,59
Er	ppm	1,99	0,56	1,79
Tm	ppm	0,23	0,06	0,34
Yb	ppm	2,18	0,40	1,47
Lu	ppm	0,278	0,06	0,28

Tabell 5. Mineralsammansättning (vol.%) av tidigorogena granitoider. Lokaler se tabell 9.

Modal composition (vol.%) of early orogenic granitoids. Localities see Table 9.

Prov nr	Berg-art	Kvarts	Kali-fältspat	Plagio-klas	Biotit	Musko-vit	Seri-cit	Klorit	Horn-blände	Övriga access.
BBLP93: V23	Grano-diorit	21,0	18,0	18,0 An ₂₅	0,5	-	15,0	16,0	3,0	zirkon titanit
BBLP93: V14	Grano-diorit	28,5	17,0	40,0 An ₃₀	6,0	-	7,5	0,5	0,5	zirkon titanit
BBLP93: V24	Grano-diorit	34,0	9,0	18,0 An ₂₀	-	0,5	19,0	11,5	-	zirkon apatit
TOW95 0216	Grano-diorit	34,5	12,5	45,5 An ₃₀	5,0	-	-	-	2,5	titanit
BBLP93: V16B	Grano-diorit	26,0	11,0	2,0 An ₃₀	-	0,5	40,0	16,0	-	apatit prehnit
BBLP93: V16A	Grano-diorit	33,0	10,0	4,5 An ₂₅	0,5	2,0	33,0	13,0	-	apatit prehnit
BBLP93: V9A	Grano-diorit	25,5	14,5	38,0 An ₂₀	11,0	-	8	0,5	2,5	opak titanit
TOW95 0268	Grano-diorit	33,0	11,5	29,0 An ₂₀	21,5	3,0	0,5	-	-	opak epidot
JOA93 0019	Grano-diorit	31,0	15,0	41,5 An ₃₀	12,0	-	-	-	-	titanit
BBLP93: V19	Tonalit	32,5	-	31,0 An ₃₀	15,5	0,5	19,0	1,0	-	apatit prehnit
BBLP93: V15	Tonalit	32,5	0,75	36,5 An ₃₀	23,5	-	5,5	0,5	-	zirkon opak
BBLP93: V13	Tonalit	28,0	3,0	36,5 An ₃₅	23,5	-	4,5	0,5	3,5	apatit prehnit
JOA94 0154	Tonalit	39,5	4,0	41,5 An ₄₀	12,5	-	-	-	1,0	apatit opak
BBLP93: V22	Tonalit	32,0	4,0	9,0 An ₃₅	21,0	2,0	30,0	0,5	-	opak prehnit

An₃₅ = Procentuell andel anortitkomponent i plagioklas.

Tabell 6a. Kemiska analyser (vikts%, ppm) av tidigorogena granitoider. Lokaler se tabell 9.

Chemical analyses of early orogenic granitoids. Localities see Table 9.

ELEMENT		BBLP93: V9A	BBLP93: V13	BBLP93: V14	BBLP93: V15	BBLP93: V16
SiO ₂	%	67,6	62,8	68,6	69,4	65,8
Al ₂ O ₃	%	15,1	15,6	14,9	14,3	15,1
CaO	%	3,71	4,17	3,5	2,62	2,58
Fe ₂ O ₃	%	5,31	6,62	3,96	4,38	5,24
K ₂ O	%	3,63	2,72	3,21	2,95	3,69
MgO	%	1,31	2,38	0,793	0,98	1,53
MnO ₂	%	0,08	0,09	0,06	0,08	0,05
Na ₂ O	%	2,9	2,57	2,98	3,17	2,55
P ₂ O ₅	%	0,16	0,17	0,1	0,14	0,16
TiO ₂	%	0,53	0,76	0,39	0,45	0,77
Summa	%	100,4	97,9	98,5	98,5	97,5
LOI	%	0,5	0,8	0,4	0,6	1,9
Ba	ppm	983	637	708	762	836
Be	ppm	3,38	2,28	2,04	3,27	2,84
Co	ppm	8,87	12,4	7,53	<6,12	7,72
Cr	ppm	38,1	54,3	16,4	16,2	55
Cu	ppm	30,5	26,3	33,5	27,3	24,5
Mo	ppm	3,86	11,3	7,1	4,79	0,59
Nb	ppm	13,5	12,6	9,43	15,3	14,4
Ni	ppm	15,3	18,6	9,32	12,1	23,1
Sc	ppm	10,9	14,7	5,48	7,8	9,55
Sn	ppm	6,16	5,37	6,61	3,9	4,35
Sr	ppm	395	342	296	315	163
V	ppm	58,5	101	36,8	40,2	59,8
W	ppm	2,47	13,2	8,87	4,41	1,82
Y	ppm	24,5	18,4	10,2	17,5	22,6
Zn	ppm	62,9	22,1	22,8	25,4	74
Zr	ppm	234	158	124	288	230

Tabell 6a, forts.

Tab. 6a, cont.

ELEMENT	:	BBLP93: V24	TOW95 0268	JOA940 154	TOW95 0216	JOA93 0019	JOA94 0007
SiO ₂	%	67	69,1	69,5	67,9	69,6	67,3
Al ₂ O ₃	%	15,2	15,1	15	16,2	14,6	16,7
CaO	%	2,86	2,31	3,12	3,83	1,62	2,86
Fe ₂ O ₃	%	4,84	4,66	4,84	4,47	4,69	2,57
K ₂ O	%	3,16	3,23	2,45	3,41	3,36	4,84
MgO	%	1,34	1,33	1,18	1,02	0,86	0,59
MnO ₂	%	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,04
Na ₂ O	%	3,07	2,7	3,29	3,16	3,62	3,41
P ₂ O ₅	%	0,17	0,14	0,12	0,12	0,12	0,13
TiO ₂	%	0,56	0,64	0,5	0,48	0,42	0,33
Summa	%	98,3	99,3	100,1	100,7	99	98,8
LOI	%	1	0,9	0,9	0,5	1,2	0,7
Ba	ppm	833	961	641	989	994	1950
Be	ppm	1,84	3,48	2,93	1,91	3,51	2,86
Co	ppm	6,26	8,42	19,1	7,37	<6,2	6,01
Cr	ppm	32,3	42,2	83,6	11,8	<12,5	19,9
Cu	ppm	14,4	63,1	44,5	23	<6,2	13,1
Mo	ppm	0,89	1,98	2,4	3,42	4,18	0,9
Nb	ppm	15,6	12,6	15,8	10,5	38,9	9,66
Ni	ppm	13,4	21	31,2	<5,86	<6,24	6,62
Sc	ppm	9,65	10,1	13	6,11	14,2	<2,2
Sn	ppm	3,19	4,03	3,71	2,65	2,99	0,98
Sr	ppm	341	226	296	346	202	365
Th	ppm	N/A	13,3	8,73	10,3	6,61	N/A
U	ppm	N/A	2,59	2,79	2,76	2,82	N/A
V	ppm	65,4	59,3	58,6	49,4	35,5	25
W	ppm	0,91	2,25	0,89	1,09	0,68	0,98
Y	ppm	22,3	18,9	22,5	13,5	18,2	21,9
Zn	ppm	75,8	64,8	76	71,1	60,5	34,4
Zr	ppm	173	230	180	145	197	390

Tabell 6b. Tidigorogena granitoider, kemiska analyser (ppm) av sällsynta jordartsmetaller
Early orogenic granitoids, chemical analyses (ppm) of rare earth elements

ELEMENT ppm	BBLP93: BBLP93: BBLP93: BBLP93: BBLP93: BBLP93: BBLP93: BBLP93: BBLP93:										TOW95		JOA94		TOW95		JOA93		JOA94	
	V9A	V13	V14	V15	V16	V24	0268	0154	0216	0019	0007	0007	0019	0007	0019	0007	0019	0007	0007	
La	50,60	36,50	33,20	66,10	40,90	36,60	56,70	49,10	36,10	27,40	142,00		49,10	142,00	27,40	142,00	27,40	142,00	142,00	
Ce	110,00	84,30	69,50	144,00	93,10	81,40	117,00	101,00	67,10	57,00	293,00		101,00	293,00	57,00	293,00	57,00	293,00	293,00	
Pr	12,10	9,28	6,86	15,06	10,05	9,18	12,70	11,01	7,38	7,02	29,10		11,01	29,10	7,38	7,02	7,02	29,10	29,10	
Nd	43,30	32,90	21,00	52,50	42,30	36,10	52,60	44,30	25,40	26,10	105,00		44,30	105,00	25,40	26,10	26,10	105,00	105,00	
Sm	8,20	7,17	3,75	8,47	7,23	6,20	7,39	6,85	4,31	4,62	12,05		6,85	12,05	4,31	4,62	4,62	12,05	12,05	
Eu	2,13	1,75	1,52	1,46	1,21	1,45	1,16	0,93	1,29	1,18	2,46		0,93	2,46	1,29	1,18	1,18	2,46	2,46	
Gd	4,67	4,52	1,21	4,62	5,17	4,28	7,12	5,89	3,66	5,45	6,12		5,89	6,12	3,66	5,45	5,45	6,12	6,12	
Tb	1,16	1,07	0,60	1,03	0,84	0,81	0,96	0,81	1,00	0,73	0,97		0,81	0,97	1,00	0,73	0,73	0,97	0,97	
Dy	4,94	4,62	2,57	4,27	4,58	4,66	3,99	4,34	3,24	3,57	4,38		4,34	4,38	3,24	3,57	3,57	4,38	4,38	
Ho	0,97	1,02	0,58	0,76	0,80	0,91	0,62	0,72	0,94	0,76	0,80		0,72	0,80	0,94	0,76	0,76	0,80	0,80	
Er	2,56	2,22	1,42	1,76	2,24	2,43	1,78	2,57	2,28	2,44	2,45		2,57	2,45	2,28	2,44	2,44	2,45	2,45	
Tm	0,37	0,63	0,33	0,40	0,29	0,30	0,33	0,42	0,76	0,37	0,36		0,42	0,36	0,76	0,37	0,37	0,36	0,36	
Yb	2,96	2,41	1,86	2,44	2,30	2,14	1,96	2,54	2,28	2,43	2,58		2,54	2,58	2,28	2,43	2,43	2,58	2,58	
Lu	0,35	0,51	0,31	0,38	0,31	0,27	0,34	0,35	0,49	0,34	0,42		0,35	0,42	0,49	0,34	0,34	0,42	0,42	

Tabell 7. Mineralsammansättning (vol.%) av senorogena graniter. Lokaler se tabell 9.
Modal composition (vol.%) of late orogenic granites. Localities see Table 9.

Prov nr	Bergart	Kvarts	Kali- fält- spat	Plagio- klas	Biotit	Musko- vit	Seri- cit	Klorit	Horn- blände	Övriga access.
BBLP93: V9B	Medel- kornig granit	25,0	28,0	36,0 An ₂₀	3,0	-	7,0	0,5	-	apatit prehnit
SVL94 0201	Fin- kornig granit	32,5	38,5	23,0 An ₂₅	2,5	0,5	-	-	2,0	apatit
TOW95 0107	Grov- kornig porf. granit	32,5	33,0	21,0 An ₂₀	11,0	-	-	-	0,5	opak titanit
BBLP93: V25	Medel- kornig granit	31,0	27,0	23,0 An ₂₀	4,0	-	15,0	-	-	apatit zirkon
BBLP93: V9	Medel- kornig granit	25,5	14,5	38 An ₂₅	11,0		8,0		2,5	opak titanit
TOW95 0246	Fin- kornig granit	33,5	36,0	29,0 An ₃₀	1,5	0,5	-	-	-	epidot

An₂₅ = Procentuell andel anortitkomponent i plagioklas.

Tabell 8a. Kemiska analyser (vikt-%, ppm) av senorogena graniter. Lokaler se tabell 9.
Chemical analyses of late orogenic granites. Localities see Table 9.

ELEMENT		BBLP93: V9B	JOA940 280	BBLP93: V25	SVL94 0201	TOW95 0246	TOW95 0107
SiO ₂	%	71,5	73,9	73,9	74,7	77,8	70,7
Al ₂ O ₃	%	15,9	12,9	13,7	13,3	12,9	14,5
CaO	%	1,9	0,93	0,93	0,64	0,36	1,34
Fe ₂ O ₃	%	1,76	2,03	1,86	2,07	0,61	3,53
K ₂ O	%	4,86	4,98	4,75	5,17	4,98	5,5
MgO	%	0,39	0,35	0,26	0,29	0,03	0,67
MnO ₂	%	0,03	0,03	0,03	0,04	0,01	0,06
Na ₂ O	%	4,09	3,28	3,7	3,28	3,69	3,2
P ₂ O ₅	%	0,06	0,05	0,04	0,04	0,02	0,16
TiO ₂	%	0,12	0,18	0,12	0,17	0,02	0,43
Summa	%	100,5	98,7	99,3	99,7	100,4	100,1
LOI	%	0,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,8
Ba	ppm	643	307	483	383	152	922
Be	ppm	7	9,27	2,87	5,26	9,34	5,29
Co	ppm	<6,22	<6,02	<6,09	<5,99	<5,90	<5,91
Cr	ppm	<12,4	17,9	19,5	<12,0	<11,8	<11,8
Cu	ppm	22,8	21,6	14,6	<5,99	26	24,7
Mo	ppm	2,54	<0,24	<0,24	1,96	12,1	5,74
Nb	ppm	13,2	47,8	21,6	37,5	36,3	29,6
Ni	ppm	8,36	<6,02	<6,09	<5,99	<5,90	<5,91
Sc	ppm	<2,49	2,91	<2,43	3,42	<2,36	3,14
Sn	ppm	4,15	4,82	12,6	6,33	14,6	6,69
Sr	ppm	144	46	66,2	45,3	20,2	149
Th	ppm	N/A	N/A	N/A	45,6	8,92	58,1
U	ppm	N/A	N/A	N/A	18,4	13,7	20,9
V	ppm	9,21	10,4	6,5	11,1	<5,90	29,2
W	ppm	3,37	0,851	0,711	1,53	0,984	1,29
Y	ppm	29	76,5	42,9	66,9	111	48,3
Zn	ppm	15,1	17,3	23,3	18,4	40,3	36,1
Zr	ppm	110	184	140	152	34,1	299

Tabell 8b. Senorogena graniter, kemiska analyser (ppm) av sällsynta jordartsmetaller
Late orogenic granites, chemical analyses (ppm) of rare earth elements

ELEMENT		BBLP93: V9B	JOA94 0280	BBLP93: V25	SVL94 0201	TOW95 0246	TOW95 0107
La	ppm	51,10	59,50	40,50	73,20	7,45	77,90
Ce	ppm	114,00	139,00	93,50	154,00	16,70	157,00
Pr	ppm	11,70	15,10	10,02	16,80	2,31	17,10
Nd	ppm	41,60	57,00	40,10	64,40	12,30	60,20
Sm	ppm	6,55	11,02	8,28	12,60	7,62	10,05
Eu	ppm	0,94	0,55	0,75	0,40	0,25	1,29
Gd	ppm	4,14	9,67	6,45	12,90	11,05	9,20
Tb	ppm	1,01	1,93	1,18	2,49	2,58	1,67
Dy	ppm	5,11	12,40	6,98	13,00	18,20	9,13
Ho	ppm	1,07	2,69	1,44	3,02	3,99	1,91
Er	ppm	3,64	8,58	4,30	8,34	13,02	5,35
Tm	ppm	0,47	1,24	0,63	1,87	2,38	0,95
Yb	ppm	4,70	9,20	4,93	8,20	18,04	6,69
Lu	ppm	0,65	1,33	0,73	1,55	2,52	0,95

Tabell 9. Lokalangivelser till prover avseende modala och kemiska analyser
Localities of samples from the map area.

Metasedimentära bergarter, tabell 1 och 2

Prov nr	Lokal	Koordinater RAK
BBLP93:V1	Ö delen av Västerås stad	661083/154382
BBLP93:V2	ca 1 km SV om Badelunda	661246/154490
BBLP93:V3	Ö delen av Västerås stad	661030/154444
BBLP93:V4B	ca 2 km SV om Badelunda	661244/154331
BBLP93:V5A	ca 2 km Ö om Badelunda	661296/154396
BBLP93:V5B	ca 2 km Ö om Badelunda	661296/154396
BBLP93:V6A	N delen av Västerås stad	661374/154324
BBLP93:V6B	N delen av Västerås stad	661374/154324
BBLP93:V6C	N delen av Västerås stad	661374/154324
BBLP93:V10	S delen av Västerås stad	660945/154335
BBLP93:V11	S delen av Västerås stad	660820/154552
BBLP93:V12	S delen av Västerås stad	660993/154422
BBLP93:V18	ca 3 km NO om Gäddeholm	660725/154990
BBLP93:V20	NO delen av Västerås stad	661374/154324
JOA940142	ca 3 km SO om Tillberga	661648/154896
JOA940164	ca 2 km SO om Badelunda	661165/154324
JOA940274	ca 1 km SO om Skerike k:a	661335/153985
SIK950278	ca 3 km Ö om Lillhärad	661388/153455

Metabasiter tabell 3 och 4

Prov nr	Lokal	Koordinater RAK
BBLP93:V12	S delen av Västerås stad	660993/154422
BBLP93:V17	ca 2,5 km N om Lillhärad	661697/153225
BBLP93:V21	ca 3 km SO om Tillberga	661630/154978
SIK950205	ca 3 km N om Lillhärad	661676/153246

Tab. 9, forts.

Tab. 9, cont.

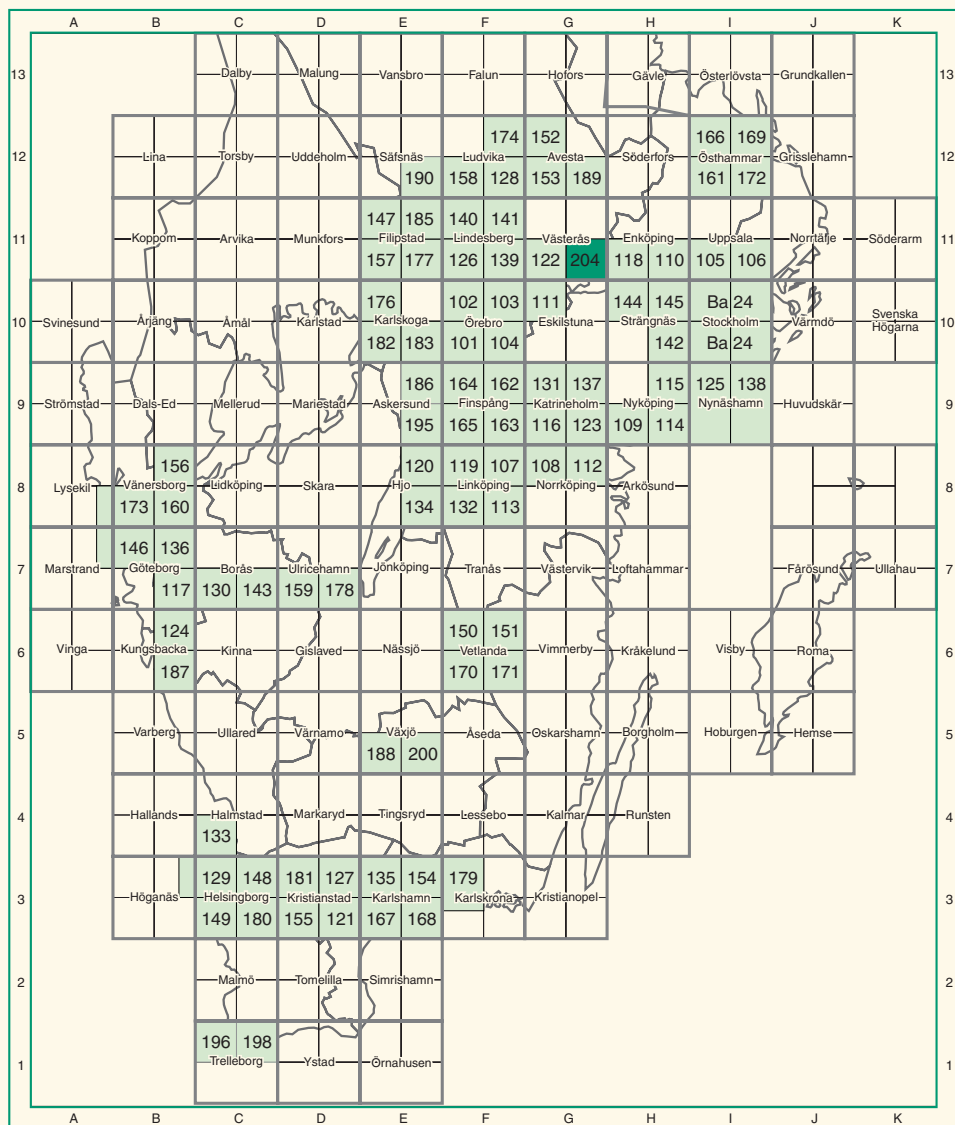
Tidigorogena granitoider tabell 5 och 6.

Prov nr	Lokal	Koordinater RAK
BBLP93:V9A	ca 250 m V om Hallsta (2h)	661022/153682
BBLP93:V13	S delen av Västerås stad (1i)	660993/154422
BBLP93:V14	ca 2 km SV om Romfartuna (4h)	662212/153995
BBLP93:V15	ca 1 km NO om Hallstahammar (2f)	661359/152640
BBLP93:V16B	ca 1 km SO om Långsjön (3f)	661772/152693
BBLP93:V16A	ca 1 km SO om Långsjön (3f)	661771/15269
BBLP93:V19	ca 1,5 km SO om Gäddeholm (0j)	660242/154938
BBLP93:V22	ca 1,2 km SV om Tillberga (3i)	661789/154454
BBLP93:V23	ca 1 km S om Skerike (4h)	661246/153722
BBLP93:V24	ca 3 km NV om Västerås (2h)	661210/153625
JOA930019	ca 2 km Ö om Dingtuna (0h)	660495/153575
JOA 940007	Vallby (2h)	661140/153885
JOA940154	ca 2,5 km NO om Badelunda (3j)	661635/154710
TOW950216	ca 100m Ö om Mungasjön (4h)	662451/153982
TOW950268	ca 2km SO om Långsjön (3f)	661715/152775

Senorogena graniter tabell 7 och 8

Prov nr	Lokal	Koordinater RAK
BBLP93:V9B	ca 250 m V om Hallsta	661022/153682
BBLP93:V9	ca 200 m V om Hallsta	661020/153710
BBLP93:V25	ca 3 km NV om Västerås	661200/153620
JOA 940280	ca 2 km NV om Dingtuna	660680/153070
SVL940201	Vändle bergtäkt (1g)	660550/153010
TOW950107	ca 1 km NV om Långsjön	661888/152530
TOW950246	ca 3 km NV om Lillhärad	661610/152945

Utgivna kartblad i serie Af



SGU

Sveriges Geologiska Undersökning

Box 670
751 28 UPPSALA
Tel. 018-17 90 00
Fax. 018-17 93 70

ISSN 0586-1543
ISBN 91-7158-607-5