

Metabasiska djupbergarter

De basiska djupbergarterna utgörs av metautramfält och metagabbro. I den senare ingår även underordnade metadioriter. Metagabbro finns i stort sett över hela karlbadsområdet. De största massiven finns kring sjöarna Grycken (0–1 c–e) och Logården (1–2 b–c). Bergarten är vanligen mörkgrön till svart, medel- till grovkornig samt mestadels otydligt folierad. Stålvätsföremörs primära magnetiska lagringsstrukturer, vanligen som en rytmisk lagring med ljusare och mörkare skikt. Västsdyväst om Kyrkjärnen (5 c) förekommer även en laminering med plagioklasiska skikt.

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

Metagabbron vid sjön Grycken (0–1 c–e) består huvudsakligen av plagioklas (37 %) och hornblände (55 %). Underordnad mängd uppträder bl.a. biotit, muskovit, klorit, epidot, kalцит, titanit, apatit samt olivin och pyroxen. Preliminära beräkningar visar att denna metagabbro är rikligare än den vid sjön Logården.

Densiteten för metagabbro är hög (3000–3030 kg/m³) vilket gör att större intrusioner syns tydligt som positiva anomalier på tyngdkraftkartan. Gabbroen öster om Hofors (2–3 g–h) har sin största utbredning på djupet.

Metautramfiter uppträder ställvis som mindre partier i kropparna av metagabbro. Två större massiv förekommer dock vid Furulund (2 e) respektive Vålbyheden (1 g). De är omgivna av metagranit och metatonalit. De båda intrusionerna framträder tydligt som högmagnetiska anomalier på den magnetiska anomalikartan. Massivet vid Furulund (2 e) utgörs av en fäligg, grovkornig och tätliggen homogen serpentinit. Samolikt är detta en omvandad ultrabasisk djupbergart. Den har brutits lokalt under namnet "holorst".

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

Susceptibiliteten inom metagabbromassiven varierar, generellt är den dock hög (1000–8000x10^{−6} SI-enheter). Ställvis förekommer även mycket höga värden (2500x10^{−6} SI-enheter).

Metatonalit

Metatonalit förekommer som en grå, genomgående medelkornig och folierad bergart främst inom karlbadsområdet 13G Hofors SO. I en vägeskärning längs väg 68 vid Ålbron utgörs metatonalitens huvud-mineral av kvarts (21 %), källfältspat (7 %), plagioklas (46 %), biotitt (12 %) och amfibol (10 %). Accessoriska mineral är bl.a. muskovit, klorit, epidot, titanit, apatit, prehnit, zirkon samt opakåsar. Metagabbro-enkläver och även fragment av metakvartar är vanliga i metatonaliten. I vissa områden förekommer de riktigt, exempelvis mellan Hammarby (2 i), Daniels (3 i) och Lund (2 j). Olika blandningsstrukturer är vanliga, särskilt vid kontakten mellan metagabbro och metagranitoider till exempel vid Ulvberget (1 c) och Grådsberget (1 d).

Susceptibiliteten för metatonaliterna är låg till medelhög (10–800x10^{−6} SI-enheter).

Metagranit

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

I området väster om Ågsjön (8 c), norr om Svärdsjö (8 b), i området kring Storjön (9 e) och i norra hälften av karlbadsområdet 13G Hofors NO är metagraniten grovkornig och starkt förgnejsad med deformationade fältspatskristaller. Den framstår tydligt som en högmagnetisk anomal på den magnetiska anomalikartan. Ådergrens- och vandringszoner i metagraniten är vanligtvis mörkare och är fragmenterande. Märkskärningsmätningar på den yngre graniten visar en tydlig skänklad i medelvärdet (K=4,1 %, U=14 ppm och Th=43 ppm) jämfört med den nedan beskrivna posttektoniska graniten. Susceptibiliteten för yngre granit är hög (>2000x10^{−6} SI-enheter) norr om den plastiska deformationszonen (se nedan) och låg (<100x10^{−6} SI-enheter) för de yngre graniter som finns söder om den.

Susceptibiliteten för metagraniter i övre amfibolitfacies är stor spridning, från låg till hög (0–4000x10^{−6} SI-enheter). För metagraniter i undre amfibolitfacies är susceptibiliteten övervägande låg (0–200x10^{−6} SI-enheter).

Amfibolit

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

SENIOROGENA BERGARTER

Yngre granit

Begreppet yngre granit omfattar migmatitgranit, muskovitgranit och pegmatit. Migmatitgraniten utgörs av heterogent granitiskt till pegmatiskt material, huvudsakligen bestående av fältspat och kvarts med underordnad mängd mörka mineral. I denna bergartstyp förekommer enstaka små fragment av pretektoniska dip- och ytbergarter. Migmatitgranit förekommer som intrusioner i de högmorfota bergarterna, exempelvis norr om i Lundehallen (6 e) och i den nordöstra delen av kartområdet.

Muskovitgranit förekommer ofta tillsammans med pegmatiter. Denna granittyp är ljusgrå, ojämnt medel-till grovkornig, massformig, eller på vissa ställen något förskifvad, samt muskovitfriande, inom karlbads-området 13G NV innehåller den ställvis gulbråa fältspatsögar och är fragmenterande.

Märkskärningsmätningar på den yngre graniten visar en tydlig skänklad i medelvärdet (K=4,1 %, U=14 ppm och Th=43 ppm) jämfört med den nedan beskrivna posttektoniska graniten. Susceptibiliteten för yngre granit är hög (>2000x10^{−6} SI-enheter) norr om den plastiska deformationszonen (se nedan) och låg (<100x10^{−6} SI-enheter) för de yngre graniter som finns söder om den.

POSTOROGENA BERGARTER

Granit

Den posttektoniska s.k. Hedesundgraniten är den yngsta graniten i området. En radiometrisk datering (U-Pb på zirkoner) av ett prov från ett angränsande område (13H Gävle) gav en ålder av 1782±5 miljoner år (Persson & Persson 1997). Granitens största utbredning finns i de södra delarna av kartområdet. Allmänt sett är bergarten röd, mikroklinisk, medelkornig, jämnkornig och massformig. Lokalt kan den dock uppvisa en svag foliation. Granitmassivet öster om sjön Ottharen (0–1 h–h) har vanligen stora mikroklin-ögar.

Hedesundgranit har en låg till medelhög susceptibilitet (0–2000x10^{−6} SI-enheter), men det finns även partier där susceptibiliteten är hög (>4000x10^{−6} SI-enheter).

Väster om sjön Fullen (1–2 d) uppträder en blandning av rödaktig granit, vilken här utgör en stags "grund-massa" (susceptibilitet 800–2000x10^{−6} SI-enheter), och metagranitoider som bilar inneslutningar (sus-ceptibilitet 40–80x10^{−6} SI-enheter). Graniten uppvisar en större spridning vid märkskärningsmätningar än den ovan nämnda yngre graniten (K = 3,5 %, U = 6 ppm och Th = 18 ppm), men är generellt mer lågstäl-lande.

Jotniak sandsten

I området mellan Näsbyjön och Storjön (3 i) samt på Näsbyjöns västra strand (3 i) finns tidigare ett antal hållar och stenbrott i jotniak sandsten (Gorbatschev 1967). Inga av dessa finns kvar i dag, och sand-sten äriskt klyft har ej observerats under föreliggande arbete.

Diabas

Diabas är den yngsta bergarten som förekommer i området. Flera diabasgångar syns som högmagnetiska anomalier på den magnetiska anomalikartan. Kring Storjön (3 j–j) finns den s.k. Gävleliabasen (Sande-gren m.fl. 1939), vilken är en brun till brunlila, finkornig och massformig bergart, med allmänt förekom-mande mörka, centimeterstora amygduler. Den utgör enligt Gorbatschev (1967) en lagergång i den jot-niska sandstäm.

Susceptibiliteten för Gävleliabasen är hög (1500–2500x10^{−6} SI-enheter). Bergarten kan därför lätt urskifas också på den magnetiska anomalikartan. Vid Höhällen (4 g) finns en mörkgrå, generellt finkornig och massformig diabas med otydligt textur som innehåller svart augit i en grundmassa av listformade plagi-klaskomlister, augit och biotit. Den är genomgående högmagnetisk och framträder som en cirkelformad bränstälände struktur på den magnetiska anomalikartan. I det sydvästra hörnet av karlbadsområdet finns en distinkt sydöst–nordvästlig elongerad magnetisk anomal, vilken möjligen kan orsakas av en diabas-gång. Detta har dock ej kunnat bekräftas i fält.

METAMORFOS OCH STRUKTUREOLOGI

Alla bergarter i området utom de sen- och posttektoniska har påverkats av regionalmetamorfos i undre (1 söder) eller övre (i norr) amfibolitfacies. En metamorf skärlinje (isograd) kan följas från trakten väster om Svärdsjö (7 a) till området norr om Svensjön (6 d) och vidare utefter en linje mellan Svensjön och Korså-viken (4 d–e) till Stigen (4 j). Delar av denna metamorfa skärlinjellnre markerar också tektoniska kontakter mellan de två metamorfa enheterna. De pretektoniska bergarterna norr om linjen är starkt deformerade, ådergrens-omvandlade och i stor utsträckning migmatiserade. De karaktäriseras av kraftig foliation, stänglighet och veksstrukturer. Karlbadsområdet 13G Hofors NO domineras av en unglärd öst–västligt strykande foliation med varierande stupning samt en stänglighet som stupar mot öster, parallellt med veksaxarna.

I den nordöstra delen av kartområdet är den regionala foliationen veckad i två anformer med flackt östligt stupande veksaxar. Den ena anformens norra skänkel finns i den sydvästra delen av 14G Ockebo SO och har sin veckombjörning söder om Tälke i engring söder kartområde (14G Ockebo SO). Den andra anformn har sin veckombjörning kring Jädrås (9 h). Anformerna korsas av en större sydväst–nordöstlig förkastningszon, vilken i sin tur bildar en tektonisk kontakt mellan metabasit och metasedimentära berg-arter. Dessa strukturer syns tydligt på den magnetiska anomalikartan.

I området söder om den tidigare nämnda metamorfa skärlinjien uppträder primära strukturer lokalt, bl.a. lagring och korsackning i ytbergarterna. Området karaktäriseras av en genomgående regional foliation som stryker i öst–västligt till östnordöstlig riktning. Stängligheten i området stupar brant mot söder. Dess-stom finns en bred plastisk deformationszon, vars östra begränsning sträcker sig från trakten nordöst om Ågsjön (7 c) mot sydöst till Stigen (4 j). Det magnetiska anomalimönstret böjer in mot denna zon och indikerar en dextral lateral rörelsekomponent. Den södra begränsningen av zonen sträcker sig från trakten väster om Svärdsjö (7 a), mot öster genom Storjön (6 d) och vidare till området söder om Åshammar (5 i). I den västra delen av den södra begränsningen, mellan Svärdsjö (7 a) och Svensjön (6 d), stupar zonen brant mot söder och sammanfaller med den ovan nämnda metamorfa isograden.

Längs deformationszonerna förekommer vanligen tektoniska breccior och myloniter. De skärs vanligen av yngre spridda deformationszoner som sannolikt uppkommit efter den svekofenniska bergskedjebild-ningen. Dessa unga zoner framträder som topografiska lineament och syns även på den magnetiska anomalikartan. De nordöstligt och nordvästligt orienterade deformationszonerna är de mest uttåliga inom karlbadsområdet.

MALMER OCH MINERALFÖREKOMSTER

Inom karlbadsområdet finns ett stort antal malm- och mineralföremöster. De största och förmodligen mest kända av dessa ligger i Svärdsjö (7 b, sulfider), Nyberget (0 g), Kalvbäcken (1 a, sulfider), Vnrljån (9 c, järnoxider) och Hofors–Torsåkers malmitrakt (1–2 i–j, järnoxider). Järnmalmgruvor och -skärpningar, framför allt av mindre typ, förekommer allmänt i karlbadsområdet. Den sista gruvan i drift, Vingesbacke (2 g) i Hofors–Torsåkers malmitrakt, togs ur drift 1980. Bland sammanfattande arbeten av vikt för malmföremöstat-erna bör nämnas Tegengren (1924), Geijer & Magnusson (1944) samt Magnusson (1973). Industrimineral-föremösterna finns delvis sammanfattade i Lundegårdh (1971).

Malmföremösterna inom karlbadn kan förenklat indelas i två huvudtyper: järnoxidmalmer som är den övervägande typen samt sulfidmalmer. Inte sällan förekommer desautom sulfidmalmer (vanligen mörkt) i association med järnoxidmalmena. De senare kan vidare generellt delas in i två mindre grupper: manganrika skarnjärnmalmer samt manganfattiga kalk-skarnjärnmalmer. Av dessa två är den senare typen dominerande. Lokalt förekommer också mindre koncentrationer av järnoxider och sulfider i basiska bergarter, framför allt i metagabbro.

Järnoxidmalmena domineras av magnetit, vilken lokalt är sekundärt omvandlad till hematit genom oxida-tion, s.k. martitisering. I anslutning till magnetitmalmena förekommer ofta aggregat av kalksilikat (skarn), dominerade av amfibol, pyroxen, granat och epidot. De större stråken och föremösterna av magnetitdomi-nerade järnmalmer kan observeras på den magnetiska anomalikartan, där de syns i form av högmagnetiska anomalier.

Föremösterna av järnoxidmalm, både manganrika och manganfattiga typer, liksom sulfidmalmer är direkt kopplade till stråken med svekofenniska ytbergarter, speciellt felsiska metakvartarier med associerade karbo-natstenar. Mindre mängder av basisk metavulkanit förekommer också inlagrade i dessa komplex. De mangan-rika skarnjärnmalmena förekommer främst inom Hofors–Torsåkers malmitrakt, och de kan följas i ett metavul-kanitstak från Vingesbacke–Perningsgruvorna (2 g), västerut via Erik-Esgrovorna (2 g) samt vidare söder om Stor-Göken (1–2 f–g) via bland andra Sjöströmgruvan (2 f). Dessa manganrika skarn innehåller exem-pelvis manganrik olivin ("knebellit") samt manganamfibol (dannemorit) som karaktärsmaterial. Övannämnda järnmalmstyper är fosforfattiga, och utnyttjades tidigt av bergs- och hyttfolk i området. Små och stora gruvor, många med mycket gamla anor, samt en mycket stor mängd gruvrök eller skärpningar är tecken på detta. Järnmalmkoncentrationer finns i ett flertal veckade ytbergartsstråk som bygger upp lokala s.k. malmitrakter.

Av dessa är den viktigaste ovan nämnda Hofors–Torsåkers malmitrakt och mindre malmitrakter väster därom, inom Hofors–Torsåkersområdet har ett flertal större järnmalmföremöster brutits, till exempel Bodåsgruvan (0 h), Nyårgsgruvan (2 g), Storstrücksgruvan (2 f) samt tidigare nämnda Vingesbackegruvan (2 g). I norr finns en större bruten föremöst av järnoxidmalm, Vnrljån (9 c), vilken ligger i ett område dominerat av felsiska metakvartarier med en distinkt högre metamorfograd än i de sydligare belägna föremösterna.

Mindre mängder av sulfidmalmer i vanligen dominerade av magnetisk och pyrit förekommer allmänt och i anslutning till järnoxidmalmena. Stålväts kan de uppnå halter som varit av brytningsintresse. Detta gäller fram-för allt där rika koncentrationer av blyglans och zinklöländeförekommer, exempelvis i området Torsåker–Präst-hyllan (1–2 i).

Förutom allmänt spridda, mindre sulfidföremöster (Pb-Zn-Cu-Ag-Fe) förekommer också ett mindre antal större sulfidmalmer inom karlbadsområdet. I den södra till centrala delen av området kan nämnas Skällings-bergsgruvorna (0–1 c), Kalvbäcken (1 c), Rällingsbergs gruvor (1 c), samt Nyberget–Lövåsen (1 b). Norr om detta område förekommer större sulfidmalmsföremöster framför allt i och i anslutning till Svärdsjö gruva (7 b).

Typiskt för de flesta större sulfidföremösterna i detta område är att de är associerade med omfattande omvandlingszoner i värdbergarterna, huvudsakligen felsiska metavulkaniter. Dessa har genom metasoma-tiska processer omvandlats till kvartsrika bergarter, s.k. malmitkvartarier. I anslutning till omvandlingarna har även fyllosilikatdominerade bergarter (s.k. skålar) samt i många fall magnesitrika skarn bildats.

Av industrimineral föremöster kan framför allt kristallin karbonatsten inom karlbadsområdet. Ett ganska stort antal större och mindre stenbrott har upptagits på övervägande kalcitiska karbonatsten (marmor). Dolomitiska karbonatstenar förekommer underordnat. Karbonatstenarna är kopplade till de järnoxidförande ytbergarts-sekvenserna och stråken och vanligen som lagar och linor, ofta skärlagrade med i huvudsak felsiska metavulkaniska bergarter. Reaktionskarbildning förekommer i relativt begränsad utsträckning och många av karbonatstenarna är rena, förutom i kontaktzoner. Lokalt kan dock omfattande skarnbildning finnas, som till exempel kalkbrotten på Körbergsklack (2 h), där bildning av grovkristallina skarn bestående av bland annat granat, epidot, pyroxen, amfibol samt wollastonit har skett.

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

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

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

LITTERATUR

Blomberg, A., 1895: Praktiskt geologiska undersökningar inom Gelfeborgs län. *Sveriges geologiska under-sökning C 152*, 209 s.

Geijer, P. & Magnusson, N.H., 1944: De meliansvenska järnmalmernas geologi. *Sveriges geologiska under-sökning Ca 35*, 654 s.

Gorbatschev, R., 1967: Petrology of Jotnian rocks in the Gävle area East Central Sweden. *Sveriges geolo-giska undersökning C 621*, 50 s.

Helmqvist, S., 1964: Berggrunden över Kopparbergs län. *Sveriges geologiska undersökning Ca 40*, 270 s.

Kresten, P. & Aaro, S., 1987: Berggrundskartorna 13F Falun NV, NO, SV, SO. *Sveriges geologiska under-sökning Af 15*–16.

Kresten, P., Aaro, S. & Karis, L., 1990: Berggrundskartorna 14F Rättvik NV, NO, SV, SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 46*–49.

Lundegårdh, P.H., 1967: Berggrunden i Gävleborgs län. *Sveriges geologiska undersökning Ba 22*, 303 s.

Lundegårdh, P.H., 1971: Nyttosien i Sverige. Almqvist & Wiksell, 271 s.

Lundström, I., 1985: Beskrivning till berggrundskartorna Filistad SO och NO. *Sveriges geologiska under-sökning Af 177*, 185 s.

Magnusson, N.H., 1973: *Malm i Sverige 1. Mellersta och södra Sverige*. Almqvist & Wiksell, 320 s.

Persson, L. & Persson, P.O., 1987: U-Pb datings of the Hedesunda and Åkersberga granites of south-central Sweden. *GFF 119*, 91–95.

Sandegren, R., Asklund, B. & Westergård, A.H., 1939: Beskrivning till kartbladet Gävle. *Sveriges geologiska undersökning Aa 178*, 145 s.

Sjöström, H. & Bergman, S., 1998: Svecofennian metamorphic and tectonicevolution of east central Sweden. *Sveriges geologiska undersökning. Intern forskningsrapport*, 50 s.

Ståhlhög, G., 1991: Beskrivning till berggrundskartorna Östhammar NV, NO, SV, SO. *Sveriges geologiska undersökning Af 161*, 166, 169, 172, 249 s.

Sukotjo, S., 1995: Berggrundskartorna 14H Söderhamn NV/NO och SV/SO. *Sveriges geologiska under-sökning Af 27*–29.

Sukotjo, S., 1996: Karlbadn 13G Hofors / C.H. Wahlgren (red.): Regional berggrundsgeologisk under-sökning – sammanfattning av pågående undersökningar 1995. *Sveriges geologiska undersökning Rap-porter och meddelanden 84*, 47–51 s.

Sukotjo, S. & Ståling, T., 2005: Berggrundskartorna 14G Ockebo NV, NO, SV, SO. *Sveriges geologiska under-sökning K 21*–24.

Tegengren, F.R., 1924: Sveriges ädlare malmer och bergverk. *Sveriges geologiska undersökning Ca 17*, 406 s.

Åberg, G., Levi, B. & Fredriksson, G., 1984: Zircon ages of metavolcanic and synorogenic granitic rocks from the Svärdsjö and Exsjöberg areas, south central Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhand-lingar 105*, 199–203.