



Sveriges geologiska undersökning

Bildningen av järnmalm i Bergslagen och dess relation till komplexa sulfidmalmer

Magnus Ripa & Michael Stephens

Bildningen av järnmalm i Bergslagen och dess relation till komplexa sulfidmalmer

SGU-rapport
2009:23

SGU-rapport
2009:23

Innehållsförteckning:

Sammanfattning	2
Projektbeskrivning och verksamhet	2
Resultat	4
Ryllshyttan	
Dannemora	
Slutsatser	5
Framtida verksamhet	6
Referenser	7

Sammanfattning

Mineraliseringarna i Ryllshyttan antas vara tämligen representativa för hela Bergslagsområdet. Sulfidmineraliseringen är senare än en underordnad och exhalativ fas av järnmineralisering samt samtida med en senare och viktigare epigenetisk fas av järnmineralisering.

Stratigrafin i Dannemora består av tre vulkaniska flöden, vilket är färre än vad man tidigare trott. Den visar troligen en övergång från subaerisk till subakvatisk avsättning uppåt i lagerföljden. Exakt hur de olika deformationsfaserna (D₁-D₃) påverkade mineraliseringarnas nuvarande form och läge är ännu inte fullständigt utrett.

Projektbeskrivning och verksamhet

Den här undersökningen av den genetiska relationen mellan järn- och sulfidmineraliseringar i Bergslagen bedrevs som två kombinerade externa och interna FoU-projekt. De externa delarna av projekten samfinansierades av Sveriges geologiska undersökning (SGU), Boliden Mineral AB, Dannemora Mineral AB, Uppsala universitet (UU) och Luleå tekniska universitet (LTU). Det huvudsakliga arbetet genomfördes av de externa aktörerna medan den interna delens bidrag var att stötta de förra och att se till att de inhämtade kunskaperna överfördes till SGU – i mindre grad deltog vi även i den konkreta verksamheten.

Arbetet inleddes i samband med fältsäsongen 2007. Starten var något försenad på grund av oklarheter med delar av den externa finansieringen. Den första verksamheten var att utse en doktorand för respektive projekt. Det ena projektet skulle fokusera på relationen mellan järn- och sulfidmineraliseringar i Bergslagen i stort, fast med Garpenberg-Ryllshyttan och Stollberg som primära objekt, det andra projektet skulle fokusera på den vulkaniska stratigrafin och tektoniska strukturer i Dannemora (fig. 1). Doktoranderna som valdes var Nils Jansson (LTU) för Bergslagen och Peter Dahlin (UU) för Dannemora.Handledare och kontaktpersoner på universiteten var Rodney Allen (LTU, Boliden Mineral AB) respektive Håkan Sjöström (UU). Ett stort antal personer var inblandade från gruvbolagens sida, men initiala kontakter togs vid projektens planering med Lennart Falk (Dannemora Mineral AB) och Erik Lundstam (Boliden Mineral AB). Under 2009 bestämde Dannemora Mineral AB sig för att inte längre finansiera projektet i Dannemora, men samarbetet för övrigt fortsätter.

Detaljer om projektens upplägg, kostnader och arbetsmetoder beskrevs tidigare dels i de externa och interna projektansökningarna, dels i de obligatoriska lägesrapporterna till SGU. I huvudsak omfattade arbetet detaljerade fältstudier och borrhärnekarteringar vid de valda objekten (fig. 1). Ett stort antal prover togs och deras kemiska sammansättning analyserades. Det insamlade och analyserade materialet sammanställdes och utvärderades. Resultaten av respektive doktorands arbeten kommer under våren 2010 ha lett till bland annat två licentiatavhandlingar; de beskrivs kortfattat i nästa avsnitt. MR kommer att vara opponent då Peter Dahlin ska lägga fram sitt arbete.

Projektets deltagare redovisade också delar av sina resultat på den geologiska världskongressen i Oslo 2008 (IGC33) och bidrog på olika sätt till den exkursion i Bergslagen som organiserades i samband med kongressen. Doktoranderna deltog under projektens gång i ett antal kurser och exkursioner (se deras lägesrapporter till SGU).

Undertecknade, övriga projektdeltagare och industrins representanter hade fortlöpande (ca två gånger per år) informella möten och arbetsexkursioner. Med doktoranderna har vi haft löpande kontakter samt utbyte av information och arbetsmaterial.

Undersökningen innebar i sin helhet ett givande och i huvudsak friktionsfritt samarbete mellan SGU, universiteten och industrin och var berikande för samtliga inblandade, både ur kunskaps- och kontaktsynpunkt. Vi förordar därför starkt fler liknande samarbetsprojekt för SGU:s personal.

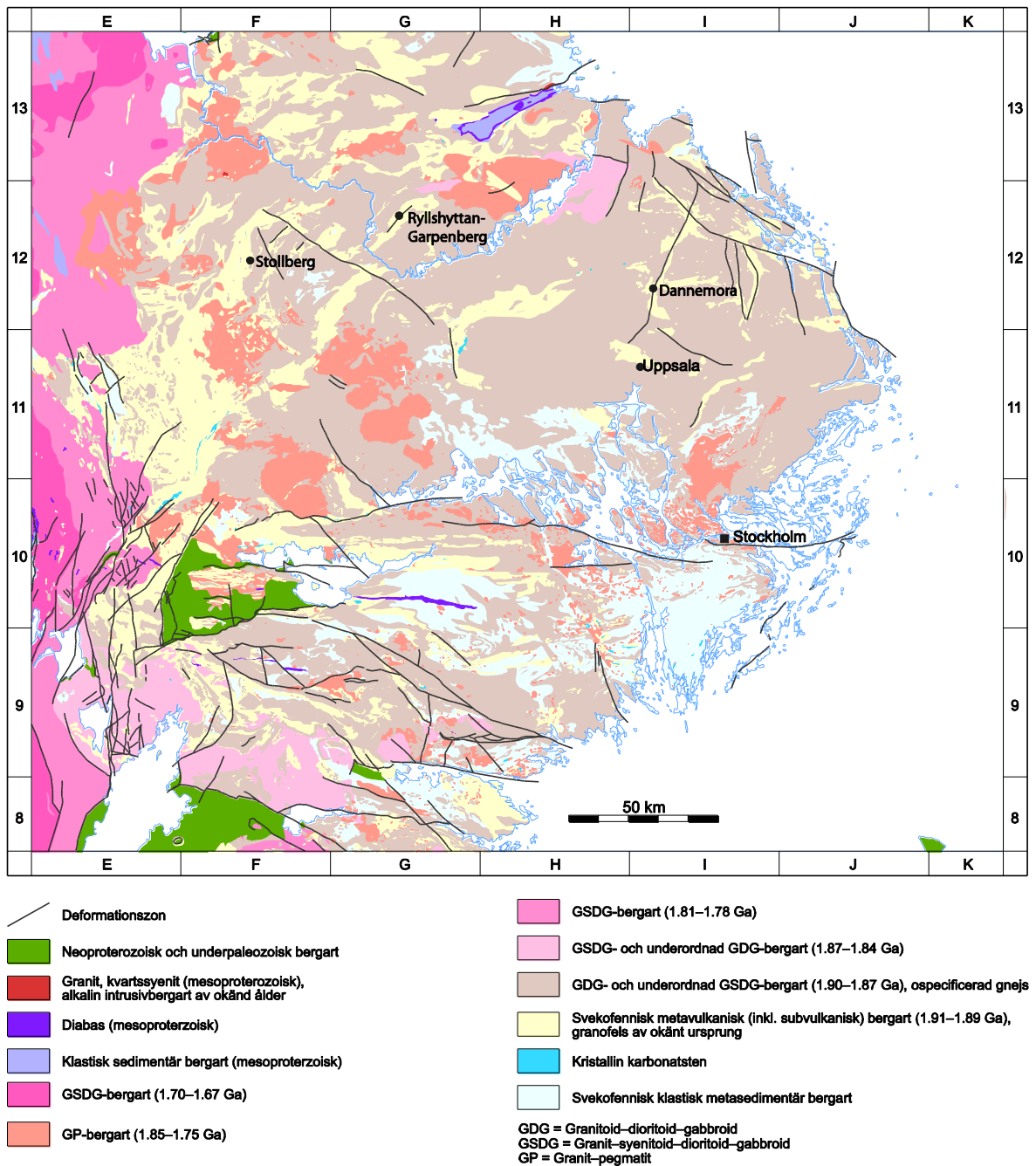


Fig. 1 Förenklad berggrundskarta över Bergslagen (modifierad efter Stephens m.fl. 2009). Ga avser miljarder år.

SGU-rapport 2009:23 Bildning av järnmalm i Bergslagen och dess relation till komplexa sulfidmalmer

Resultat

Liksom tidigare har antytts efter vissa studier av Bergslagens malmer och mineraliseringar (t.ex. Geijer & Magnusson 1944), kan det nu visas att sulfidmineraliseringen i Ryllshyttan (fig. 1) är senare än en underordnad och exhalativ fas av järnmineralisering och samtida med en senare och viktigare epigenetisk fas av järnmineralisering.

Den vulkaniska miljön och de strukturer som påverkat lokaliseringen av malmerna i Dannemora (fig. 1) tolkas nu delvis annorlunda än tidigare.

Följande punktvisa sammanfattningar av doktorandernas arbeten visar den komplicerade geologiska historia som bergarterna vid de undersökta objekten visar.

Ryllshyttan

Enligt Jansson (2009) var den geologiska utvecklingen i Ryllshyttanområdet (fig. 1) som följer:

1. Avsättning av ett ryolitiskt massflöde i subakvatisk miljö
2. Bildning av stromatolitisk kalksten, vilken innebär vattendjup i den fotiska zonen, dvs. ganska grunt vatten. Kalkstenen blir senare värdbergart för de ekonomiska sulfid- och magnetitmineraliseringar (se nedan)
3. Avsättning under vågbasen, i djupare vatten än kalkstenen, av en packe vulkanisk ask-siltsten **samt** bildning av kalk- och järnrika exhaliter
4. Intrusion av ryolitporfyr
5. Intrusion av mafiska gångar och smärre intrusiv
6. K-Fe-Mg±Si-omvandling **och** sulfid- + magnetitmineralisering i ovan nämnda kalksten
7. Intrusion av subvulkanisk granodiorit och dacit
8. Na-Ca-omvandling
9. Bildning av S₁-foliation
10. Metamorfof 1
11. Bildning av F₂-veck och S₂-foliation
12. Metamorfof 2

13. Bildning av D₃-skjuvzon
14. Bildning av D₄-förcastning

Dannemora

Enligt den obligatoriska lägesrapporten till SGU (Dahlin 2009) inträffade följande händelser i Dannemora:

1. Avsättning av åtminstone tre stycken vulkaniska massflöden, vilka är färre än i tidigare tolkningar och som tillsammans utgör ca 700-1000 m mäktighet. Sammanpressade pimpstensfragment (p.g.a. *welding*) i den vulkaniska packens nedre delar saknas i dess övre och kan tyda på övergång från subaerisk till subakvatisk avsättning med tiden
2. Intrusion av basisk gångbergart
3. Intrusion av äldre granit
4. Bildning av S₁-foliation och F₁-veck (möjligen var intrusionen av äldre granit yngre än denna händelse). Veckningen bildade två stycken ungefär NS:ligt strykande synklinaler och mellanliggande antiklinal i området från Bennbo till Dannemora
5. Intrusion av basisk gångbergart
6. Bildning av S₂-foliation, L₂-lineation och F₂-veck
7. Bildning av D₃-skjuvzon

Dahlin (2009) diskuterar också metamorfosgraden som är övre grönskifferfacies (<500 °C) enligt mineralparageneser i amfiboliter och i D₃-skjuvzoner, den något oklara relationen mellan D₂ och D₃ samt förekomsten och bildningen av eventuella tubveck.

Slutsatser

De hittills gjorda undersökningarna visar att det går, med hjälp av noggranna undersökningar av hållar och borrhärdar, att reda ut och beskriva de komplicerade processer som ligger bakom Bergslagens mineraliseringar. De visar att det finns två faser av järnmineralisering, en tidig exhalativ och en senare epigenetisk, och att sulfidmineraliseringarna är i stort sett samtida med den epigenetiska järndito. En väl genomtänkt provtagning, följd av kemisk analys av både bergartsprover och enskilda mineral bidrar till och bekräftar bilden.

Frågorna kring stratigrafin och de strukturer som påverkar malmernas form och läge i Dannemora kräver ytterligare insatser. Det kan vara värt att notera att ovan nämnda strukturella tolkning avviker något från den som vissa tidigare arbeten i Bergslagen har gjort.

Ytterligare insatser måste också göras när det gäller dateringar av vissa kritiska händelser i både Ryllshyttan och Dannemora.

Framtida verksamhet

Båda doktoranderna avser att efter sina respektive licentiatavhandlingar gå vidare med fortsatta studier enligt de projektplaner som lämnats in i samband med ansökningarna till SGU om forskningsmedel. I viss utsträckning har dessa faktiskt redan inletts. Resultaten av arbetena är tänkta att presenteras i bl.a. framtida doktorsavhandlingar. SGU har emellertid beslutat att inte vidare stödja de två projekten, och deras framtid är beroende av annan finansiering.

Det är oklart om och i vilken utsträckning undertecknad SGU-personal kan delta i de framtida undersökningarna, och i så fall om det kan ske inom ramen för löpande verksamhet i den nya organisationen. En fortsatt överföring av förstahandsinformation in i SGU vore önskvärd.

Redan i de föreliggande rapporterna och avhandlingarna har ett antal angelägna problemställningar listats (inklusive ovan nämnda dateringsbehov). De är:

Smältarmossen, Garpenberg (Jansson 2009)

1. Stratigrafisk och strukturell korrelation med Garpenbergs sulfidmineraliseringar och med intilliggande subvulkaniska dacitintrusion
2. Dokumentera skillnader i genetisk stil mot mineraliseringen i Ryllshyttan

Lappberget, Garpenberg (Jansson 2009)

1. Skillnader och likheter mellan magnetit- och sulfidmineraliseringen

Stollberg (Jansson 2009)

2. Stratigrafi och strukturer. Tektonisk repetition av värdbergarter?
3. Likheter och skillnader mot Ryllshyttan och Garpenberg

Dannemora (Dahlin 2009)

1. Bestämning av eventuella F_1 -axlars orientering
2. Korrelation av strukturer i metavulkaniter och äldre graniter för att utreda om de senare även deformerats under D_1

3. Bestämma relationen mellan veckstrukturer och de begränsande skjuvzonerna i öster
4. Identifiera eventuella tubveck
5. Rörelsebelopp längs skjuvzoner

Referenser

Dahlin, P., 2009: Structure and stratigraphy of the Dannemora iron deposit. Lägesrapport till SGU.

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

Jansson, N., 2009: The origin of the Ryllshyttan stratabound Zn-Pb-Ag-(Cu) + magnetite deposit, Garpenberg, Bergslagen, Sweden. *Licentiate thesis, Luleå university of technology*, 37 s.

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