

Af 210

Beskrivning till berggrundskartan 111 Uppsala NV

Jan-Olof Arnbom & Lena Persson



SGU

Sveriges Geologiska Undersökning

Beskrivning till berggrundskartan
11 I Uppsala NV

Jan-Olof Arnbom och Lena Persson

DESCRIPTION TO THE BEDROCK MAP
11 I UPPSALA NV

Sveriges Geologiska Undersökning
2002

ISSN 0586-1543
ISBN 91-7158-673-3

Omslagsbild: Häll med omvandlad vulkanit. Fålhagen, Uppsala, 7a, 663915/160450.
Cover: Outcrop of metavolcanic rock.

© Sveriges Geologiska Undersökning

Layout: Agneta Ek, SGU
Tryck: Elanders Tofters, Östervåla 2002

INNEHÅLL

Inledning	4
Översiktlig geologisk och geofysisk beskrivning av den prekambrisk berggrunden	6
Svekofenniska ytbergarter	12
Bergarter av vulkaniskt ursprung	12
Bergarter av sedimentärt ursprung	20
Kristallin kalksten	20
Ådergnejs	20
Tidigorigena svekokarelska intrusivbergarter	21
Basiska intrusivbergarter	21
Sura intrusivbergarter	24
Granit och granodiorit	27
Tonalit	31
Senorigena svekokarelska intrusivbergarter	33
Pegmatit och aplit	33
Metasomatos och metamorfos	33
Strukturgeologi	35
Mineraliseringar och nyttosten	37
Summary	40
Referenser	41
Tabeller	43

INLEDNING

Berggrundskartan 11 I Uppsala NV omfattar det topografiska kartområdet 11I Uppsala NV med en areal av 625 km². Uppsala stad upptar ytmässigt en stor del av kartområdets västra del. Övriga större orter är Storvreta i den norra och Knivsta i den södra delen av kartbladsområdet. Berggrunden undersöktes under åren 1995–1996 och reviderades 1999. Arbetet skedde under ledning av Jan-Olof Arnbom. Mugdim Islamovic, Sven Lundqvist, Siri Knape och Torbjörn Wikström utförde en stor del av fältarbetet. Mattias Göransson genomförde provtagning och petrografisk analys. De geofysiska markmätningarna gjordes av Lena Persson, som även tolkade de geofysiska kartorna.

Fältarbetet bedrevs med hjälp av kartor i skala 1:10 000. Som underlag för lokaliseringen av berghällar användes den jordartsgeologiska kartan Uppsala NV (Möller 1993). Platsangivelser anges på en del ställen i denna text med hjälp av Lantmäteriets alfanumeriska kod (t.ex. 9a) för kartor i skala 1:10 000.

Berggrundskartan visar en tolkning av de olika bergarternas utbredning samt förekomsten av vissa större tektoniska strukturer (förkastningar o. d.). Som ett komplement till berggrundskartan har en bergkvalitetskarta framställts (Persson m.fl. 2000), som redovisar resultaten från utförda analyser 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, redovisas både på den berggrundsgeologiska kartan och på bergkvalitetskartan.

”Den geologiska kartan öfver Fyris-åns dalbäcken” publicerades av Erdmann (1857) och är den första geologiska karta som berör det aktuella kartbladsområdet. I övrigt täcks det undersökta området av följande kartblad i Sveriges geologiska undersöknings äldre serie av kombinerade berg- och jordartskartor: bladet ”Lindholm” (Paijkull 1864), bladet ”Sigtuna” (Gumaelius & Paykull 1865), bladet ”Rånäs” (Sidenbladh 1868) och bladet ”Uppsala” (Stolpe 1869). I senare tid har området undersökts av Lundegårdh & Lundqvist (1956) och Lundegårdh (1956). Omgivande berggrundsgeologiska kartblad i norr och söder utgörs av Uppsala SV (Stålhös 1972) respektive Östhammar SV (Stålhös 1991). Omgivande kartblad i väster och öster har inte undersökts i modern tid.

Landskapstypen inom kartbladsområdet Uppsala NV utgörs av stora lerslätter runt Uppsala stad. Större skogklädda moränområden utbreder sig i östra och norra delarna, där terrängen är mer kuperad. Inom dessa områden finns ett flertal långsträckta smala dalstråk och sjöar, vilka tydligt markerar sannolika sprickzoner och förkastningslinjer i terrängen. Hällfrekvensen är relativt hög inom skogsområdena, medan den är tämligen låg inom slättmarksområdena (fig. 1).

Geofysiska flygmätningar omfattar mätningar av det jordmagnetiska fältets totalintensitet, markens naturliga gammastrålning samt det elektromagnetiska fältet i VLF-området. Mätningarna är utförda från flygplan på 30 m höjd, längs linjer med 200 m avstånd och med 40 m mellan mätpunkterna.

Variationer i magnetfältet beror framför allt på olika bergarters innehåll av mineralet magnetit. Störningar i det magnetiska mönstret kan t.ex. indikera förkastningar i berggrunden. Lågmagnetiska zoner indikerar ofta sprickzoner i berggrunden där magnetiten i sprickzonerna har oxiderats och bildat omagnetisk hematit.

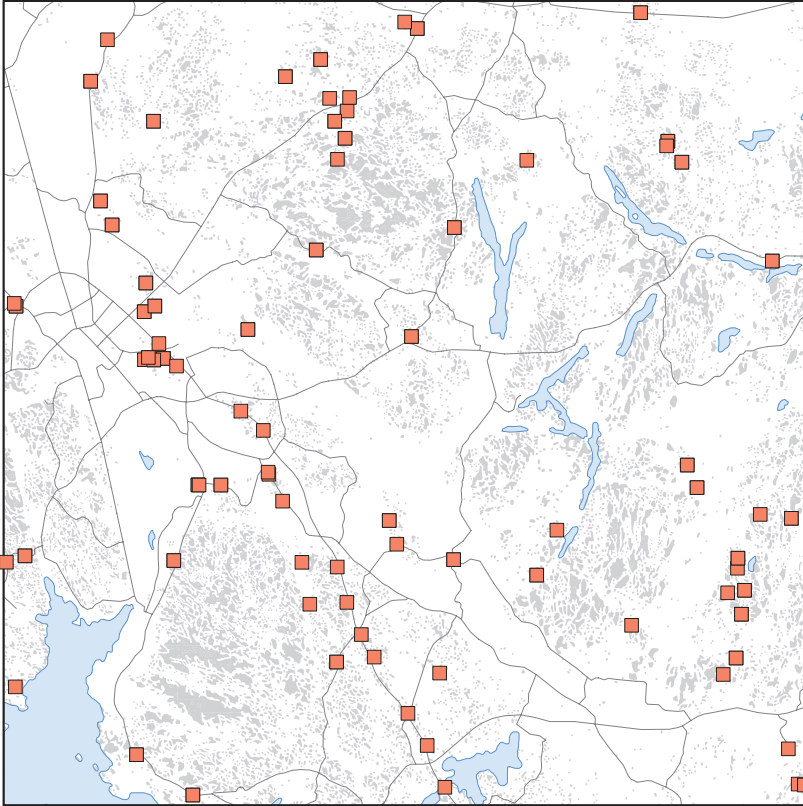


Fig. 1. Kartan visar den geografiska fördelningen av provtagningspunkter för mätning av petrofysiska egenskaper samt gammastrålningsmätning (röda punkter) inom kartområdet Uppsala NV. Berghällar inom kartbladsområdet är markerade med grå färg.

The map shows the distribution of the sampling sites for petrophysical and gamma radiation measurements (red dots). The outcrops are shown with grey colour.

Vid den flygradiometriska mätningen registreras gammastrålningen i ett antal våglängdsområden. Mätningar av gammastrålningen ger en bild av hur de naturligt radioaktiva grundämnena uran, torium och kalium är fördelade i det översta, ca 2 dm tunna skiktet av jordtacket eller bergytan. Intensiteten i strålningen dämpas av t.ex. vattenhalten i jordtacket. Mätningarna är användbara i berggrundskarteringen för att skilja olika bergartstyper men framför allt för att identifiera områden med risk för förhöjda radonvärden.

Vid VLF-mätningarna uppmäts det elektromagnetiska fältet från avlägsna radiosändare i VLF-bandet (10–30 kHz). Metoden används främst för att lokalisera elektriskt ledande strukturer i berggrunden. Vattenfyllda sprickzoner samt grafit- eller sulfidförande horisonter i berggrunden är exempel på strukturer med god elektrisk ledningsförmåga.

Resultat från tyngdkraftsmätningar redovisas på Bougeranomalikartan som visar tyngdaccelerationen reducerad till havsytans nivå. Lokalt påverkas tyngdkraften av fördelningen mellan tunga och lätta bergarter. Stora volymer av bergarter med hög densitet nära markytan utgör ett massöverskott som förstärker tyngdkraften.

Flyggeofysiska mätningar tillsammans med tyngdkraftsmätningar ger viktig information om berggrundens strukturella drag, bergarternas tredimensionella utbredning samt förkastningar och sprickzoner i berggrunden.

Geofysisk markuppföljning i form av profilmätningar och parameterprovtagning samt magnetisk susceptibilitets- och gammastrålningsmätningar på berghällar utförs parallellt med berggrundskarteringen. Figur 1 visar läget för de geofysiska provtagningspunkterna inom kartområdet. Parameterproverna mäts i Sveriges geologiska undersöknings petrofysiska laboratorium. De erhållna petrofysiska parametrarna (densitet, magnetisk susceptibilitet och remanent magnetisering) ger svar på uppmätta geofysiska anomaliersaker. Petrofysik är alltså en länk mellan berggrund och geofysik. Vid gammastrålningsmätningar på håll uppmäts halterna av kalium-40, uran-238 och torium-232. Resultaten från parametermätningarna och strålningsmätningarna finns lagrade i olika databaser vid Sveriges geologiska undersökning, och tillsammans med de flyggeofysiska mätningarna och tyngdkraftsmätningarna har resultaten från dessa mätningar korrelerats mot den geologiska hållinformationen. Därigenom har det varit möjligt att ange bergartstyp även inom områden där hållinformation saknas.

ÖVERSIKTLIG GEOLOGISK OCH GEOFYSISK BESKRIVNING AV DEN PREKAMBRISKA BERGGRUNDEN

Berggrunden inom kartområdet Uppsala NV domineras av äldre granitoider (granit–granodiorit–tonalit). Dessutom finns omvandlade vulkaniter rikligt representerade. I mindre omfattning förekommer äldre basiska bergarter och, underordnat, omvandlade sedimentära bergarter.

Huvuddelen av områdets bergarter bildades för ca 1800–1900 milj. år sedan under den svekokarelska bergskedjeveckningen (orogenesen), vilken vi idag ser spår av i berggrunden i stora delar av mellersta Sverige och Finland. De äldsta bergarterna utgörs av omvandlade vulkaniska och sedimentära bergarter, vilka ursprungligen bildades på markytan för ca 1900 milj. år sedan. För ungefär 1880–1900 milj. år sedan, i ett tidigt skede av den svekokarelska bergskedjebildningen, trängde sura och basiska magmor upp i jordskorpan, intruderade de sedimentära och vulkaniska formationerna och bildade s.k. tidigorogena granitoider och basiter. För omkring 1850–1800 milj. år sedan nådde bergskedjebildningen sin kulmination med stark deformation av berggrunden i kombination med en omfattande metamorfos (omvandling under höga tryck- och temperaturförhållanden). De sura och basiska djupbergarterna och de vulkaniska och sedimentära ytbergarterna omvandlades genom omkristallisation och mineralnybildning till metamorfa bergarter av olika slag. Under metamorfosen och deformationen utvecklades vissa strukturer i bergarterna, t.ex. förskiffring och minerallineation. Samtidigt veckades bergarterna, både i liten och stor skala. Områdets granitoider uppvisar ofta ett massformigt utseende med diffus till tydlig lineation. Endast i de östligaste delarna finns mer framträdande förskiffringsstrukturer. Omvandlingsgraden i området är svår att undersöka, eftersom det är sparsamt med indexmineral som visar på de tryck- och temperaturförhållanden som rådde i området under den svekokarelska bergskedjebildningen. Undersökningar i omgivande områden i norr, 12I Östhammar NV (Stålhös 1991), och söder, 11I Uppsala SV (Stålhös 1972), har visat på metamorfa förhållanden där temperaturen maximalt uppgått till 650°C och trycket legat mellan 3 och 4

kbar. Troligen var förhållandena likartade inom kartområdet Uppsala NV. Samtliga bergarter som existerade under metamorfosen blev således omvandlade av den. Strikt geologiskt bör de därför kallas metagranit, metagabbro osv., men för enkelhetens skull stryks prefixet meta- i den fortsatta texten.

I en sen fas av bergskedjebildningen intruderades den relativt fasta berggrunden av finkorniga graniter (apliter) och grovkorniga pegmatiter. Dessa sent bildade bergarter benämns serogena och de följde ofta sprickor i berggrunden.

Efter bergskedjebildningens kulmination avsvalnade berggrunden, men sannolikt förekom hela tiden sprickbildning och förkastningsrörelser i dess slutfas. Eftersom berggrunden var relativt varm är det troligt att en del förkastningar bildades under plastiska förhållanden, varvid berggrunden deformeras, men inte spricker upp i lika hög grad som då den är kallare.

Efter den svekokarelska bergskedjebildningen var berggrunden även fortsättningsvis utsatt för deformation, och då under relativt svala temperaturförhållanden, och spröda strukturer i form av sprickor, krosszoner och förkastningar bildades. Dessa syns nu som långsträckta dalgångar i terrängen eftersom berggrunden längs dessa zoner varit mer lätteroderad. I områdets västra del, invid och genom Uppsala, går flera långsträckta, breda och jordtäkta strukturlinjer i riktning nordväst–sydost, längs vilka man kan misstänka att omfattande rörelser med sprickbildning och uppkrossning av berggrunden har skett. Tektoniska rörelser i detta område skedde sannolikt upprepade gånger under den geologiska utvecklingen, varvid både plastisk och spröd deformation uppstod i berggrunden. I den östra delen av kartbladsområdet dominerar smala dalstråk (ofta innehållande sjöar), sannolikt förorsakade av enbart spröda deformationer.

Mätningarna av det magnetiska totalfältet över kartbladsområdet visar regionalt sett en måttlig magnetiseringsnivå. Medelvärdet för området är ca 50 000 nT. De kraftigaste positiva anomalierna överstiger medelvärdet med ca 1200 nT och de kraftigaste negativa anomalierna understiger medelvärdet med ca 500 nT. Den magnetiska anomalikartan (fig. 2) visar tydligt olika magnetiseringsmönster. Den så kallade Uppsalagraniten (en grå tonalit) i kartområdets sydvästra del kännetecknas av ett område med låg magnetisk nivå och relief. Ett högmagnetiskt område med hög relief i den östra delen av området orsakas av graniter till granodioriter med mycket varierande magnetisk susceptibilitet. Även vulkaniter och vissa basiska intrusioner uppvisar en hög magnetisering. Några magnetiska lineament, som bryter övriga anomalier syns tydligt i de magnetiska mätningarna. Bland annat ett med väst–nordvästlig riktning i den nordöstra delen av kartbladsområdet indikerande en zon med spröd till plastisk deformation. Långsträckta zoner (lineament) i form av lågmagnetiska anomalier indikerar ofta sprickzoner i berggrunden.

Den geofysiska kartan över markens gammastrålning (fig. 3) är baserad på flygburna radiometrisk mätningar på 30 m höjd. Gamma-index m_γ är beräknad enligt:

$$m_\gamma = C_K/3000 + C_{Ra}/300 + C_{Th}/200 \quad (1)$$

där C_K , C_{Ra} och C_{Th} är koncentrationen av kalium-40, radium-226 respektive torium-232, alla i enheten Bq/kg (se även: The Radiation Protection Authorities, 2000). Granitisk till granodioritisk berggrund med förhöjd uranhalt orsakar anomalin i den norra delen av kartområdet medan tonaliten i sydväst (Lunsenområdet, 5b, 6b) karaktäriseras av mycket låga gammastrålningsnivåer.

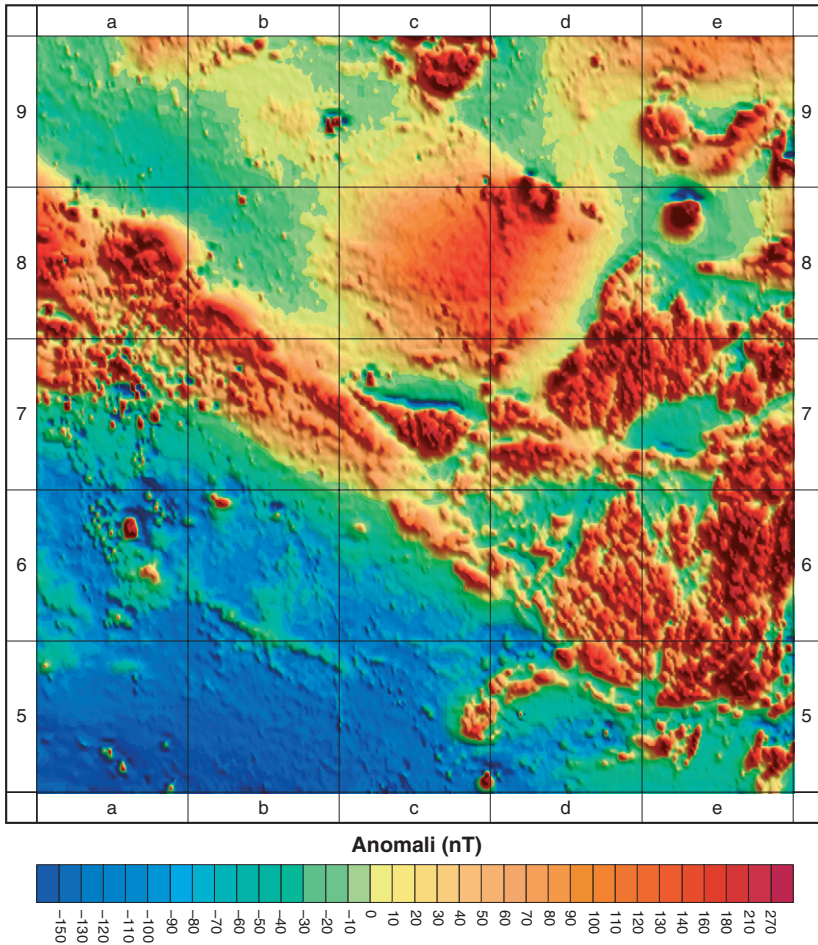


Fig. 2. Flygmagnetisk anomalikarta över kartområdet 111 Uppsala NV.
Airborne magnetic anomaly map over the area.

VLF-kartan (fig. 4) visar totalintensiteten av det elektromagnetiska VLF-fältet (gult–blått) tillsammans med höjdreliëf (i gråskala). Blå färg indikerar områden med god elektrisk ledningsförmåga orsakade av till exempel sprickzoner i berggrunden. Även kraftledningar ger upphov till VLF-anomalier. Totalintensiteten är beräknad från en VLF-sändare i sydvästlig riktning, vilket innebär att elektriska ledare parallella med denna riktning framträder tydligast.

Tyngdkraftsfältet som redovisas som en Bouguer-anomalikarta (fig. 5) visar massöverskott i de sydvästliga och nordostliga delarna av kartområdet. Detta massöverskott är dels orsakat av tonaliten i sydväst, vilken har högre densitet än omgivande bergarter (granodioriter och vulkaniter) och dels av basiska intrusioner i nordost.

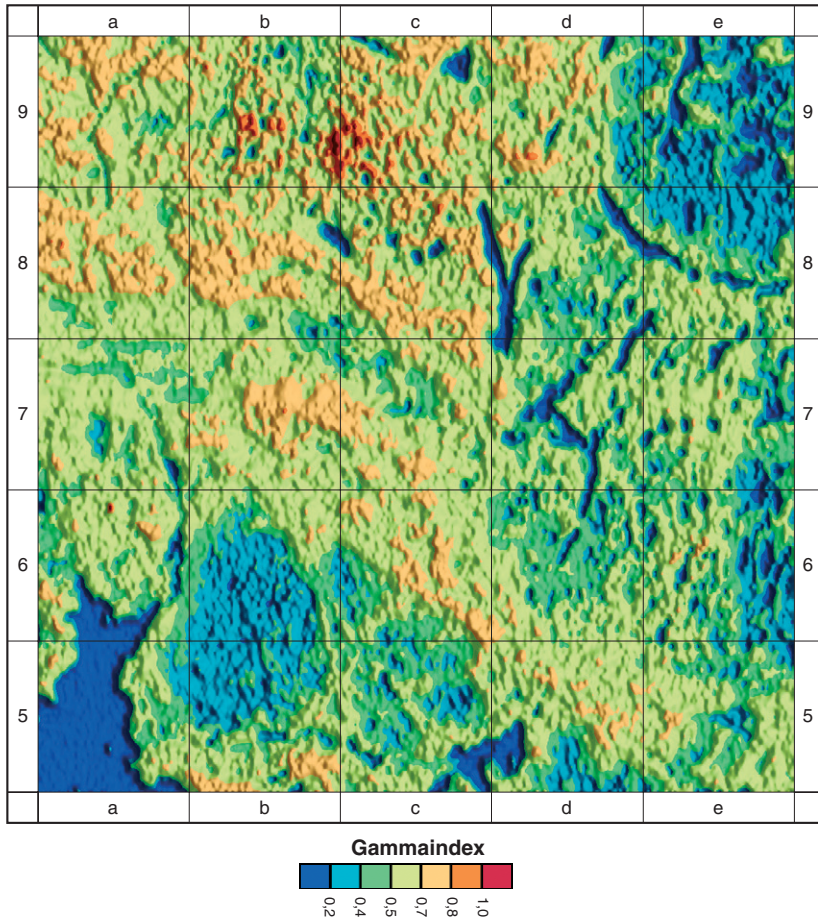


Fig. 3. Karta över markens gammastrålning över kartområdet 111 Uppsala NV. Gammaindex (m_r) är beräknad enligt ekv. (1) i texten.
Gamma radiation map of the area. The gammaindex (m_r) is calculated according to Eq. (1) in the text.

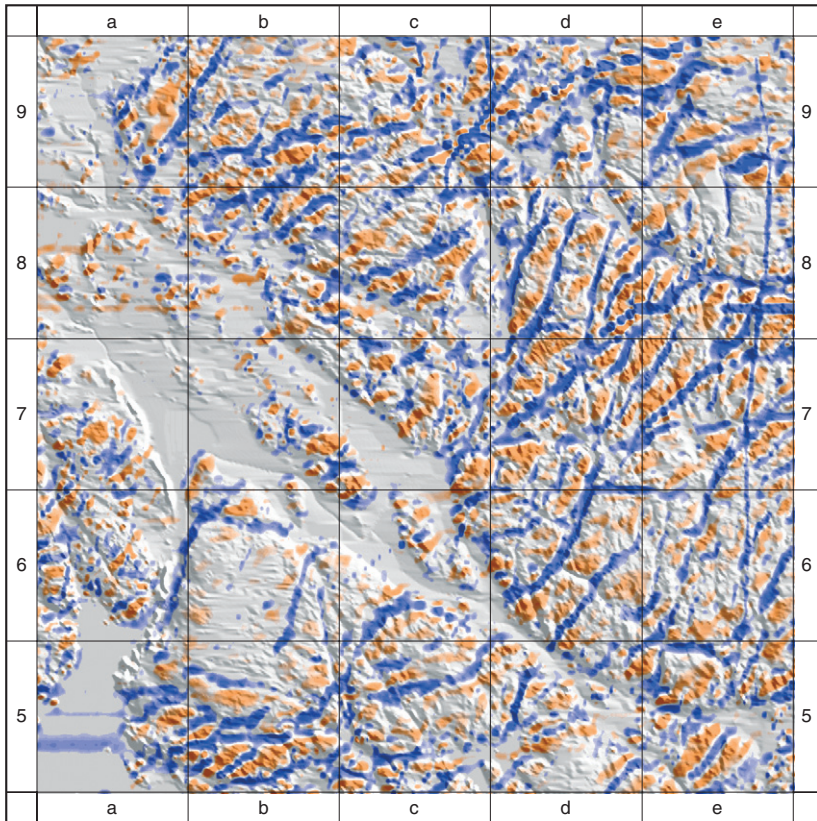


Fig. 4. VLF-karta över kartområdet 111 Uppsala NV. Kartan visar totalintensiteten av det sekundärt inducerade elektromagnetiska fältet tillsammans med höjdreliëf i gråskala. Blå färg indikerar god ledningsförmåga, orange färg dålig ledningsförmåga. Totalintensiteten är beräknad från en VLF-sändare i sydvästlig riktning. Detta innebär att elektriska ledare i sydvästlig riktning framträder tydligast.

VLF map of the area. It shows the total intensity of the secondary electromagnetic field. Blue colour represents conductive structures in the ground, orange colour less conductive structures. The map is superimposed on the topographic relief map (in grey scale).

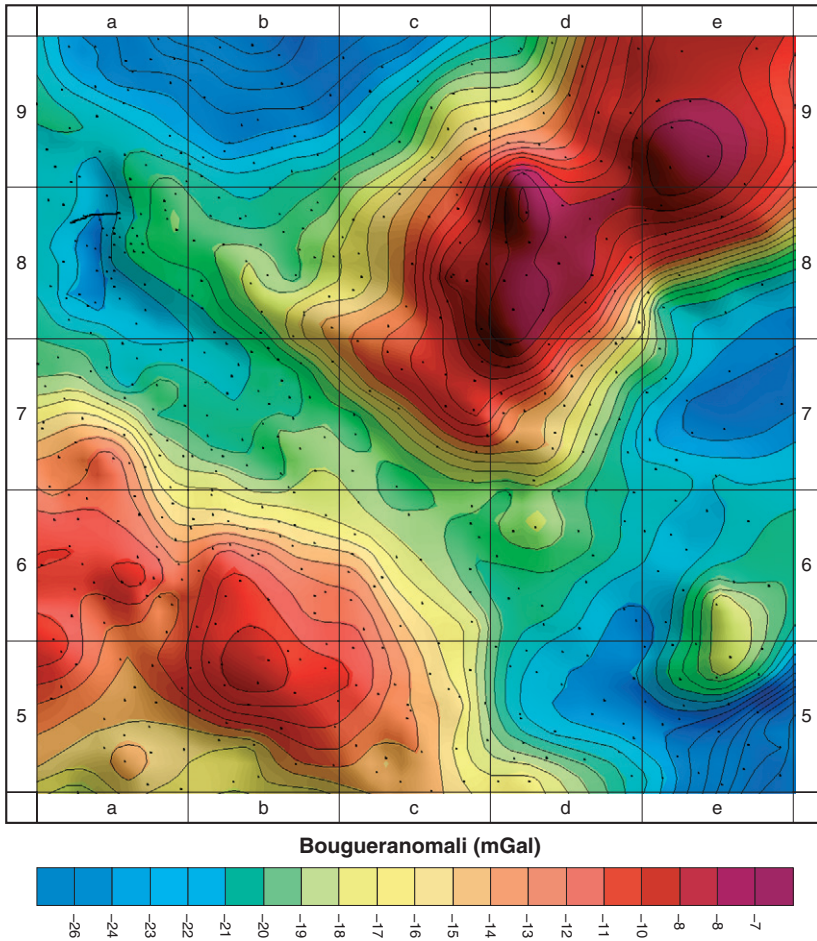


Fig. 5. Bougueranomalikarta över kartområdet 111 Uppsala NV. Kartan visar variationer i tyngdkraftsfältet uttryckt som Bougueranomali. Mätpunkternas läge visas på kartan.

Bouguer anomaly map of the area. The map shows variations in gravity expressed as Bouguer anomaly. The locations of the measurement points are indicated.

SVEKOFENNISKA YTBERGARTER

De vulkaniska och sedimentära bergarter som bildades på jordytan före den omfattande bergskedjebildningen (den svekokarelska orogensen) brukar benämnas svekofenniska ytbergarter.

Bergarter av vulkaniskt ursprung

Omvandlade vulkaniska bergarter (metavulkaniter) förekommer på flera platser inom kartbladsområdet. Färgen är mörkröd, brunröd eller mörkgrå och kornstorleken är tät till finkornig (fig. 6). En svag förskiffring eller bandning kan lokalt skönjas, men ett massformigt uppträdande är mer vanligt. 0,5–1 mm stora strökorn av kvarts och fältspat, ofta mer eller mindre sönderbrutna, är vanligt förekommande i en mellanmassa (matrix) av fältspat, kvarts, biotit, muskovit, klorit och epidot samt lokalt hornblände. Strökornen utgörs mestadels av kalciumfattig plagioklas (anortithalten är oftast <10 %), men även kvarts är vanligt. Plagioklasen är ofta omvandlad till sericit. Mer sällan förekommer kalifältspat som strökorn. I övrigt är 1–3 cm stora (lokalt upp till 50 cm) klastiska bergartsfragment vanliga i de omvandlade vulkaniterna, främst epidotrika fragment (fig. 7). Förutom i mellanmassan, kan biotit även förekomma som enskilda cm-stora sliror i mer sura varieteter av vulkanit. Slirorna kan möjligen vara rester av tillplattade pimpstenar. Accessoriskt finns titanit, apatit, zirkon och opakmineral (magnetkis, magnetit, svavelkis). Kemiskt sett är bergarterna huvudsakligen sura till intermediära med ryolitisk till dacitisk sammansättning, men även andesitisk sammansättning har konstaterats (tabell 1 samt fig. 8 och fig. 9). De är vanligen alkaliomvandlade, sannolikt förorsakat av metasomatiska hydrotermala processer i ett tidigt skede i den geologiska utvecklingen. Alkaliomvandlingen medför att ursprungligen dacitiska vulkaniter kommer att klassificeras som trakyt i figur 8. Vulkaniterna kan också klassificeras med hjälp av element som endast påverkas lite eller inte alls av hydrotermal omvandling (Winchester & Floyd 1977). I detta fall klassificeras ingen av områdets vulkaniter som trakyt. De omvandlade vulkaniterna är omkristalliserade och uppvisar en massiv textur med ibland svag förskiffring. Lokalt kan något otydliga kornstorleksvariationer i cm-skala skönjas, möjligen utgörande en primär lagring. De omvandlade vulkaniternas massiva karaktär med stor mäktighet och innehållande bergarts- och mineralfragment antyder att de är bildade av ursprungliga vulkanoklastiska askor, mer eller mindre omlagrade.

Geofysiskt karakteriseras de sura vulkaniterna av en relativt låg meddensitet på 2670 kg/m³. En mer basisk varietet vid Husbyborg (8a) har en meddensitet på 2810 kg/m³. Den magnetiska susceptibiliteten varierar, men många delar uppvisar en susceptibilitet över $10\,000 \times 10^{-6}$ SI-enheter. Detta medför att vulkanitområdena på berggrundskartan sammanfaller med områden med massunderskott på Bougeranomalikartan (fig. 5) och med högmagnetiska områden på den magnetiska anomalikartan (fig. 2). Kaliumhalten varierar enligt strålningsmätningarna mellan 2,8 och 4,5 %, uranhalten mellan 5 och 7 ppm och toriumhalten mellan 12 och 19 ppm. Daciten vid Husbyborg (8a) uppvisar betydligt lägre gammastrålning (2 % K, 3,4 ppm U och 8,8 ppm Th)

Nedan följer en kort beskrivning av områdets större områden med omvandlade vulkaniter.



Fig. 6. Tät, omvandlad, felsisk vulkanit. Gränby, Uppsala, 8a, 664075/160440.
Metavolcanic felsic rock.

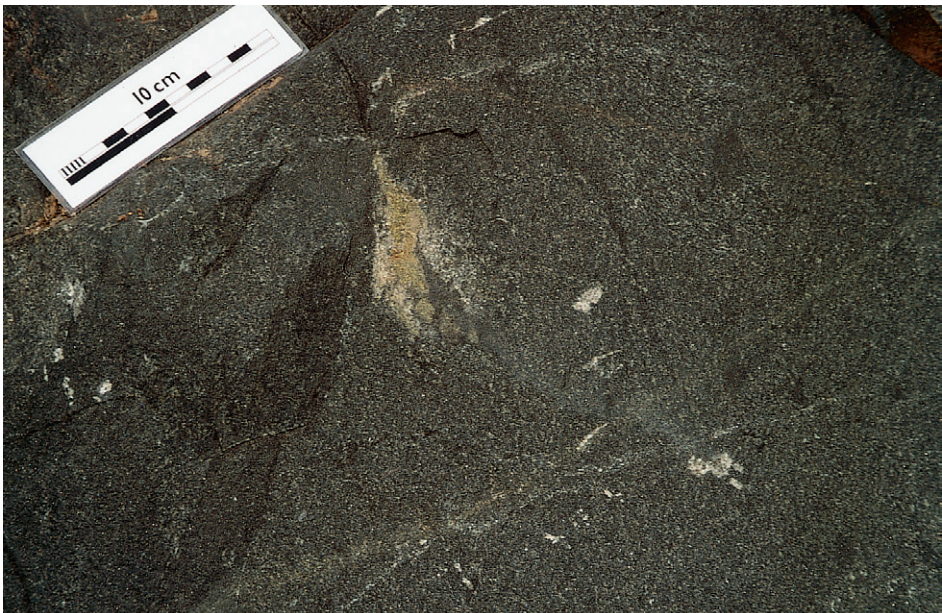


Fig. 7. Fragmentförande, omvandlad dacit. Husbyborg, Uppsala, 8a, 664045/160040.
Fragment-bearing metadacite.

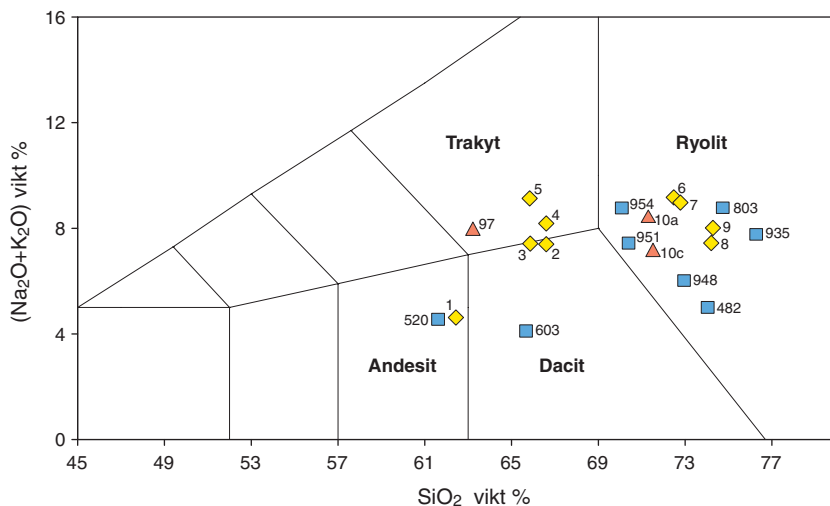


Fig. 8. Kemisk klassificering av vulkaniter. Romber: analyser från föreliggande undersökning. Trianglar: analyser utförda av Stålhös (1972), prover från sydöstra delen av kartområdet Uppsala NV. Klassificering enligt Le Bas m.fl. (1986). Kvadrater: analyser från kartbladsområdet enl. Larsson (1932).

Chemical classification of volcanic rocks from the area. Compilation of new and old analyses.

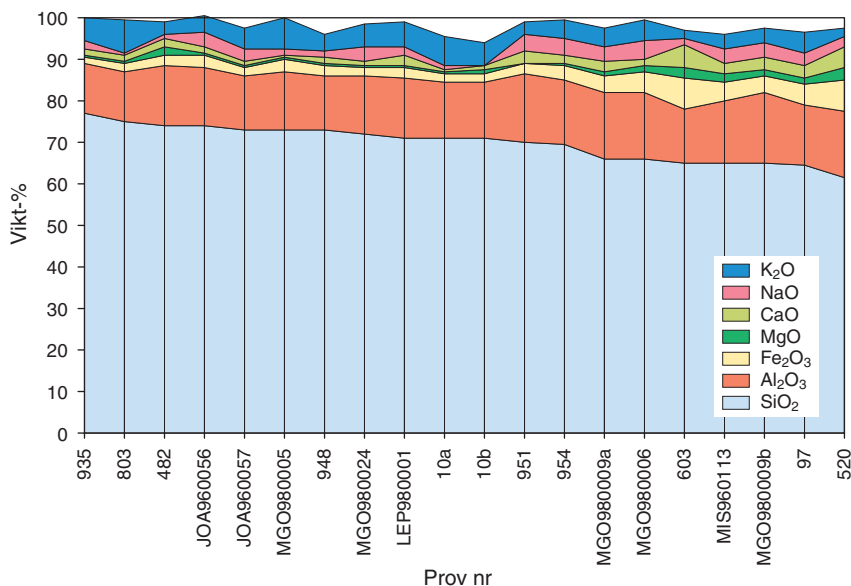


Fig. 9. Kemiska huvudelement i metavulkaniter från kartbladsområdet. Sammanställning av nya och gamla analyser. (Denna undersökning är prov med beteckningar JOA-, LEP-, MGO- och MIS-, äldre analyser är prov med sifferbeteckningar 10a, 10b och 97 (Stålhös 1972) samt 482–954 (Larsson 1932).

Main elements of metavolcanic rocks from the area. Compilation of new and old analyses.

Uppsalaområdet (7–8a–b):

Den mest utbredda förekomsten av omvandlad vulkanit inom kartbladsområdet finns i de norra och östra delarna av Uppsala stad. Mörkgrå varieteter dominerar i de norra och västra delarna av vulkanitområdet, där även fragmentrika partier förekommer. Mer brunröda till röda varieteter dominerar i öster och sydost. De röda, omvandlade vulkaniterna innehåller mindre sericit, biotit och epidot än de mörkgrå varieteterna. Kornstorleken är ca 0,01 mm men kan lokalt bli något grövre, upp till ca 0,05 mm, t.ex. i de fragmentförande partierna vid Ärna gård (8a) och söder om Kumla (7b). I samma områden är dessutom färgen mer grå till rödgrå. Plagioklas är allmänt förekommande som strökorn (0,25–1 mm diameter) medan kvartsströkorn förekommer lokalt. Strökornsfrekvensen varierar inom området, även inom enskilda hållar. I övrigt utgörs huvudmineralen i mellanmassan av plagioklas (kalciumrik), kalifältspat och kvarts. I mindre omfattning förekommer biotit, muskovit (delvis sericitomvandlad), epidot och klorit medan accessorierna utgörs av titanit, apatit, zirkon och opakmineral. Kemiskt sett kan bergarten betecknas som en omvandlad ryolit förutom i den västra delen, vid Husbyborg (8a), där en mer basisk (dacitisk–andesitisk) varietet förekommer (tabell 1, analys nr 1 samt fig. 8). Denna omvandlade dacit är rik på epidotfragment (fig. 7) och innehåller mer biotit (upp mot 15–20 %) och mindre kalifältspat i grundmassan jämfört med ryoliten i övriga delar av området. Plagioklas, liksom kvarts, utgör vardera ca 40 % medan övriga s.k. småmineral utgörs av epidot, klorit, titanit, apatit, zirkon och opakmineral (magnetit, svavelkis). I daciten uppträder en svag skiktning som stryker i riktning ungefär nordväst–sydost. En svag antydning till graderad skiktning av kornstorleken pekar på att uppåt i lagerföljden troligen är mot sydväst.

Vid Ärna gård och Uppsala flygplats (8a) finns starka indikationer på att vulkaniten utsatts för en tidig, genomgripande hydrotermal omvandling, med nedbrytning av fältspaterna till fyllosilikat och en allmän silicifiering av bergarten som gör att den blir tät och får en gråblå färgton. Förmodade områden som utsatts för hydrotermal omvandling syns på hällytorna som stora mörkare partier. Omvandlade partier uppvisar också en mycket låg magnetisk susceptibilitet ($50\text{--}100 \times 10^{-6}$ SI-enheter). Förmodade metasomatiskt oomvandlade partier uppvisar en mera rödgrå färg med susceptibiliteter överstigande 2000×10^{-6} SI-enheter. Strökornen i bergarten utgörs ofta av ojämnt fördelade, ofta fragmenterade, korn av fältspat. Mellanmassan består av finkornig biotit och kvarts.

Berggrunden i området Nyby–Sala Backe–Vaksala kyrka (8a–b) är mycket komplext uppbyggd. Både Wiman (1930) och Lundegårdh (1956) undersökte i detalj områdets bergarter och fann att det i stora drag rör sig om en formation med en blandning av vulkaniter, subvulkaniter, granitoider och basiska gångar. Sydväst om Vaksala kyrka finns dels en röd, porfyrisk, omvandlad ryolit, dels en mörk, plagioklasporfyritisk bergart, med närmast dacitisk–andesitisk sammansättning (fig. 10). Lundegårdh & Lundqvist (1956) ansåg att plagioklasporfyriten var bildad samtidigt med de övriga vulkaniska bergarterna i området, men att den kristalliserat på något avstånd från jordytan (en subvulkanisk bildning). De kunde också identifiera flytttexturer i tunnslip från bergarten. Wiman (1930) har i samma områden beskrivit bergarten (kallad kvartsdioritporfyrit) som utgörande ett gångformigt utskott från den närbelägna granodioriten. Plagioklasporfyriten i Vaksalaområdet bedöms även i föreliggande undersökning vara en subvulkanisk bildning, som kristalliserat på ringa djup från markytan i en redan existerande formation av vulkaniter. Kännetecknande för bergarten är 0,2–1 cm stora strökorn av zonerad plagioklas



Fig. 10. Fältspatporfyrisk, omvandlad andesit. Källparken, Uppsala, 8a, 664050/160425.

Feldspar porphyritic meta-andesite

(An 40–50), ofta svagt grön- eller gulaktigt färgade genom en relativt omfattande sericitisering och saussuritisering. Mellanmassan är mörk till färgen, tät till finkornig och består av plagioklas (ofta sericitomvandlad), hornblände (mestadels klorit- och biotitomvandlad), epidot och kvarts. I mindre mängder förekommer titanit, apatit, klorit, kalcit, opakmineral och kalifältspat. I samma område uppträder också en gråröd, fint medelkornig, fältspatporfyrisk bergart som till sitt fältuppträdande ser ut att tillhöra de omvandlade vulkaniterna, men mikroskopiskt mer påminner om en granit. Äldre granitoider gränsar i norr till området och den ovan beskrivna bergarten kan utgöra en finkornigare apofys från granitoiderna. Wiman (1930) benämner denna bergart ”intermediär granofyr” och anser att även denna utgör ”ett lakkolitiskt utskott från urgraniten”, dvs. ett utskott från närliggande granodiorit. Lundegårdh & Lundqvist (1956) benämner bergarten ”intermediär urgranit” och förordar ett likartat bildningssätt. En medelkornig, ljusgrå granitoid förekommer i området mellan Nyby och Sala backe (8a–b). Den är fältspatporfyrisk med en finkornig, biotitrik grundmassa och uppvisar diffusa kontakter mot såväl vulkaniter som den plagioklasporfyriska subvulkaniten. Möjligen är detta också en subvulkanisk bergart eller så utgör den någon slags randzon mellan omvandlade vulkaniter och granodioriter.

Gångar av mörkgrå, tät amfibolit är också vanliga i Uppsalaområdets omvandlade vulkaniter, främst vid Ärna (8a) samt väster om Vaksala kyrka (8a). Dessa beskrivs mer ingående under avsnittet ”Tidigorogena svekokarelska intrusivbergarter”.

Storvreta (9b):

Mörkgrå till grå (lokalt rödaktig), finkornig till tät, omvandlad ryolit som lokalt uppvisar en svag förskiffringsstruktur dominerar i området. Mineralsammansättningen är likartad den ovan beskrivna, dock är strökornstextur ovanlig. Blottningsgraden i området är relativt dålig, men bergarten har en något förhöjd magnetism och gränsdragningen för dess utbredning bygger till stora delar på den magnetiska anomalins utseende. Detta vulkanitområde hör sannolikt stratigrafiskt ihop med det nedan beskrivna. Mellan områdena finns inga hållar blottade i det tjocka moräntäcket, varför det är möjligt att dessa två vulkanitområden utgör ett enda sammanhängande område.

Vallby (9c):

Berggrunden utgörs av en mörkgrå till grå (lokalt rödaktig), finkornig till tät, omvandlad ryolit. Bergarten har en hög frekvens av fragment i den västra delen av området, låg frekvens i den östra delen. Fragmenten utgörs mestadels av epidot, både rundade och mer kantiga. Storleken på dessa fragment är vanligen 1–3 cm, men lokalt finns 10–15 cm stora fragment. Boudiner av epidot förekommer, vilket kan visa på ursprungligen kalkrika lager i vulkaniten. Kvartsitiska fragment varierande från några millimeter till någon decimeter i storlek har tidigare rapporterats av Wiman (1930) och Lundegårdh & Lundqvist (1956). Lokalt syns en svag planstruktur med strykningsriktning omkring nordväst–sydost. Kvarts, plagioklas (oligoklas) samt underordnat biotit och mikroklin utgör huvudmineralen. Bergarten är till vissa delar kalirik och kvartsfältspatporfyrisk. Biotit förekommer på vissa platser som sliror i bergarten och kan möjligen tolkas som resterna av tidigare pimpstenslager. En kristallin kalksten finns inlagrad i vulkanitformationen vid Yresta (9c) och är beskriven i avsnittet ”Kristallin kalksten”. Vulkaniten intill kalkstenen uppvisar en något grövre kornstorlek än övriga vulkaniter i området. Detta visar sannolikt att den ursprungliga vulkanoklastiska avlagringen blivit mer omlagrad och urtvättad, varvid finmaterialet avlägsnats. En svag graderad skiktning på denna plats pekar på att uppåt i lagerföljden är mot norr. Förekomsten av kalksten samt rikligt med epidotfragment inlagrade i den omvandlade vulkaniten tyder på en avsättning av det vulkaniska materialet i vatten. Denna formation med omvandlad vulkanit och kristallin kalksten liknar de som i Vattholma, Ramhäll och Dannemora innehåller stora järnmineraliseringar. Lager (1986) anser dem tillhöra en övre vulkanitformation som bildades under en avtagande vulkanisk aktivitet. Under denna geologiska formation finns enligt samma författare en formation med strökornsförande, omvandlade vulkaniter utan kalkstenar och järnmineraliseringar, ursprungligen utgörande pyroklastiska askavlagringar bildade under en aktiv vulkanisk period. Om dessa resultat kan överföras till kartbladsområdet Uppsala NV, så skulle den övre formationen utgöras av vulkaniterna vid Vallby (och möjligen Storvreta) medan den undre formationen utgörs av vulkanitområdet invid Uppsala stad och kanske de nedan beskrivna områdena Bromslätt och Gränhammar.

I vulkaniten något söder om kalkstenslagret finns en ca 50 m bred och mer än 200 m lång gång av granitoid, som mot sydost delar upp sig i flera små gångar. Gångarna avslutas diffust i den omvandlade vulkaniten utan att tektoniskt ha påverkat denna. Granitoidgången har 1–3 mm stora fältspatkristaller i en finkornigare biotitrik mellanmassa. Sannolikt rör det sig om en gångformig utlöpare från den närbelägna granodioriten, möjligen en subvulkanisk bildning.

Bromslätt (7–8e):

Berggrunden i området utgörs av en mörkgrå till svart, tät, omvandlad vulkanit som till största delen klassas som ryolitisk. Emellertid finns i områdets östra del en mer basisk (dacitisk) vulkanit. Strökorn av plagioklas och kvarts förekommer, men är inte vanliga. Mot söder och väster sker en successiv ökning av kornstorleken och metvulkaniten blir mer rödaktig och granitlik. Gränzonen mot graniten som omger vulkanitområdet blir därför diffus. Centralt i området finns en fint medelkornig, strökornsförande granitoid, sannolikt en randfacies mellan vulkanit och granodiorit. I området förekommer även en del mörka, täta, 0,5–1 m breda amfibolitgångar.

Gränhammar (6–7e):

Dominerande bergart i området är en mörkgrå, kvarts-fältspatporfyrisk, omvandlad vulkanit som kemiskt är av trakytisk–dacitisk sammansättning (se fig. 8, analyserna nr 3 och 4). Ett flertal zoner med kraftig pyritimpregnation finns i den bergtäkt som är belägen ca 1 km väster om Gränhammars gård (7e). Mörka, finkorniga, ibland plagioklasporfyriska amfibolitgångar (eller lager) finns sparsamt i området. Bredden varierar mellan 3 dm och 1 m. Mot söder övergår vulkanitområdet i en medelkornig granodiorit, innehållande större strökorn av fältspat och kvarts. Kemiskt är granodioriten likartad den intilliggande vulkaniten (trakytisk-dacitisk sammansättning). Området kan alltså utgöra en finkornigare randfacies till den omgivande, grövre granodioriten.

Krogsta (5e):

Detta stråk av omvandlad vulkanit ligger i en ca 2 km bred deformationszon som sträcker sig från området vid Norrsunda kyrka på kartområdet Uppsala SV (Stålhös 1972) i nordostlig riktning förbi Vidbo kyrka och berör det sydöstra hörnet av kartområdet Uppsala NV. Zonen fortsätter sedan in på det angränsande kartområdet Uppsala NO. Huvudsakligen förekommer en grå till ljusröd omvandlad vulkanit av ryolitisk (lokalt trakytisk) sammansättning enligt Stålhös (1972), som redovisar flera kemiska analyser på denna bergart, varav tre är tagna inom kartområdet Uppsala NV (fig. 8). Som ett lager eller en lins i stråkets norra del ligger en mörkgrå, plagioklasporfyrit med dacitisk sammansättning. Båda bergarterna är kraftigt mylonitiserade, vilket syns som zoner från decimeter- (fig. 11) till flera meters bredd. Även omgivande granodiorit är ställvis kraftigt mylonitiserad. Den ryolitiska vulkaniten innehåller plagioklas, kalifältspat, kvarts, biotit och muskovit. Epidot och klorit kan förekomma i betydande mängder (5–15 %). Accessorier utgörs av apatit, titanit och turmalin. Plagioklasporfyriten innehåller huvudmineralen plagioklas, kvarts, hornblände och biotit. De två sistnämnda är ofta kloritiserade. Plagioklasen (An 35–55) är vanligen något sericitomvandlad. Strökornen av plagioklas är 0,5–2 mm. Apatit, epidot och titanit utgör accessoriska mineral. Stålhös (1972) har strax söder om kartbladsgränsen mellan Uppsala NV och Uppsala SV observerat att porfyriten ibland uppträder intrusivt i den intilliggande omvandlade vulkaniten och den kan därför tolkas som en ytnära lagerintrusion.

Sävja–Vilan (6–7b):

Detta område har av Lundegårdh & Lundqvist (1956) beskrivits som en formation bestående av sedimentgnejs med basisk tuff, vilken delvis har smält upp och granitiserats. Samma författare påpekar dock att vissa omständigheter pekar på en tillförsel av eruptivt silikatmaterial utifrån. Föreliggande undersökningsarbete har dock inte entydigt kunnat klassificera bergarterna i detta område som omvandlade sediment med tuffitiska lager, vilka fått sitt migmatitliknande utseende under den regionala metamorfosen. Bergarterna liknar inte de omvandlade sediment som finns i södra delen av kartbladsområdet och på det intilliggande kartområdet Uppsala SV (Stålhös 1972). I några hållar uppträder basisk, finkornig vulkanit som kantavrundade brottstycken, sönderbrutna av en finkornig tonalit (fig. 12). Även ljusa brottstycken av omvandlad vulkanit har observerats, men dessa har kraftigt assimilerats och syns endast som



Fig. 11. Mylonitzon i omvandlad vulkanit. Krogssta, 5e, 662560/162455.

Mylonite zone in metavolcanic rock.



Fig. 12. Basisk metavulkanit intruderad av finkornig tonalit. Sävja, 7b, 663510/160605.

Mafic volcanic rock, intruded by fine-grained tonalite.

svaga rester i den tonalitiska massan. I flera hällar är finkornig tonalit helt dominerande och brottstycken av vulkanit helt underordnade. Ca 3 km norr om detta område, vid Boländerna (7b) finns även finkorniga granitoider i vulkaniterna. Närheten till detta område bidrar därför också till att området vid Sävja–Vilan i föreliggande undersökning tolkas som resterna av en vulkanisk formation som kraftigt brutits upp (breccierats) av granitiskt material utifrån, t.ex. från den omkringliggande tonaliten. Samtidigt har en uppvärmning med partiell uppsmältning av vulkanitformationen skett som tillsammans med det tillförda granitiska materialet har fått vulkaniterna att mer eller mindre lösas upp.

Bergarter av sedimentärt ursprung

Kristallin kalksten

Vid Yresta (9c) finns kartområdets enda förekomst av kristallin kalksten. Den återfinns nu som rester i ett gammalt kalkbrott omgiven av omvandlad vulkanit. Av brottets utformning att döma har kalken haft formen av två stora linsar med ungefär öst–västlig längdaxel. Den västra linsen är 20–30 m bred och ca 75 m lång, medan den östra är ca 10 m bred och 30 m lång. Kalkstenen har enligt uppgift från boende i området brutits fram till slutet av 1800-talet, ned till ca 20 m djup och varit avsedd för cementtillverkning. Kornstorleken är medel- till grovkornig och färgen vit, med enstaka inslag av glimmerrika ränder. I kontakten mot omgivande vulkanit har främst en epidotbildning skett, lokalt även granat- och magnetitbildning. I en kemisk analys som redovisas av Stolpe (1869) framgår det att den kristallina kalkstenen innehåller 92 % CaCO_3 och 8 % MgCO_3 .

På det intilliggande kartområdet i norr, Östhammar SV (Stålhös 1991), är kristallin kalksten allmänt förekommande tillsammans med omvandlad vulkanit, från Vattholma i söder till norra Uppland. Det är därför ganska troligt att kalkstens-vulkanitformationen vid Yresta är mer associerad med formationerna mot norr (kartområdet Östhammar SV) än med övriga vulkaniter inom kartområdet Uppsala NV.

Ådergnejs

Bergarter av sedimentärt ursprung (metagråvackor) finns främst vid Alsike kyrka (5a), men förekommer även i ett litet område söder om Husby-Långhundra (5e). Metagråvackorna är övervägande grå och fint medelkorniga. De har drabbats hårt av kraftig deformation under bergskedjebildningen och de uppvisar en tydlig förskiffring (fig. 13). De höga temperaturförhållandena under metamorfosen har förorsakat en utsöndring av kvarts-fältspatmaterial i ådror i bergarten (ådergnejsomvandling). Huvudmineralen utgörs av kvarts, plagioklas, biotit, muskovit och kalifältspat. Klorit, epidot och sericit förekommer i små mängder och utgör sekundära omvandlingsmineral. Accessoriskt återfinns granat, titanit och apatit. Mineralfördelningen redovisas i tabell 2. Den omvandlade sedimentära bergarten vid Alsike kyrka (5a) har en densitet på omkring 2740 kg/m^3 . Den magnetiska susceptibiliteten är låg ($50\text{--}500 \times 10^{-6}$ SI-enheter). Kaliumhalten är 3,5 %, uranhalten 4,3 ppm och toriumhalten 15,4 ppm enligt strålningsmätningarna.



Fig. 13. Ådergnejsomvandlad och veckad metagråvacka. Alsike kyrka, 5b, 662530/160590.
Veined gneiss altered and folded metagreywacke.

TIDIGOROGENA SVEKOKARELSKA INTRUSIVBERGARTER

Den största delen av berggrunden inom kartbladsområdet utgörs av tidigt bildade (tidigorogena), magmatiska djupbergarter. Granitoider med sammansättningar från granit till tonalit dominerar, men även basiska och ultrabasiska led ingår. Djupbergarternas kemiska variation framgår av figur 14. De är omvandlade (metamorfoserade) i den regionala metamorfosen som drabbade området under den svekokarelska bergskedjebildningen (orogensen). Strukturer och mineralsammansättningar som visar på denna metamorfos är svåra att finna i områdets intrusivbergarter.

Basiska intrusivbergarter

Mörka dioritiska till gabbroida, omvandlade intrusivbergarter (även kallade metabasiter, amfiboliter) förekommer i form av större eller mindre massiv, främst inom kartbladsområdets östra del. Basiterna kan vara både massformiga och uppvisa en förskiffringsstruktur. De uppträder ibland som dm- till m-stora brottstycken (xenoliter) i granitoiderna, t.ex. nordväst om Husby-Långhundra (5e). Undantagsvis förekommer dock brottstycken av granitoider i de basiska in-

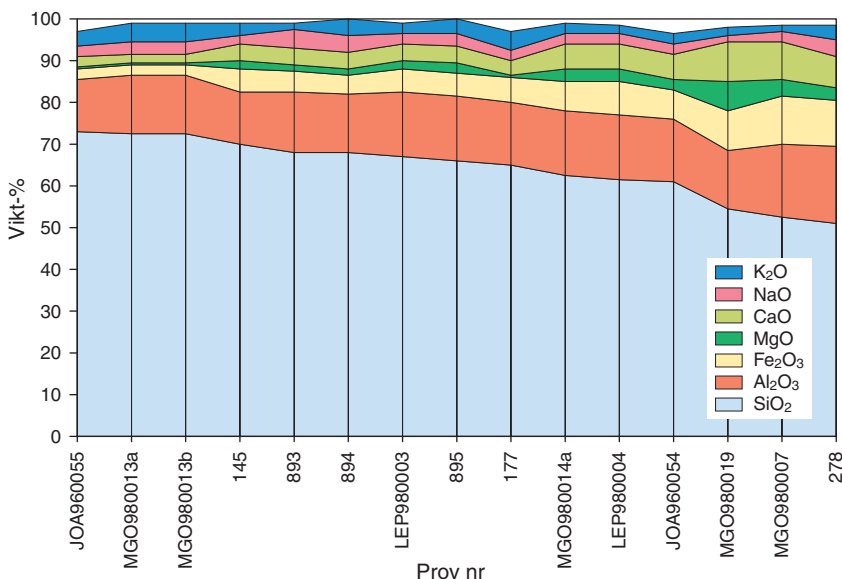


Fig. 14. Kemiska huvudelement i djupbergarter från kartbladsområdet. Sammanställning av nya och gamla analyser. (Denna undersökning är prov med beteckningar JOA-, LEP-, MGO-, äldre analyser (Larsson 1932) är prov med sifferbeteckningar 145–895.

Main elements of plutonites from the area. Compilation of new and old analyses.

trusiven (t.ex. öster om Ledinge, 5d). Lundegårdh & Lundqvist (1956) och Stålhös (1991) anser att basiterna i regionen är äldre än granitoiderna. Några entydiga svar på åldersrelationerna har inte gått att få fram i denna undersökning. Områdets basiska och sura intrusivbergarter skulle mycket väl kunna vara likåldriga.

I allmänhet är basiterna medel- till grovt medelkorniga med svart till grönsvart färg. Mineralogiskt består bergarterna av plagioklas (An 60–65 %), hornblände, pyroxen och biotit. Plagioklasen är ofta delvis sericitiserad och saussuritiserad, pyroxenen delvis hornbländeomvandlad och klorit har bildats ur biotit och hornblände. Svavelkis, magnetit, magnetkis och apatit finns i små mängder. Bergarternas mineralfördelning redovisas i tabell 3 och kemiska analyser i tabell 7. Sammansättningen visas också i ett klassifikationsdiagram (kvarts-alkalifältspat-plagioklas, fig. 15).

På grund av sin mineralsammansättning karaktäriseras de basiska bergarterna av en hög densitet. Petrofysisk provtagning inom kartbladsområdet visar på densiteter mellan ca 2900 och 3000 kg/m³. Detta avspeglar sig även i Bougueranomalikartan (fig. 5). Många av de basiska bergarterna sammanfaller med tyngdkraftsoverskott. Tyngdkraftsoverskottet i nordöstra delen av kartområdet indikerar dessutom att de basiska bergarterna har större utbredning än vad som har observerats i håll och markerats på berggrundskartan.

De basiska bergarterna är ofta magnetiska, dvs. de har en hög magnetisk susceptibilitet (omkring $20\,000 \times 10^{-6}$ SI-enheter) och framträder därför tydligt på den magnetiska anomalikartan (fig. 2). Strax öster om Gottsunda finns en gabbro, ”Vipängsgabbro” (6d), som uppträder som en tydlig högmagnetisk anomali. Vipängsgabbro är även undersökt med markgeofysiska

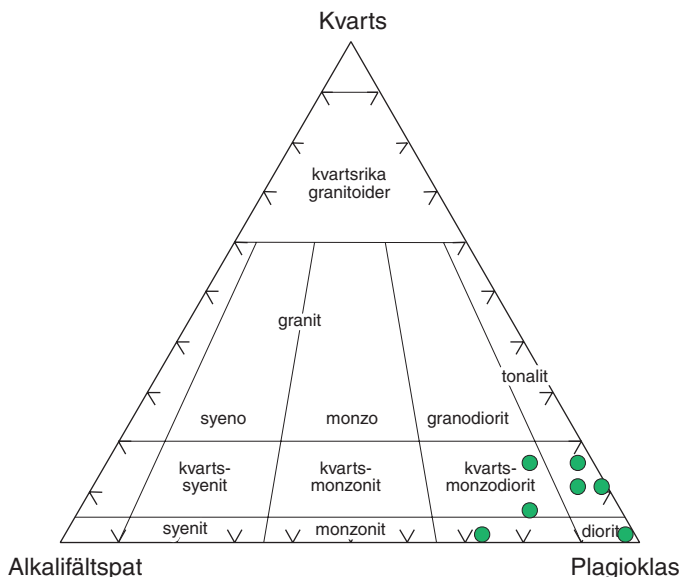


Fig. 15. Mineralogisk sammansättningen (kvarts-alkalifältspat-plagioklas) av metabasiter inom kartbladsområdet Uppsala NV. Klassifikation enl. Streckeisen (1973).

Modal composition (quartz-alkalifeldspar-plagioclase) of metabasic rocks of the area.

metoder (Henkel 1985) och dess utbredning på djupet är beräknad till ca 300 m. Vissa delar av de basiska bergarterna har däremot låg magnetisk susceptibilitet (omkring 500×10^{-6} SI-enheter) och kan därför inte urskiljas på den flygmagnetiska kartan. De basiska bergarterna har genomgående låg gammastrålning.

Vid Sunnersta (6a), söder om Uppsala, finns områdets enda ultrabasiska bergart, en lherzolit, dvs. en grovkornig bergart ursprungligen bestående av pyroxen (augit) och olivin. Bergarten är kraftigt omvandlad och uppvisar en stor andel sekundära mineral. Hornblände har sekundärt bildats ur pyroxenen, klorit och serpentin ur olivin. Accessoriskt finns svavelkis, magnetit och apatit. Bergarten grusvittrar lätt (fig. 16). I den norra delen av området avtar bergartens ultrabasiska karaktär och den blir allt mer gabbroid till sin sammansättning.

Basiska bergarter (amfiboliter) förekommer även som gångar i vulkaniter och granitoider. I den östra delen av kartbladsområdet uppträder ett stort antal amfibolitgångar i granodiorit. De har mäktigheter på mellan 1 dm och 5 m. Alla gångar är parallella med förskifningen i området. De är för det mesta starkt sammanpressade och kan normalt endast följas något tiotal meter innan de kilar ut. Hornblände (sekundärt efter pyroxen), plagioklas (sammansättningen andesin till sur labrador) och biotit utgör huvudmineral. Klorit förekommer som ett sekundärt mineral, liksom sericit. Svavelkis, magnetkis, apatit, epidot och titanit finns som accessoriska mineral. Väster om Gamla Uppsala, vid Uppsala flygplats (8a), är området med omvandlade vulkaniter starkt genomsatt av basiska gångar. Vanligen är de 1–5 m breda, men en 50 m mäktig gång finns också. Huvudstrykningen är ungefär nord–syd, men andra riktningar förekommer, främst nordväst–sydost. Gångarna torde vara ganska likåldriga eftersom de inbördes

Fig. 16. Ultrabasisk, grusvittrad lherzolit. Sunnersta, 6a, 663220/160390. Skälstockens längd = 1 m.

Ultrabasic lherzolite, strongly weathered. Length of scale-bar = 1 m.

uppvisar samma deformationsmönster. De har både ofitisk textur (oordnade plagioklaskrystaller) och strökornstextur (både plagioklas- och amfibolkristaller). Området vid Sala backe (8a) är rikt på 1–3 m breda gångar av tät till finkornig basit, vilka beskrivits av Svedmark (1888). Dominerande riktning är NNV–SSO. De är ofta kraftigt tektoniskt påverkade, och kan i bästa fall följas några 10-tal meter. Gångarna uppvisar vanligen en porfyrisk textur med antingen hornblände eller plagioklas som 1–2 mm stora strökorn. Hornbländet innehåller ibland rester av pyroxen. Plagioklas och hornblände dominerar, epidot är ett vanligt inslag medan kvarts och svavelkis förekommer sparsamt.



Sura intrusivbergarter

Granitoider inom kartbladsområdet kan indelas i följande tre huvudgrupper: sura granitoider (graniter), intermediära granitoider (graniter–granodioriter) och basiska granitoider (granodioriter–tonaliter). Granitoidernas mineralogiska sammansättning framgår av klassifikationsdiagrammet (kvarts–alkalifältspat–plagioklas), figur 17. De sura granitoiderna består av plagioklas, kalifältspat, kvarts och biotit. De förekommer främst i områdets östra del (7–8e). Intermediära granitoider innehåller samma huvudmineral, men kalifältspat förekommer i mindre mängd och hornblände har tillkommit. De basiska granitoiderna är kalifältspatfattiga, plagioklasrika och vanligen hornbländerika samt innehåller ofta inneslutningar (enklaver) av basiska bergarter, vilket tyder på s.k. magmablandning. I den västra delen av kartområdet är de i allmänhet stängliga med en svagt utbildad minerallineation. Lineationen blir mer utpräglad mot öster, där även en tydlig förskiffring uppträder och bergarterna får en mer gnejsig struktur.

Åldersmässigt är det svårt att särskilja de olika granitoiderna. I bergtäkten söder om Hovgården (9c) har iakttagelser gjorts som pekar på att den röda granitiska varieteteten slår igenom den rödgrå granodioriten. Ett liknande åldersmässigt förhållande fann Stålhös (1991) på många platser inom det närlägnade kartbladsområdet Östhammar SV. De fältmässiga relationerna mellan rödgrå granodiorit och grå tonalit är oklara, men iakttagelser vid Gottsunda (6a) tyder på att granodiorit (i detta fall ögonförande) är den yngre bergarten.

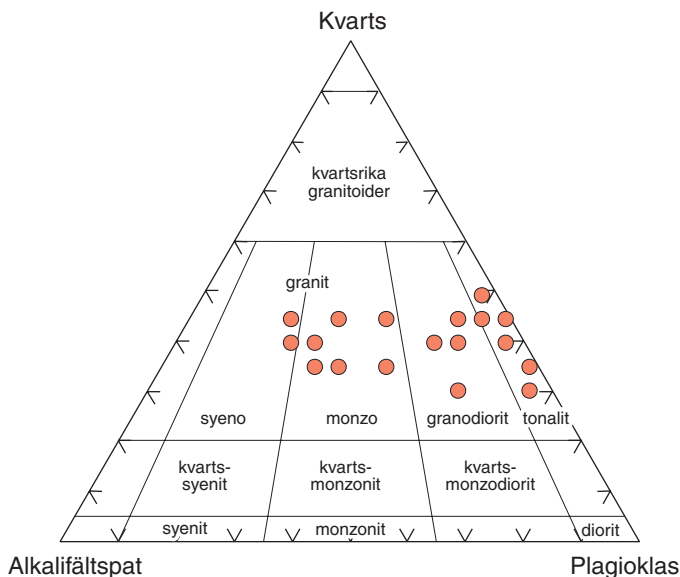


Fig. 17. Mineralogisk sammansättningen (kvarts-alkalifältspat-plagioklas) av tidigorogena granitoider inom kartbladsområdet Uppsala NV. Klassifikation enl. Streckeisen (1973).

Modal composition (quartz-alkalifeldspar-plagioclase) of early orogenic granitoids of the area.

På den tryckta kartan har alla tidigorogena granitoider markerats med brun färg och med olika överbeteckningar. Den areella utbredningen av de olika varieteterna kan dock vara svår att urskilja. För att förtydliga detta redovisas en förenklad geologisk karta i figur 18.

De tre huvudgrupperna av granitoider kan även särskiljas geofysiskt. Figur 19 visar en analys av gammastrålningsdata för de olika typerna. Sura till intermediära varieteter med högre andel alkalifältspat uppvisar högre kaliumhalter i jämförelse med tonaliterna. Även halten av spårämnen som uran och torium är högre för dessa granitoider. Granodioriten i den norra delen av området uppvisar en betydligt högre gammastrålning (fig. 3), speciellt inom kartområdet 9c (röda punkter i fig. 18) där uranhalten varierar från 5 till 16 ppm och toriumhalten mellan 15 och 35 ppm. De högst uppmätta värdena motsvarar ett radiumindex på 1,0. Radiumindex är ett mått på radiuminnehållet i ett material och skall för byggnadsmaterial vara mindre än 1,0, vilket motsvarar 200 Bq/kg (BFS 1990).

Figur 20 visar en jämförelse mellan magnetisk susceptibilitet och densitet för de provtagna granitoiderna inom området. De mer basiska granitoiderna (granodiorit-tonalit) som främst förekommer i de sydvästliga delarna av kartbladsområdet, uppvisar en relativt hög densitet och en låg magnetisk susceptibilitet. Området sammanfaller även med ett område med tyngdkraftsöverskott på Bougeranomalikartan (fig. 4) och ett lågmagnetiskt område på den magnetiska anomalikartan (fig. 2). De mer intermediära graniterna karakteriseras däremot av betydligt lägre densiteter och en mer varierande magnetisk susceptibilitet, speciellt inom den östra delen av kartområdet där susceptibiliteten varierar från ca 200 upp till ca $20\,000 \times 10^{-6}$ SI-enheter. Detta område sammanfaller med ett högmagnetiskt område med hög relief på den magnetiska anomalikartan (fig. 2).

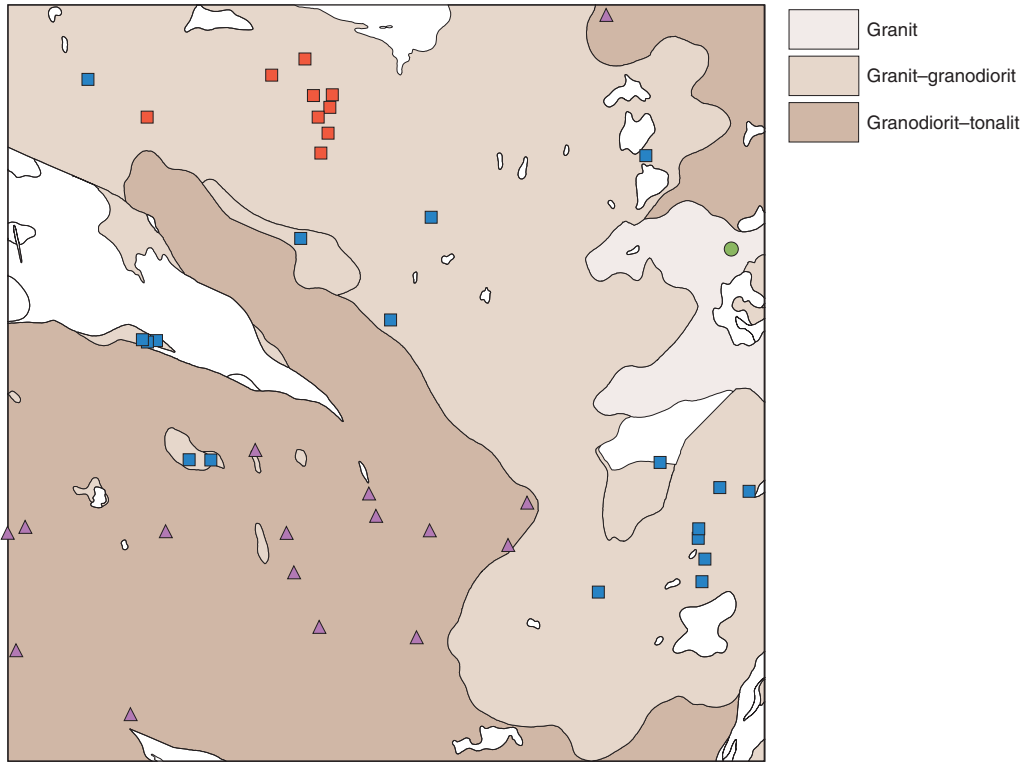


Fig. 18. Förenklad berggrundskarta över de tre huvudgrupperna av granitoider inom kartområdet. Punkterna markerar de lokaler där gammastrålningsmätning på håll utförts (se fig. 19 a och b).
Simplified bedrock map of the three main groups of granitoids in the area. The dots show the location of gamma radiation measurements on outcrops (see also Figs. 19 a and b).

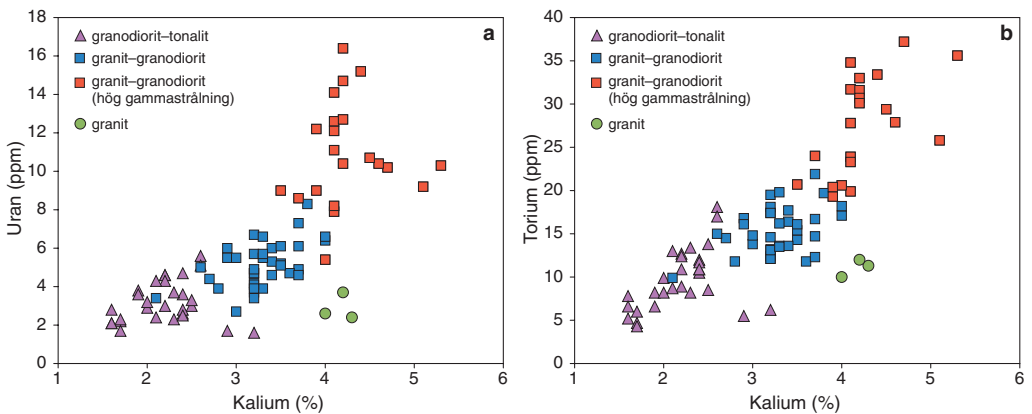


Fig. 19. Analys av gammastrålningsmätningar på granitoidhällar. a) Kalium-uran-diagram och b) kalium-torium-diagram. Mätpunkternas läge framgår av fig. 18.

Analysis of gamma radiation measurements on granitoids. a) Potassium-uranium diagram, b) potassium-thorium diagram. Fig. 18 shows the location of the measurement points.

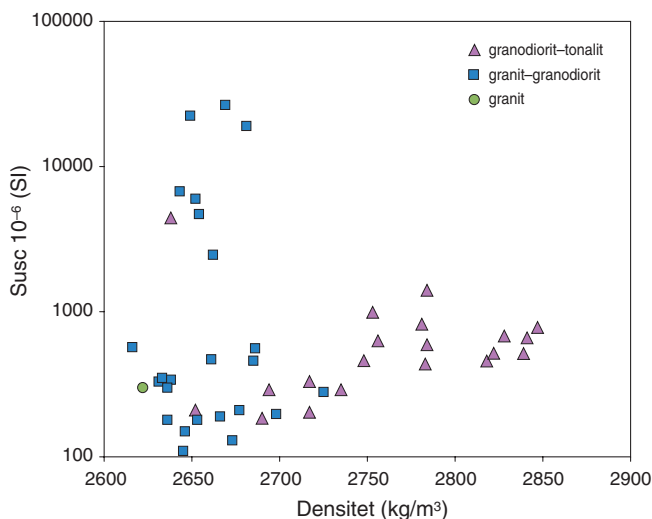


Fig. 20. Jämförelse mellan magnetisk susceptibilitet och densitet för sura, intermediära och basiska granitoider inom kartbladsområdet.

Comparison between magnetic susceptibility and density for acid, intermediate and basic granitoids in the area.

Granit och granodiorit

Kartbladsområdets norra och östra delar utgörs huvudsakligen av granitoider med granitisk till granodioritisk sammansättning. Färgen är gråröd (mer granitisk varietet, fig. 21) till grå (mer granodioritisk varietet, fig. 22) och på många platser förekommer de båda färgvarieteterna sida vid sida, ofta med diffusa övergångar, t.ex. i Hovgårdens bergträkt (9c). Kornstorleken är 1–3 mm och granitoiderna uppvisar vanligen en diffus till relativt tydlig, brant stående mineral-lination och förskiffring. Plagioklas (sammansättning oligoklas till andesin), kalifältpat, kvarts och biotit utgör huvudmineral. Hornblände kan förekomma. Apatit, zirkon, titanit och epidot uppträder accessoriskt. Mineralfördelningen i graniter och granodioriter framgår av tabell 4 respektive 5 och visas grafiskt i figur 23 respektive 24. Den kemiska sammansättningen redovisas i tabell 7.

Bergarten kan också uppträda som gångar, vilket har observerats vid Yresta (9c) och Sala backe (8a). Gångarna verkar ha trängt in mycket nära den dåvarande markytan eftersom de erhållit en finkornig kornstorlek i mellanmassan och uppvisar diffusa övergångar mot omgivande vulkaniter. Vid Yresta finns en ca 25–30 m bred gång som penetrerat vulkanitformationen och ligger konformt med dess strykningsriktning. Gången har en något finkornigare kornstorlek än omgivande granodiorit. Även vid Sala backe penetrerar gångar av granodioritisk sammansättning den omvandlade vulkaniten, men här är kornstorleken ojämn, med större kristaller av kvarts och fältpat i en finkorning mellanmassa av kvarts, fältpat och biotit. Gångarnas mäktighet i Sala backeområdet varierar från några meter till 30–50 m. I ett gammalt stenbrott vid Sala backe kyrka finns en större håll som visar en gradvis övergång från medelkornig granodiorit



Fig. 21. Röd, tidigorogen granit. Länna, 8e, 664185/162390.
Red, early-orogenic granite.



Fig. 22. Granodiorit med tydlig mineralstänglighet. Lälunda, 9a, 664610/160395.
Granodiorite with strong mineral lineation.

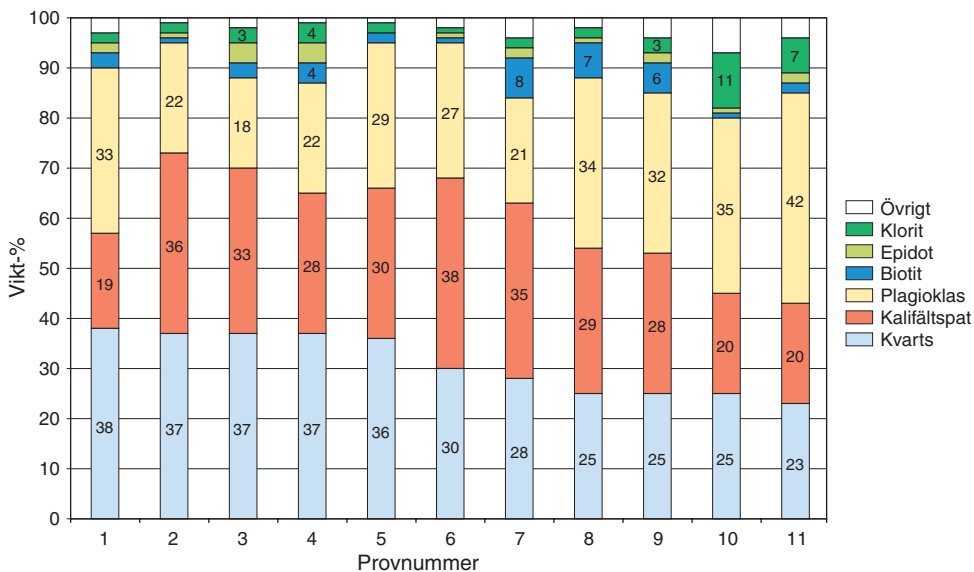


Fig. 23. Mineralfördelningen i tidigorogena graniter inom kartbladsområdet. Procentandelen för huvudmineralen anges i staplarna. Provnummer enligt tabell 4.

Modal composition of early-orogenic granites of the area. Samples according to Table 4.

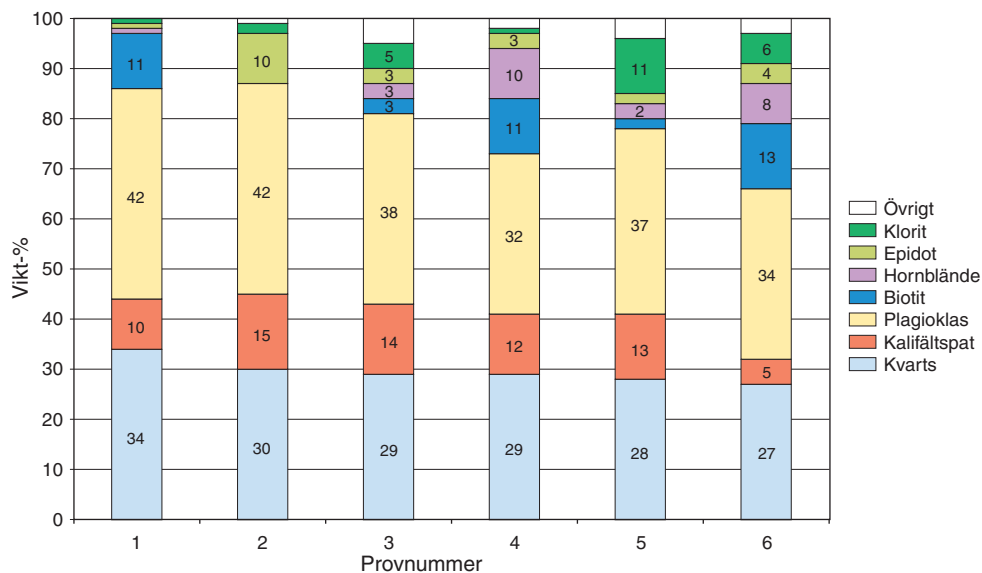


Fig. 24. Mineralfördelningen i tidigorogena granodioriter inom kartbladsområdet. Procentandelen för huvudmineralen anges i staplarna. Provnummer enligt tabell 5.

Modal composition of early-orogenic granodiorites of the area. Samples according to Table 5.



Fig. 25. Porfyrisk granodiorit. Gottsunda, 6a, 663385/160230.
Porphyritic granodiorite.

till tät, fältspatporfyrisk, omvandlad vulkanit. Norr om Sunnersta (6a) har dm-breda gånger av granodiorit observerats i gabbro.

Ett stort område med relativt ”ren” granit finns i områdets östra del. Graniten är rödaktig, medelkornig och mestadels massformig eller med en svag minerallineation. Smala gånger av amfibolit förekommer lokalt. Mineralsammansättningen är kvarts, kalifältspat och plagioklas samt några procent biotit. Epidot och muskovit förekommer i mindre mängder, liksom ställvis hornblände. Klorit och sericit utgör omvandlingsprodukter från biotit respektive plagioklas. Accessoriska mineral utgörs av apatit, titanit och opakmineral.

I ett relativt stort område mellan Jälla (8b) och Halmbyboda (8c) är bergarten porfyrisk med glest spridda, cm-stora fältspatögon. Mindre områden med porfyriska granodioriter finns vid Gottsunda (6a), norr om Sunnersta (6a) samt vid Eriksberg (7a). Färgen är rödgrå, kornstorleken på mellanmassan fint medelkornig till medelkornig (fig. 25). Fältspaten är en ljusröd kalifältspat som enligt Lundegårdh & Lundqvist (1956) är en sekundär produkt orsakad av alkalimetasomatos.

En finkornig till fint medelkornig varietet av granit till granodiorit förekommer på flera platser inom kartbladsområdet i gränzonen mot vulkaniter. Färgen varierar från grå till grårod. Vid vulkanitområdet runt Uppsala stad finns förekomster av denna bergart vid Boländerna (7b), Sällinge (7b) samt mellan Gamla Uppsala och Vaksala (8a). Granodioriten i området vid Sävja-Vilan (6–7b) har tidigare beskrivits i kapitlet ”Bergarter av vulkaniskt ursprung”. Söder om vulkaniten vid Gränhammar (7e) finns också ett relativt stort område med liknande granitoid.

Bergartens mineralsammansättning i alla områden är plagioklas (något sericitiserad), kvarts, biotit (något kloritiserad) samt kalifältpat och lokalt hornblände i mindre mängder. Accessoriska mineral är titanit och epidot. Sannolikt har dessa granitoider stelnat på ringa djup från dåvarande markyta, i eller strax under vulkaniterna, och därigenom fått mer finkornig kornstorlek än huvuddelen av områdets graniter och granodioriter.

Tonalit

Tonaliten inom kartbladsområdet karaktäriseras av hög frekvens av basiska inneslutningar (enklaver) samt att den är relativt hornbländerik (fig. 26). Ett annat kännetecken är förekomsten av rundade korn av blåfärgad kvarts. Postelmann (1937) och von Vultée (1955) studerade blåkvarts från bl.a. Uppsalaområdets tonaliter och anser att färgen beror på ett optiskt fenomen förorsakat av rutilnålar i kvartsen. Denna karaktäristiska bergart har studerats i många arbeten och i dessa fått namnet "Uppsalagranit" (Törnebohm 1882, Högbom 1888, 1893, Holmquist 1906, Wiman 1930, Lundegårdh & Lundqvist 1956). Den täcker ett stort område i områdets sydvästra del, söder om Uppsala stad. Bergarten förekommer även öster om Uppsala, men har här en mer markerad dragning mot granodiorit, och andelen basiska inneslutningar, liksom förekomsten av blåkvarts, är relativt liten i detta område.

Tonalitens färg är grå till mörkgrå med medelkornig, ibland grovt medelkornig kornstorlek. Plagioklas (anortithalt 35–40 %), kvarts, biotit och hornblände utgör huvudmineral. Apatit,



Fig. 26. Tidigorogen tonalit med basiska inneslutningar. Olunda bergtäkt, 5c, 662885/161480.
Early-orogenic tonalite with mafic inclusions.

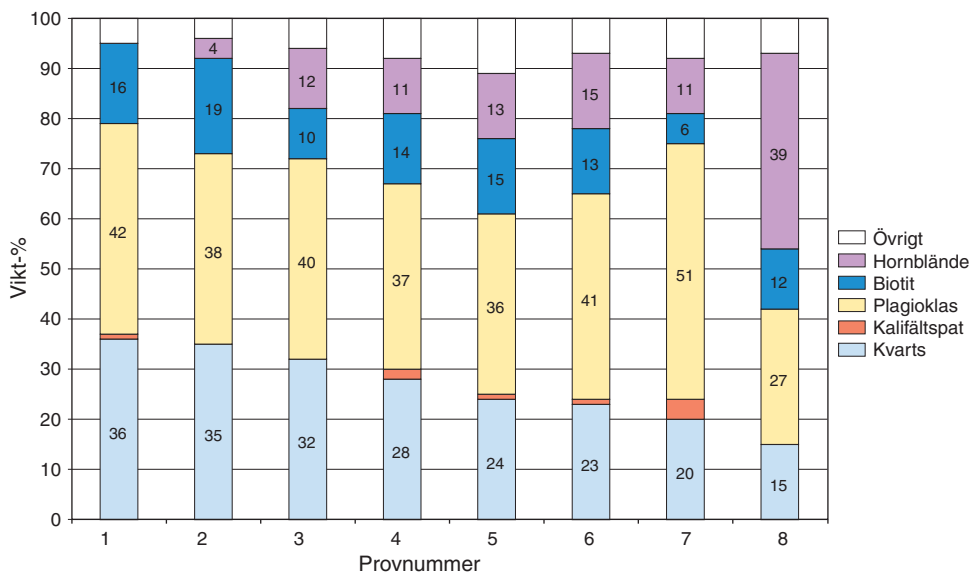


Fig. 27. Mineralfördelningen i tidigorogena tonaliter inom kartbladsområdet Uppsala NV. Procentandelen för huvudmineralen anges i staplarna. Provnnummer enligt tabell 6.

Modal composition of early-orogenic tonalites of the area. Samples according to Table 6.



Fig. 28. Tidigorogen tonalit med stora, basiska inneslutningar. Eggebyholm, 5c, 662770/161465. Skalstockens längd = 1 m.

Early-orogenic tonalite with large mafic inclusions. Length of scale-bar = 1 m.

zirkon och opakmineral förekommer i mindre mängder. Plagioklasen är ofta omvandlad till sericit längs kristallplanen. Accessoriska mineral är klorit, epidot, titanit och kalcit, ofta sekundärt bildade. Mineralfördelningen framgår av tabell 6 och figur 27, den kemiska sammansättningen redovisas i tabell 7.

De basiska inneslutningarna är ofta kantavrundade och uppträder ojämnt fördelade i tonaliten. Sammansättningen är vanligtvis dioritisk till kvartsdioritisk med anortitrik (kalciumrik) plagioklas, hornblände, biotit och underordnat kvarts. På många platser är frekvensen av basiska inneslutningar relativt hög, t.ex. norr om Valloxsäby (5c, fig. 28). Lundegårdh m.fl. (1956) tolkar inneslutningarna som brottstycken av basiska bergarter, vilka tagits upp i den sura magman då den trängde upp genom jordskorpan. Högbom (1888) ansåg dock att de inte utgjorde brottstycken i granitoiden, utan att de var ”basiska utsöndringar bildade inom granitmagman innan denna ännu stelnat.” Modern forskning (Frost & Mahood 1987) har visat att detta fenomen kan uppträda då basisk magma tränger in i en sur magma och de börjar blanda sig med varandra. Stålhös (1972, 1991) anser att en fullständig blandning av basisk och sur magma (en hybridiseringsprocess) kan vara förklaringen till uppkomsten av tonalitiska granitoider.

SENOROGENA SVEKOKARELSKA INTRUSIVBERGARTER

Pegmatit och aplit

Inom kartbladsområdet finns ytmässigt inga stora förekomster av sent bildade (senorogena) graniter, något som är vanligt på det i söder angränsande kartområdet Uppsala SV (Stålhös 1972). Gångar av pegmatiter och apliter som tillhör denna generation av sena bergartsbildningar finns dock representerade och kan lokalt uppträda i stora mängder. De största ansamlingarna finner man i några granodiorit- och tonalitområden söder om Uppsala (6a–b) samt nordost om Uppsala (8b). Gångarna är vanligen någon eller ett par dm breda och ofta inte så långsträckta (fig. 29). Färgen är ljus röd, pegmatiterna är grovkorniga, apliterna finkorniga. Huvudmineralen i båda bergarterna utgörs av kvarts, plagioklas (oligoklas), kalifältspat och biotit. Muskovit och epidot förekommer i mindre mängder, titanit, apatit och turmalin accessoriskt. Den mineralogiska och kemiska sammansättningen av en aplitgång redovisas i tabell 4 (prov nr 6) respektive tabell 7 (prov nr 1).

METASOMATOS OCH METAMORFOS

De omvandlade vulkaniterna inom kartbladsområdet Uppsala NV uppvisar kemiskt en natrium- och kaliumrik sammansättning, något som är vanligt i Uppland (Stålhös 1991) och i Bergslagen (Lundström 1995). Metasomatiska (kemiska) omvandlingar har påverkat kartbladsområdets vulkaniter i ett tidigt skede i utvecklingen, sannolikt som s.k. hydrotermal påverkan genom heta, metallrika vattenlösningar som cirkulerat i de vulkaniska formationerna. De metasomatiska omvandlingarna kan ha ägt rum i ett tidigt skede, innan vulkaniterna börjat litifieras. Natrium, kalium och magnesium rörde sig i vattenlösning genom de vulkaniska formationerna och beroende på formationernas porositet, temperatur, vattencirkulation m.m., så kom dessa



Fig. 29. Aplitgångar i tonalit. Olunda bergtäkt, 5c, 662835/161430. Skalstockens längd = 1 m.
Aplitic dikes in tonalite. Length of scale-bar = 1 m.

element att fixeras på olika platser. Vulkaniterna vid Ärna gård och Uppsala flygplats (8a), Gränhammar (7e) och Bromslätt (4 km SO Länna, 8e) uppvisar texturer som tyder på en genomgripande magnesiummetasomatos. I dessa områden syns metasomatosen som oregelbundna mörkare mönster i skala från dm till flera meter. Bergarten blir starkt silicificerad och metasomatiskt omvandlade partier får ofta mycket låg magnetisk susceptibilitet. Det finns olika grader av Mg-metasomatos, något som utförligt beskrivits av Lundström (1995). Vid en måttlig påverkan bryts fältspaterna i mellanmassan (matrix) ned till fyllosilikat av olika slag. Vid en kraftigare påverkan angrips även strökornen och bergarten omvandlas till en fältspatfri kvarts–biotit–klorit–bergart. Den regionalmetamorfofen som drabbade bergarterna efter den tidiga metasomatosen har sannolikt haft en homogeniserande inverkan som till viss del suddat ut spåren efter metasomatosen. Sålunda har metasomatiskt bildad klorit omvandlats till biotit och ibland hornblände under regionalmetamorfofen.

Inom kartområdet Uppsala NV finns få bergarter som uppvisar indexmineral som kan vara en vägledning vid bedömning av omvandlingsgraden (metamorfofgraden). Den omvandling som drabbade berggrunden i området under den svekokarelska bergskedjebildningen ger sig främst till känna i mineralsammansättningen i de omvandlade sedimentära bergarterna i södra delen av kartbladsområdet. Dessa innehåller muskovit och biotit som stabila mineral i närvaro av kvarts. Detta tyder på en medelhög metamorfofgrad. Förekomsten av muskovit och granat ger en anvisning om att temperaturen som högst legat kring 650°C och trycket varit ca 2–3 kbar. Muskovitens nedbrytning i närvaro av kvarts till kalifältspat och aluminiumsilikat sker vid ca 620–640°C vid dessa tryck. Måttlig ådergejsomvandling med relativt hög halt av muskovit och endast små förekomster av granat (sannolikt almandin) tyder dock på att temperatu-

ren varit något lägre än 650°C. Stålhös (1991) beräknar på basis av flera förekommande index-mineral, att regionalmetamorfosens maximala temperatur varit 600–650°C och att trycket varit mellan 3 och 4 kbar inom det i norr angränsande kartområdet Östhammar SV. Den regionala metamorfosen inom kartområdet Uppsala NV antas ha haft likartade tryck- och temperaturförhållanden. Under den svekokarelska bergskedjebildningens avtagande fas bildades retrograda mineral i bergarterna. I de äldre granitoiderna omvandlades plagioklasen i större eller mindre omfattning till sericit och epidot, medan biotiten kloritiserades. I basiterna skedde också sericit- och epidotomvandlingar i plagioklas, hornbländeomvandling i pyroxen och klorit- och serpentinomvandling i olivin.

STRUKTURGEOLOGI

I beskrivningen till berggrundskartorna Östhammar NV, NO, SV, SO (Stålhös 1991, s. 137–157) beskrivs en tektonisk modell för den svekokarelska regionala deformationen 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 pre- och syntektoniskt intruderade basiska gångarna deformerades tillsammans med hela bergartskomplexet. Under deformationens avtagande skede intruderade de senorogena graniterna och pegmatiterna. Därefter har enbart spröd deformation som sprickbildning och förkastningar påverkat berggrunden.

Denna modell passar även inom kartområdet Uppsala NV, där kartbilden tyder på att de tidigorogena granitoiderna trängt in i de vulkaniska bergarterna som massiv och gångar. Efter dessa intrusioner vidtog den regionala deformationen och metamorfosen för 1850–1800 milj. år sedan. De storskaliga strukturerna inom området har generellt riktningen nordväst-sydost i den västra delen och NNO-SSV i den östra delen. Den storskaliga veckning som drabbat Uppland framgår inte tydligt inom kartområdet Uppsala NV. Däremot framgår den storskaliga veckningen tydligt i strukturella formlinjer ritade på kartbladen norr respektive söder härom (Stephens m.fl. 1999). Profilen A–B på den tryckta kartan visar en tolkning av bergarternas utbredning ned till 1 km djup. I den framgår att metavulkanitstråken kraftigt påverkades av den regionala deformationen och nedveckades till 1 à 2 km djup under nuvarande markyta. Tyngdkraftsdata, tillsammans med flygmagnetiska data, samt data från den petrofysiska provtagningen har använts för att beräkna djupgåendet av de olika bergartsleden.

Bildningen av plastiska rörelsezoner var sannolikt nästa steg i den fortsatta tektoniska utvecklingen. De klipper och deformerar tidigorogena, men inte senorogena granitoider. En sådan plastisk deformationszon börjar vid Husby-Långhundra (5e) och går i nordvästlig riktning mot Uppsala (7–8a) där den delar sig i två zoner, en går genom Uppsala stad, en annan går norr om staden. Zonerna sammanfaller med dalgångar i terrängen och ligger därför nästan uteslutande under ett mäktigt jordtäcke. På några ställen kan de dock observeras i hållområden där deformationen syns som en kraftig planförskiffring, lokalt med utdragna smala band av inlagrade amfibolitgångar. På Bougueranomali-kartan (fig. 5) kan man följa deformationszonen i form av ett tyngdkraftsunderskott som sträcker sig tvärs igenom hela kartbladsområdet. Denna zon sam-

manfaller även med en långsträckt zon (lineament) på den flygmagnetiska kartan (fig. 2).

Ytterligare en zon med samma strykningssiktning går från området öster om Länna (8e) till Hammarbyområdet (9c). Flygmagnetiska data har bearbetats för att framhäva variationer i magnetfältet som härrör från de ytligaste delarna av berggrunden (ned till ett djup av något hundratal meter). Figur 30 visar den bearbetade flygmagnetiska kartan över kartområdet Uppsala NV och området strax öster därom. Magnetbilden indikerar att en skenbart horisontell rörelse skett längs den streckade linjen, där det norra blocket har förkastats upp till 3 km mot sydost längs zonen. Hällobserverationer längs zonerna tyder på att både spröd och plastisk deformation förekommit och de har sannolikt regenererats flera gånger under den geologiska utvecklingen.

En tektonisk zon som lätt kan observeras i fält är den som går genom kartbladsområdets sydöstra hörn. Den stryker omkring SSV–NNO och dess södra fortsättning har undersökts tidigare i samband med den berggrundsgeologiska kartläggningen på kartområdet Uppsala SV (Stålhös 1972). Den ryolitiska vulkaniten i området uppvisar en tydlig, vertikal planförskiffring, ibland med dm-breda, starkt uppkrossade partier (fig. 11). Även i den inlagrade plagioklasporfyriten

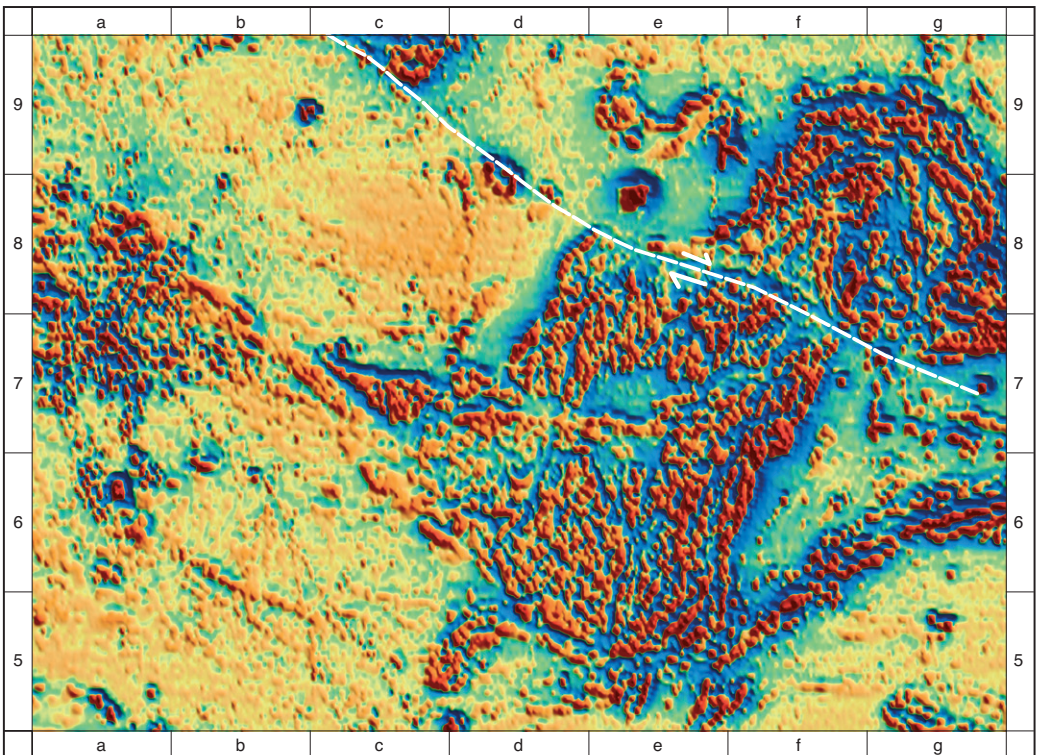


Fig. 30. Flygmagnetiska kartan över kartbladsområdet 111 Uppsala NV samt området öster därom. Flygmagnetiska data har bearbetats för att framhäva variationer i magnetfältet som härrör från de ytligaste delarna av berggrunden (ned till ca 100 m).

Airborne magnetic map of the now investigated area and the area to the east of it. The data have been filtered to emphasise variations in the magnetic field that originate from the shallowest parts of the bedrock (down to c. 100 m)

finns starkt uppkrossade och mylonitiserade partier av lokalt flera meters mäktighet. Granodioriten i området uppvisar också skifferliknande, mylonitiserade stråk där kvarts och fältspat krossats ned till kornstorlekar <0,5 mm. Biotiten försvinner i de mylonitiserade zonerna och ersätts med muskovit och klorit.

En spröd deformationsfas med förkastningstektonik har också skett i området. Sprickmönstret syns bland annat tydligt i de långsträckta, smala dalgångar och sjöar som genomkorsar landskapet. Större sprickzoner i berggrunden kommer även fram på den elektromagnetiska VLF-kartan (fig. 4) eftersom vatten- och lerfyllda sprickzoner har betydligt bättre elektrisk ledningsförmåga än den omgivande berggrunden. På den flygmagnetiska kartan (fig. 2 och 30) kan några av sprickzonerna iaktas som långsträckta lågmagnetiska lineament. I dessa zoner har magnetit i berggrunden nämligen oxiderats till det omagnetiska mineralet hematit. Även en småskalig sprickbildning har ägt rum och den är tydlig i metavulkaniterna. På sprickornas ytor finner man en mängd mineral, t.ex. epidot, kvarts, klorit, laumontit, flusspat och kalcit. De har sannolikt bildats under olika skeden i den geologiska utvecklingen. Beroende på tryck- och temperaturförhållanden, tillgång på cirkulerande lösningar och deras kemiska sammansättning m.m., har olika sprickmineral bildats. Åldersmässigt är det naturligtvis svårt att bedöma när sprickbildningarna har skett, men Lundegårdh & Lundqvist (1956) anser att en stor del av sprickbildningen skett i den svekokarelska bergskedjebildningens slutfas, då temperaturen var låg, men de tektoniska krafterna fortfarande starka. Dessutom anser samma författare att en omfattande sprickbildning med stora förkastningar ägde rum i området i tertiär tid.

MINERALISERINGAR OCH NYTTOSTEN

Större och mindre stenbrott för tillverkning av byggnadssten har anlagts på ett flertal platser runt Uppsala. Den största ansamlingen finns i Stadsskogen och vid Ekeby (7a) där man under lång tid och fram till 1900-talets början bröt en grå granodiorit-tonalit (Uppsalagranit) ur ett flertal både stora och små stenbrott. Stenbrytningen i Stadsskogen och vid Ekeby (Flogsta stenbrott) omnämns redan av Erdmann (1857) och Stolpe (1869). På den tryckta kartan har endast de tre största stenbrotten i Stadsskogen markerats, men i nästan alla hållar i området har man brutit sten. De stora brotten är numera vattenfyllda (fig. 31). Stenen har företrädesvis använts till byggverksamhet i Uppsala stad, där man nu i många stenmurar och husgrunder kan se tonaliten (Uppsalagraniten) med dess karaktäristiska inslag av mörka inneslutningar (fig. 32). Schafarik (1893) beskriver i sin inventering över Sveriges stenindustri 1891, att Uppsalagranit bröts i Stadsskogen för den pågående restaureringen av Uppsala domkyrka, där den användes för att bygga en ny sockel. Mindre stenbrott har också funnits i Skåve (8b), stenbrottets storlek ca 25 x 15 m, och SV om Fullerö (9a), storlek ca 75 x 25 m, där ljusgrå granodiorit brutits på båda ställena. Invid Sala backe kyrka (8a) syns resterna av ett stenbrott i granodiorit och omvandlad vulkanit.

Samtidigt med arbetet med berggrundskartan Uppsala NV har även en bergkvalitetskarta över området framställts (Persson m.fl. 2000). Underlaget för den utgörs av i fält tagna bergprover för teknisk analys samt geologisk och geofysisk information av relevant betydelse för tolkning av berggrundens lämplighet till väg-, järnvägs- och betongballast. Bergkvaliteten har



Fig. 31. Gammelt, vattenfyllt stenbrott. Stadsskogen, Uppsala, 7a, 663675/160200.
Old, waterfilled stone quarry.



Fig. 32. Stenmur av tonalit (s.k. Uppsalagranit) med basiska inneslutningar. S:t Erikstorg, Uppsala, 7a, 663910/160245. Stenblockens höjd ca 3 dm.
Stone wall made of tonalite, containing mafic inclusions.



Fig. 33. Bergtäkt i tonalit, makadamframställning. Olunda. 5c, 662885/161480.
Quarry in early orogenic tonalite, aggregate production.

befunnits vara god för stora delar av områdets bergarter med lämplighet för ovanstående ändamål. Vulkaniterna är överlag den bergartsgrupp som erhåller de ur teknisk synpunkt bästa värdena för användning som råvara för makadamtillverkning. Kvaliteten kan dock försämrats något vid en ökad inblandning av glimmer eller sulfider, något som konstaterats vid Gränhammars bergtäkt (9c), där en bergtäkt i rödgrå, finkornig, strökoränsförande vulkanit brutits. Graniter, granodioriter och tonaliter, vilka dominerar berggrunden inom kartbladsområdet har överlag bra tekniska egenskaper. Två täkter har öppnats i detta bergmaterial: Olunda bergtäkt (fig. 33), norr om Valloxsäby (5c), där en grå, grovt medelkornig tonalit bryts samt Gräns (även benämnd Hovgårdens) bergtäkt, söder om Hovgården (9c), där en gråröd, medelkornig granodiorit bryts.

Någon gruvverksamhet har inte bedrivits inom kartbladsområdet Uppsala NV. En mindre sulfidmineralisering med svavelkis och magnetkis samt en del grafit har dock varit föremål för undersökningsverksamhet i äldre tider på ön Flässjan (8a) enligt Gumaelius och Paykull (1865). Kristallin kalksten för cementtillverkning har brutits vid Yresta (9c). Stolpe (1869) uppger att brytning pågick vid tiden för karteringen av "Bladet Uppsala". Kalken har främst brutits i ett ca 75 m långt och ca 30 m brett brott, som enligt uppgift ska vara upp till 20 m djupt. Dessutom finns ett mindre brott beläget något öster om det stora, ca 30 m långt och 15 m brett. All kalksten är utbruten och endast små rester finns kvar intill kontakten mot den omgivande vulkaniten.

SUMMARY

The investigated area, corresponding to the map-sheet 11 I Uppsala NV, is situated around and to the east of the city of Uppsala, approximately 70 km north of Stockholm. Earlier geological investigations of the area date from 1857 to 1956. The area is dominated by Svecofennian supracrustal rocks and plutonic rocks ranging in age from 1900 to 1780 Ma. The supracrustal rocks are metavolcanic and to a minor extent of metagreywacke type. The metavolcanic rocks are normally porphyritic and are believed to originally be pyroclastic mass flows. The plutonic rocks include early-orogenic granitoids, metabasic rocks, and late-orogenic pegmatites. During the Svecokarelian orogeny, the supracrustal rocks and the early-orogenic plutonic rocks were strongly deformed and metamorphosed. The P-T conditions during metamorphism reached 3–4 kbar and approximately 600–650°C. The metavolcanic rocks were at an early stage of the geological development affected by alkali metasomatoses.

Later geological developments in the area include formation of ductile deformation zones striking northwest–southeast. The zones show evidence of having been both ductile and brittle at different times. Brittle deformation zones (faults and fractures) are abundant and locally very prominent, forming long topographic valleys in the landscape.

There are no known mineralizations in the area. Several large and small quarries for building stone and limestone production were previously in operation, but are now abandoned. Currently, there are three large quarries, producing aggregates, situated approximately 10–20 km east and south-east of Uppsala.

The map area 11 I Uppsala NV is covered with airborne geophysical data collected with a flight line spacing of 200 m and with a ground clearance of c. 30 m. The magnetic anomaly map (fig. 2) shows variations in the Earth's magnetic field. The gamma radiation map (fig. 3) shows the radiation from the uppermost part of the soil and bedrock. Figure 4 shows the electromagnetic VLF-map where blue colour indicates low-resistive zones, possibly fracture zones in the bedrock. The area is also covered by gravity measurements. The Bouguer anomaly map (fig. 5) shows the variations in gravity in the area.

Petrophysical sampling and gamma radiation measurements on outcrops were also conducted within the project area. The collected geophysical data provides important information about e.g. the three-dimensional distribution of different bedrock units and the location of ductile and brittle deformation zones.

REFERENSER

- BFS, 1990: Nybyggnadsregler, ändringar. *Boverkets författningssamling. BFS 1990:28, Nr. 2.* Stockholm, ISBN 91-38-12510-2.
- Erdmann, A., 1857: *Några ord till belysning af den geologiska kartan öfver Fyris-åns dalbäcken.* Norstedt & Söner, Stockholm, 1–46.
- Frost, T. & Mahood, G., 1987: Field, chemical and physical constraints on mafic-felsic magma interaction in the Lamarch Granodiorite, Sierra Nevada, California. *Geological Society of America Bulletin* 99, 272–291.
- Gumaelius, O. & Paykull, C.W., 1865: Några ord till upplysning om ”Bladet Sigtuna”. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 16, 56 s.
- Henkel, H., 1985: The Vipäng Gabbro – A Geophysical Study. *Sveriges geologiska undersökning BRAP 85407*, 33 s.
- Holmquist, P.J., 1906: Studien über die Graniten von Schweden. *Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala* 7, 182–186.
- Högbom, A.G., 1888: Om basiska utsöndringar i Upsalagraniten. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 10, 219–234.
- Högbom, A.G., 1893: Om de s.k. urgraniterna i Upland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 15, 241–274.
- Lager, I., 1986: The Dannemora iron ore deposit. II. Lundström & H. Papunen (red.): *Mineral deposits of southwestern Finland and the Bergslagen province, Sweden.* *Sveriges geologiska undersökning Ca* 61, 26–30.
- Larsson, W., 1932: Chemical analyses of Swedish rocks. *Bulletin of the geological institution of the University of Upsala* 24, 47–196.
- Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A. & Zanettin, B., 1986: A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology* 27, 745–750.
- Lundegårdh, P.H., 1956: Petrology of the Uppsala region, eastern Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C* 544, 74 s.
- Lundegårdh, P.H. & Lundqvist, G. 1956: Beskrivning till kartområdet Uppsala. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 199, 117 s.
- Lundström, I., 1995: Beskrivning till berggrundskartorna Filipstad SO och NO. *Sveriges geologiska undersökning Af* 177 och 185, 218 s.
- Möller, H. 1993: Beskrivning till jordartskartan Uppsala NV. *Sveriges geologiska undersökning Ae* 113, 92 s.
- Paijkull, C.W., 1864: Några ord till upplysning om ”Bladet Lindholm”. *Sveriges geologiska undersökning Aa* 13, 55 s.
- Persson, L., Göransson, M., Lundqvist, S., Persson, L. & Sträng, M., 2000: Bergkvalitetskartan 1:11 Uppsala NV. *Sveriges geologiska undersökning Af* 210 Bk.
- Postelmann, A., 1937: Die Ursache der Blaufärbung gesteinsbildender Quarz. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie* 72, 401–440.
- 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.

- Schafarzik, F., 1893: Über die Steinindustrie Schwedens und Norwegens. *Jahresbericht der Königlichen Ungarischen Geologischen Anstalt für 1891*, 193–225.
- Sidenbladh, E., 1868: Några ord till upplysning om ”Bladet Rånäs”. *Sveriges geologiska undersökning Aa 27*, 61 s.
- Stephens, M.B., Ahl, M., Alm, E., Bergman, T., Finn, K., Lundqvist, S., Lundström, I., Persson, L., Ripa, M., Sjögren, P., Stejskal, V., Thelander, T., Wahlgren, C.-H. & Wikström T., 1999: Syntes av berggrundsgeologisk och geofysisk information, Bergslagen och omgivande områden. I C.-H. Wahlgren (red.): *Regional berggrundsgeologisk undersökning - sammanfattning av pågående undersökningar 1998. Sveriges geologiska undersökning, Rapporter och meddelanden 98*, 105–122.
- Stolpe, M., 1869: Några ord till upplysning om ”Bladet Upsala”. *Sveriges geologiska undersökning Aa 31*, 70 s.
- Streckeisen, A., 1973: Plutonic Rocks, Classification and Nomenclature recommended by the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. *Geotimes, October*, 26–31.
- Stålhös, G., 1972: Beskrivning till berggrundskartbladen Uppsala SV och SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 105–106*.
- Stålhös, G., 1991: Beskrivning till berggrundskartorna Östhammar NV, NO, SV, SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 161, 166, 169, 172, 249 s.*
- Svedmark, E., 1888: Om uralitporfyren och hälleflintan vid Vaksala. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 10*, 25–43.
- Törnebohm, A.E., 1882: *Beskrifning till blad n:o 6 af geol. Öfversigtskarta öfver Mellersta Sveriges Bergslag*. Jernkontoret, Stockholm.
- von Vultée, J., 1955: Über die orientierten Verwachsungen von Rutil in Quartz. *Neues Jahrbuch für Mineralogie 87*, 389–415.
- Wiman, E., 1930: Über den Gebirgsgrund der Umgebung von Upsala und über den rudimentären Kugelgranit bei Kåbogärde. *Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala 22*, 1–54.
- Wiman, E., 1932: Studies of some Archaean rocks in the neighbourhood of Uppsala, Sweden and of their geological position. *Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala 23*, 1–170.
- Winchester, J.A. & Floyd, P.A., 1977: Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology 20*, 325–343.

TABELL 1. Kemiska analyser (oxider vikt-%, Ba-Yb ppm) av omvandlade vulkaniter. Lokaler, se tabell 8.

Chemical analyses (oxides weight-%, Ba-Yb ppm) of metavolcanic rocks. Localities, see Table 8.

Ref.nr: Element	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	61,50	64,80	65,60	66,00	66,10	72,40	72,50	7,003	74,20
TiO ₂	0,90	0,57	0,60	0,62	0,60	0,23	0,17	0,18	0,20
Al ₂ O ₃	15,80	15,30	16,90	16,20	16,20	14,40	12,70	14,00	13,50
Fe ₂ O ₃	7,43	4,6	4,27	4,16	5,15	2,35	2,82	2,71	2,51
MnO ₂	0,13	0,10	0,10	0,08	0,09	0,04	0,05	0,04	0,05
MgO	2,84	2,06	1,63	1,28	1,53	0,37	0,27	0,72	0,37
CaO	5,19	2,46	2,94	2,47	1,38	0,91	1,26	0,65	1,70
Na ₂ O	2,57	3,47	3,64	3,79	4,35	3,72	2,85	1,54	3,39
K ₂ O	1,98	3,73	3,75	4,32	4,82	5,44	4,97	7,46	4,05
P ₂ O ₅	0,18	0,18	0,16	0,16	0,17	0,03	0,04	0,03	0,03
LOI	1,40	1,60	1,30	1,50	1,10	0,60	1,00	0,80	0,40
Summa	98,5	97,3	99,6	99,1	100,4	99,9	97,6	100,3	100
Ba	580	765	804	942	1180	1090	888	1160	897
Be	1,23	2,45	1,94	1,65	1,79	1,77	2,57	2,45	2,16
Co	11,5	<5,89	<5,78	<5,28	<5,61	<5,76	<6,19	<5,99	<6,03
Cr	45,9	<11,80	<11,6	13,6	<11,2	<11,5	<12,40	<12,0	<12,10
Cu	21,4	<5,89	36,3	14,2	23	21,7	<6,19	10,9	<6,03
Ga	18		16,5	16,4	16,9	13,1		12,6	
Hf	4,79		6,39	5,92	6,72	7,07		7,53	
Mo	<2,40	<5,89	2,87	3,09	<2,19	<2,30	<6,19	<2,39	<6,03
Nb	10,1	<5,89	9,56	10,6	8,68	12,5	<6,19	18,9	9,03
Ni	13,7	<11,80	<11,6	<10,6	<11,2	<11,5	<12,40	<12,0	<12,10
Rb	64,7		133	125	130	180		210	
Sc	20	8,18	7,92	8,27	12,2	6,34	3,93	5,24	9,38
Sn	1,46	<23,60	1,97	2,39	1,81	2,93	<24,80	1,85	<24,10
Sr	464	420	312	339	252	226	148	152	214
Ta	0,982		1,38	1,41	1,32	1,31		1,71	
Th	6,65		11	10,8	9,82	13,2		18,7	
U	2,62		4,83	4,79	3,46	5,03		4,97	
V	120	35,7	33,6	34	37,3	6,29	<2,48	2,54	4,46
W	0,597	<59,00	2,14	1,85	0,479	0,889	<61,90	2,45	<60,30
Y	24,4	20,7	22,7	22,2	25,8	27,2	25,9	25,7	32,3
Zn	98	66,5	51,6	46,8	83,6	31,9	21,4	25,8	21,5
Zr	183	225	236	227	258	254	246	257	276
Ce	64,6		81,9	77,6	71,8	77,4		101	
Dy	4,22		4,00	3,87	4,85	4,63		4,72	
Er	2,17		2,05	2,16	2,27	2,42		2,49	
Eu	1,51		1,8	1,57	1,69	1,19		0,83	
Gd	5,08		6,09	5,62	6,09	5,33		6,63	
Ho	0,83		0,78	0,76	0,91	0,92		0,88	
La	29,9		38,9	36,9	34,3	37,6		48,7	
Lu	0,27		0,28	0,28	0,33	0,32		0,32	
Nd	30,5		36,2	35,6	34,6	34,7		43,4	
Pr	7,45		9,59	9,1	8,8	8,91		11,4	
Sm	5,23		6,04	5,89	5,74	6,01		6,55	
Tb	0,73		0,74	0,68	0,82	0,81		0,83	
Tm	0,31		0,31	0,32	0,33	0,38		0,32	
Yb	2,08		1,74	2,09	1,92	2,31		2,31	

TABELL 2. Mineralfördelning (volym-%) i omvandlade sedimentära bergarter. Lokaler, se tabell 8.
Modal analyses of metasedimentary rocks. Localities, see Table 8.

Ref.nr:	1	2
Mineral		
Kvarts	46	50
Kalifältspat	9	9
Plagioklas	26	14
Biotit	8	12
Muskovit	7	13
Hornblände	-	-
Epidot	+	+
Kalcit	-	-
Klorit	2	1
Övrigt	2	1

+ = halter <0,5 %

TABELL 3. Mineralfördelning (volym-%) i basiska, intrusiva djupbergarter. Lokaler, se tabell 8.
Modal analyses of metabasic intrusive rocks. Localities, see Table 8.

Ref.nr:	1	2	3	4	5	6	7
Mineral							
Kvarts	9	+	3	6	+	3	3
Kalifältspat	-	+	1	5	15	11	-
Plagioklas	44	38	38	34	44	56	38
Biotit	9	11	7	-	-	-	4
Muskovit	+	+	4	2	-	+	+
Hornblände	31	42	34	33	-	1	42
Epidot	+	+	3	2	25	16	1
Kalcit	-	+	-	+	-	1	-
Klorit	2	4	4	5	15	11	10
Övrigt	5	5	6	132	1	1	2

+ = halter <0,5 %

TABELL 4. Mineralfördelning (volym-%) i äldre graniter (samt en yngre granitaplit, nr 6). Lokaler, se tabell 8

Modal analyses of older granites (and a younger granitic aplite, no 6). Localities, see Table 8.

Ref.nr:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mineral											
Kvarts	38	37	37	37	36	30	28	25	25	25	23
Kalifältspat	19	36	33	28	30	38	35	29	28	20	20
Plagioklas	33	22	18	22	29	27	21	34	32	35	42
Biotit	3	1	3	4	2	1	8	7	6	1	2
Muskovit	2	+	+	-	+	1	-	1	-	2	+
Hornblände	-	-	1	+	-	-	+	+	2	-	+
Epidot	2	1	4	4	+	1	2	1	2	1	2
Kalcit	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+
Klorit	2	2	3	4	2	1	2	2	3	11	7
Övrigt	1	1	1	1	1	1	4	1	2	5	4

+ = halter <0,5 %

TABELL 5. Mineralfördelning (volym-%) i granodioriter. Lokaler, se tabell 8.
Modal analyses of granodiorites. Localities, see Table 8.

Ref.nr:	1	2	3	4	5	6
Mineral						
Kvart	34	30	29	29	28	27
Kalifältspat	10	15	14	12	13	5
Plagioklas	42	42	38	32	37	34
Biotit	11	+	3	11	2	13
Muskovit	1	2	5	1	11	6
Hornblände	+	+	3	1	1	1
Epidot	1		3	10	3	8
Kalcit	1	10	3	3	2	4
Klorit	-	-	+	+	-	+
Övrigt	-	1	2	1	3	2

+ = halter <0,5 %

TABELL 6. Mineralfördelning (volym-%) i tonaliter. Lokaler, se tabell 8.
Modal analyses of tonalites. Localities, see Table 8.

Ref.nr:	1	2	3	4	5	6	7	8
Mineral								
Kvarts	36	35	32	28	24	23	20	15
Kalifältspat	1	+	-	2	1	1	4	+
Plagioklas	42	38	40	37	36	41	51	27
Biotit	16	19	10	14	15	13	6	12
Muskovit	1	-	1	1	1	+	1	1
Hornblände	+	4	12	11	13	15	11	39
Epidot	+	1	1	2	2	1	2	1
Kalcit	+	-	-	+	-	-	-	+
Klorit	1	1	2	3	2	2	2	2
Övrigt	3	2	2	2	6	4	3	3

+ = halter <0,5 %

TABELL 7. Kemiska analyser (oxider vikt-%, Ba-Zr ppm) av djupbergarter (granit-gabbro). Lokaler, se tabell 8.

Chemical analyses of plutonic rocks (oxides weight-%, Ba-Yb ppm) Localities, see Table 8.

Ref.nr:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Element										
SiO ₂	75,70	72,50	72,60	72,90	61,10	66,80	61,60	62,70	54,60	52,50
TiO ₂	0,08	0,24	0,25	0,23	0,62	0,68	0,74	0,67	0,81	1,45
Al ₂ O ₃	12,10	14,00	13,70	12,00	15,10	15,60	15,60	15,70	13,80	17,50
Fe ₂ O ₃	1,17	2,64	2,74	2,62	7,12	5,63	7,78	7,02	9,39	11,50
MnO ₂	0,03	0,07	0,07	0,07	0,15	0,07	0,16	0,14	0,20	0,25
MgO	0,23	0,66	0,77	0,64	2,76	1,86	2,96	2,79	6,81	4,02
CaO	0,854	2,29	1,81	2,44	5,89	3,92	6,33	5,99	9,37	8,68
Na ₂ O	2,64	2,96	2,98	2,66	2,58	2,39	2,49	2,64	1,77	2,34
K ₂ O	5,3	4,62	4,35	3,66	2,43	2,58	2,21	2,47	2,05	1,62
P ₂ O ₅	0,04	0,05	0,06	0,07	0,17	0,14	0,18	0,15	0,16	0,38
LOI	0,50	0,70	0,90	0,80	1,10	1,10	0,90	0,80	1,50	1,00
Sa	98,1	100	99,3	98	97,9	99,7	100	100,3	99	100,2
Ba	266	567	499	595	475	590	523	682	269	371
Be	2,42	1,77	1,44	1,71	1,68	0,82	0,79	1,46	<0,53	<0,57
Co	<5,75	<5,63	<5,71	<6,08	11,1	7,93	13,7	20,7	30,4	18,3
Cr	23,1	11,7	<11,4	17,8	53,8	39,8	134	60,5	298	44,3
Cu	6,5	26,3	11,6	6,15	16,5	29,6	35,8	45,6	18,8	<5,65
Ga		9,37	10,3			13,6	14,3		12,7	20,9
Hf		3,67	3,84			6,01	5,35		2,25	2,54
Mo	<5,75	<2,25	<2,28	<6,08	<5,75	<2,45	<2,49	<6,01	40,1	<2,26
Nb	<5,75	8,57	7,86	<6,08	9,2	13,2	8,02	20	6,23	9,7
Ni	<11,50	<11,3	<11,4	<12,20	13,9	<12,2	33,5	23	27,1	<11,3
Rb		179	172			84,8	65,7		66,6	55,5
Sc	4,11	4,96	4,95	5,62	21,8	14,9	30,1	20,2	42,8	29,9
Sn	<23,00	1,77	1,87	<24,30	<23,00	1,29	1,65	<24,00	<1,06	<1,13
Sr	150	260	240	245	377	387	394	403	371	638
Ta		1,67	1,18			1,08	0,82		0,66	0,77
Th		30,6	25,3			12,1	4,4		3,52	3,17
U		16,2	9,83			2,18	2,46		2,58	1,22
V	3,53	24,5	25	21,3	126	90,1	136	132	214	209
W	<57,50	10,6	0,611	<60,80	<57,50	0,748	0,419	<60,10	1,34	0,467
Y	39,8	15	13,1	13,9	19,8	17,8	31,9	13,1	14,1	21,6
Zn	16	31,1	30,2	37,4	76,5	70,6	85,4	83,8	82,7	123
Zr	68,1	117	125	100	124	233	214	132	72,3	78,3
Ce		51,5	44,6			102	55,8		29	37,4
Dy		2,32	1,9			3,58	5,25		2,55	3,98
Er		1,51	1,32			1,52	2,9		1,41	2,19
Eu		0,71	0,33			1,57	1,36		0,79	1,6
Gd		2,8	2,53			6,58	6,12		2,94	5,34
Ho		0,49	0,44			0,63	1,08		0,48	0,82
La		27,2	23,6			49	22,8		12,6	16,1
Lu		0,30	0,19			0,22	0,33		0,21	0,25
Nd		18,2	17			47,4	32,1		14,8	21,4
Pr		5,17	4,64			12,1	7,58		3,17	4,81
Sm		2,97	2,44			7,15	6,25		2,4	4,55
Tb		0,38	0,37			0,71	0,90		0,41	0,71
Tm		0,19	0,17			0,21	0,44		0,22	0,32
Yb		1,64	1,21			1,3	2,42		1,28	1,84

Tabell 8. Lokalangivelser till prover avseende modala och kemiska analyser. Koordinater enligt RT 90.
Localities of samples from the map area. Coordinates in the national grid.

Metavulkaniter, kemiska analyser, tabell 1
Metavolcanic rocks, chemical analyses, Table 1

Ref.nr	Provbeteckning	Koordinater	Bergartsbeskrivning, lokalangivelse
1	LEP980001	664042 160043	Metavulkanit, gråsvart, mkt. finkornig. Husbyborg 2,4 km NV Uppsala domkyrka (8a).
2	MIS960113	663316 162053	Metavulkanit, röd, finkornig. 250 m SV Stocksätra 3 km Ö Edasjön (6e).
3	MGO980009A	663560 162148	Metavulkanit, gråsvart, mkt. finkornig, strörkorn. Bergtäkten X100, Gränhammar (7e).
4	MGO980009B	663560 162148	Metavulkanit, gråröd, mkt. finkornig, strörkorn. Bergtäkten X100, Gränhammar (7e).
5	MGO980006	662614 162456	Metavulkanit, röd, finkornig. Krogsta 1,7 km S Husby-Långhundra kyrka (5e).
6	MGO980024	663873 160468	Metavulkanit, röd, finkornig, folierad. Boländerna 500 m NV Vattentornet, Uppsala (7a)
7	JOA960057	664435 160095	Metavulkanit, svart, finkornig. Ärna gård längs med E4:an 3 km N om Uppsala (8a).
8	MGO980005	662556 162454	Metavulkanit, röd, finkornig. Krogstaber 2,3 km S Husby-Långhundra kyrka (5e).
9	JOA960056	663966 162415	Metavulkanit, röd, mkt finkornig. 450 m N Bromslätt 1,3 km Ö Norrsjön (7e).

Metasedimentära bergarter, modalanalyser, tabell 2
Metasedimentary rocks, modal composition, Table 2

Ref.nr	Provbeteckning	Koordinater	Bergartsbeskrivning, lokalangivelse
1.	LEP980002A	662531 160585	Sedimentådergnejs, 250 m NO Alsike kyrka (5b).
2.	LEP980002B	662531 160585	Sedimentådergnejs, 250 m NO Alsike kyrka (5b).

Metabasiter, modalanalyser, tabell 3
Metabasic rocks, modal composition, Table 3

Ref.nr	Provbeteckning	Koordinater	Bergartsbeskrivning, lokalangivelse
1.	MGO980007	662903 162241	Gabbro, 250 m NO Dragontorpet (5e).
2.	MGO980011	664560 162077	Gabbro, 3,6 km N Länna (8e).
3.	MGO980015	662596 161665	Diorit, 800 m Ö Valloxen (5d).
4.	MGO980019	664128 161358	Kvartsmonzodiorit, 200 m NNO Gråmunkehöga (8c).
5.	MGO980022	663205 161660	Monzodiorit, 1,5 km SV Eda.
6.	MGO980012	664962 161995	Monzodiorit, Grönviken 4 km Ö Rasbo kyrka (9e).
7.	JOA960055	664257 160920	Amfibolit, 1,5 km N Skölsta (8b).

Tidigorogena graniter, modalanalyser, tabell 4
Early orogenic granites, modal composition, Table 4

Ref.nr	Provbeteckning	Koordinater	Bergartsbeskrivning, lokalangivelse
1.	MGO990014	664207 161075	Granit, skär, grovt medelkornig, strörkorn. Halmbyboda (8c).
2.	JOA960053	664186 162390	Granit, röd, grovt medelkornig, folierad. Långsjön (8e).
3.	MGO980013A	664575 161087	Granit, gråröd, fint grovkornig, folierad, strörkorn. Grän bergtäkt, 1 km SÖ Gränlund (9c).
4.	MGO980013B	664575 161087	Granit, röd, fint grovkornig, folierad, strörkorn. Grän bergtäkt, 1 km SÖ Gränlund (9c).
5.	MGO990007	664210 162043	Granit, röd, medelkornig, jämnkornig. 800 m N Länna (8e).
6.	MGO980014B	662854 161430	Yngre granit, rödgrå, fint medelkornig. Olunda bergtäkt 1,3 km S Olunda (5c).
7.	JOA960055	664257 160920	Granit, gråröd, grovkornig, folierad, strörkorn. 1,5 km N Skölsta (8b).

8.	MGO980008	663086	162300	Granit, gråsvart, medelkornig, folierad, strökorn. 3,3 km NNV Husby-Långhundra kyrka (5e).
9.	MGO980016	664745	160273	Granit, gråsvart, lätt rödaktig. Grovt medelkornig, folierad, strökorn. Hamra 1,2 km SSV Fullerö (9a).
10.	MGO990005	663884	160464	Granit, röd, fint medelkornig, omvandlad. 250 m Ö Boland-skolan (7a).
11.	MGO980023	663050	161950	Granit, rödgrå, medelkornig, folierad. 400 m NNO Täby soldattorp (6d).

Tidigorogena granodioriter, modalanalyser, tabell 5
Early granodiorites, modal composition, Table 5

Ref.nr	Provbeteckning	Koordinater	Bergartsbeskrivning, lokalangivelse
1.	JOA960054	664186 162390	Granodiorit, grårödsvar, finkornig, folierad. Vedyxa 2,6 km NO Danmarks kyrka (7c).
2.	MGO980020	663943 161260	Granodiorit, grå, medelkornig, folierad, strökorn, omvandlad. Bärby 800 m VNV Gunsta (7c).
3.	MGO990019	664424 160426	Granodiorit, röd, medelkornig, jämnkornig, omvandlad. 500 m SV Vittulsberg (8a).
4.	MGO990006	663935 161780	Granodiorit, grå(svart), medelkornig, jämnkornig, folierad. 250 m N Trehörningen (7d).
5.	MGO990015	663596 161564	Granodiorit, gråröd, medelkornig, jämnkornig, folierad. 600 m S Gårsjön (7d).
6.	MGO990020	664370 160457	Granodiorit, gråsvart, fint medelkornig, jämnkornig, folierad. 1 km S Vittulsberg (8a).

Tidigorogena tonaliter, modalanalyser, tabell 6.
Earlyorogenic tonalites, modal composition, Table 6

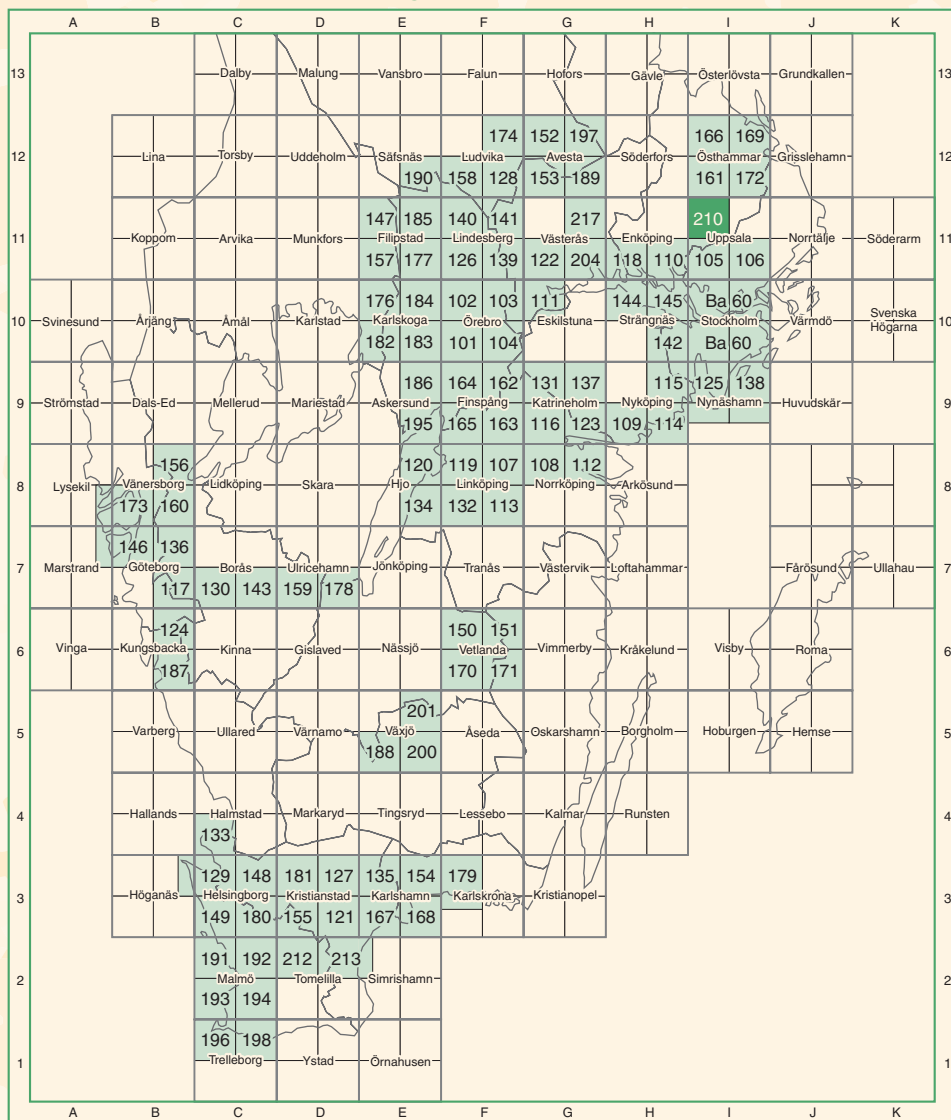
Ref.nr	Provbeteckning	Koordinater	Bergartsbeskrivning, lokalangivelse
1.	LEP980003	662600 160470	Tonalit, gråsvart, medelkornig, folierad. Smedstorp 1,3 km NV Alsike kyrka (5a).
2.	MGO980014A	662854 161430	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, folierad. Olunda bergtäkt 1,3 km S Olunda (5c).
3.	MGO980021	662953 161045	Tonalit, gråsvart, medelkornig. Nytorp 1 km NNÖ Alsike (5c).
4.	MGO990010	662792 161255	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, folierad. 2 km VSV Olunda bergtäkt (5c).
5.	MGO980010	664500 162113	Tonalit, gråsvart, medelkornig, folierad. 3 km N Länna (8e).
6.	JOA960058	663290 160521	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, folierad. 2,2 km SSV Sävla kyrka (6b).
7.	LEP980004	663267 160069	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, folierad. 200 m NÖ Observatoriet (6a).
8.	MGO990016	664573 162510	Tonalit, (grå)svart, grovt medelkornig, folierad. 700 m N Lill-Moga (9f).

Djupbergarter, kemiska analyser, tabell 7
Plutonic rocks, chemical analyses, Table 7

Ref.nr	Provbeteckning	Koordinater	Bergartsbeskrivning, lokalangivelse
1.	MGO980014B	662854 161430	Yngre granit, rödgrå, fint medelkornig. Olunda bergtäkt 1,3 km S Olunda (5c).
2.	MGO980013A	664575 161087	Granit, gråröd, fint grovkornig, folierad, strökorn. Hovården bergtäkt, 1 km SÖ Gränlund (9c).
3.	MGO980013B	664575 161087	Granit, röd, fint grovkornig, folierad, strökorn. Hovården bergtäkt, 1 km SÖ Gränlund (c9).
4.	JOA960055	664257 160920	Granit, gråröd, grovkornig, folierad, strökorn. 1,5 km N Skölstå (8b).
5.	JOA960054	664186 162390	Granodiorit, grårödsvar, finkornig, folierad. Vedyxa 2,6 km NO Danmarks kyrka (7c).
6.	LEP980003	662600 160470	Tonalit, gråsvart, medelkornig, folierad. Smedstorp 1,3 km NV Alsike kyrka (5a).

7.	LEP980004	663267	160069	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, folierad. 200 m V Lurbo (6a).
8.	MGO980014A	662854	161430	Tonalit, gråsvart, grovt medelkornig, folierad. Olunda bergtäkt 1,3 km S Olunda (5c).
9.	MGO980019	664128	161358	Kvartsmonzodiorit, svart, ställvis rödaktig, fint medelkornig. 200 m NNO Gråmunkehöga (8c).
10.	MGO980007	662903	162241	Gabbro, gråsvart, fint medelkornig. 250 m NO Dragontorpet 1,8 km VNV Husby-Långhundra kyrka (5e).

Utgivna kartblad



Sveriges Geologiska Undersökning
 Box 670
 751 28 Uppsala
 Tel: 018-17 90 00
 Fax: 018-17 93 70
www.sgu.se

Uppsala 2002
 ISSN 0586-1543
 ISBN 91-7158-673-3
 Tryck: Elanders Tofters AB