

Bergslagen, etapp 2

Berggrundskartering i området Grycksbo-Insjön

Cecilia Brolin, Alexander Lewerentz & Magnus Ripa

mars 2020

SGU-rapport 2020:08



Omslagsbild: Metamorf basisk bergart med xenoliter.
Fotograf: Cecilia Brolin

Författare: Cecilia Brolin, Alexander Lewerentz och Magnus Ripa
Granskad av: författarna har läst varandras avsnitt
Ansvarig enhetschef: Ildikó Antal Lundin

Redaktör: Lina Rönnåsen

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

www.sgu.se

INNEHÅLL

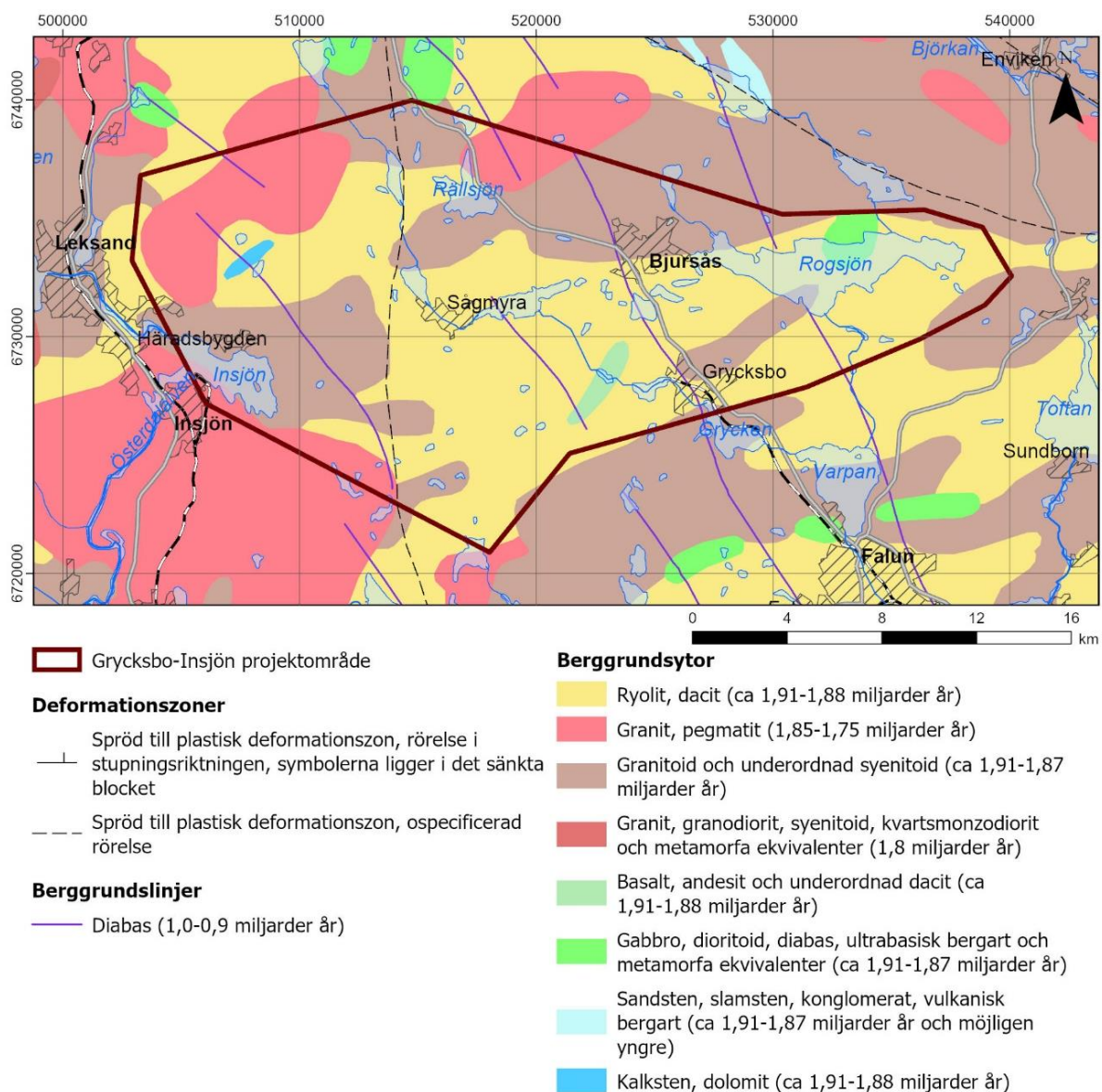
Inledning.....	4
Tidigare arbeten.....	5
Årets arbeten.....	7
Geologi.....	7
Geofysik	12
Fortsatt arbete.....	15
Referenser.....	16

INLEDNING

Denna rapport avser berggrundskartering och geofysiska undersökningar som utförts i Grycksbo-Insjöområdet under 2019 (fig. 1). Projektet är en del av det så kallade Bergslagen, etapp 2-projektet som inleddes 2018. Anledningen till att undersökningarna förlagts hit är att befintligt berggrundsgeologiskt underlag bedöms vara bristfälligt i delar av området.

I det aktuella området har den geologiska undersökningen bedrivits yttäckande (fig. 1). Fokus har legat på ytbergarterna, det vill säga de metavulkaniska och metasedimentära bergarternas stratigrafi, strukturella uppbyggnad och utveckling, eftersom dessa är starkt associerade med de talrika mineraliseringar som finns i området.

Projektområdet Grycksbo-Insjön (fig. 1) ligger i Dalarnas län och omfattar delar av Leksands och Falu kommuner.

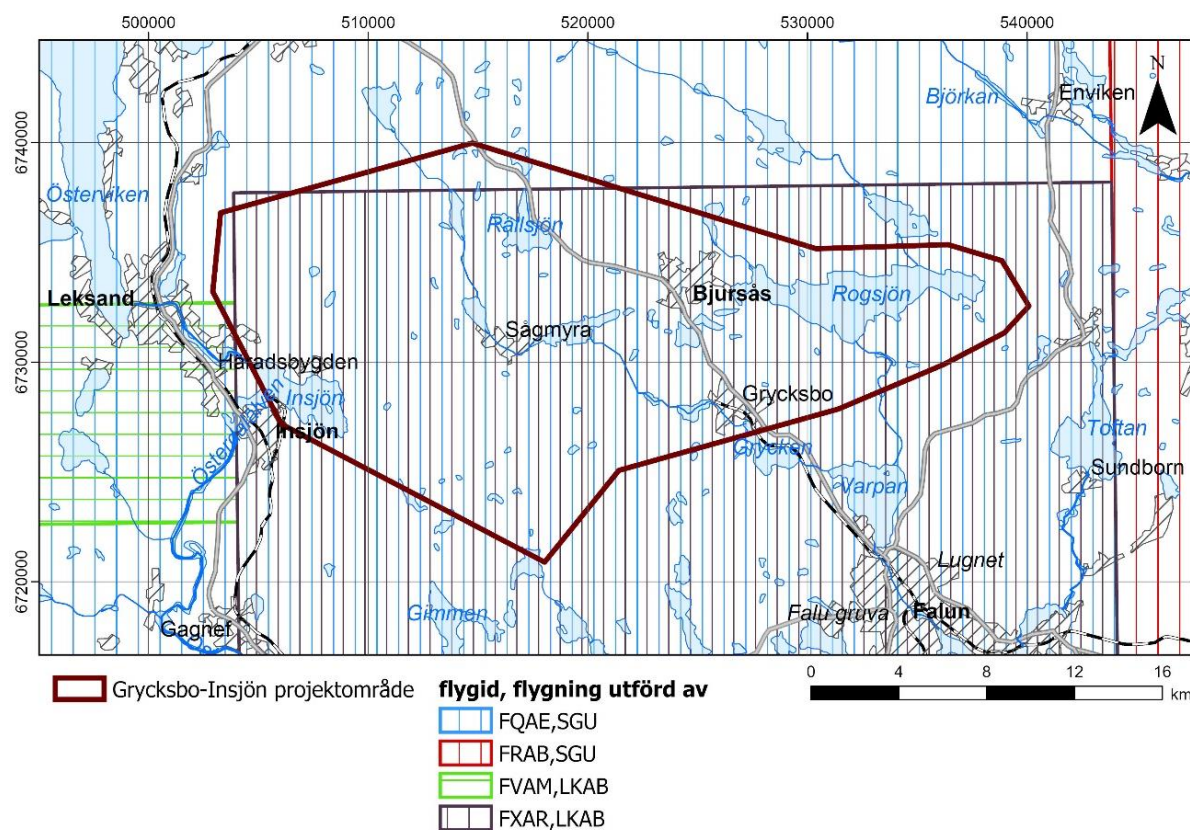


Figur 1. Projektområdet Grycksbo-Insjön inom ramen. Bakgrunden är berggrundsytor i skala 1:1 miljon enligt SGUs databas. Vägar och sjöar enligt Lantmäteriets Sverigekarta i samma skala. Rutnät och koordinater enligt sweref99tm.

TIDIGARE ARBETEN

Det mest moderna och detaljerade geologiska underlaget i området är Kresten & Aaro (1987a, b, c). En karta och beskrivning över berggrunden i dåvarande Kopparbergs län gjordes av Hjelmqvist (1966). En regional beskrivning av hela Bergslagenområdet utfördes av Stephens m.fl. (2009). En inventering av områdets fyndigheter beskrevs av Ripa m.fl. (2015). En del prospekteringsrapporter rörande vissa delar av området finns också, se apps.sgu.se/prospekteringsrapporter.

Flyggeofysiska mätningar över projektområdet har utförts av SGU och LKAB i olika mätkampanjer (fig. 2). En sammanställning över flygningarna och vilka mätmetoder som har använts redovisas i tabell 1. Under 2019 har nya flyggeofysiska mätningar som täcker hela projektområdet utförts av SGU. Flygriktningen var 310/130 grader och linjeseparationen 200 m. Inför fältarbetet 2019 har äldre flyggeofysiska data använts som tolkningsunderlag och för framtagandet av lineament och konnektioner och kommer att revideras något i och med de nya mätningarna. Data från flygningarna 2019 kommer att ingå som tolkningsunderlag i vidare arbete.



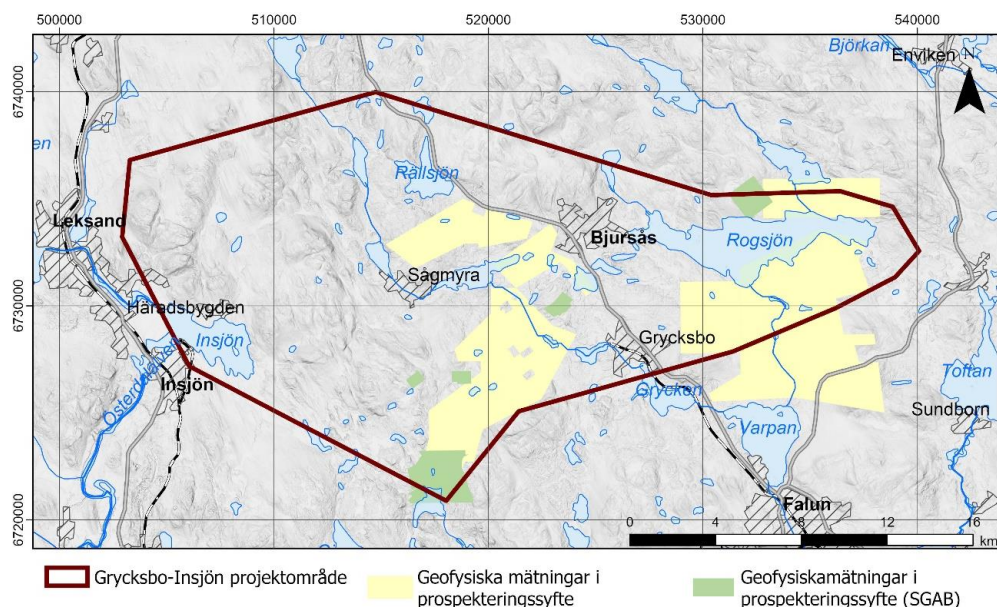
Figur 2. Projektområdet Grycksbo-Insjön inom ramen. Polygoner visar olika flygmätningssatser (se också tabell 1) med linjer i flygriktningen för de olika projekten.

Tabell 1. Flygmätningar i anslutning till projektområdet.

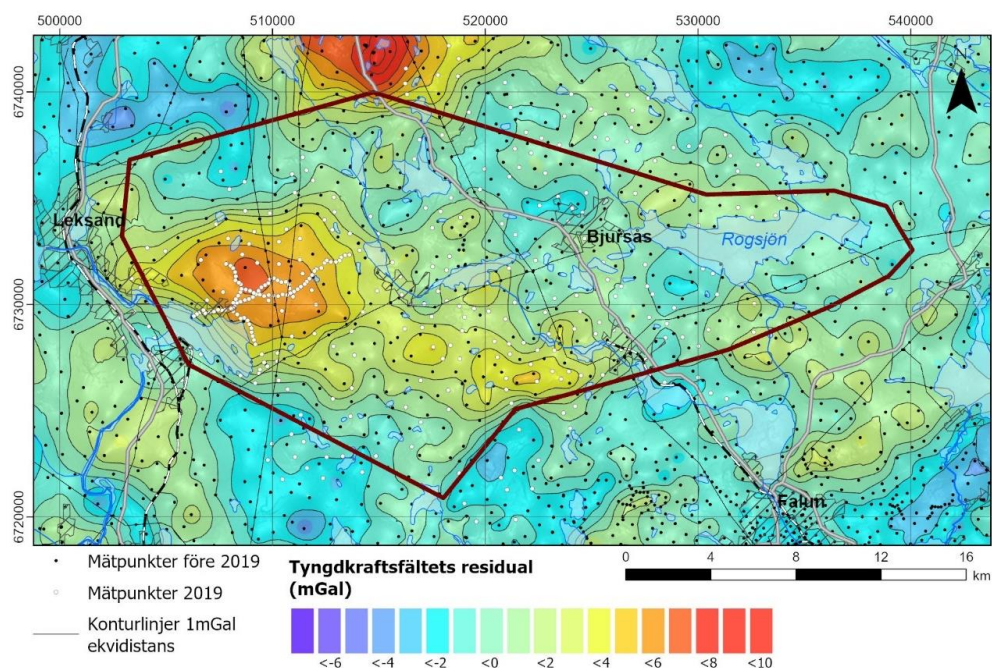
Flygid.	Mätår	Utförare	Flygriktning	Magnetfält	Slingram	Radiometri	VLF
FXAR	1983	LKAB	N-S	x	x	x	två sändare
FQAE	1976	SGU	N-S	x		x	
FRAB	1977	SGU	N-S	x		x	
FVAM	1981	LKAB	Ö-V	x	x	x	en sändare

Förutom SGUs och LKABs flygmätningar finns det ytterligare geofysiska mätningar utförda av prospekteringsbolag. De som har kommit SGU tillhanda och vars sekretess har löpt ut redovisas som gula polygoner i figur 3. I samma figur redovisas också områden med mätningar utförda av Sveriges Geologiska AB (SGAB) som gröna polygoner.

Inom projektområdet finns tyngdkraftsmätningar med en punkttäthet på lite mer än en punkt per kvadratkilometer. Detta utgör ett relativt storskaligt tolkningsunderlag, vilket innebär att endast större enheter med densitetsvariationer kan urskiljas i befintliga data (fig. 4).



Figur 3. Polygoner som visar områden vari geofysiska mätningar gjorts i prospekteringssyfte. Bakgrunden är höjddata från Lantmäteriets databas (bearbetad med lutningsanalys).



Figur 4. Det residuala tyngdkraftsfältet över projektområdet. Residualfältet är uttryckt som skillnaden mellan bouguer-anomali och en analytisk uppåträkning till 4 km. Svarta punkter visar mätpunkter före 2019, vita punkter visar 2019 års mätningar. Anomalibilden baseras på mätningar innan 2019.

ÅRETS ARBETEN

Årets fältarbeten omfattade cirka tre veckors kartering och två veckors geofysiska mätningar. Karteringen gjordes i huvudsak av Alexander Lewerentz och något av Magnus Ripa, de geofysiska mätningarna ombesörjdes av Cecilia Brolin. Nya tyngdkraftsmätningar i området har utförts av Johan Jönberger, Patrik Johansson och Petri Valasti. Totalt mättes 340 nya punkter i projektområdet och dess omnejd.

Fältsäsongen 2019 var den första av två, och resultaten är preliminära och kan komma att revideras under fortsatt arbete.

Geologi

Vi inledde fältarbetet med ett par dagars exkursion för att bekanta oss med områdets bergarter och metamorfa nivå. Större delen av området, sydväst om Rogsjön, verkar ha tämligen välbevarade ytbergarter. Kring och nordost om Rogsjön är den metamorfa graden högre.

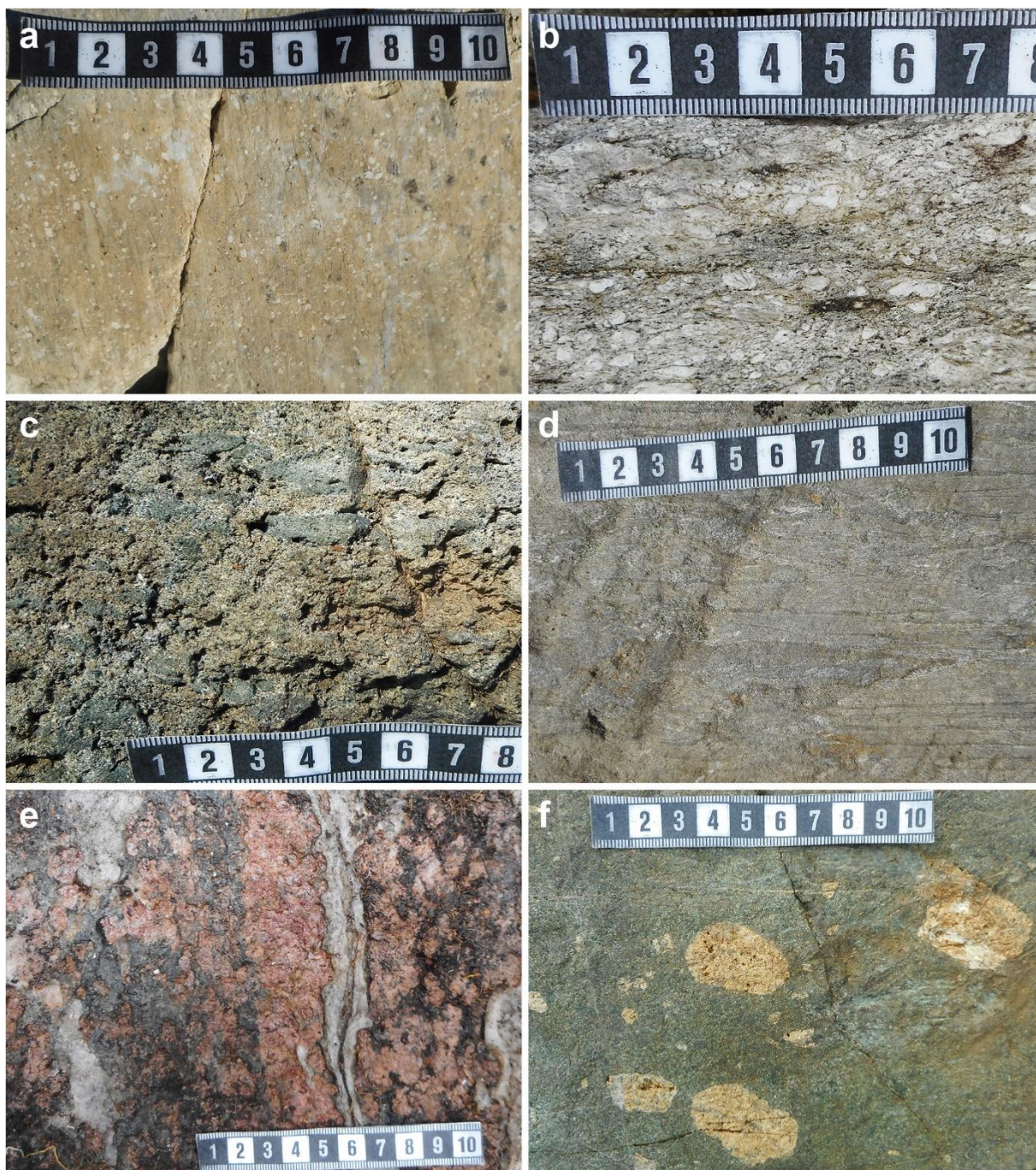
Årets fältarbeten gjordes för övrigt mest i ett område sydsydost om Sågmyra (fig. 1). Här finns till synes en nordostligt strykande synklinal struktur med metasedimentära bergarter överlagrande metavulkaniter. Vi har uppdaterat SGUs databas halldb med 77 observationer och tagit 17 stycken prover för kemisk analys och tunnslipstillverkning.

De undersökta metavulkaniterna varierar avsevärt med avseende på sammansättning, textur och struktur. I särklass vanligast förekommande är ryolitisk metavulkanisk silt- till sandsten med enstaka strökorn av kvarts och fältspat, med varierande grad av tektonisk foliation och stänglighet (fig. 5a). Ställvis förekommer bergarter tolkade som matrixstödda vulkaniska konglomerat, som utöver strökorn även innehåller klaster (fig. 5b). Vid två lokaler har basaltiska metavulkaniter påträffats, dessa har ett utseende liknande hyaloklastisk textur som uppkommer genom autobrecciering av basisk lava i kontakt med vatten (fig. 5c; jfr McPhie m.fl. 1993).

Områdets metasedimentära bergarter är, till skillnad från metavulkaniterna, kornstorleksmässigt väl sorterade och saknar helt strökorn. Omväxlande lager av sandsten och lersten utgör troligtvis delar i en sedimentär gråvackesekvens. Ställvis förekommer strukturer som kan tolkas som korsskiktning eller annan flödesrelaterad struktur (fig. 5d). Centimetertunna, magnetitrika lager förekommer ställvis. Utifrån denna kartering tolkas preliminärt de metasedimentära bergarternas utbredning vara avsevärt mindre än tidigare kartlagt (jfr Kresten & Aaro 1987).

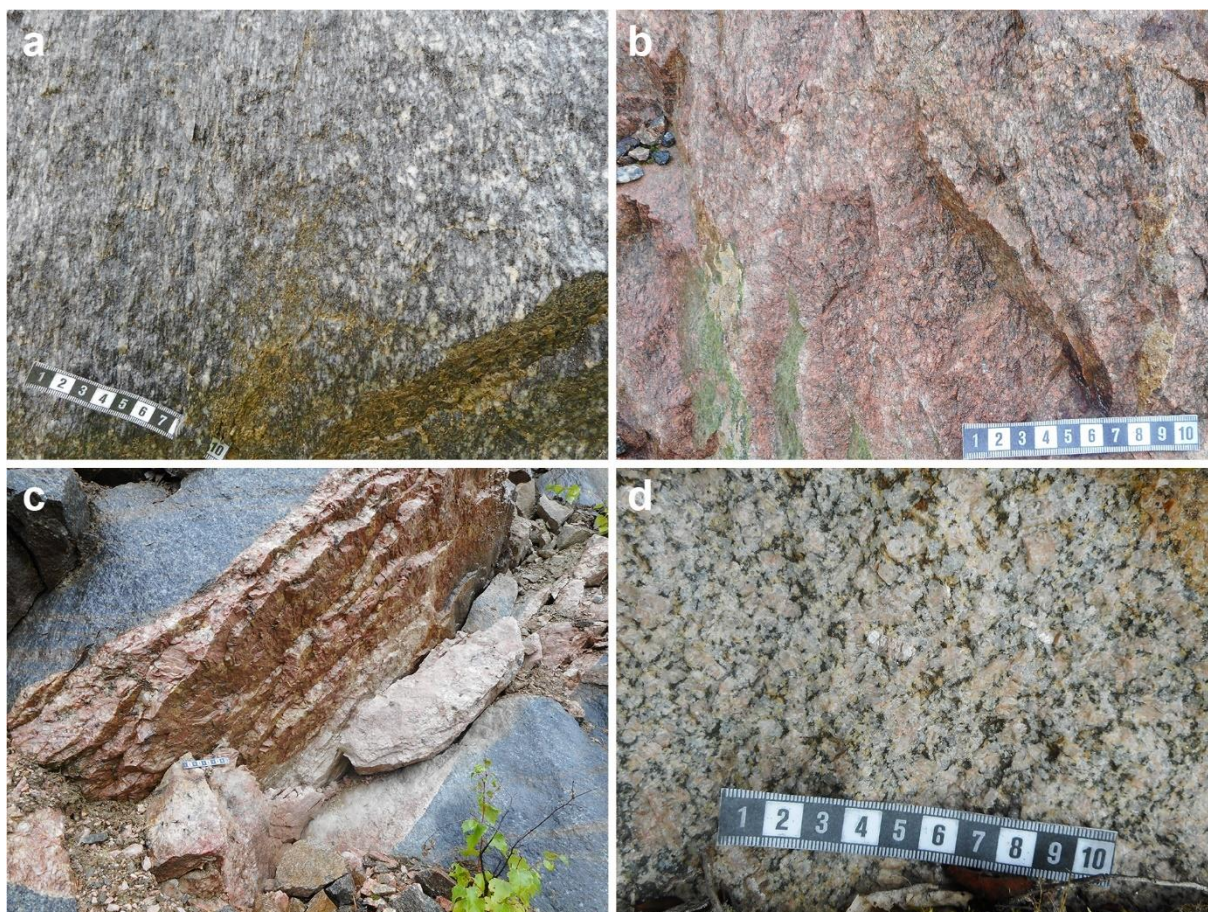
Skarnbergarter har påträffats både i håll och i varp. Inom områdets metasedimentära bergarter återfinns skarn i linser eller lager som troligen representerar kalkinblandning i sedimenten, vilka sedan omvandlats till grovkorniga bergarter bestående av framförallt amfibol och granat (fig. 5e). Ställvis hög magnetisk susceptibilitet, som mest har $17\,400 \times 10^{-5}$ uppmätts, indikerar förekomst av magnetitrika lager. Sulfidmineral har observerats i skarn från varp, ytterligare beskrivet nedan, men ännu ej i håll.

Omkristalliserade, folierade, metamorfa basiska bergarter förekommer inom metavulkaniterna som dm- till m-måktiga gångar till synes parallella med lagringen. Detta skulle indikera att de är lagergångar, efter minst två deformationsfaser är det dock fullt möjligt att det istället rör sig om gångar som där genom parallelliserats med lagringen. (fig. 5f). Bergarterna är jämnkorniga och fin- till fint medelkorniga. Ställvis förekommer både finkorniga och fint medelkorniga varianter inom samma håll, med skarp kontakt dem emellan, vilket kan tolkas som förekomst av flera generationer av gångar som intruderat i varandra. Generellt har dessa bergarter långt större utbredning än som tidigare kartlagts (jfr Kresten & Aaro 1987).



Figur 5. A. Ryolitisk vulkanisk siltsten med strökorn av fältspat och kvarts (ALZ192036; 6728824/519166). **B.** Vulkanisk breccia till vulkaniskt konglomerat (ALZ192009; 6724800/519827). **C.** Basaltiskt lavaflöde, möjligen autobreccierat i kontakt med vatten och därmed uppvisandes hyaloklastisk textur (ALZ192039; 6728822/519532). **D.** Metasedimentär bergart med omväxlande, sorterade lager av lersten till sandsten, uppvisar möjligen korsskiktning (ALZ192010; 6724894/519813). **E.** Skarn bestående av granat och amfibol, kvartsådror förekommer inom bergarten (ALZ192014; 6725489/520020). **F.** Metamorf basisk bergart, förekommer ofta som dm- till m-måktiga gångar, ställvis med xenoliter (ALZ192060; 6728076/520573). Foto: Alexander Lewerentz.

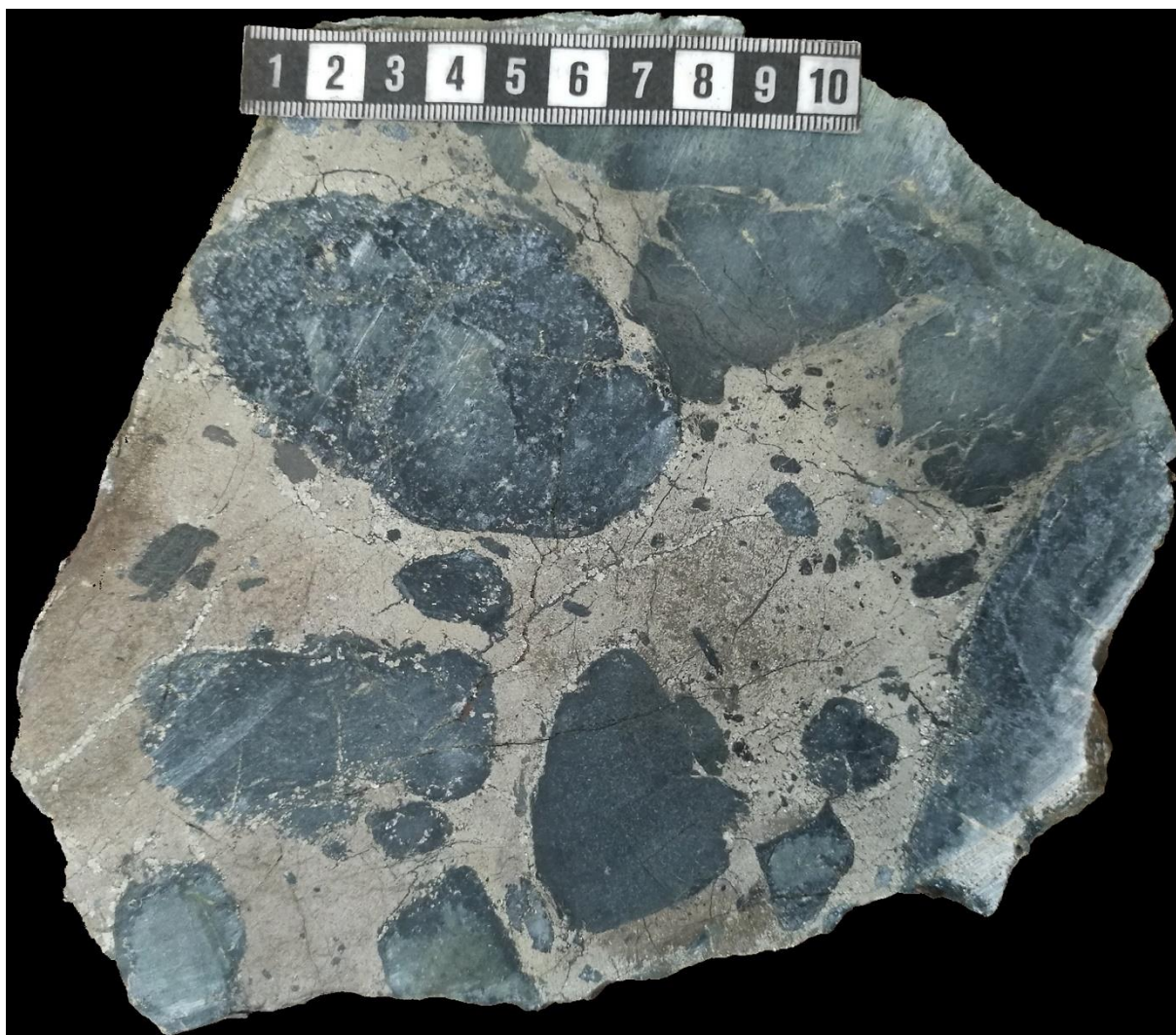
Äldre, pre- till syn-orogena graniter till tonaliter förekommer inom området. Dessa är fint medelkorniga, småporfyriska med strökorn av K-fältspat, metamorfa texturer och strukturer inkluderar ett omkristalliserat utseendet samt penetrativ foliation (fig. 6a). Vid en av de undersökta lokalerna är denna bergart markant rödfärgad längs ställvis epidotläkta sprickor, detta tolkas preliminärt som möjlig K-omvandling alternativt hematitstänk (fig. 6b).



Figur 6. A. Folierad metagranit. **B.** Rödpigmenterad metagranit med epidotläkta sprickor (K-omvandling eller hematit-stänk?). **C.** Odeformerad pegmatitgång som skär foliation i granodioriten (ALZ192055; 6722922/522584). **D.** Posttektonisk, små- till grovporfyrisk granit av GP-typ med rektangulära fenokrister av K-fältspat (ALZ192001; 6738683/521520). Foto: Alexander Lewerentz.

Området uppvisar också ett antal icke deformerade bergarter. Ser- till postorogena graniter av GP-typ (se Stephens m.fl. 2009) är massformiga, fint medelkorniga, små- till grovporfyiska med strökorn av K-fältspat (fig. 6d), ett delvis omkristalliserat utseende kan tolkas som att de bildats i nära anslutning till den svekokarelska orogenesen. Pegmatitgångar, upp till några meter mäktiga, har observerats slå genom områdets bergarter (fig. 6c), dessa är massformiga och skär övriga bergarters foliation. Diabasgångar, massformiga och fin- till fint medelkorniga, stryker NNV-SSO, dessa antas tillhöra Blekinge-Dalarnadiabaserna (BDD) bildade ca 0,98–0,95 Ga (Söderlund et al. 2005).

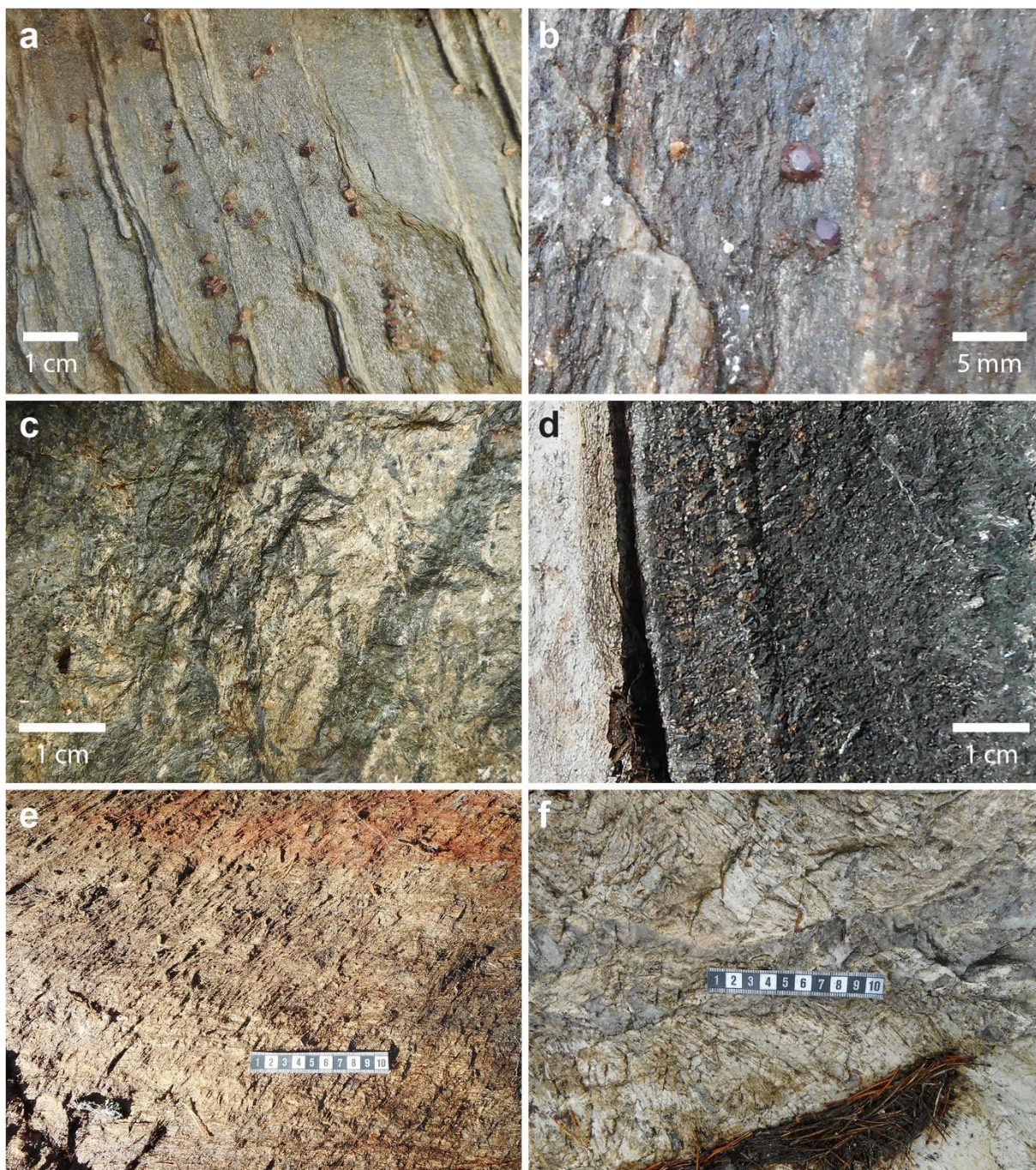
Utöver rena karteringsinsatser har även varp provtagits från några av områdets nedlagda järn- och sulfidmalmsgruvor; nämligen Flobergsgruvorna, Oxbergsgruvan, Vallsarvsgruvorna och Slättbergs gruvor. Järnmineraliseringarna är generellt sett skarniga och amfibolrika med magnetit som huvudsaklig Fe-bärande fas. Sulfidmineraliseringarna förekommer mestadels i amfibol- och granatförande skarn inom vulkaniterna, med magnetkis, pyrit, kopparkis, zinkblände och blyglans som huvudsakliga sulfidmineral. Från detta skiljer sig Slättbergs gruvor: här återfinns mineraliseringen som matrix i en matrixstödd breccia med resorberade klaster av mafiskt material (fig. 7). Matrix består av massiv endera magnetkis eller magnetit och därtill mindre inslag av andra sulfidmineral; kopparkis verkar framförallt förekomma i anslutning till de mafiska klasternas resorptionskanter. Preliminära analysresultat av denna varp visar, förutom höga halter av Fe_2O_3 upp till över 80 %, innehåll på upp till ca 1 % Cu, 1 % Ni, 0,1 % Co och 0,1 % V samt 0,2 respektive 0,5 ppm Pt och Pd.



Figur 7. Sågad yta av varpprov från Slättbergs gruvor (ALZ192051A; 6738230/511911). Värdbergarten är breccierad, klasterna av mafiskt material är ställvis uppspruckna och delvis resorberade längs kanterna. Matrix består uteslutande av finkorniga sulfidmineral, mestadels magnetkis men även pyrit och kopparkis förekommer. Foto: Alexander Lewerentz.

Området har genomgått metamorfos i amfibolitfacies (Stephens m.fl. 2009). Metavulkaniter, troligen i förekommande fall Mg- eller på annat sätt omvandlade, uppvisar bl.a. porfyroblaster av andalusit (fig. 8a), granat (fig. 8b) och amfibol (fig. 8c). Andalusit har även observerats i meta-sedimentära bergarter. Vid en lokal har en dm-bred omvandlingszon observerats vid kontakten mellan metavulkanit och metabasit (fig. 8d). Metabasiten är här kraftigt omkristalliserad och amfibolitiserad, granat förekommer med avtagande frekvens inom ca 3 cm från kontakten. Bergarterna är vid denna lokal boudinerade med kvartsläkt sprickor inom deformationszonen, vilket kan tyda på att fluider kanaliserats här och är den bakomliggande orsaken till omvandlingszonen.

Deformationen är olika mycket utpräglad inom området, men alla pre- till synorogena bergarter uppvisar någon form av penetrativ foliation. Ställvis förekommer två mot varandra skärande foliationsgenerationer (fig. 8e), dessa representerar antagligen S0/S1 respektive S2. Lokalt har småskaliga skjuvzoner observerats, där foliation och metabasitgångar böjer in mot och parallelliseras med deformationen (fig. 8f). Boudinage har observerats vid lokaler med bergarter av kontrasterande kompetens, t.ex. relativt högkompetenta metabasitgångar i lågkompetent metavulkanit.

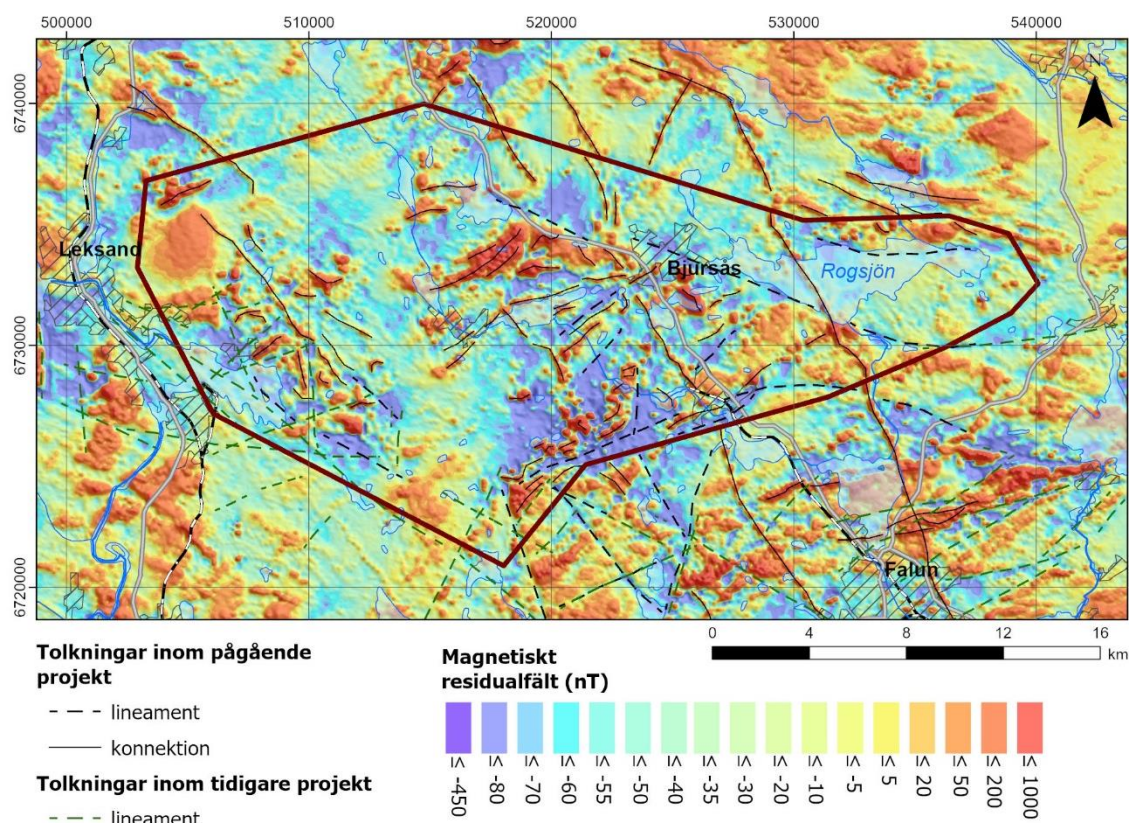


Figur 8. A. Porfyroblaster av andalusit förekommer i glimmerrika lager inom metavulkaniterna (ALZ192027; 6727687/518981). **B.** Porfyroblaster av granat i metavulkanit (ALZ192072; 6728599/521491). **C.** Kärvar av nålformade amfibolkristaller i metavulkanit (ALZ192047; 6730207/520552). **D.** Omvandlingszon där metamorf mafisk gångbergart är särskilt amfibolitiserad längs kontakten mot metavulkanit och granat endast förekommer inom 2–3 cm från densamma (ALZ192008; 6724664/519828). **E.** Hälllyta av metavulkanit som uppvisar två olika, mot varandra diskordanta, foliationer (ALZ192071; 6728230/521084). **F.** Kvartsläkt småskalig sinistral skjuvzon i metavulkanit (ALZ192060; 6728076/520573). Foto: Alexander Lewerentz.

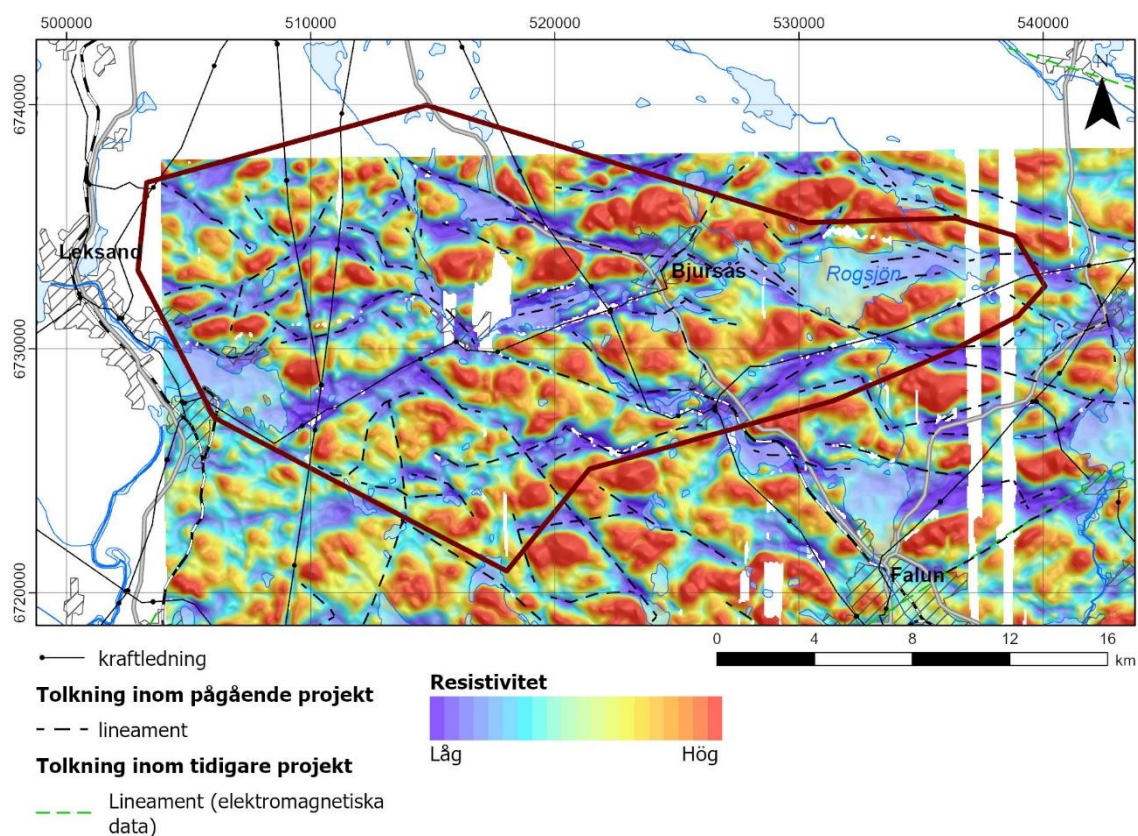
Geofysik

Förarbetet inför fält bestod av sammanställning och bearbetning av befintligt geofysiskt underlag samt lineaments- och konnektionstolkning. Resultatet från denna bearbetning för tyngdkrafts-, magnetfält- och VLF-data redovisas i figurerna 9 och 10. Preliminära lineaments- och konnektionstolkningar är inkluderade, men kan komma att revideras och kompletteras efter bearbetningen av nya insamlade flygmätta data. Även tyngdkraftsbilden kommer att korrigeras efter 2019 års insatser som förbättrat punkttheten väsentligt. Från gammastrålningsmätningar redovisas halten av torium i figur 11.

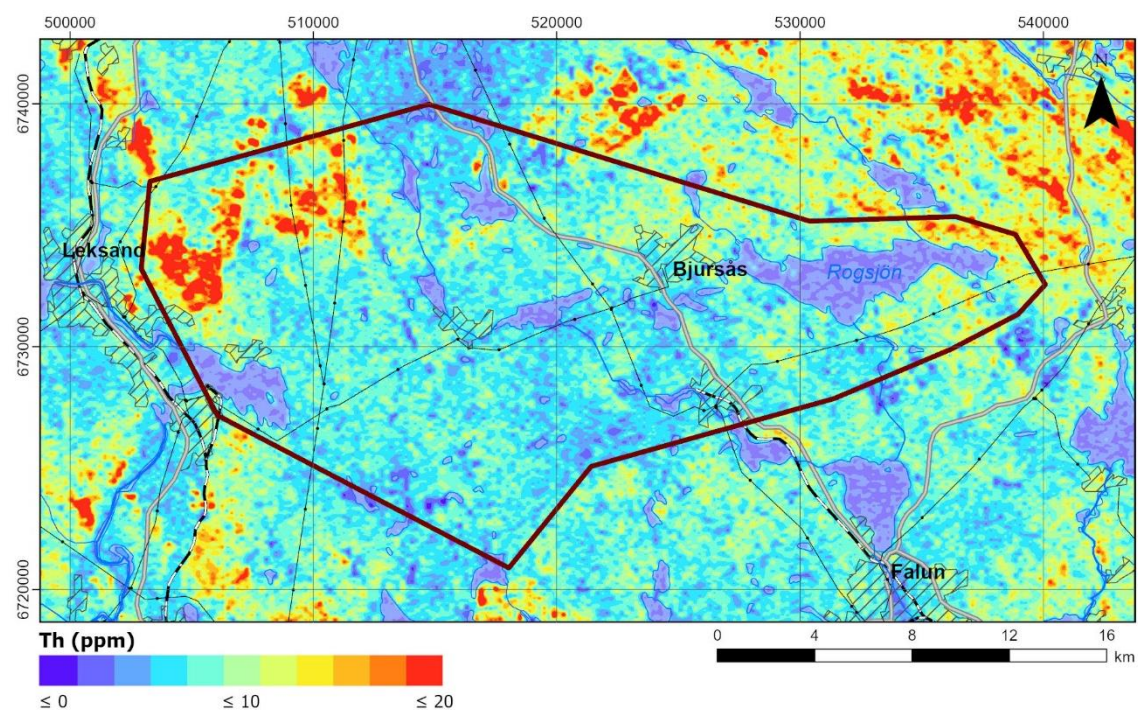
2019 års fältarbete fokuserade på att samla in prov för alla representerade berggrundsenheter i området samt utföra mark-profilmätningar med VLF och magnetometer. Profilmätningarna syftade dels på att undersökta observerade anomalier i högre detaljgrad samt bidra till strukturinformation i olika områden. Den geografiska distributionen av 2019 års observationer och profiler redovisas i figur 12.



Figur 9. Magnetiskt residualfält över projektområdet. Den magnetiska residualen är uttryckt som skillnaden mellan det polreducerade totalfältet och en analytisk uppåträkning till 1 km. Preliminära tolkade lineament och konnektioner är inkluderade i figuren.



Figur 10. Skenbar resistivitet beräknad från VLF-data för flygområde FXAR (figur 2) med preliminärt tolkade lineament (huvudsakligen deformationszoner med spröd karaktär och sprickor). Observera att många blå stråk också orsakas av kraftledningar eller järnvägar.



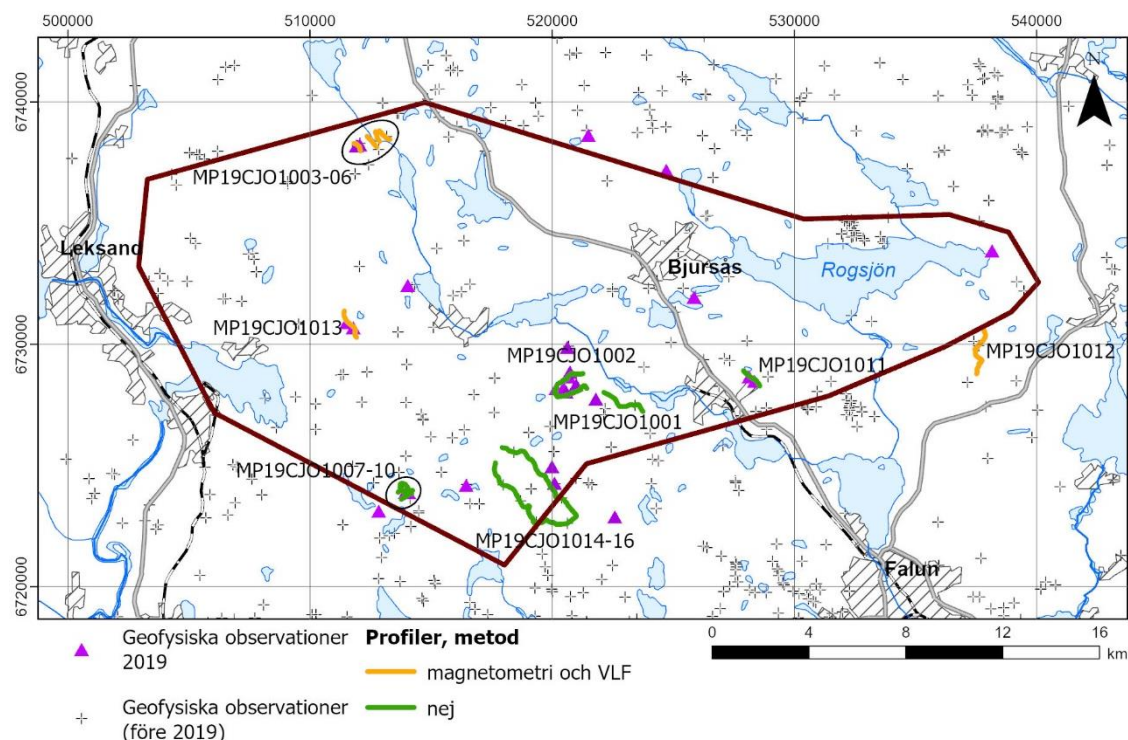
Figur 11. Halten av torium (Th) i det översta marklagret (ca 1 m) beräknad från gammaspektrometriska mätningar från flygplan.

Fyra profiler mättes över Slättbergsmineraliseringen. En relativt svag positiv magnetisk anomali följer mineraliseringens strykningsriktning och information från markmätningarna kan bidra med strukturell information till en geologisk modell (MP19CJO1003-06).

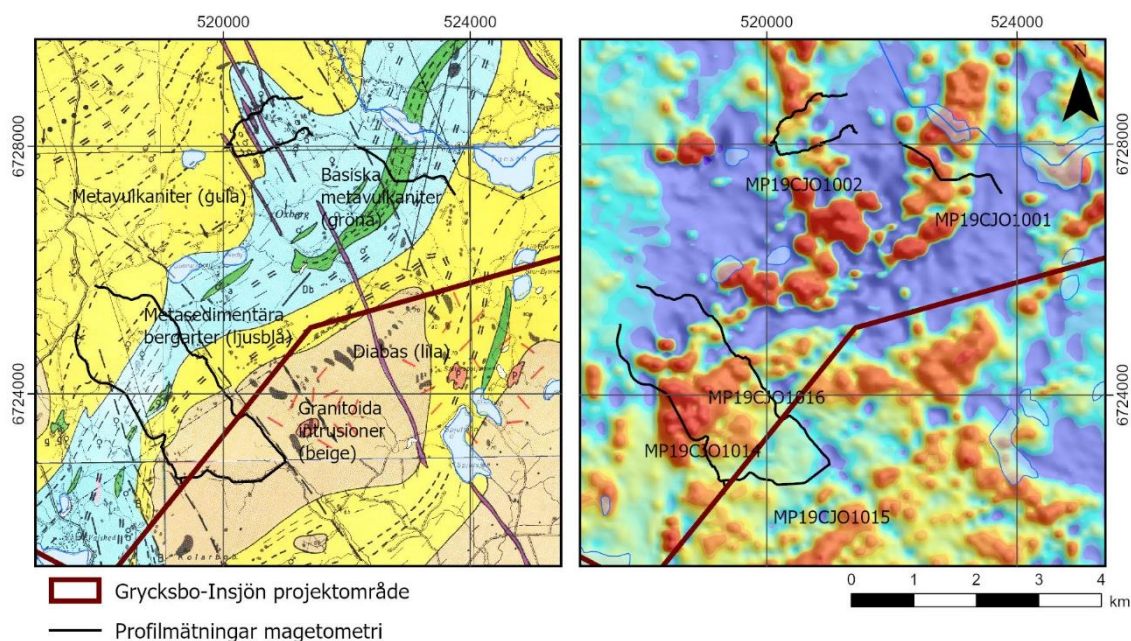
Fem profiler mättes i området sydsydost om Sågmyra där huvuddelen av den geologiska karteringen 2019 utfördes. Profilerna går tvärs över stratigrafen i olika riktningar över det som är kartlagt som vulkaniska och sedimentära bergarter i äldre tryckta kartor (Kresten & Aaro 1987a, b; fig. 13a). Området är magnetiskt väldigt heterogent (fig. 13b). Syftet med profilerna är att försöka hitta orsaken till det magnetiska mönstret i olika delar av stratigrafen. Profil MP19CJO1002 går i NO-SV riktning tvärs över observerad foliationsriktning i detta område. MP19CJO1001 går NV-SO över den delen som är karterad som basalt-andesit. MP19CJO1014 och 16 är två långa profiler som sträcker sig över vulkaniter, sedimentära bergarter, vulkanit igen och sedan granitoider. Tvärs över stratigrafen i den sydostliga delen av området. En mycket tydlig förändring i magnetfältsmönstret syns i figur 14 vid ca 1450 m distans.

Profilerna MP19CJO1007-10 är mätta i ett område ca 2 km väster om Rexbo (fig. 12). I detta område förekommer eventuellt mylonit tillsammans med diabaser och mineraliseringar (Enmyrgruvan). Syftet med profilerna är att undersöka ursprung och eventuell struktur inom det som på magnetfältskartan ser ut som en nära cirkulär positiv anomali.

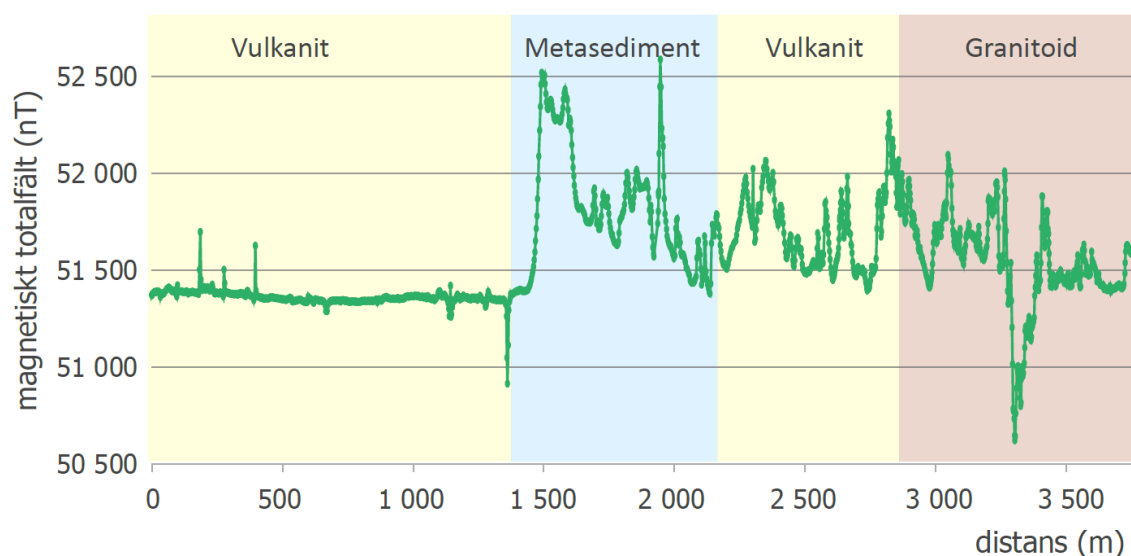
En lång VLF profil mättes över den tydliga deformationszon som går igenom nästan hela projektområdet i en 109 graders riktning. På grund av att mycket infrastruktur och sjöar ligger just i sträckningen för zonen mättes en profil strax öster om själva projektområdet (MP19CJO1012) (fig. 12).



Figur 12. Geofysiska mätningar, observationslokaler och profil-mätningar.



Figur 13. Profilmätningar i område med metasedimentära bergarter (A). Det magnetiska residualfältet (B), för teckenförklaring av färger se figur 9.



Figur 14. Det magnetiska totalfältet längs profil MP19CJO1014, profilen går från NV mot SO.

FORTSATT ARBETE

Fortsatt arbete kommer att bestå i att vidare analysera observationer och resultat från 2019 års fältsäsong. Vidare kommer ny tillkommen geofysiska data från flygmätningar utförda 2019 samt den förtätade tyngdkraftsmätningarna att bearbetas och analyseras och i samband med detta kommer linemanets- och konnektionstolkning revideras och kompletteras. Fältarbetet 2020 kommer fokusera på att vidare förtäta provtagningen för petrofysiska analyser och i en mindre utsträckning markmätningar över intressanta anomalier. Den geologiska kartläggningen kommer fokusera på de vulkaniska bergarterna främst i de västra delarna av projektområdet.

REFERENSER

- Hjelmqvist, S., 1966: Beskrivning till berggrundskarta över Kopparbergs län. *Sveriges geologiska undersökning Ca 40*, 217 s.
- Kresten, P. & Aaro, S., 1987a: Berggrundskartan 13F Falun NV. *Sveriges geologiska undersökning Ai 15*.
- Kresten, P. & Aaro, S., 1987b: Berggrundskartan 13F Falun NO. *Sveriges geologiska undersökning Ai 16*.
- Kresten, P. & Aaro, S., 1987c: Berggrundskartan 13F Falun SV. *Sveriges geologiska undersökning Ai 17*.
- McPhie, J., Doyle, M. & Allen, R., 1993: *Volcanic Textures*. CODES key centre, 198 s.
- Ripa, M., Sundberg, A., Wik, N.-G., Bergman, T., Claeson, D., Hallberg, A., Hellström, F., Kübler, L. & Nysten, P., 2015: Malmer, industriella mineral och bergarter i Dalarnas län. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden 139*, del 1–3, 918 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.
- Söderlund, U., Isachsen, C., Bylund, G., Heaman, L., Patchett, P.J., Vervoort, J.D. & Andersson, U.B., 2005: U-Pb baddeleyite ages and Hf, Nd isotope chemistry constraining repeated mafic magmatism in the Fennoscandian Shield from 1.6 to 0.9 Ga. *Contributions to Mineralogy and Petrology 150*, 174–194.