Bergslagen, etapp 1



Kartering i Norbergsområdet

Magnus Ripa, Johan Jönberger och Daniel Larsson

juni 2018

SGU-rapport 2018:13





Omslagsbild: Omslagsbild: Dagbrottet i Storgruvan, Klackberg. Cover: The open pit at the Storgruvan mine, Klackberg. Fotograf: Magnus Ripa

Författare: Magnus Ripa, Johan Jönberger och Daniel Larsson Granskad av: Författarna Ansvarig enhetschef: Ildiko Antal Lundin Projektnamn: Bergslagen, etapp 1 Projekt-id: 80031

Sveriges geologiska undersökning Box 670, 751 28 Uppsala tel: 018-17 90 00 fax: 018-17 92 10 e-post: sgu@sgu.se

www.sgu.se

INNEHÅLL

Abstract	4
Sammanfattning	4
Inledning	4
Tidigare arbeten	4
Preliminära resultat	5
Litogeokemi	10
Referenser	12

ABSTRACT

During September 2017, bedrock-mapping and geophysical investigations, mainly along traverses across dominant structures and presumed stratigraphy, were done at selected places in the Fagersta–Avesta area, Bergslagen, Sweden. The rocks of the area are part of the so-called REE line and host variably skarn-altered banded iron formations, REE-bearing skarn iron ores and some sulphide ores.

SAMMANFATTNING

I september 2017 undersöktes ett antal profiler tvärs över dominerande strukturer och förmodad stratigrafi i Fagersta–Avestaområdet. Området är en del av den så kallade REE-linjen i Bergslagen, och berggrunden där innehåller skarnomvandlade järnmineraliseringar, REE-förande skarnjärnmineraliseringar och några sulfidmineraliseringar.

INLEDNING

Inom ramen för SGU-projektet *Bergslagen, etapp 1* finns ett antal delprojekt (se www.sgu.se/omsgu/nyheter/2017/juli/nytt-karteringsprojekt-i-bergslagen). Ett av delprojekten avser kartering i några geologiska nyckelområden och ett av dessa i sin tur är Norberg-Avestaområdet (fig. 1). En anledning till att just det valdes ut är att det är en del av den så kallade REE-linjen i Bergslagen (Jonsson & Högdahl 2013).

Under september 2017 gjordes i detta område ca sex manveckors kartering längs utvalda profiler och ca två veckors geofysiska mätningar längs i huvudsak samma profiler. Dessutom gjordes TEM-mätningar under ca en vecka vid Stripåsens koppargruva. Karteringen gjordes av Daniel Larsson och Magnus Ripa och de reguljära geofysiska mätningarna av Johan Jönberger. TEMmätningarna gjordes av Lena Persson, Mehrdad Bastani och Johan Jönberger i samarbete med personal från Luleå tekniska universitet.

TIDIGARE ARBETEN

Tidigare geologiska undersökningar i området är Geijer (1936), Strömberg (1983) och Ambros (1988). En sammanställning av geologin i Bergslagen gjordes av Stephens m.fl. (2009). Bergslagens mineralfyndigheter beskrevs av Tegengren m.fl. (1924) och Geijer & Magnusson (1944).

Området har varit föremål för flera flygkampanjer där olika geofysiska datamängder har samlats in (tabell 1). Samtliga geofysiska flygmätningar har genomförts av SGU förutom slingrammätning, vilken utfördes av LKAB 1984. Under 2016 genomfördes en geofysisk flygmätning där linjestråken var vinkelräta mot majoriteten av de magnetiska anomaliernas strykningsriktning.

Sedan tidigare fanns det tyngdkraftsmätningar i området, men det var generellt stora avstånd mellan mätpunkterna. Mätpunktavståndet var ungefär 2–3 km med undantag från två profiler som sträcker sig i nordvästlig riktning genom de centrala delarna av karteringsområdet. Under 2017 gjordes en förtätning av tyngdkraftsinformationen.

Tabell 1. Sammanställning över de geofysiska flygmätningar som har gjorts över karteringsområdet. Kartområden benämns enligt Lantmäteriets indexering i RT90-systemet. *Available geophysical data*.

Kartområde	År	Geofysiska metoder	Flygriktning	Linjeseparation (m)	Flyghöjd (m)
11F NO	1969	Magnetfält, gammastrålning	Öst–väst	200	30
Del av 11F NO	2007	Magnetfält, gammastrålning, VLF-data från två sändare	Nord–syd	200	60
11G NV	1989	Magnetfält, gammastrålning, VLF-data från en sändare	Öst–väst	200	30
12F SO	1972	Magnetfält, gammastrålning	Öst–väst	200	30
12G SV	1978	Magnetfält, gammastrålning, VLF-data från en sändare	Nord–syd	200	30
Nordligaste delen av karteringsområdet	1984	Slingram	Nordnordväst –sydsydost	100	30
Hela karterings- området	2016	Magnetfält, gammastrålning, VLF-data från två sändare	Nordväst– sydost	200	60

PRELIMINÄRA RESULTAT

Karteringen gjordes längs ett antal av de profiler som på förhand valts ut (se svarta markeringar och blå, streckade linjer i figur 1). Läget för profilerna baserades på befintliga geologiska data, förekomst av hällar eller tunt jordtäcke enligt SGUs jordartsinformation, förekomst av metall- och mineralfyndigheter enligt SGUs databas och på en tolkning av lineament och konnektioner utifrån befintliga, geofysiska data. En del av dessa lineament och konnektioner samt läget för profilerna visas i figur 1. Ett hundra observationer har lagts in i SGUs databas halldb. Ett knappt 30-tal prover har tagits för kemisk analys och tunnslipstillverkning.

Generellt kan man konstatera att stora delar av berggrunden är hydrotermalt omvandlad, vilket yttrar sig i dels cordieritrika och dels cordierit- och glimmerrika partier. Delar av stråket av metavulkaniter och kalkstenar är starkt bandade parallellt med den dominerande tektoniska strukturen, S2, som stryker ungefär mot NO. Bandningen är i allmänhet en kombination av primär lagring och senare strukturell överprägling. Den hydrotermala omvandlingen och deformationen gör att bergarternas ursprungliga karaktär och att eventuella primära strukturer ofta är svårtolkade. Lokalt är dock bergarterna välbevarade.

Frågan om Geijers (1936) uppfattning, att vulkanitstråket troligen är två snarare än bara en synklinaler, är riktig, får tillsvidare lämnas obesvarad. Tolkningen av befintliga geofysiska data, bergarternas utbredning och mineraliseringarnas lägen talar dock för att han har rätt utom när det gäller hans uppfattning att de klastiska metasedimentära bergarterna ligger högst i stratigrafin (se Ambros 1988).

Från flygmätningen 2016, tillsammans med en som gjorts över omgivande område i sydväst, har magnetfältsdata filtrerats för att framhäva de mer ytnära magnetiska anomalierna (fig. 2). Även VLF-data från de här flygmätningarna har bearbetats för att generera en kartbild som visar den skenbara resistiviteten över området (fig. 3). Figur 4 visar data från tyngdkraftsmätningarna där fältet har bearbetats för att framhäva den mer ytnära massfördelningen.



Figur 1. Förenklad berggrundskarta över projektområdet (inom grå begränsningslinje). Brun färg avser äldre sur intrusivbergart, grön äldre basisk intrusivbergart, röd yngre granit, ljusblå klastisk metasedimentär bergart, mossgrön intermediär metavulkanit, gul sur metavulkanit och blå karbonatsten. Lila linje avser diabas. Streckad röd linje avser geofysiskt tolkad konnektion och lineament, streckad blå linje planerat läge för profil och svart yta undersökt häll eller hällområde. *Simplified geological bedrock map of the project area (within grey line). Brown colour denotes older felsic intrusive rock, green colour older mafic intrusive rock, red colour younger granite, light blue colour clastic metasedimentary rock, moss green colour intermediate volcanic rock, yellow colour felsic metavolcanic rock, and blue colour metacarbonate rock. Purple line denotes dolerite dyke. Broken red line denotes geophysically interpreted connection or lineament, broken blue line site of planned traverse, and black surface investigated outcrop(s).*

Under 2017 besöktes 35 lokaler där spektrometermätningar gjordes och bergartsprover samlades in för petrofysisk analys. Utöver det har flertalet markmätningar med magnetometer eller WADIinstrument blivit genomförda. Samtliga geofysiska observationslokaler visas i figurerna 2–4. Läget för markmätningarna med magnetometer eller WADI-instrument visas i figurerna 2–3. En stor del av de insamlade petrofysikproverna togs från järnmineraliserade bergarter nära Norberg, vilka ger upphov till kraftiga högmagnetiska anomalier. På flera platser har dessa prover tagits från varphögar i direkt anslutning till de äldre gruvhålen.

TEM-mätningen genomfördes vid Stripåsens koppargruva med syftet att detektera mineraliseringens fortsättning både lateralt och på djupet. Instrumentet som användes heter SMARTx4 och kom från företaget EMIT (*ElectroMagnetic Imaging Technology*). Mätgeometrierna för sändarslingorna och mottagarinstrumentets placeringar visas i figur 5. Över samma område utfördes markmätningar med WADI-instrument. Bearbetningen och tolkningen av mätningarna återstår att göras.







Figur 3. Den skenbara resistiviteten över projektområdet (inom grå begränsningslinje). Kartbilden baseras på VLF-data från två sändare. Röda punkter visar geofysiska observationslokaler medan vita linjer representerar markmätningar med VLF-instrument (WADI). Den svarta rektangeln i norra delen av området visar var TEM-mätningen gjordes (se figur 5). *Map of apparent resistivity. Black square marks the area of TEM measurements (see Figure 5).*



Figur 4. Det residuala tyngdkraftsfältet över projektområdet (inom grå begränsningslinje). Residualfältet är uttryckt som skillnaden mellan bouguer-anomalin och en analytisk uppåträkning till 3 km. Svarta punkter visar mätpunkternas lägen och konturlinjernas ekvidistans är 0,5 mGal. Röda punkter visar geofysiska observationslokaler. *Map of the residual gravity. Red dot denotes site of geophysical observation point.*



Figur 5. Utsnitt från fastighetskartan som visar omfattningen av TEM-mätningarna vid Stripåsens koppargruva (den röda punkten nära mitten av kartan; se figur 3 för läge). De blå punkterna representerar mätpunkter då ström skickades genom slinga 1 och de gula punkterna motsvarar mätpunkter då slinga 2 var aktiv. *The area of TEM measurements (see Figure 3 for location).*

LITOGEOKEMI

I samband med ett tidigare EU-projekt på SGU (EuRare-projektet; Sadeghi m.fl. pågående arbete) togs ett antal prover av vulkaniter och skarn längs REE-linjen. Vid Stora Malmkärragruvan, som ligger några km VSV om Norberg, togs prover av vulkanisk breccia, glimmerskiffer och skarn. Om man antar att glimmerskiffern representerar en hydrotermal omvandling av en bergart liknande den vulkaniska breccian, visar plottar som de i figurerna 6A–C den relativa kemiska förändringen vid processen. I plottarna har halterna i glimmerskiffer dividerats med motsvarande i vulkanisk breccia.



Figur 6. Den kemiska sammansättningen hos glimmerskiffer respektive skarn dividerad med den hos vulkanisk breccia vid Stora Malmkärragruvan. Data från EuRare-projektet (Sadeghi m.fl. pågående arbete). **A**. Huvudelement i glimmerskiffer/ breccia. **B**. Spårelement utom REE i glimmerskiffer/breccia. **C**. REE i glimmerskiffer/breccia. **D**. Huvudelement i skarn/ breccia. **E**. Spårelement utom REE i skarn/breccia. **F**. REE i skarn/breccia.

Chemical composition of mica schist (A-C) and skarn (D-F) through that in volcanic breccia at the Stora Malmkärra mine.

De element (grundämnen) som kan antas vara immobila vid hydrotermal omvandling, till exempel aluminium och zirkonium, plottar båda nära värdet 1 (fig. 6A–B), vilket innebär att omvandlingen skett vid praktiskt taget konstant volym. Även en del andra element plottar nära 1. Av huvudelementen har magnesium anrikats, medan järn, mangan, kalcium, natrium och kalium urlakats. Det tyder på att omvandlingen innebar nedbrytning av fältspater vid bildning av något magnesium- och glimmerhaltigt mineral. Nedbrytningen visas också genom urlakning av barium, rubidium, strontium och europium (fig. 6B–C). Förutom magnesium visar bara tenn på någon större anrikning. Av de sällsynta jordartsmetallerna (REE) visar lantan till terbium tecken på urlakning. Det senare tyder på att den hydrotermala processen dels innebar mobilitet för dessa element och dels på något sätt kan ha varit kopplad till anrikningen av lätta REE i området eftersom att det som lakats ut ur ursprungliga vulkaniter kan ha anrikats någon annanstans.

Motsvarande resonemang kan föras för skarn jämfört med vulkanisk breccia. Plottarna visas i figurerna 6D–F. Här framgår dock att till exempel aluminium och zirkonium (liksom andra förmodat immobila element som hafnium, tantal och niob) plottar vid värdet ca 0,5 snarare än vid 1, vilket innebär utspädning. Alla element som plottar över en tänkt horisontell linje genom de immobila har anrikats och de under (Na, Ba och Sr) har urlakats. Intressant i det här sammanhanget är den genomgående anrikningen av REE i skarnet, speciellt av medeltunga sådana vilket speglar att det senare är amfibolrikt.

REFERENSER

Ambros, M., 1988: Beskrivning till berggrundskartorna Avesta NV och SV. Sveriges geologiska undersökning Af 153, 84 s.

Geijer, P., 1936: Norbergs berggrund och malmfyndigheter. Sveriges geologiska undersökning Ca 24, 162 s.

Geijer, P. & Magnusson, N.H., 1944: De mellansvenska järnmalmernas geologi. *Sveriges geologiska undersökning Ca 35*, 654 s.

Jonsson, E. & Högdahl, K., 2013: New evidence for the timing of formation of Bastnäs-type REE mineralisation in Bergslagen, Sweden. *Abstract, proceedings 12th SGA biennial meeting,* s. 1 724–1 727 (volume 4).

Stephens, M.B., Ripa, M., Lundström, I., Persson, L., Bergman, T., Ahl, M, Wahlgren, C.-H., Persson, P.-O. & Wickström, L., 2009: Synthesis of bedrock geology in the Bergslagen region, Fennoscandian Shield, south-central Sweden. *Sveriges geologiska undersökning Ba* 58, 259 s.

Strömberg, A.G.B., 1983: Beskrivning till berggrundskartan Ludvika SO. Sveriges geologiska undersökning Af 128, 99 s.

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