

Bergslagen etapp 3

Malmnära kartering i området Persberg–Nordmark 2022–2024



Stefan Andersson, Cecilia Brolin,
Alexander Lewerentz & Johan Camitz
SGU-rapport 2025:12

www.sgu.se

Författare: Stefan Andersson, Cecilia Brolin,
Alexander Lewerentz & Johan Camitz
Granskad av: Mikael Tillberg
Ansvarig enhetschef: Ildiko Antal Lundin
Redaktör: Lina Rönnåsen

Omslagsbild: Ingången till Tilas stoll i Högbergsfältet, Persberg.
Fotograf: Stefan Andersson

Oktober 2025

Sveriges geologiska undersökning

Box 670, 751 28 Uppsala

tel: 018-17 90 00

e-post: sgu@sgu.se

www.sgu.se

Innehåll

Sammanfattning.....	5
Abstract.....	5
Inledning.....	6
Tidigare undersökningar.....	6
Datainsamling och metodik.....	10
Berggrundsgeologisk kartering och datainsamling	10
Petrografi och mikrosondanalys.....	10
Geofysiska undersökningar	10
Tolkning av befintligt underlag (lineament- och konnektionstolkning).....	10
Insamling av nytt underlag.....	11
Modellering	12
Översiktlig beskrivning av geologin	13
Geofysisk och regional tolkning	15
Magnetfält.....	15
VLF	18
Gammaspectrometri	19
Tyngdkraft.....	21
Detaljbeskrivning över områdena.....	22
Persbergshalvön	22
Öst om Stora Horssjön.....	27
Hyttsjön och öst om Långban.....	34
Saxån	37
Nordmark.....	44
Ormbergsfältet.....	52
Väst om Yngen.....	55
Öst om Yngen.....	58
Petrografi.....	60
Vulkaniska bergarter.....	60
Övriga ytbergarter	65
Järnmalmer	66

Djupbergarter	66
Litogeokemi och hydrotermal omvandling.....	68
Deformation och struktur.....	73
Tryck- och temperaturbestämning.....	79
Prov SAN230143B (Persberg).....	79
Prov JCA220065A (Nordmark).....	82
Uppdatering av kartdatabasen.....	85
Referenser	86
Bilaga 1. Litogeokemidata	90
Bilaga 2. EDS-analyser	96

Sammanfattning

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har under 2022–2024 genomfört geologiska och geofysiska undersökningar i det historiskt sett viktiga malmområdet Persberg–Nordmark i Värmlands län. Syftet med projektet har varit att uppdatera de geologiska, geofysiska och litogeokemiska underlagen för berggrunden samt presentera en reviderad geologisk karta över området. Undersökningarna inom projektet har främst gjorts längs karteringsprofiler över områdets ytbergarter med en del punktinsatser mellan profilerna.

Den reviderade kartan presenterar en uppdaterad bild över bergarternas utbredning och deras åldrar. Rapporten sammanställer också underliggande fält- och petrografiska observationer, litogeokemi samt olika geofysiska data, observationer och modeller. Därutöver presenteras resultat från två tryck- och temperaturbestämningar. Den uppdaterade kartbilden och insamlade data finns tillgängliga via SGU:s olika karttjänster och geodataprodukter.

Abstract

From 2022–2024, the Geological Survey of Sweden (SGU) conducted geological and geophysical investigations in the historically important Persberg, Långban and Nordmark mining areas, Värmland County. The project aimed to update the geological, geophysical and geochemical data and produce a revised geological map of the area. Key revisions include updated interpretations of rock types, their distribution and reported ages.

Investigations were primarily conducted along geological profiles across the supracrustal rocks, supplemented by observations between the profiles. The report provides detailed field observations, petrographic descriptions, lithogeochemical analyses, alteration interpretations, and geophysical data, including observations and models. Results from two pressure-temperature estimates are also presented.

The revised map and all associated data are accessible via SGU's geodata and map services.

Inledning

Projektområdet är beläget i Filipstads kommun, Värmlands län, i den västra delen av Bergslagen inom den Svekonorvegiska litotektoniska enheten (fig. 1 och 2). Projektets syfte är att genom riktade insatser uppdatera de geologiska, geofysiska och litogeokemiska underlagen för berggrunden i det malmgeologiskt viktiga Persberg–Nordmarksområdet.

Den befintliga geologiska informationen kommer huvudsakligen från 1980-talet, en tid då de geofysiska underlagen inte var lika detaljerade som de som finns tillgängliga idag. Dessutom har uppfattningen om bergarters bildningsprocesser delvis förändrats sedan dess, och tidigare lägesbestämningar gjordes utan hjälp av GPS. Därmed finns ett tydligt behov av att komplettera, förtäta och delvis omtolka den befintliga informationen.

Tidigare undersökningar

Projektområdet omfattar flera klassiska och kända malmdistrikt, inte minst Långban (Sjögren 1910, Magnusson 1930, Holtstam & Langhof 1999, Jonsson 2004), Nordmark (Petersson 1896, Magnusson 1929) och Persberg (Törnebohm 1875, Magnusson 1925).

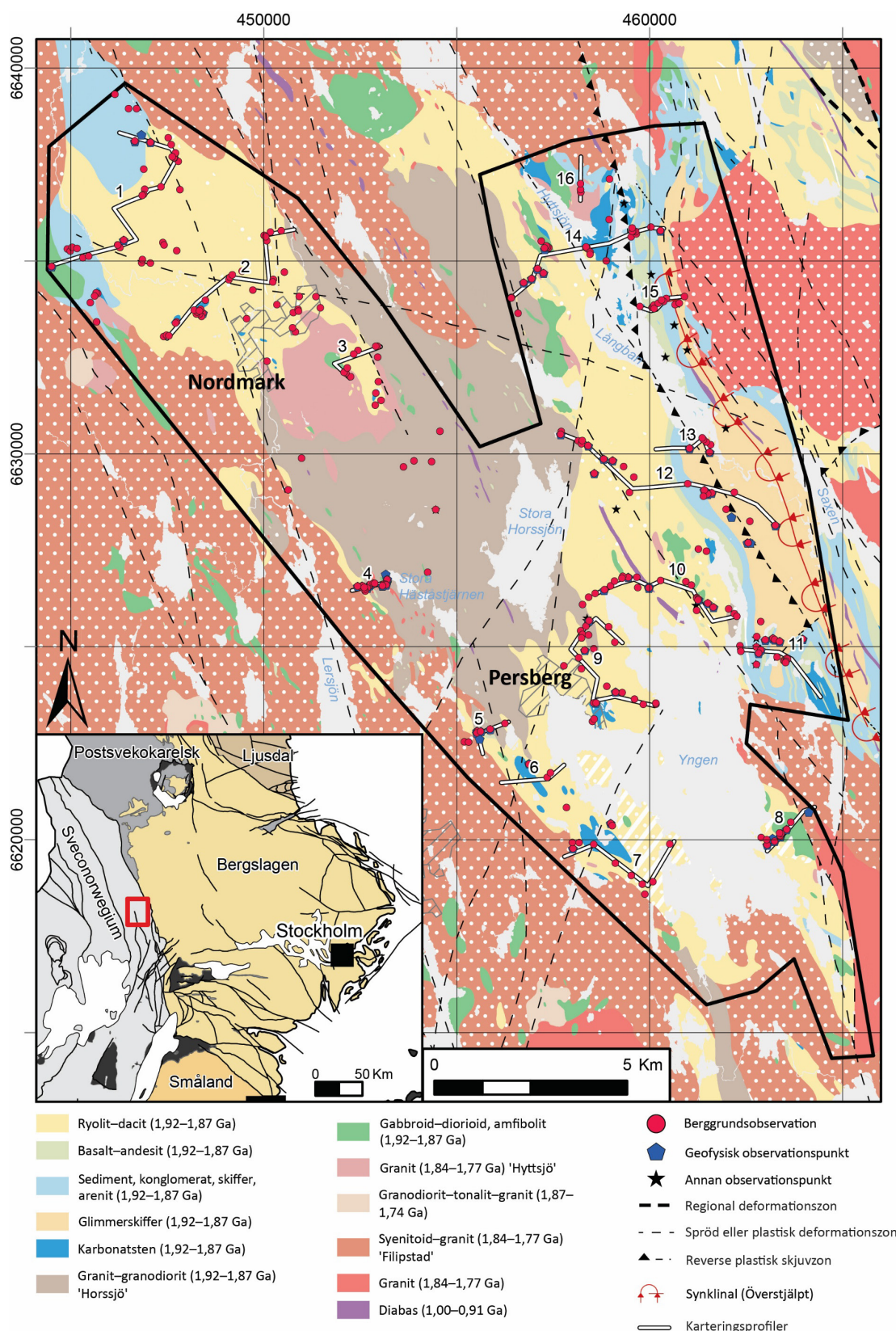
Den första omfattande berggrundskartan över stora delar av projektområdet upprättades av Törnebohm år 1874, följt av en kartbeskrivning några år senare (Törnebohm 1877). I sitt klassiska arbete om Persbergs malmtrakt, där begreppet *skarn* myntades, beskrev Törnebohm (1875) delvis även områdets berggrund. Han publicerade ytterligare två kartor 1881, en över Värmlands län och en över mellersta Sverige (Törnebohm 1881a, 1881b).

Områdets mest omfattande karta och beskrivning gjordes av Magnusson (1925) i samband med hans avhandling om Persbergs malmtrakts skarnmalmer. Några år senare publicerade Magnusson och Granlund (1928) en karta i SGU:s serie Aa som inkluderar både berggrund och jordarter. Magnusson fortsatte därefter med detaljerade beskrivningar av Nordmarks malmtrakt (Magnusson 1929) och Långbans malmtrakt (Magnusson 1930).

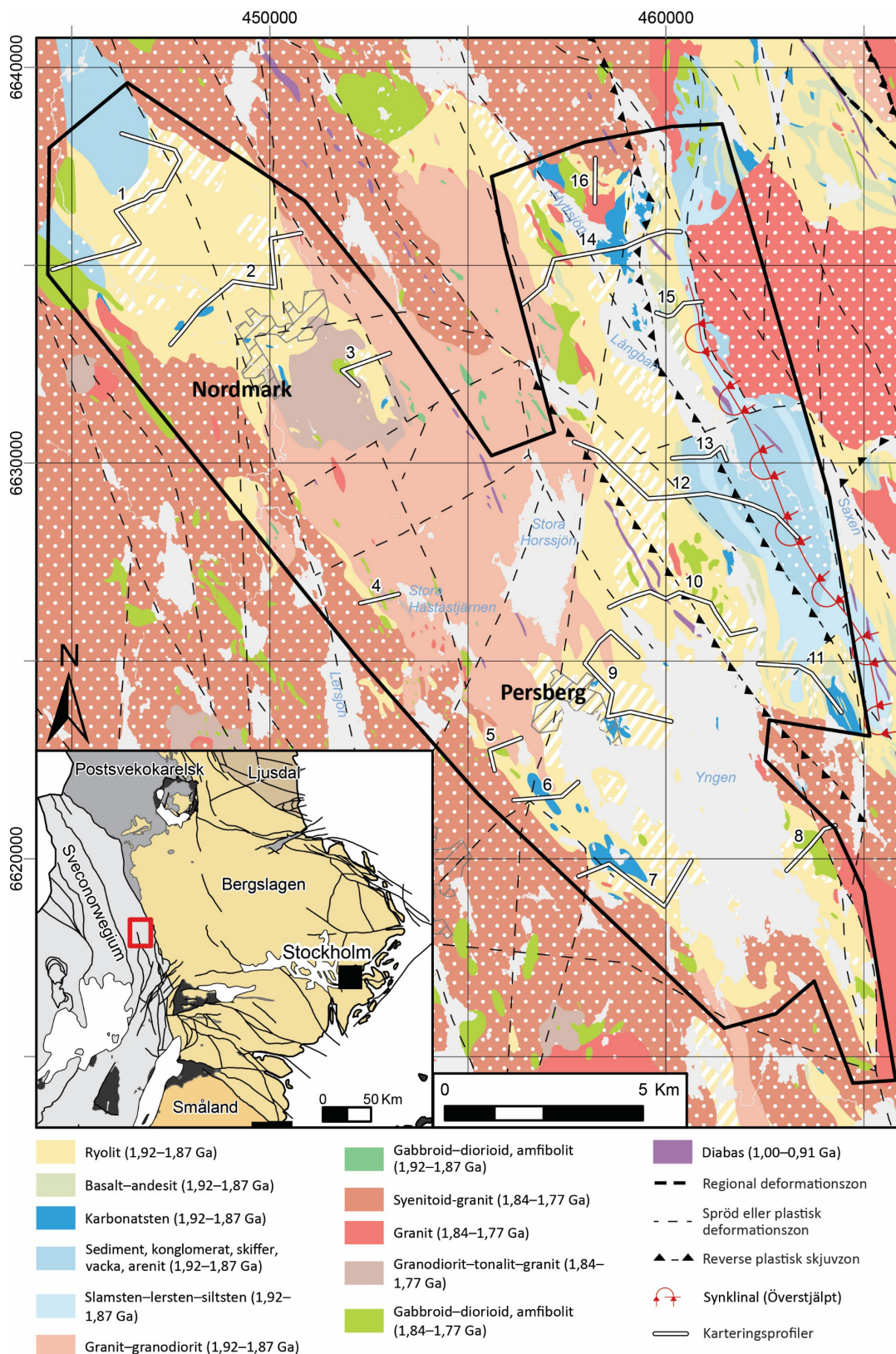
Under 1980-talet genomförde SGU modernare kartläggningar och publicerade två kartor i SGU:s serie Af, en över Filipstad NV (Björk 1986) och en över Filipstad SV (Lundegårdh 1987). I samband med och efter SGU:s arbete bedrevs flera vetenskapliga forskningsprojekt inom området, bland annat av Zakrzewski m.fl. (1980), Oen m.fl. (1982), Oen & Wiklander (1982), Burke & Zakrzewski (1983), Hellingwerf (1984, 1985, 1986, 1987, 1992), Hellingwerf & Oen (1986), Oen (1987) och Outhuis & van Berkel (1988).

Det tidigare statliga prospekteringsbolaget Sveriges Geologiska AB (SGAB) utförde omfattande prospekteringsinsatser i området, vilket har publicerats i olika rapporter. Exempel inkluderar Bromley-Challenor & Mattson (1983) i Nordmark, Ihre m.fl. (1985) i Pajsberg–Gruvåsen samt Bi-Sb-Co-Au-sulfidmineraliseringar i områdets västra del (Hammergren & Sädbom 1986a, 1986b, Hammergren m.fl. 1986, Sädbom & Hammergren 1986). I Saxånområdet genomförde SGAB ett större projekt under sent 1980-tal och tidigt 1990-tal som resulterade i flera rapporter (Sandahl m.fl. 1989a, 1989b, 1990, Sandahl & Sädbom 1990, Sandahl 1991a, 1991b, 1992a, 1992b).

Modern forskning har ytterligare belyst området, exempelvis Långban och närliggande mineraliseringar (Holtstam & Langhof 1999, Jonsson 2004, Jonsson & Billström 2009, Jonsson m.fl. 2013), områdets djupbergarter (Högdahl m.fl. 2007) samt strukturgeologi (Kuipers m.fl. 2018). En översikt av hela Bergslagens berggrund presenteras av Geijer & Magnusson (1944), Stephens m.fl. (2009) och Stephens & Jansson (2020). Bergslagens mineraliseringar har tidigare behandlats i klassiska verk av Tegengren m.fl. (1924) samt Geijer & Magnusson (1944). Vulkanismen i Bergslagen har beskrivits av Allen m.fl. (1996).

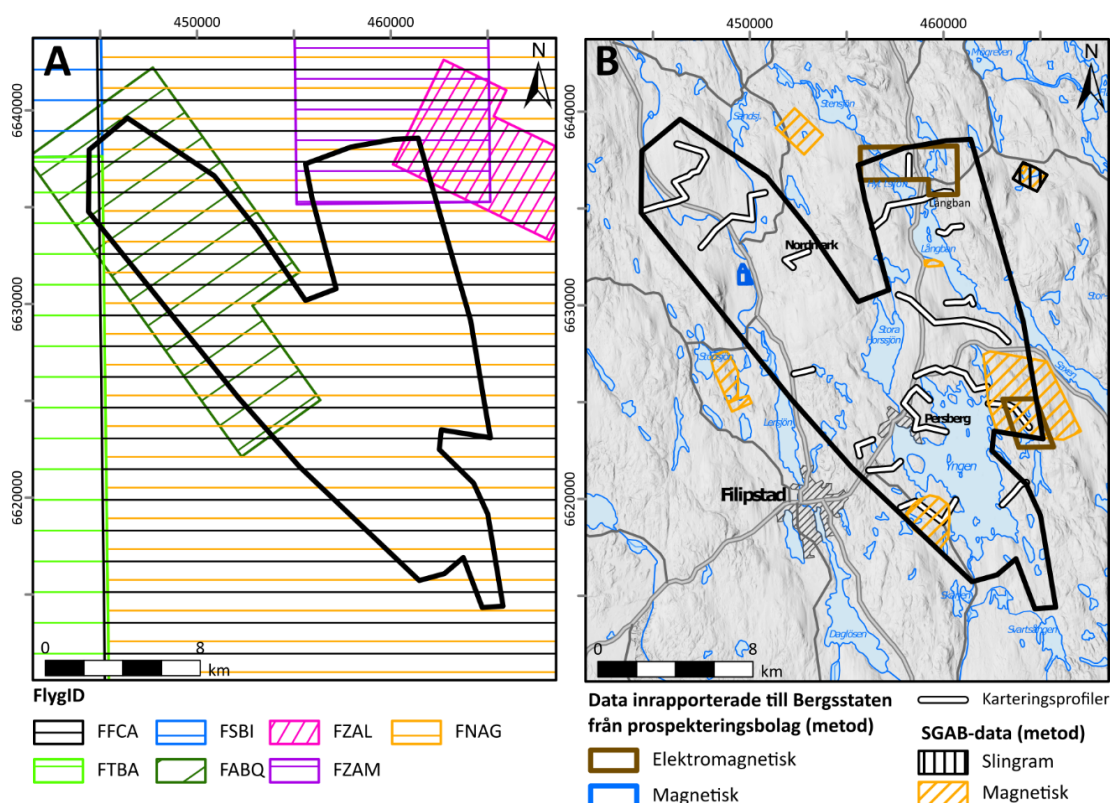


Figur 1. Förenklad berggrundsgeologisk karta över projektområdet innan uppdatering av kartdatabasen. Kartan visar även karteringsprofiler och gjorda observationer mellan 2022 och 2024. Runda prickar över bakgrundsfärgerna representerar porfyrisk eller porfyroblastisk textur och sneda streck hydrotermalt omvandlad. Kartan i nedre vänstra hörnet visar de litotektoniska enheterna och deformationszoner i Mellansverige baserat på SGU:s berggrundskarta i skala 1:1 000 000 (Bergman m.fl. 2012).



Figur 2. Förenklad berggrundsgeologisk karta över projektområdet efter uppdatering av kartdatabasen. Runda prickar över bakgrundsfärgerna representerar porfyrisk eller porfyroblastisk textur och sneda streck hydrotermalt omvandlad. Källa: SGU:s berggrundsdata i skala 1:50 000–250 000. Kartan i nedre vänstra hörnet visar de litotektoniska enheterna och deformationszoner i Mellansverige baserat på SGU:s berggrundskarta i skala 1:1 000 000 (Bergman m.fl. 2012).

De första flygmätningarna i området genomfördes av SGU år 1975. Därefter har kompletterande mätningar utförts i intilliggande och mindre delområden av både SGU och Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag (LKAB). År 2017 genomfördes moderna geofysiska mätningar med flyg över området, vilka inkluderar så kallad 2-vägs VLF-mätning som möjliggör framställning av skenbar resistivitet. Flygområden, tillsammans med information om insamlingsår, flygriktning, operatör och metod, redovisas i figur 3A och tabell 1. Ytterligare historiska geofysiska data, insamlade både från marken och luften, har via inrapportering till Bergsstaten tillförts SGU efter att sekretessperioden löpt ut. Dessutom finns data från SGAB tillgängliga i SGU:s databaser. Områden där denna typ av data förekommer visas i figur 3B.



Figur 3. Områden med geofysiska data. **A.** Geofysiska data insamlade med flyg av SGU eller LKAB i olika kampanjer. Metadata om de olika flygkampanjerna redovisas i tabell 1. **B.** Geofysiska data insamlade i prospekterings syfte utifrån metod och källa. Bakgrunden visar höjddata bearbetade med lutningsanalys.

Tabell 1. Geofysiska data över området insamlade med flyg. Täckningsområde och flygriktning illustreras i figur 3.

Flyg-ID	År	Flyg-riktning (°)	Linjesep-aration (m)	Nominell flyghöjd (m)	Producent	Metoder
FNAG	1973	90	200	30	SGU	Magnetisk, gammaspektrometri, 1-vägs VLF
FZAL	1985	30	100	30	LKAB	Magnetisk, gammaspektrometri, 2-vägs VLF, slingram
FZAM	1985	90	200	30	LKAB	Magnetisk, gammaspektrometri, 2-vägs VLF, slingram
FABQ	1986	55	200	30	LKAB	Magnetisk, gammaspektrometri, 2-vägs VLF, slingram
FSBI	2004	90	200	60	SGU	Magnetisk, gammaspektrometri, 1-vägs VLF
FTBA	2005	90	200	60	SGU	Magnetisk, gammaspektrometri, 1-vägs VLF
FFCA	2017	90	200	60	SGU	Magnetisk, gammaspektrometri, 1-vägs VLF

Datainsamling och metodik

Berggrundsgeologisk kartering och datainsamling

Under 2022 och 2023 genomfördes totalt 18 veckors berggrundskartering i projektområdet av Stefan Andersson, Alexander Lewerentz och Johan Camitz, med assistans från Magnus Ripa under en vecka. Karteringen utfördes längs de planerade karteringsprofilerna (fig. 1), med särskilda punktinsatser i Nordmarksområdet. Ytterligare observationer och revideringar gjordes under 2024. Totalt genomfördes 303 berggrundsobservationer, varav 48 bergartsprover samlades in för kemisk analys och 74 prover för tillverkning av tunnslip.

Bergartsproverna som skickades in för kemisk analys processades av ALS Scandinavia AB. De analyspaket som användes var CCP-PKG01, ME-MS41 och PGM-ICP23. Litogeokemisk data presenteras i bilaga 1. Samtliga data har registrerats i SGU:s databaser och finns tillgängliga som öppna data för nedladdning via SGU:s webbplats.

Tidigare berggrundsobservationer i SGU:s databas har granskats, tillsammans med ytterligare fältkartor, observationer, stuffer och tunnslip från SGU:s arkiv och samlingar. Detta inkluderar material från karteringar gjorda under 1970- och 1980-talet samt observationer och data från SGAB:s undersökningar i Saxåområdet under 1980-talet.

Petrografi och mikrosondanalys

Petrografiska undersökningar har utförts på polerade tunnslip med hjälp av genomfallande och påfallande ljus i ett Nikon Eclipse LV100 polarisationsmikroskop, utrustat med en Nikon DS-Fi3-kamera. Totalt har 131 tunnslip från olika bergarter analyserats, varav 74 samlades in under detta projekt. Resterande tunnslip hämtades från SGU:s samlingar, inklusive material från berggrundskarteringen av kartbladet Filipstad NV (Björk 1986), samt från tidigare projekt i området lånade av Erik Jonsson (SGU) och Karin Högdahl (Uppsala universitet) (Högdahl & Jonsson 2004, Högdahl m.fl. 2007).

Sex tunnslip detaljstuderades med mikrosondanalys för avbildning och semikvantitativa mineral-kemiska analyser. Dessa analyser utfördes med en JXA-8530F JEOL Superprobe mikrosond (eng. *field emission electron probe*) utrustad med en energidispersiv röntgenspektrometer (EDS, eng. *Energy Dispersive Spectroscopy*) vid Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet. Analyserna genomfördes under högvakuum med en accelerationsspänning på 15 kV, och tunnslipens yta belades med ett tunt kolskikt före analys. Fullständiga resultat redovisas i bilaga 2.

Geofysiska undersökningar

De geofysiska metoder som använts inom projektet för berggrundskartering kan delas in i tre huvuddelar: tolkning av befintligt underlag, insamling av nya data samt modellering.

Tolkning av befintligt underlag (lineament- och konnektionstolkning)

Tolkningen av befintligt geofysiskt material genomfördes före fältarbetet för att skapa en övergripande förståelse av de geofysiska särdragen i området. Arbetet kombinerades med befintligt geologiskt underlag och tidigare tolkningar för att förbättra den strukturella tolkningen. Sammanställningen baserades främst på de moderna geofysiska data som samlades in med flyg 2017, vilka täcker en stor del av projektområdet (betecknat FFCA i figur 3A och tabell 1), samt uppdaterade gravimetriska data. SGU:s flygmätningar omfattar rutinmässig mätning av magnetfältet, gammaspektrometri och elektromagnetiska mätningar i VLF-bandet. Instrumenteringen i

SGU:s mätningar med flygplan inkluderar en Scintrex CS-2 magnetometer, en Radiation Solutions RSX-5 gammaspektrometer och ett tvåfrekvens VLF-instrument utvecklat av SGU. Tolkningen av data genomfördes i skala 1:50 000.

Från magnetiska data gjordes tolkningar av konnektioner och lineament. Konnektionstolkningen fokuserar på strukturmönster som speglar plastiska deformationer, veckning eller bandning, medan lineamentstolkningen identifierar avbrott i strukturer eller mönster, som vanligtvis representeras av spröda strukturer, exempelvis förkastningar eller sprickor. För att förbättra tolkningen användes filterade och bearbetade data som framhäver specifika mönster eller magnetiskt lågintensiva strukturer.

VLF-mätningarna ger också information om lineament, som uppträder som lågresistiva stråk och representerar här främst spröda strukturer såsom förkastningar eller sprickor. Det är viktigt att notera att VLF-metoden är känslig för infrastruktur, vilket har beaktats i tolkningen. Responsen från VLF-data sker på en yligare nivå, ungefär de översta 200 metrarna, jämfört med magnetfältsdata som representerar betydligt djupare strukturer.

Gammaspektrometriska data ger information om halterna av uran, torium och kalium i det översta marklagret. Informationen speglar antingen jordarter eller berggrund, beroende på marktäckes tjocklek och karaktär. Genom att analysera mönster i data från flygmätningar kan olika bergarter identifieras, eller anomalier inom samma bergart urskiljas.

Tyngdkraftsdata används för att urskilja densitetskontraster mellan olika bergarter och kan utnyttjas för att tolka utbredningen av olika bergarter på ytan eller under markytan. Tyngdkraftsdata tolkas och modelleras ofta i en större skala jämfört med data insamlade med flyg (magnetfält, VLF eller gammaspektrometri) då punkttätheten är betydligt lägre för tyngdkraftsdata.

Insamling av nytt underlag

Det geofysiska fältarbetet utfördes av Cecilia Brolin under totalt sex veckor sommaren 2022 och 2023. Datainsamlingen följde i huvudsak de planerade karteringsprofilerna (fig. 1), men anpassningar gjordes baserat på befintligt geofysiskt underlag och tillgänglighet i fält. Insamlingen av geofysiska data i fält bestod av geofysiska observationer och provtagning på berghäll, samt profilmätningar över i förväg identifierade anomalier. Mätningarna gjordes från marken för att få en högre upplösning jämfört med vad insamling från flygplan ger med samma metod.

Vid varje geofysisk observation av en berghäll genomfördes först en förenklad geologisk beskrivning av bergarterna. Därefter utfördes åtta mätningar av magnetisk susceptibilitet för varje observerad bergart på platsen. Mätning av gammastrålning gjordes med en handhållen gammaspektrometer på upp till tre punkter per bergart, där förhållandena tillät. I de fall det var möjligt togs även bergartsprover för vidare petrofysiska mätningar, där provernas magnetiska egenskaper (susceptibilitet, K, och remanens, J) samt densitet (D) senare analyserades i SGU:s petrofysiska laboratorium i Uppsala.

Fokus för de profil-mätningar som gjordes inom projektet låg på magnetiska mätningar med en GSM-19 magnetometer från GEM Systems Inc., som inkluderar en inbyggd GPS-mottagare för att registrera mätpunkternas position för varje mätning av det magnetiska totalfältet. Under projektet utfördes inga elektromagnetiska markmätningar med VLF-instrument.

Totalt utfördes magnetfältsmätningar längs med 24 mätprofiler, motsvarande en total längd på ca 50 km. Vissa mätningar förlades mer yttäckande beroende på specifika syften med mätningarna. Vidare genomfördes 71 geofysiska observationer, inklusive 96 mätningar av naturlig gammastrålning (gammaspektrometri) på berghällar.

Totalt samlades 125 petrofysiska prover in av karterande geologer och geofysiker. Prover som tidigare registrerats i databasen men som saknat inlagd bergart har inom projektet tilldelats en identifierad bergart där det varit möjligt. Under 2022 och 2023 utfördes även ny insamling av tyngdkraftsdata med fokus på projektområdet och längs karteringsprofilerna. Totalt tillkom 127 nya mätpunkter, vilket förbättrade punkttätheten från 2,0 till 2,8 punkter per kvadratkilometer. Dessa mätningar genomfördes med en Scintrex CG-5 gravimeter under ledning av Johan Jönberger.

Modellering

Den geofysiska modelleringen inom projektet har använts för att testa olika geologiska konceptuella modeller, för att förbättra strukturupplösningen och för att skapa en tredimensionell bild av bergarters utbredning. Den huvudsakliga modelleringen har genomförts i 2D vilket betyder att data längs en mätlinje på marken (profil) modelleras så att en tvärsektion med de enheter som ger upphov till responsen (mätdata) illustreras under markytan. 3D-modellering har använts i mindre utsträckning.

För 2D-modellering av magnetfältdata har programvaran ModelVision 17.5 från Tensor Research använts. Tekniken som används i programvaran kallas "forward modelling", där en konceptuell berggrundsmodell med fysikaliska parametrar skapas och jämförs med uppmätta data för att analysera responsen. En geologisk modell används som utgångspunkt, och justeras sedan för att bättre överensstämmer med de uppmätta data. Justeringarna sker främst längs en eller flera mätprofiler, även om modellerna i sig är tredimensionella sker anpassningen på en tvådimensionell nivå.

För 3D-modellering av tyngdkrafts- och magnetfältdata har Oasis Montaj (version 2022.2) från Seequent använts, med tillägget VOXI. VOXI använder en voxelbaserad inversionsmetod där den fysikaliska parameter som modelleras representeras som ett 3D-raster av kuber. Genom denna teknik skapas volymer av densitets- eller magnetisk susceptibilitetsfördelning under marken, vilket förklarar de observerade data. Resultaten från inversionsmodellen presenteras som kontinuerliga, "mjuka" modeller. Från modellerna kan isoytor skapas, som i sin tur kan tolkas till olika berggrundsenheter.

Modelleringen erbjuder ett överflöd av möjliga modeller som kan anpassas för att bättre stämma med de uppmätta data. Modellering möjliggör dock testning av geologiska konceptuella modeller och en förfining av dem. Den grundläggande principen är att det måste finnas skillnader i någon fysikalisk parameter för den berggrundsenshet som modelleras jämfört med omgivningen. I projektet har modelleringen använts övergripande för att testa och förbättra den geologiska tolkningen av fördelning och struktur hos olika berggrundsenheter, både på och under markytan.

Översiktlig beskrivning av geologin

Törnebohm (1877) var den första som tolkade den östra delen av projektområdet som en synklinal (Saxånsynklinalen), där finkorniga metasedimentära bergarter väst om Saxen utgjorde de yngsta ytbergarterna i området och synklinalens mitt. Magnusson (1925) visade även att synklinalen är överstjälpt mot öster och fortsätter norrut, öst om sjön Långban. Han tolkade även området vid Gruvåsen, längst österut på karteringsprofil 11 (fig. 1 och 2), som en antiklinal. Både Törnebohm och Magnusson ansåg att metavulkaniterna väster om de metasedimentära bergarterna mellan Persberg och Långban utgjorde de äldsta ytbergarterna. Magnusson (1925) delade in metavulkaniterna i en undre och övre etage baserat på bergarternas alkalisammansättning, där den undre bestod av natriumrika vulkaniter och den övre av kaliumrika dito. Björk (1986) bibehöll denna indelning, men noterade att det fanns stora lokala avvikelser, särskilt i Nordmarksområdet.

I området nordväst om Nordmark beskrev Magnusson (1925) metasedimentära bergarter som överlagrar metavulkaniterna. Bergarterna fick sedan en utökad utbredning i området på den uppdaterade kartan som sammanställdes av Björk (1986) (fig. 1).

Ett mäktigt lager av en mafisk bergart har tidigare tolkats ligga mellan de metasedimentära bergarterna och metavulkaniterna. Törnebohm (1881a) tolkade den som av vulkaniskt ursprung. Senare har den tolkats som en kontinuerlig lagergång och en intrusiv motsvarighet till de basaltiska lavar som lokalt förekommer i projektområdet (Magnusson 1925, Björk 1986).

Kalcitisk till dolomitisk marmor återfinns stratigrafiskt främst i den övre delen av metavulkaniterna som sammanpressade tjocka lager, exempelvis vid Långban, eller i metavulkaniter som tidigare tolkats tillhöra lägre stratigrafiska nivåer, som i Persbergsområdet (Magnusson 1925, Björk 1986). En stratigrafisk nivå med metasediment med inlagringar av felsiska metavulkaniter (Björk 1986), eller gråvacka och hälleflintor (Magnusson 1925) har tolkats ligga stratigrafiskt över karbonatstenarna och under de metasedimentära bergarterna.

Den så kallade Horssjögraniten eller Horssjökomplexet, som täcker områdets centrala del (fig. 1 och 2), tolkades av Törnebohm som en gnejsgranit och intrusiv i förhållande till de äldsta ytbergarterna, en tolkning som Magnusson (1925) vidhöll. Björk (1986) noterade att relationen mellan Horssjöbergarter och metavulkaniter som konform och att kontakten uppträder som en övergångszon med fragment av metavulkanit och skarn. Horssjögraniten har daterats till 1892 ± 8 Ma (Andersen m.fl. 2009). Högdahl & Jonsson (2004) föreslog i en nyare tolkning att Horssjögraniten utgör ett vulkaniskt–subvulkaniskt komplex med malmbildning i randzonen.

De yngre djupbergarterna representeras av den volymmässigt utbredda Filipstadsgraniten (granitoid–syenitoid) och liknande typer (fig. 1 och 2), daterad till 1783 ± 10 Ma (Jarl & Johansson 1988) samt granit–granodiorit av Hyttsjötyp (fig. 1 och 2), daterad till 1791 ± 2 Ma och 1793 ± 3 Ma (Högdahl m.fl. 2007). De blottade gabbroiderna till dioritoiderna ansåg Björk (1986) vara äldre än Horssjögraniten. Högdahl m.fl. (2007) kunde dock visa att de flesta kropparna är relaterade till den magmatism som bildade Filipstads- och Hyttsjötypgraniten, med olika magmablandningsrelationer (eng. *magma mingling/mixing*) mellan felsiska och mafiska led. Mafiska bergarter äldre än Horssjögraniten förekommer dock troligen i projektområdet i anslutning till ytbergarter (Högdahl m.fl. 2007). Undersökningar i projektet förstärker tolkningen att de mafiska djupbergarterna tillhör de yngre intrusiva generationerna. De visar oftast en massformig textur och förekommer tillsammans med olika felsiska led i olika magmablandningsrelationer.

Berggrundskarteringen som genomförts under projektet bekräftar den tidigare bilden, men även betydande skillnader har noterats i både utbredning och tolkning av olika bergarter (jämför fig. 1 och 2). Den tidigare stratigrafiska indelningen av metavulkaniterna, baserat på alkalisammans-

sättning, är nu inte längre tillämpbar eftersom den återspeglar Na- eller K-omvandling som skett efter bergartens bildande. En detaljerad stratigrafisk indelning har dock varit svår att upprätta eftersom för få uppåtstrukturer finns bevarade och strukturgeologin i området inte är tillräckligt klarlagd. Det gäller även de stratigrafiska relationerna mellan de metavulkaniska bergarterna (till exempel vid Persberg och Långban) och de metasedimentära bergarterna i Saxånområdet.

I de större malmförande vulkanitområdena Persberg, Långban och Nordmark förekommer dock liknande typer av vulkaniter, exempelvis tuffer, koherenta bergarter såsom porfyryr och lavar samt vulkanisk sandsten–siltsten. Skillnader mellan områdena återspeglas främst i graden av Na- eller K-omvandling och senare Mg-Fe-omvandling eller skarnomvandling. Ett område med vulkanit som skiljer sig från de malmrika områdena är det öster om Stora Horssjön, där kvartsströkornsförande tuffer, kvartsporfyryr och lagrade omlagringsprodukter av bergarterna dominerar. De är ofta starkt K-omvandlade och är inte associerade med några kända mineraliseringar.

Bergarterna som tidigare tolkats som metasedimentära med vulkaniska inlagringar (Björk 1986) har i många fall omtolkats som vulkaniska sandstenar–siltstenar. Exempelvis är utbredningen av vulkanisk sandsten–siltsten betydligt större på östra sidan av Långbanssjön än vad som tidigare tolkats.

I södra delen av Saxånområdet, vid Gruvåsen, förekommer olika typer av vulkanoklastiska bergarter och tuffitiska sediment. Mot den centrala delen, söder om Långbanssjön, ökar andelen epiklastiskt material, och bergarterna blir betydligt finkornigare, med stora områden av slamsten, lersten, siltsten och skiffer. Tidigare kartering och borrhingskampanjer under SGAB:s ledning har också kommit fram till liknande slutsatser. Karbonatsten och mafiska bergarter (lagergång eller lavar) har betydligt mindre utbredning i den centrala delen jämfört med de norra och södra delarna. Sandahl (1992b) tolkade det som att den centrala delen avsatts i en djupare sedimentär miljö mellan två submarina vulkaniska centra, åtskilda av synsedimentära förkastningar.

Vid Långbanssjöns sydöstra ände finns ett tydligt avbrott och förskjutning av den magnetiska anomalin ca 1,5 km nordost. I den reviderade kartan (fig. 2) har detta tolkats som en förkastning, även om det inte går att fastställa när förkastningen var aktiv. En förkastning som har ungefär samma strykningsriktning längre österut vid Gåsbornmassivet har tolkats som post-Svekokarelsk (Cruden et al., 1999).

Söder om Långbanssjön finns inga blottningar av den mafiska lagergången. En mafisk bergart har endast observerats i ett kort intervall i den översta delen av ett borrhål vid Dammhyttan, vilket gör kunskapen om utbredningen mycket osäker i den delen.

De metasedimentära bergarternas kända utbredning i den sydvästra delen av Nordmarks suprakrustala enhet har reviderats baserat på nya observationer under projektet samt omtolkningar av äldre hälldata och petrologiska data. De metasedimentära bergarterna tolkas fortfarande ligga stratigrafiskt över metavulkaniterna i Nordmarksområdet.

Undersökningarna i projektet visar att bergarter som tillhör Horssjögraniten uppvisar stora variationer från hällskala till mikroskala. Bland dessa återfinns både fint medelkorniga folierade metagraniter och finkornigare porfyryr. Tydliga kontakter mellan Horssjöbergarter och metaryoliter har inte observerats. Kontaktområdena representerar oftast övergångszoner. Bergartsgränserna mellan metagranit och metaryolit i kartdatabasen utgör därför inte skarpa kontakter, utan övergångszoner. Horssjögraniten tolkas som ett granitisk–subvulkaniskt komplex, där likåldriga vulkaniter främst förekommer i ytterzonen men även i de mer centrala delarna av komplexet.

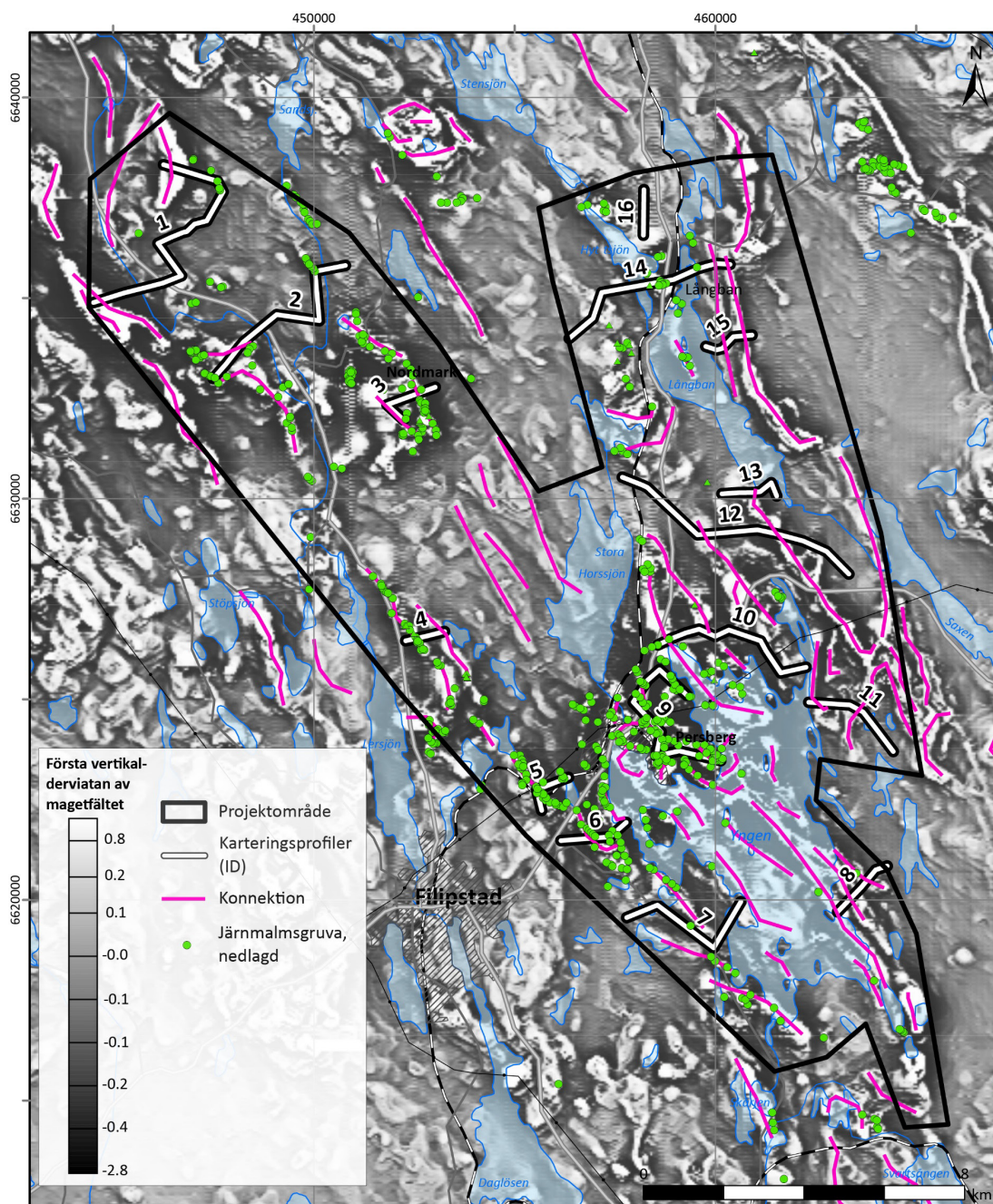
Notera att prefixet ”meta” nu utelämnas i beskrivningarna av de metamorfa yt- och djupbergarterna i projektområdet.

Tolkade konnektionslinjer redovisas visas i figur 4 och 5, där figur 5 även presenterar järnoxidförekomster i området. Det finns en tydlig korrelation mellan järnoxidmineraliseringar med framför allt magnetit, och kraftiga positiva anomalier i magnetfältet. I sjön Yngen har många konnektioner identifierats, och det är troligt att de järnoxidmineraliseringar som finns i närliggande områden, såsom på Persbergshalvön, fortsätter under sjön. Kända gruvhål finns också på flera öar i Yngen. I den nordligare delen av karteringsprofil 1 har en högmagnetisk anomali korrelerats med förekomsten av ett konglomerat som består både av litoklaster med hög magnetisk susceptibilitet och en högmagnetisk grundmassa. I den västligaste delen av karteringsprofil 1 korrelerar en magnetfältsanomali med en dioritförekomst. Markmätning och modellering av anomalierna samt tolkning till berggrundskroppar presenteras längre fram i rapporten.

I de östligare delarna av projektområdet, vid karteringsprofilerna 12 och 13, finns en större sammanhängande konnektion som tolkas som en del av Saxånsynklinalen. Den bergart som orsakar mönstret är en del av den sedimentära sekvensen, som tidigare benämnts ”svartskiffer” av Björk (1986) och som nu representeras av slamsten–lersten–siltsten. Ett tydligt avbrott och förskjutning av anomalin syns i norr, vid den södra delen av sjön Långban, där också ett lineament har tolkats.

Flertalet högmagnetiska anomalier relaterade till järnoxidmineraliseringar har följts upp med markmätningar inom projektet. Det är generellt svårt att tolka större sammanhängande strukturer från data insamlade med flyg, eftersom markmätningar och tidigare karteringar visar på veckning i en mindre skala än vad data från flygmätningarna kan urskilja. Tidigare tolkningar av strukturer, särskilt av Törnebohm (1875) och Magnusson (1925) om järnmalmshorisonter i olika malmfält, har ofta bekräftats genom mätprofiler av magnetfältet samt genom höjddata (LiDAR, identifiering av äldre gruvhål) och mineralförekomster (exempelvis Norra Jordåsfältet och Högbergsfältet på Persbergshalvön). I vissa fall överensstämmer dock tolkningarna inte med markmätningarna, såsom vid Limkullen och Vassbottengruvorna i Nordmark.

Vissa konnektioner relaterar till yngre diabaser, vilket i några fall har följts upp med markmätningar och där deras utbredning har reviderats. Nya diabasgångar har också identifierats genom mätningar och hällobservationer, och uppdaterats i kartdatabasen.

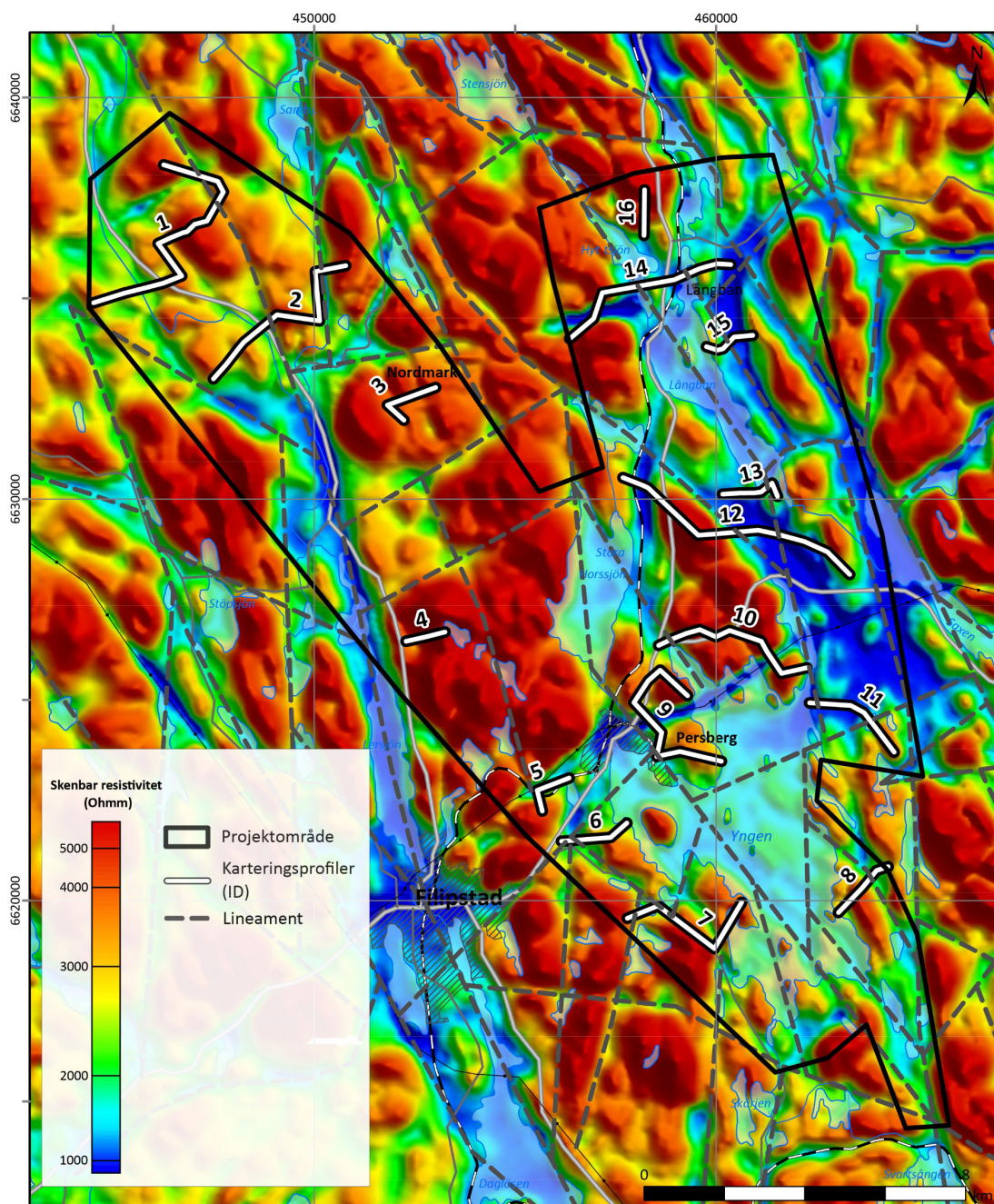


Figur 5. Första vertikala derivatan beräknad från det magnetiska totalfältet. I figuren visas också tolkade konnektioner och förekomster av järnoxidmineraliseringar.

VLF

I figur 6 visas den skenbara resistiviteten, beräknad från flygmätta VLF-data, tillsammans med tolkade lineament. VLF-data har en mer begränsad djupkänning jämfört med magnetfältdata och de lineament som tolkats från VLF-data korrelerar ofta med topografiska lineament.

Djupkänningen för metoden beror på jorddjup, typ av jordart och berggrund, men motsvarar i allmänhet de översta 200 metrarna. Inom området korrelerar flera lineament som tolkats både från magnetfält- och VLF-data, vilket gör att dessa strukturer kan anses vara relativt säkra. Ett exempel på ett sådant lineament är den öst-västliga linjen precis söder om sjön Långban.

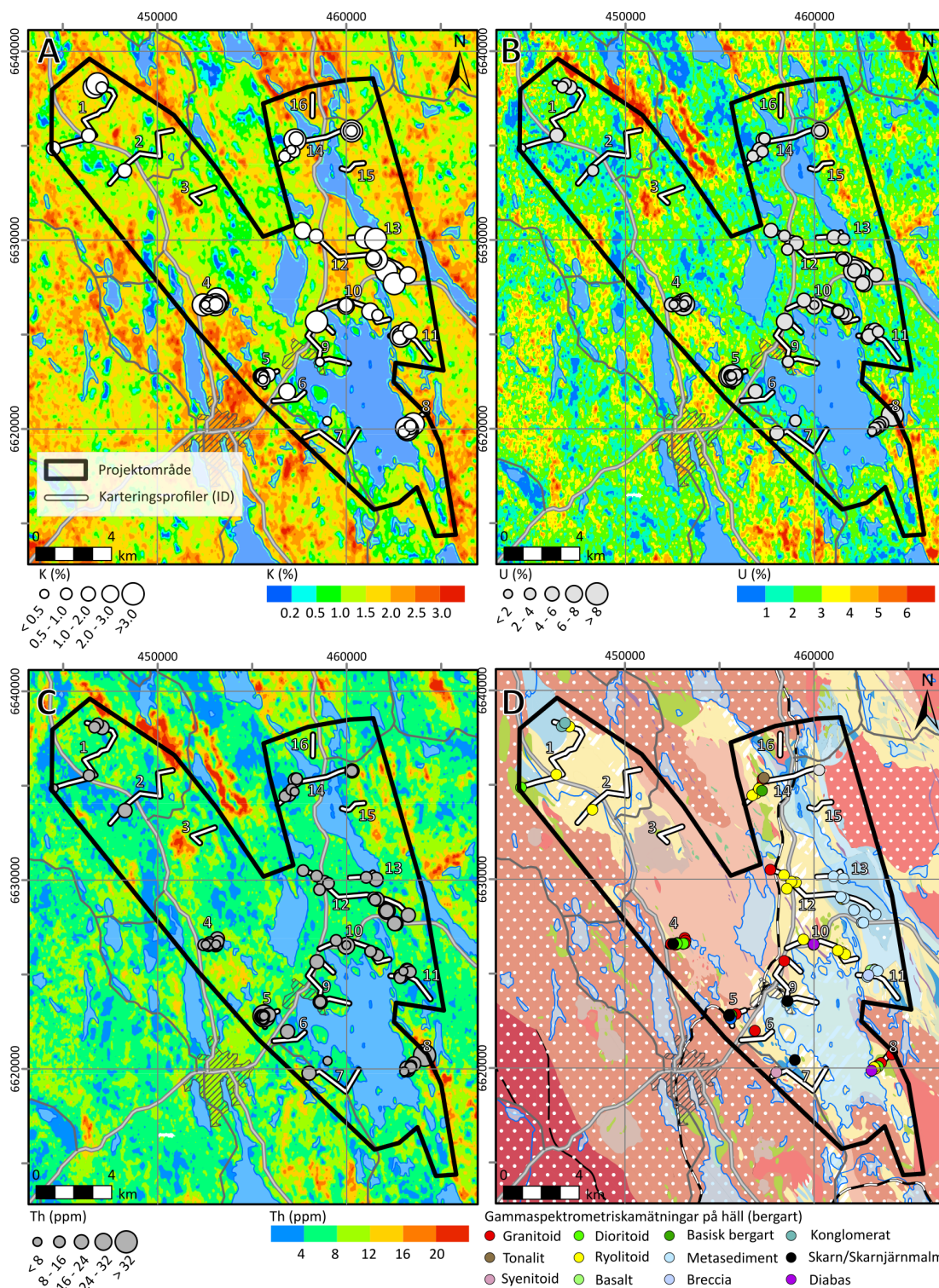


Figur 6. Skenbar resistivitet beräknad från flygmätta VLF-data med tolkade lineament.

Gammaspektrometri

Halterna av kalium, uran och torium från både flyg- och markmätningar presenteras i figur 7. De kontinuerliga ytorna har tagits fram från flygmätningarna och visar fördelningen av respektive grundämne i det översta marklagret. Cirkelarna representerar halter från hållmätningar.

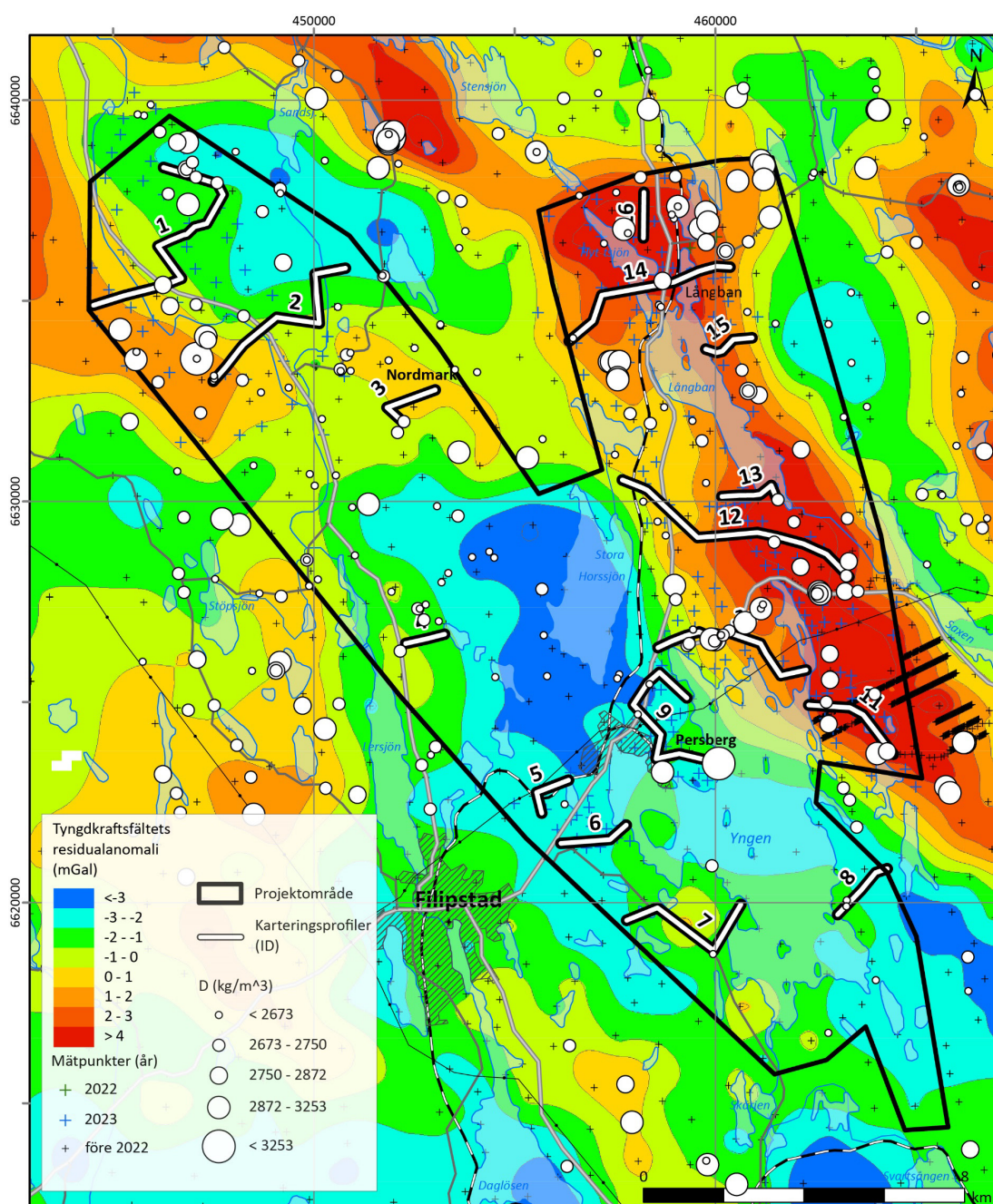
Högre halter av kalium, uran och torium korrelerar tydligt med förekomsten av Filipstadsgraniten, särskilt precis öster om karteringsprofilerna 1, 2 och 3 samt öster om den sydligaste delen av projektområdet. I området sydväst om projektområdet, runt Filipstad, identifieras högre halter av kalium och uran, men torium visar inte samma korrelation, trots den stora utbredningen av graniten där. Horssjögraniten, som täcker ett relativt stort område inom projektområdet, ger inte någon tydlig respons i gammaspektrometriska data, och de få hållmätningar på bergarten som gjordes visar också måttliga halter. Väster om karteringsprofil 3 finns ett mindre område med högre halter av alla tre grundämnena, vilket kan korreleras med utbredningen av en annan typ av granitoid, av Hyttsjötyp. Inom de vulkaniska bergarterna visar fördelningen av kalium, både från flygmätningar och hållmätningar, utbredningen av den hydrotermala K-omvandling som har påverkat bergarterna efter deras bildande. Som beskrivits tidigare, är olika typer av vulkaniter starkt påverkade av olika grader av Na- eller K-omvandling. Ett område som särskiljer sig med höga kaliumhalter finns öster om Stora Horssjön (centrala delarna av karteringsprofilerna 10 och 12). En mer detaljerad diskussion presenteras i avsnittet *Litogeokemi och hydrotermal omvandling*.



Figur 7. Gammaspektrometriska data från flyg- och märkmätningar. **A.** Halten av kalium. **B.** Halten av uran. **C.** Halten av torium. Yttäckande visar data från flygmätningar och symboler (cirkler) visar resultaten från gammaspektrometriska mätningar på håll för de olika grundämnena. **D.** Gammaspektrometriska hållmätningar symboliserade efter bergart, med den uppdaterade berggrundskartan som underlag. Symbolisering av berggrundskartan är densamma som i figur 2.

Tyngdkraft

Det residuala tyngdkraftsfältet över området visas i figur 8. Residualen är beräknad som skillnaden från det totala Bouguer-anomalifältet och en uppåtberäkning av fältet till 3 km. Bearbetningen syftar till att visa den mest ytliga responsen (ca 3 km djup) från berggrunden till tyngdkraftsbilden. Den starkaste positiva anomalin återfinns i den östra delen av projektområdet och korrelerar i stor utsträckning med utbredningen av de metasedimentära bergarterna. I den nordvästra delen finns även en svagare positiv anomali, som tolkas härstamma från de mafiska djupbergarterna i området. Det är troligt att dessa djupbergarter har en större utbredning på djupet än vad som har kartlagts på ytan, vilket förklarar storleken på den observerade anomalin där. I figur 8 visas även densitetsfördelningen för alla petrofysiska prov som tagits inom området.



Figur 8. Det residuala tyngdkraftsfältet över projektområdet. Residualfältet är uttryckt som skillnaden mellan Bougueranomali och en analytisk uppåtberäkning av fältet till 3 km. I figuren visas också alla petrofysiska prov symboliserade efter densitet.

Detaljbeskrivning över områdena

Persbergshalvön

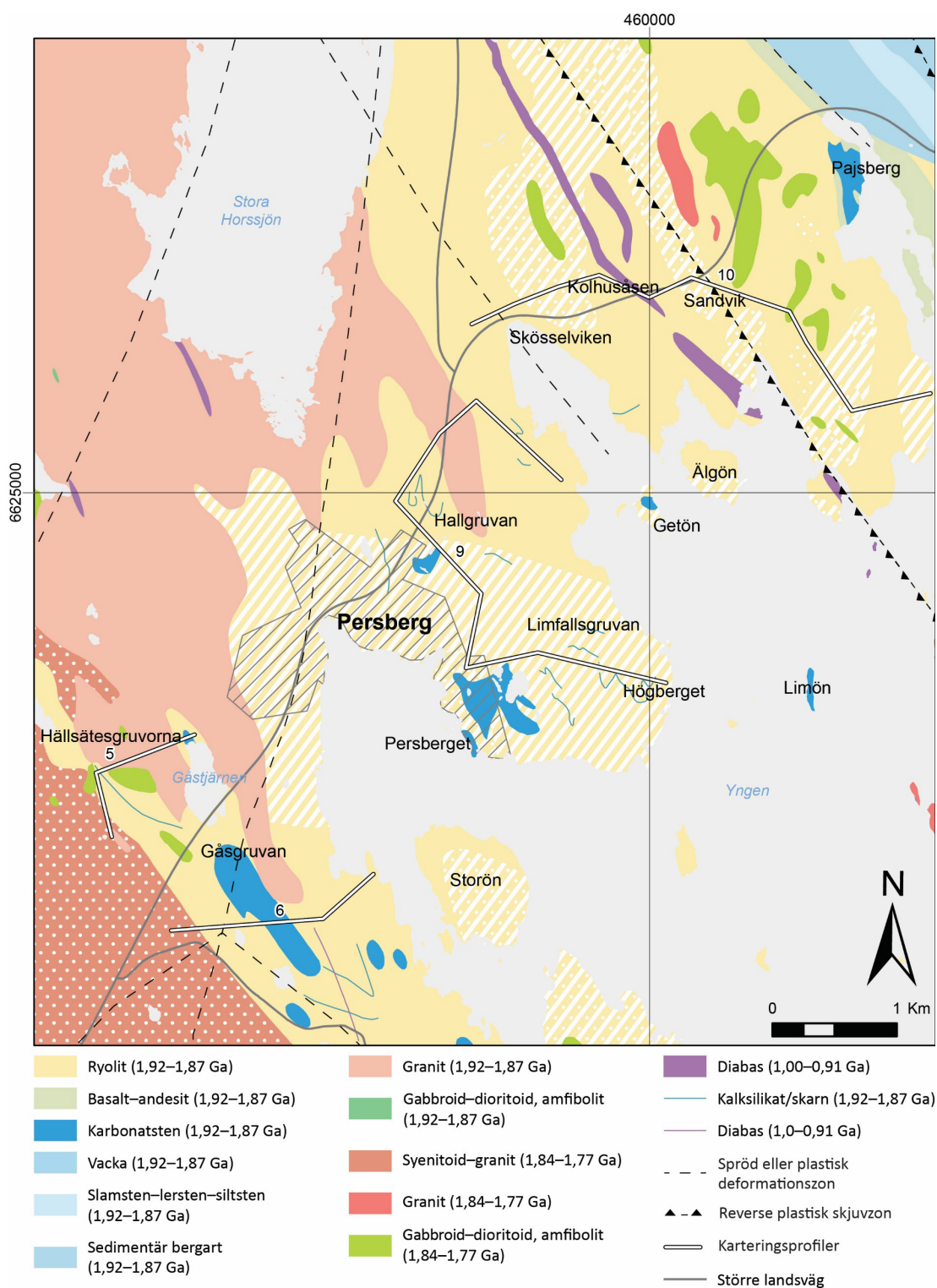
De berggrundsgeologiska undersökningarna i Persbergsområdet (fig. 9) har visat på förekomsten av olika typer av vulkaniter, som varierar från ljust gråvita till gråa vulkaniska sandstenar och siltstenar samt kvarts- och fältspatsströkoränsförande vulkaniter.

Vid Högborgsfältets naturreservat återfinns en grå till rödgrå vulkanisk sandsten–siltsten med mörka lager och band, som innehåller amfibol (hornblände), pyroxen och epidot (fig. 10A). I närhet till skarnjärnmalm har bergarten ett hälleflintartat utseende, särskilt vid kontakten där intensiteten av bandningen och slirorna ökar. Detta kan observeras mellan vulkanit och skarnjärnmalm i ingången till Tilas stoll i Krakbogruvan. Detaljerade beskrivningar har även angivits i Sjögren m.fl. (1914). Den skarnbandade vulkaniten och järnmalmshorisonen fortsätter nordväst och återfinns vid flera gruvor på halvön, inklusive Nygruvan, Limfallsgruvan och Flintkärrsgruvan. Vid Limfallsgruvan är den skarnbandade vulkaniten associerad med lager av kalcitisk marmor i en veckad sekvens. Längre nordväst vid Jordåsgruvan–Jordåskärrgruvan, norr om Persberg, förekommer samma typ av skarnbandad vulkanit (fig. 10B). Det är tydligt att den skarnjärnmalmsförande horisonen är starkt veckad och ursprungligen varit en eller flera kalkstenshorisoner. Större områden med varierande grad av skarnomvandlad kalcitisk till dolomitisk marmor är till exempel blottad på Persberget (fig 9).

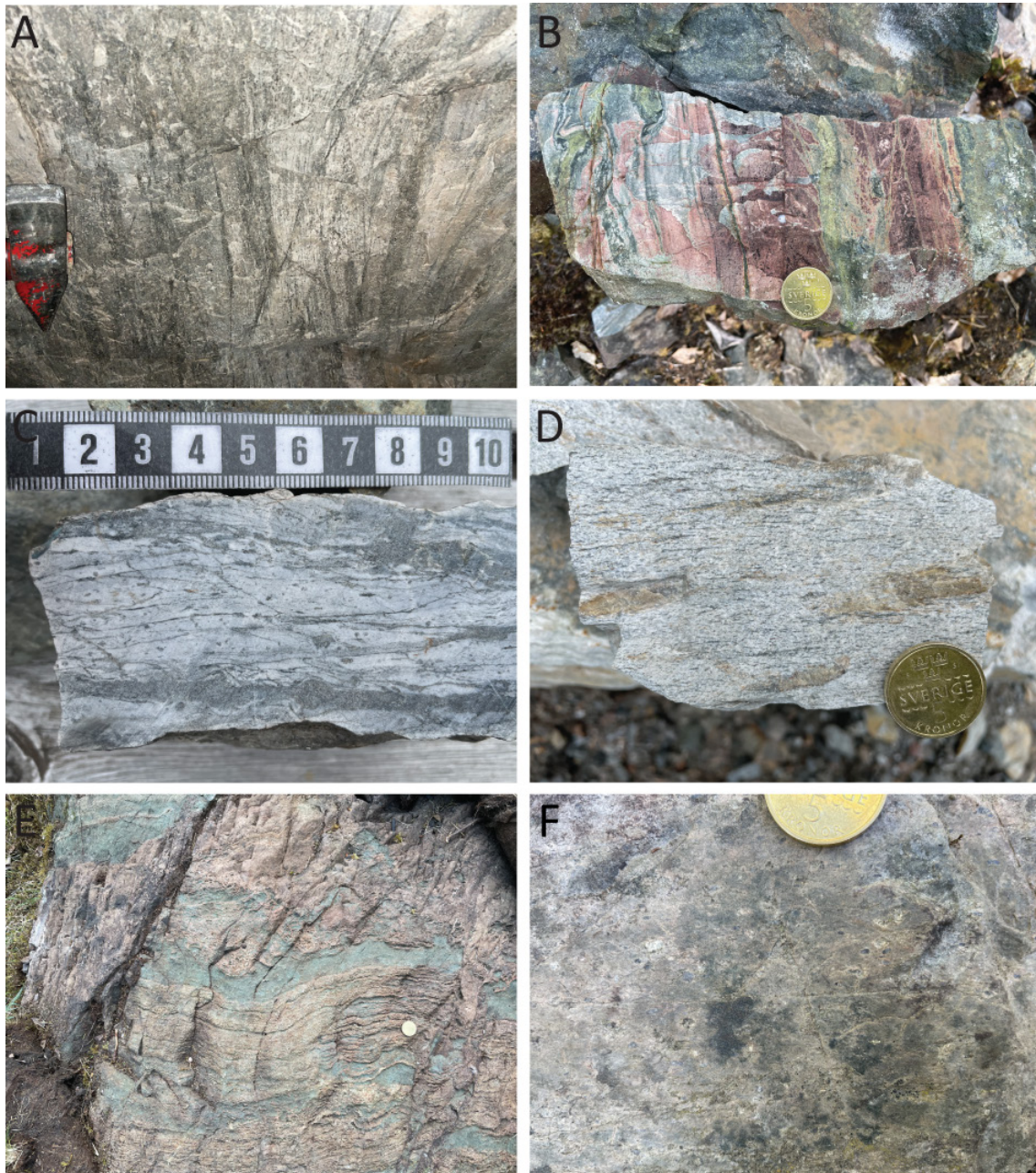
Vid Nygruvan väster om Högberget anträffas även en annan typ av vulkanit, en gråvit kvartsströkoränsförande variant med mörka sliror och band av Fe-Mg-amfiboler, cordierit och klorit (fig. 10C). Magnusson (1925) beskriver liknande bergarter från Nygruvan med välbevarade texturer som indikerar ett koherent facies. En liknande vitgrå vulkanit utan synliga strökoräns, men med bruna, centimeterstora aggregat av cordierit och olika omvandlingsprodukter, återfinns på östra sidan av Persberget (fig. 10D). I tunnslip syns en tät grundmassa (0,005–0,03 mm) med en del grövre (0,1–1 mm, mindre än 5 volymprocent) kantiga fragment av kvarts och några enstaka av plagioklas. Samma typ förekommer även ca 500 meter norrut, där den är associerad med bandad pyroxen-granatskarn (fig. 10E).

En mer distinkt kvarts- och fältspatsströkoränsförande vulkanit påträffas vid södra Hallgruvan. Kvartskornen är avlånga och rundade, och fältspat förekommer som euhedra lister (fig. 10F). Bergarten tolkas som koherent och återfinns nära en skarnomvandlad vulkanisk sandsten–siltsten. En åldersbestämning av den koherenta vulkaniten med uran-bly-zirkonmetoden, utförd med jonmikroskop vid NordSIMS-laboratoriet, gav en bildningsålder på 1892 ± 3 Ma (konkordant ålder enligt Tera-Wasserburg-diagram). En fullständig redovisning av analysdata kommer att presenteras i en kommande publikation. Lokalt förekommer även strökoränsförande ryoliter som uppvisar starkare deformation. Kemiska analyser av den mer deformationen typen och den koherenta vulkaniten visar på en lägre grad av omvandling jämfört med övriga bergarter i området. Vid nordöstra delen av halvön förekommer även dels strökoränsförande vulkaniter, dels täta vulkaniska siltstenar med mörka band och som i varierande grad innehåller tunna nålar av amfibol.

I nordväst finns bergarter från Horssjökomplexet, som varierar från rödgråa till rödbruna fint medelkorniga varianter, samt gråa, fint medelkorniga typer med tydlig fältspat- eller kvarts-porfyrisk textur. Tydliga kontakter till otvetydiga vulkaniter har inte observerats.



Figur 9. Förenklad berggrundsgeologisk karta över området som innefattar karteringsprofilerna 5, 6, 9 och 10. Runda prickar över bakgrundsfärgerna representerar porfyrisk eller porfyroblastisk textur och sneda streck hydrotermalt omvandlad.



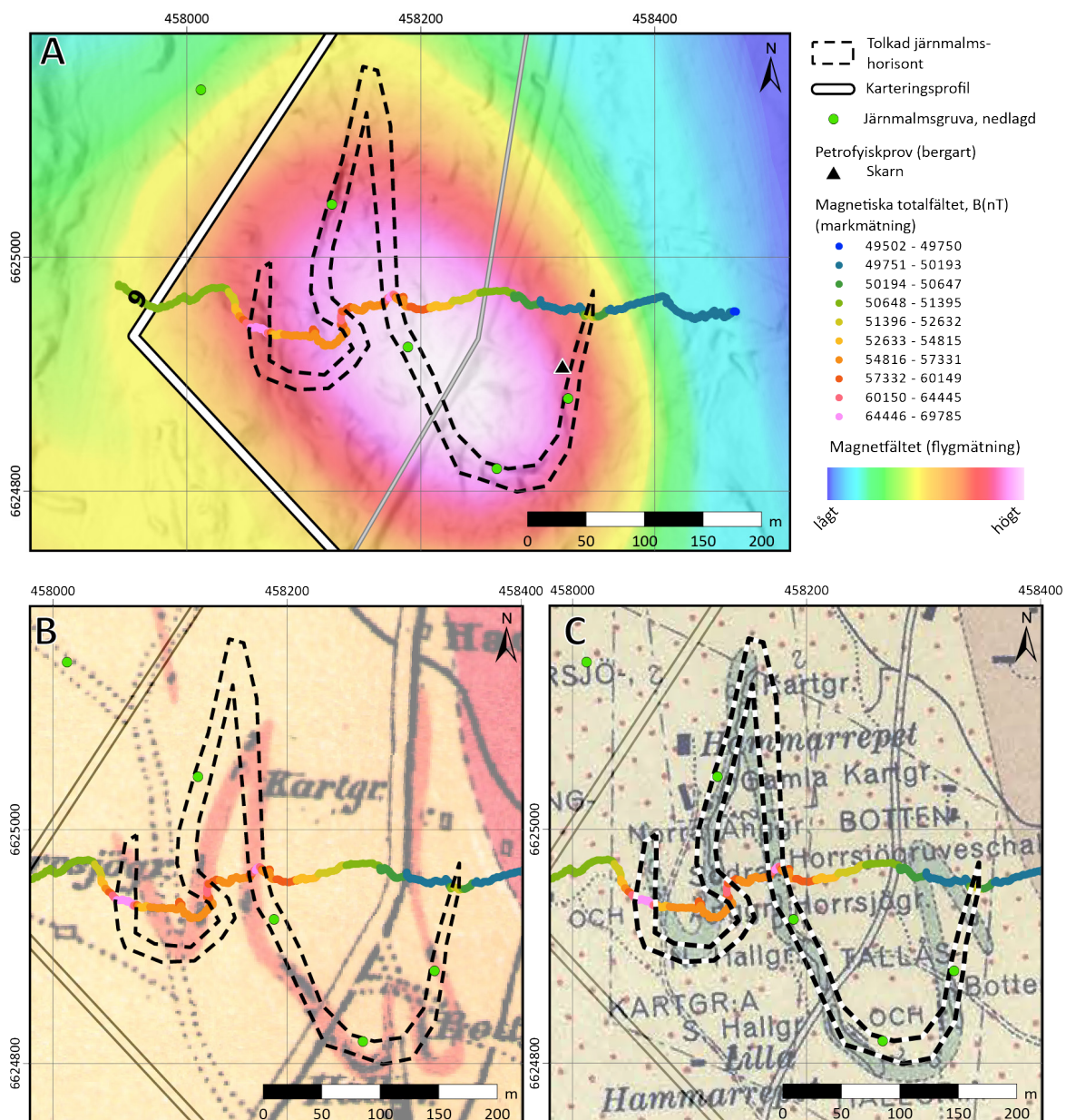
Figur 10. **A.** Bandad ljusgrå vulkanisk sandsten–siltsten från stollgången vid Tilas stoll. Högbergsfältet (6623539/460158, JCA220059/SAN230447). **B.** Skarnbandad hälleflintartad vulkanisk sandsten–siltsten. Jordåsgruvan–Jordåskärrgruvan (6624430/458231, SAN230151). **C.** Kvartsporfyrisk ryolit med sliror och ådror av Fe–Mg–amfiboler och cordierit. Nygruvan (6623508/459833, SAN230133). **D.** Finkornig ryolit med bruna porfyroblaster av cordierit. Persberget (6623129/458561, SAN230143). **E.** Bandad granat–pyroxenskarn. Spröd deformationszon i västra delen av bilden med förhöjd magnetisk susceptibilitet. Krangruvan (6623545/458610, SAN230145). **F.** Koherent kvarts- och fältspatporfyrisk ryolit. Bottengruvan (6624911/458314, SAN230139). Foton: Stefan Andersson.

Persbergshalvön utgör ett högmagnetiskt område som har starka kopplingar till de talrika mineraliseringarna med skarnjärnmalm. Magnetfältsanomalierna sträcker sig ut över sjön Yngen (fig. 4), men någon övergripande generell struktur för området är svårtolkad. Skarnjärnmalmshorisonernas starka veckning har tidigare konstaterats både i äldre och nya observationer. I Törnebohm (1875) och Magnusson (1925) finns kartor som visar på tolkade utbredningar och veckstrukturer för horisonterna.

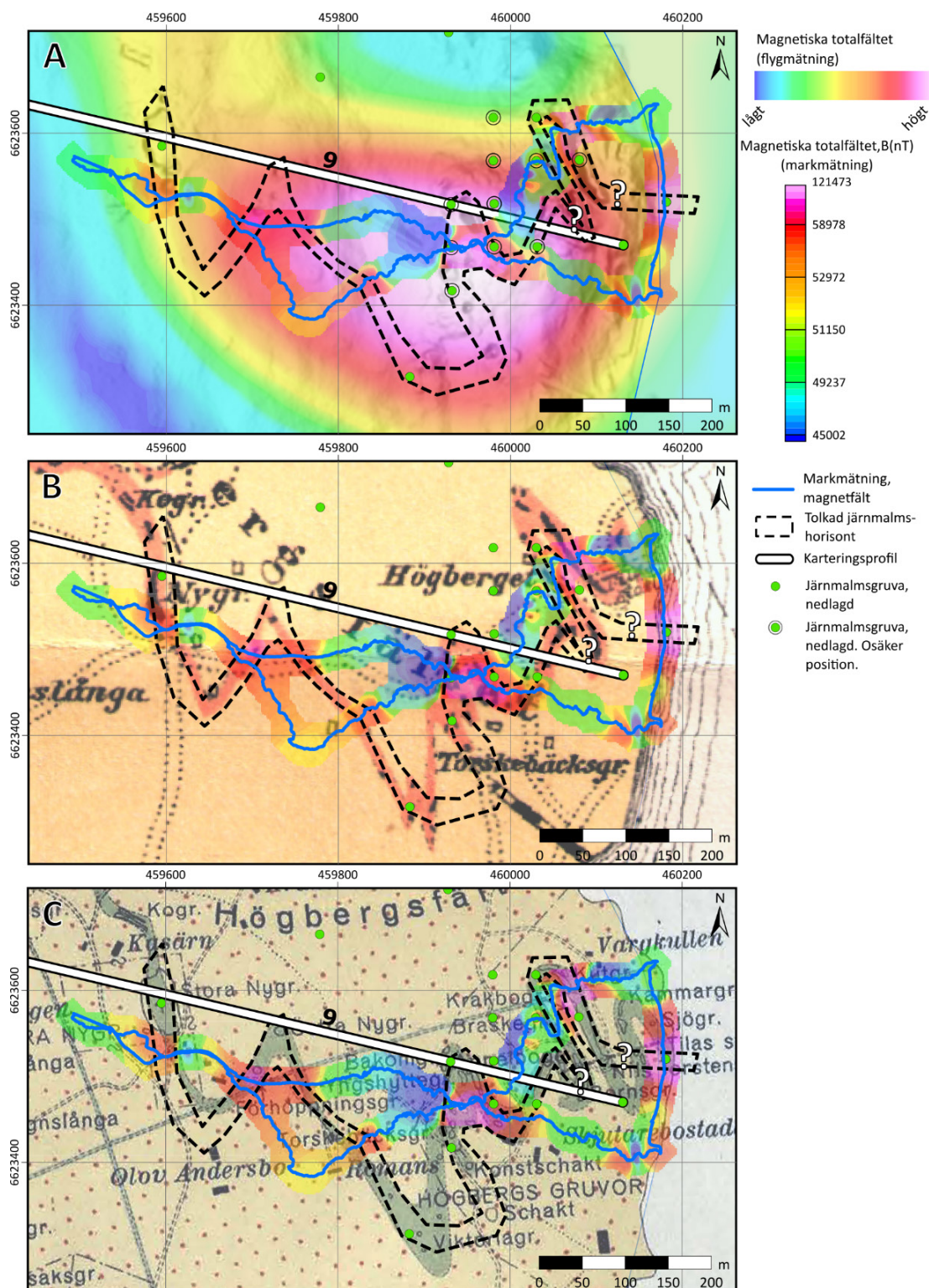
Markbaserade magnetfältsmätningar har utförts vid två områden inom projektet: Högbergsfältet och norra Jordåsfältet vid Hallgruvan (fig. 9). I norra Jordåsfältet framträder en cirkulär magnetanomali från data insamlade med flyg, men markmätningarna bekräftar att den tidigare tolkade utbredningen och veckningen, baserat på Törnebohm (1875) och Magnusson (1925), till stor del stämmer överens (fig. 11). En ny tolkning av järnmalmshorisonten presenteras, baserad på historiska tolkningar, höjddata (LIDAR, från vilken gruvhål identifierats), samt ny markmätning och 2D-modellering.

På samma sätt har en tolkad utbredning av en veckad skarnjärnmalmshorisont tagits fram för Högbergsfältet (fig. 12). Det finns en tydlig likhet mellan tolkningarna av Törnebohm (1875) och Magnusson (1925) och de nya markmätningarna av magnetfältet. Det finns dock vissa diskrepanser i den östligaste delen av området (fig. 12B och C). Av de tjugo mineraliseringsförekomster som finns i SGU:s databas för Högbergsfältet har endast sju positioner reviderats på senare tid (2002 och 2016), vilket innebär att flertalet har osäkra positionsangivelser. Det ska även noteras att de äldre kartorna inte har samma positionsnoggrannhet som de moderna och att själva anpassningen av de äldre tryckta kartorna till digitalt underlag är svår att optimera.

De magnetfältanomalier som uppmäts igenom markmätningarna är de starkaste i projektet, med två anomalier som överstiger 100 000 nT. Nya linjer för kalksilikat har lagts in i kartdatabasen baserat på de senaste tolkningarna.



Figur 11. A. Det magnetiska fältet i området med underliggande skuggning från höjddata. Markmätning av magnetfältet är symboliserad från uppmätta värden. **B.** Tolkad utbredning av järnmalmshorisont (röd) av Törnebohm (1875). **C.** Tolkad utbredning av järnmalmshorisont (grön) av Magnusson (1925).



Figur 12. A. Det magnetiska fältet i området med underliggande skuggning från höjddata. Markmätning av magnetfältet längs blå linje, data är sedan interpolerad till en yta. B. Tolkad utbredning av järnmalmshorisont (röd) av Törnebohm (1875). C. Tolkad utbredning av järnmalmshorisont (grön) av Magnusson (1925).

Öst om Stora Horssjön

Bergarter öster om Stora Horssjön (fig. 9 och 13) har undersökts längs två längre karteringsprofiler, nummer 10 och 12. Vid den norra (karteringsprofil 12) återfinns vulkaniter med ryolitisk sammansättning som lokalt är starkt deformerade. De är antingen kvartsströkorförande eller

både kvarts- och fältspatsströkornsförande. Cirka en kilometer nordväst om Mankhöjden, vid kontakten mellan ryolit och granit (fig. 13), består bergarten av en finkornig och starkt folierad och deformerad grundmassa som innehåller en hög andel kristallfragment (15–20 volymprocent) av kvarts och albit (fig. 14A). I en kvartströkornsförande variant längre sydöst är kvartskornen utdragna i en medelbrant lineation mot sydsydväst. Det förekommer även mörka, linsformade och utdragna aggregat som kan vara rester av pimpstensfragment. En spröd–plastisk, nordväst–sydöstlig deformationszon (Svekonorvegisk) har modifierats i kartdatabasen baserat på fältobservationerna. Denna zon är också synlig som ett tydligt brott i den högmagnetiska anomalin. Deformationszonen har även extrapolerats längre sydöst baserat på topografiska skillnader.

Vulkaniterna på nordvästra sidan av Mankhöjden är kvartsströkornsrika ryoliter (fig. 14B) och är inte lika deformerade som de längre nordväst. Lokalt uppträder även strökorn av fältspat, och de saknar i regel tydlig lagring. På sydvästra sidan av Mankhöjden förekommer däremot en lagring mellan lager med kristallfragment och lager av vulkanisk breccia. I breccian är fragmenten kantiga och ofta tillplattade, bestående av en mörk biotitrik grundmassa som innehåller tydliga kvartsströkorn. Fragment varierar i storlek från några centimeter till decimeterstora och tolkas som svetsade pimpstensfragment, som bildar en eutaxitisk textur (fig. 14C). Kemiska analyser och spektrometermätningar visar att bergarterna är starkt K-omvandlade och urlakade på natrium.

Magnusson (1925) beskrev vulkaniterna runt Mankhöjden som kvartsporfyryr (lavor) och tuffer samt omlagringsprodukter av dem. Han noterade förekomsten av vulkaniska fragment och mineralfragment i varierande antal och storlek. De kan följas upp till 200 meter längs strykningsriktningen med en mäktighet på cirka fem till tio meter (Magnusson 1925, Björk 1986).

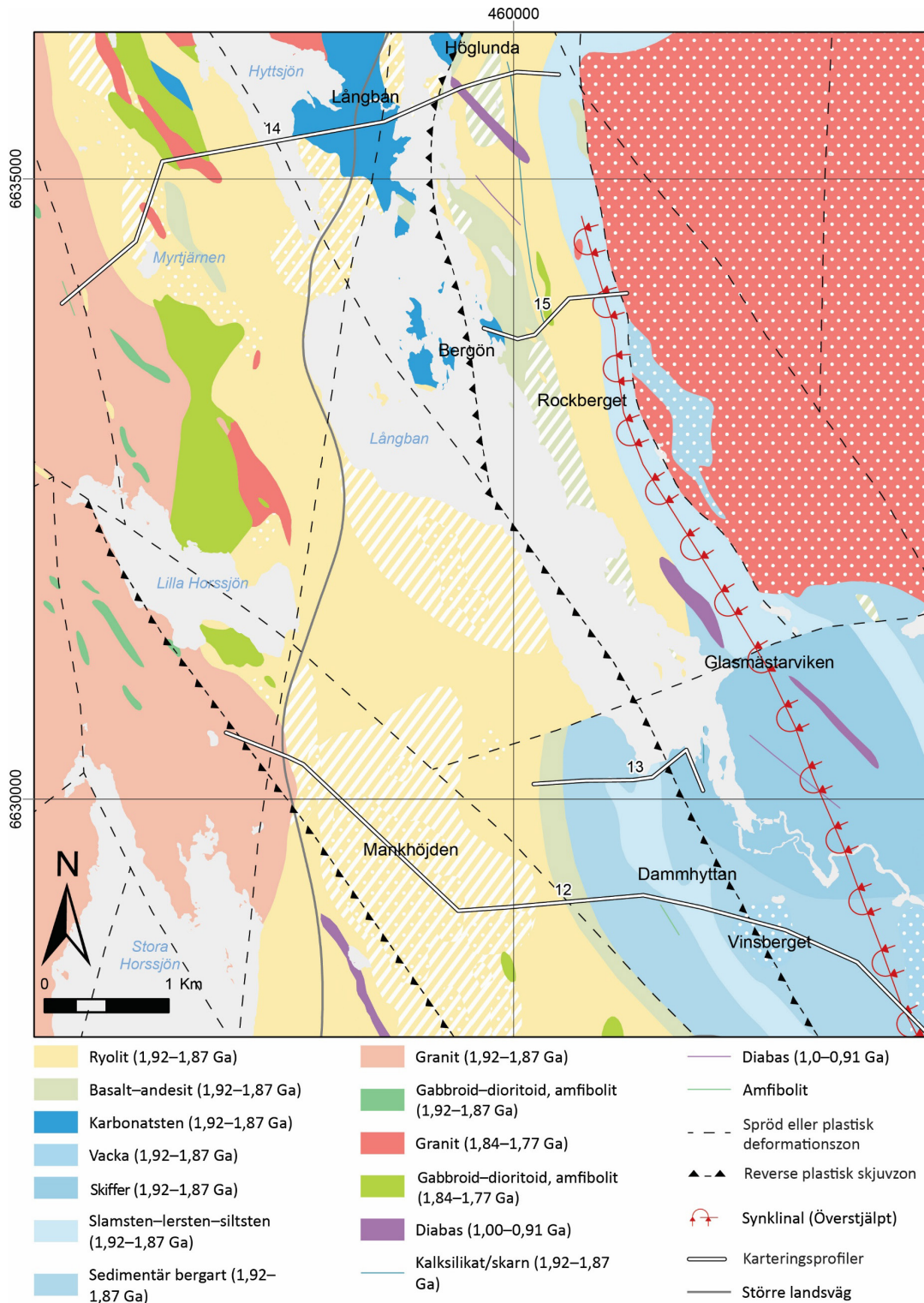
Vulkaniterna tolkas som både tuffer och lavor, och att noggrannare petrografiska studier oftast krävs för att särskilja typerna.

Vid den södra karteringsprofilen (nummer 10) uppvisar vulkaniterna en större variation än de vid den norra profilen. Vid tre mindre gruvområden vid Skösselviken (fig. 9) består värdbergarterna i varphögarna av grå, kvartsrik och omvandlad vulkanit, som varierar från att ha en tydlig lagring till att lokalt sakna struktur (fig. 14D). Vid Dunderbäcksgruvan förekommer mörka sliror och fläckar med rester av den kvartsrika vulkaniten, i direkt anslutning till kvartsrik magnetitmalm. De mörka delarna består av biotit, klorit och Fe-Mg-amfiboler, vilket tyder på en stark koppling mellan Fe-Mg-omvandling, silicifiering och magnetitmalm. Block av dolomitisk marmor har också observerats i varphögarna, vilket kan tyda på att malmerna ursprungligen bildats i kalkrika horisonter. Mönstret i det magnetiska fältet visar att den malmförande sekvensen troligen fortsätter nordnordväst mot Visthusbäcksgruvorna och sydöst mot Angsgruvorna i Stennäsfältet och till Älgön.

Strax nordöst om Skösselviken måste en gräns finnas mellan den malmförande vulkaniten och andra typer av strökornsförande vulkaniter. Där uppträder en strökornsfattig typ av vulkanit, som innehåller upp till 5 volymprocent kvartsströkorn i en finkornig grundmassa. Den har en utbredning på ca 150 m tvärsöver strykningsriktningen österut, innan den återfinns ytterligare 400 m österut. Däremellan finns en diffust lagrad vulkanisk sandsten och ett vulkaniskt konglomerat med rikligt med större kantiga korn av kvarts och fältspat, vilket tolkas som en kristallfragmentförande tuff.

Vid Kolhusåsen blottas en lagrad sekvens som kan följas över ca 100 m tvärsöver strykningsriktningen. I väst uppträder en ryolit med avlånga, ca 1 cm stora vita bollar av fältspat och ca 1–3 mm stora kantiga kristallfragment av fältspat och kvarts (fig. 14E). Den fortsätter österut där mängden kristallfragment minskar, och efter det uppträder en tydlig lagring mellan tunna mörka skikt och tjockare lager med bortvittrade pimpstensfragment. Oregelbundna, täta och svartgråa litoklaster med små fragment av kvarts och fältspat förekommer också. Cirka 50 meter österut framträder en cirka en meter bred lagrad sekvens med vulkanisk sandsten med kristallfragment av kvarts och fältspat (fig. 14F). I den centrala delen av denna sekvens finns ett finkornigare lerigt

lager som liknar det som uppträder som litoklaster längre västerut. Flamstrukturer (eng. *flame structures*) och belastningsstrukturer (eng. *load casts*) mellan leriga och sandiga lager indikerar att stratigrafiskt uppåt är mot väst. Det motsäger en tidigare uppåtbestämning som gjorts i samma hållområde (Björk 1986). Den lagrade sekvensen tolkas som vulkaniska tuffer och olika omlagringsprodukter och kan jämföras med de som förekommer längre norrut vid Mankhöjden.



Figur 13. Förenklad berggrundsgeologisk karta över området som innefattar karteringsprofilerna 12, 13, 14 och 15. Runda prickar över bakgrundsfärgerna representerar porfyrisk eller porfyroblastisk textur och sneda streck hydrotermalt omvandlad.



Figur 14. **A.** Starkt deformerad och Na-omvandlad ryolitisk tuff. Slätthallarna (6630212/458402, SAN220090). **B.** Dominerande kvartsströmkornsförande ryolit. Mankhöjden (6629824/459038, SAN220094). **C.** Kvartsströmkornsförande ryolitisk tuff och lager med vulkanisk breccia med upp till decimeterstora, mörka, kantiga pimpstensfragment. Mankhöjden (6629000/459475, SAN220097). **D.** Kvartsrik och laminerad vulkanisk siltsten. Buskegruvan (6626285/458417, SAN230218). **E.** Bollar av fältspat i en mörk mellanmassa med kristallfragment av kvarts och fältspat. Kålhusåsen (6626800/459443, SAN220098). **F.** Lagrad vulkanisk sandsten med kristallfragment av kvarts och fältspat med finkorniga lager. Belastningsstrukturer och flamstrukturer i centrala delen av bilden indikerar stratigrafiskt uppåt mot den övre delen av bilden (mot väst). Kålhusåsen (6626800/459443, SAN220098). Foton A, C, D, E och F: Stefan Andersson. Foto B: Cecilia Brolin.

Vid Sandvik och Pajsberg förekommer mindre kroppar av granit, gabbro och tonalit–diorit (fig. 9). Mindre ytor som tidigare tolkats som ospecifierad ”metabasit” har omtolkats som diorit, då de utgörs av massformiga bergarter med finkorniga och ibland folierade xenoliter. Huvudbergarten i området är en grå kvarts- och lokalt fältspatströkornsförande ryolit. I vulkaniten runt om kropparna förekommer små ådror och större homogena partier av tonalit–diorit, och en bandning observeras i anslutning till de homogena tonalit–dioritmassorna. Fragment av vulkanit förekommer även som xenoliter i dessa massor (fig. 15A).

Längre söderut, i en liknande strökornsförande och folierad vulkanit, observeras skrovliga och ojämna hälltytor med ljusgrå ådror och större homogena partier (fig. 15B). De ljusa ådrorna och homogena partierna tolkas som uppsmältning i samband med uppkomsten av de yngre djupbergarterna i området. Spektrometermätningar visar att vulkaniterna har förhöjda K-halter. Ungefär 1 km sydöst om Sandvik uppträder en starkt omvandlad vulkanit med band av strålig amfibol (Fe-Mg-amfiboler), kvarts och cordierit, och en riklig magnetitdissemination.

I området kring de manganrika järnmalmerna i Pajsberg finns en grå, lagrad vulkanisk sandsten–siltsten (fig. 15C). Denna typ av vulkanisk sandsten–siltsten har även stor utbredning i Långban och öst om Långbansjön.

Cirka 300 meter nordväst om Sandvik finns en annan typ av vulkanit, en grå lagrad ryolit med rikliga kristallfragment av kvarts och fältspat (minst 50 volymprocent). Kristallfragmenten är oftast 1–2 mm stora, men enstaka större fragment upp till 4 mm förekommer. Vissa lager innehåller bortvittrade, avlånga fragment som består av klorit och amfibol. Kemisk analys visar att vulkaniten är Fe-Mg-omvandlad och ursprungligen Na-omvandlad, med kalium starkt urlakat. Tunnslianalyser visar på förekomst av cordierit och Fe-Mg-amfiboler.

Bergarter tillhörande Horssjökomplexet har observerats i västra delen av både den norra och södra karteringsprofilen. I den norra består de av ljusgråa, fint medelkorniga och stängliga metagraniter. I kontaktzonen mot vulkaniterna finns en fint medelkornig, vitgrå bergart med spröd till plastisk struktur och ljus glimmer (fig. 15D). Kemisk analys visar på starkt Na-omvandlad bergart som består mestadels av kvarts och albit. Bergarten finns i åtminstone tre hållar i en zon på ca 100 m och tolkas som en omvandlad granit eller vulkanit. Längre söderut vid en skärning i den gamla järnvägen finns en övergångszon mellan rödgrå till grå, linjerad, fint medelkornig porfyrisk subvulkanit och en grå, lagrad och delvis starkt linjerad vulkanisk bergart.

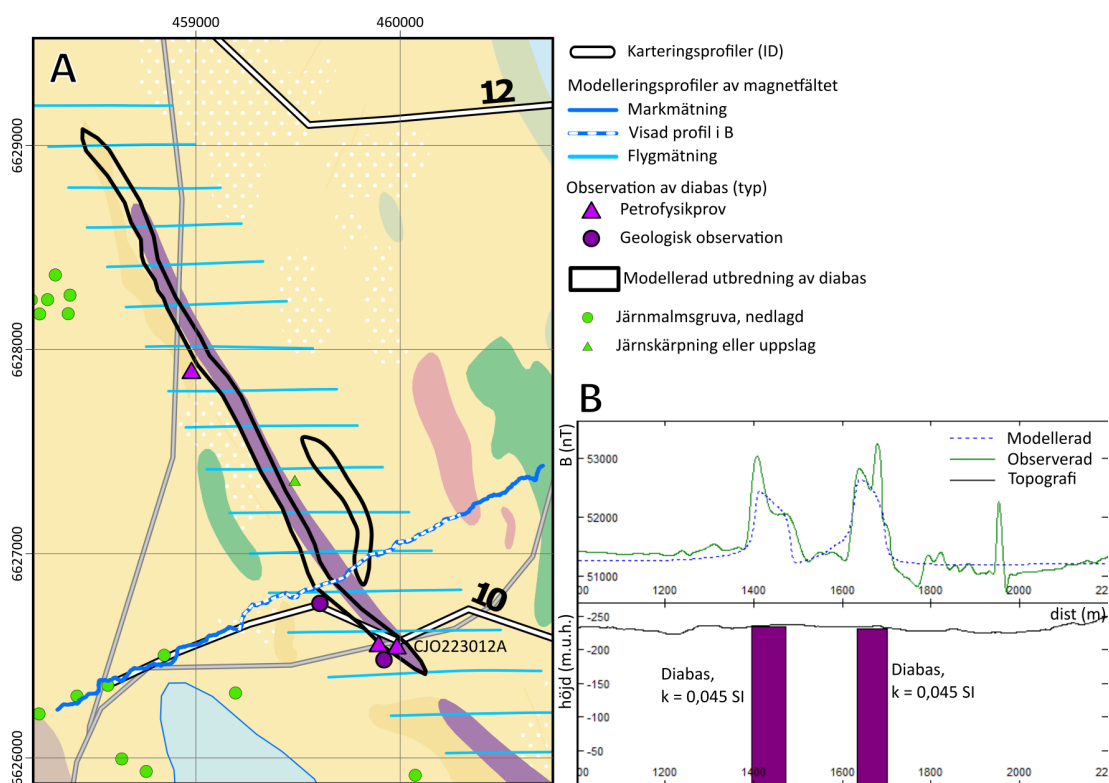
I den östra delen av karteringsprofil 10 (fig. 9) observeras en bergart som tidigare tolkats som en albitextrem Horssjögranit (Magnusson 1925, Björk 1986) eller starkt omkristalliserad vulkanit (Outhius & Van Berkel 1988). Där har en kontakt mellan två olika bergarter observerats. Kontaktens orientering (ungefär NNV–SSÖ) är konform med lagring och foliation i de vulkaniska bergarterna runt omkring. På västra sidan av kontakten finns en folierad, finkornig bergart med en kornstorlek mindre än 0,5 mm, och vid kontakten finns en lagrad eller bandad sekvens där även en biotitrik förskiffrad bergart med synliga porfyroblaster observerats. Öster om kontakten finns en lika finkornig bergart med tunna aggregat av biotit och klorit i slumpmässig orientering (fig. 15E). Den senare återfinns även längre österut och är den dominerande bergarten i området. Kemiska analyser visar på en anrikning av natrium och delvis magnesium och järn samt en urlakning av kalium. Bergarterna tolkas som omvandlade och omkristalliserade vulkaniter, och kartdatabasen har ändrats i enlighet med nya observationerna.



Figur 15. **A.** Diorit-tonalitmassor med mörka kluster av strökoräsförande ryolit. Bandning i den strökoräsförande ryoliter i övre delen av bilden. Öst om Sandvik (6626689/460937, SAN230192). **B.** Strökoräsförande och folierad vulkanit med diorit-tonalitmassor och ljust gråa homogena partier. Sydöst om Sandvik (6626252/461220, SAN230200). **C.** Lagrad vulkanisk sandsten-siltsten. Pajsberg (6627478/461471, SAN230337). **D.** Starkt Na-omvandlad och spröd-plastiskt deformerad bergart. Slätthallarna (6630262/458232, SAN220089). **E.** Ryolit med avlånga biotit- och kloritaggregat i finkornig ljus grundmassa. Kattviken (6625856/462193, SAN230212). **F.** Ofitisk diabas. Kampängen (6626802/459665, SAN230184). Foton: Stefan Andersson.

Öst om Kålhusåsen blottas en ofitisk diabasgång (fig. 15F). Nya geofysiska mätningar och modellering som genomförts i projektet har gett en uppdaterad bild av utbredningen. Modelleringen baserades på magnetiska data insamlade med mark- och flygmätningar (fig. 16A). En tydlig respons i markmätningen indikerade att den tidigare kartlagda utbredningen var felaktig. De nya data visade två mycket lika anomalier i amplitud och utseende (fig. 16B), och en ny hållobservation i anslutning till den ena anomalin motiverade modelleringen och revideringen av kartdatabasen.

Tre petrofysiska prov från diabasen finns registrerade i SGU:s databas, med spridda värden för magnetisk susceptibilitet. Ett värde avvek tydligt och avfärdades, medan ett annat prov som samlades in under projektet (CJO223012A) visade på en magnetisk susceptibilitet på $k = 0,045$ SI, vilket användes vid modelleringen. De tre proven visade på ett Q-värde som var mindre än eller nära ett, och remanent magnetisering har inte beaktats i modelleringen. För att skapa en enkel modell antogs diabasernas geometri att utgöras av rätblock som låg nära markytan, med konstant magnetisk susceptibilitet, ett konstant djupgående på 1 km, och ingen stupning för kropparna. Det slutliga resultatet generaliserades till sammanhängande kroppar (fig. 16B). Den befintliga utsträckningen av kroppen i sydöst förblev oförändrad, då den stämde väl överens med den geofysiska responsen.



Figur 16. A. Berggrundskarta innan revidering (symbolisering enligt figur 1) med observationer av diabas, modelleringsprofiler och järnoxidförekomster inlagda. **B.** Profil längs del av markmätning som visar modeller av två parallella diabaser samt deras respons jämfört med uppmätta data.

Hyttsjön och öst om Långban

Den norra delen av projektområdet omfattas av karteringsprofilerna 14, 15 och 16 (fig. 13). Bergarter från Horssjökomplexet uppträder i den västra delen och består av gråröda, finkorniga till fint medelkorniga och biotitfolierade metagraniter (fig. 17A). Lokalt uppträder de med en aplitisk, finkornig textur med fenokryster av kvarts.

Längre österut, vid Myrtjärnen, identifieras två olika typer av ryolit (fig. 13). Den första typen är kvartsströkorärande, med en relativt låg halt av kvartsströkor (1–2 volymprocent) och biotit som förekommer i oregelbundna skikt eller sliror (fig. 17B). Den har en låg halt av kalium ($< 0,8\%$ K), enligt spektrometriska mätningar. Den andra typen är en mörkgrå ryolit utan synliga mineral-korn och innehåller oregelbundna och lokalt avlånga biotitaggregat som uppträder både parallellt och i små veck. Partiella kemiska analyser (Björk 1986) visar en högre kaliumhalt (1,9 vikt-% K_2O) och en låg natriumhalt (0,2 vikt-% Na_2O). Tunnslipsundersökningar visar en hög andel finkornig cordierit ($< 0,1$ mm) i grundmassan. I området förekommer även en grön till grönsvart, fint medelkornig mafisk bergart, där strukturen är konform med vulkaniterna i området (fig. 17C).

Vid Långbans gruvby förekommer en lagrad sekvens med dolomitisk marmor, skarn och olika typer av vulkaniter. Den dolomitiska marmorn är ofta uppdelad i utdragna, linsformiga lager med varierande mäktighet och dominerar hållarna i området (Magnusson 1930). I västra delen av fältet blottas boudiner av skarn och skarnlager inbäddade i marmor. Söder om gruvorna finns en grå till rödgrå, skarnomvandlad kvartsströkorärande ryolit som är i direkt kontakt med marmorn. Tunnslipsundersökningar påvisar strökor av kvarts som ofta är organiserade i kluster med delvis euhedral form och visar korrosionsbukter (eng. *embayments*). Denna ryolit tolkas som en koherent vulkanisk bergart. En liknande beskrivning och tolkning finns även i Magnusson (1925). En åldersbestämning med uran-bly-zirkonmetoden, utförd med jonmikroskop vid NordSIMS-laboratoriet, gav en bildningsålder på 1890 ± 3 Ma (konkordant ålder enligt Tera-Wasserburg-diagram). En fullständig redovisning av analysdata kommer att presenteras i en kommande publikation. Sydöst om gruvorna återfinns även en vulkanisk sandsten–siltsten som är öppet veckad och lagrad i en sekvens med skarnig marmor. Lagringen är flack till brant, och veckaxeln stupar omkring 35 grader mot väst.

Historiska och nya kemiska analyser visar att vulkaniterna i Långbanområdet är starkt K-omvandlade (Sjögren m.fl. 1914, Magnusson 1925). Magnusson (1930) dokumenterar även att vulkaniterna i anslutning till de malmförande skarnzonerna är starkt Mg-omvandlade, ibland kallade ”skölar”. De varierar från glimmerrika typer (främst biotit) till olika övergångsfacies med varierande mineralogi, inklusive cordierit, Fe-Mg-amfiboler, andalusit och sillimanit (Magnusson 1930).

Norr om Långbans gruvby finns ett område som tidigare tolkats som metasediment (Björk 1986) och som gränsar till en delvis skarnomvandlad dolomitisk marmor. I fält uppträder bergarten som grå och finkornig med lokalt synliga grövre korn av kvarts eller som en strökorärik variant som påminner om granit (Magnusson 1925). Bergarten har studerats i fyra tunnslipsprover, där kristallfragment av kvarts och kalifältspat är vanligt förekommande. Fragmenten har en rundad till kantig form och är något korroderade med oregelbundna korngränser. Kornstorleken varierar från ca 0,5 mm till 1,5 mm, men vissa kvartskorn kan uppnå en kornstorlek på ca 3 mm. Grundmassan är ojämnkornig, med kornstorlek från ca 0,05 till 0,3 mm, och består av kvarts, kalifältspat, biotit och finkorniga aggregat av sericit (som kan ha bildats från plagioklas). Flera av proverna innehåller också rikligt med klintamfibol, epidot och allanit-gruppm mineral. Bergarten tolkas som en skarn- och K-omvandlad tuff eller tuffitisk sandsten, och kartdatabasen har uppdaterats för att reflektera denna tolkning. Längre norrut finns även en kvartsporfyrisk koherent vulkanit med 1–4 mm stora, euhedra till runda kvartsfenokryster.

På östra sidan av Långbansjön består berggrunden av en lagrad sekvens som har förenklats i kartbilden. Sekvensen består, från väst till öst, av marmor, lagrad vulkanisk sandsten–siltsten,

kristallrika tuffitiska sandstenar, mafiska finkorniga bergarter (lavor och lagergångar) och finkorniga lerstenar–siltstenar. Mäktigheten av lagren varierar och de uppträder ofta växellagrade med varandra. Längst i öst förekommer medelkornig till grovkornig granit med fältspatsmegakryster, känd som Gåsborngranit.

Borrningar gjorda under 1990-talet visar att ett flackt, mot väster liggande överskjutningsplan, med överskjutning från väst till öst, förekommer precis vid bilbron över Långbansjön längs väg 847 (Sandahl 1991b, 1992b). Förskjutningsbeloppet uppskattades till ca 150 m. Denna struktur har en nordnordöst–sydsydvästlig orientering på markytan. En plastisk deformationszon i kartdatabasen har reviderats. Vidare visade Cruden m.fl. (1999) att på västra sidan av Gåsborngraniten finns en nordnordväst till nordligt strykande dextral skjuvzon med brant lutning mot väst, som var aktiv under granitintrusionen.

Borrningar från SGAB och den kartering som genomförts i det här projektet har visat att utbredningen av den lagrade vulkaniska sandstenen–siltstenen är större än tidigare tolkats på kartan. De mafiska bergarterna upptar en något mindre yta. Lagersekvensen representerar det västra veckbenet i ett mot väst stupande överstjälpit veck, och verkar vara starkt sammanpressat i den östra delen mot Gåsborngraniten.

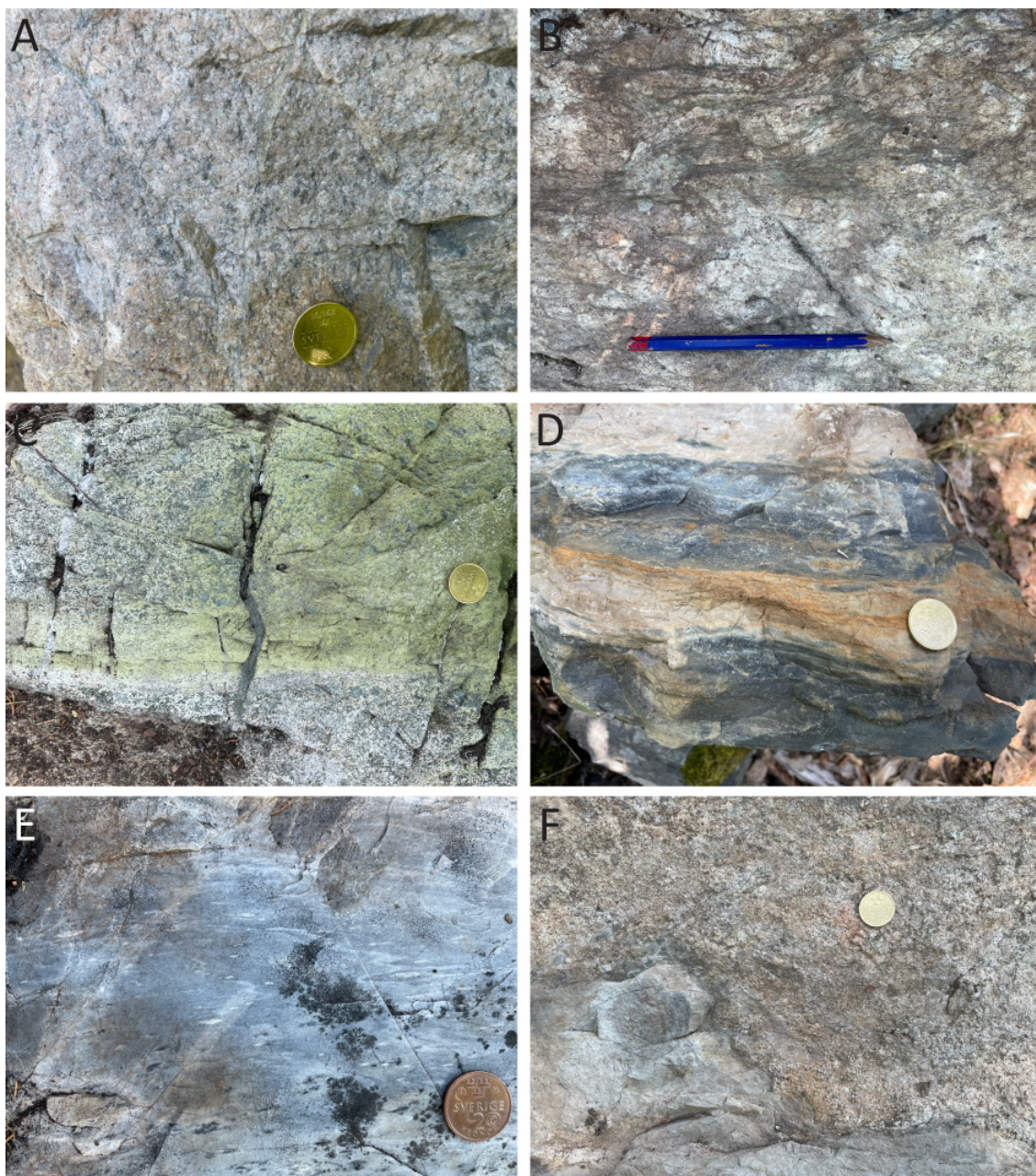
Vulkanisk sandsten–siltsten har observerats vid Höglunda och norr om Rockberget. Bergarten uppträder som en grå, finkornig till tät lagrad bergart, med varierande ljusa och mörka lager (fig. 17D–E). Lokalt finns lager på några centimeters mäktighet som innehåller kantiga och något grövre kvartskorn (ca 4–5 cm). Vid Karlslundsgruvan nära Höglunda finns täta asklager (fig. 17D) i en flack sekvens som är underlagrad av en omvandlad finkornig mafisk bergart. I närheten av gården Terrängen söder om Höglunda förekommer ofta blåaktig kvarts parallellt och i korsande relationer till lagringen, de senare även småveckade. Vid Rockberget finns vulkanisk sandsten–siltsten med tunna biotit- och muskovitrika skikt samt några lager med ovala, långsträckta ljusa fläckar som ibland har en mörkare bård runt om (fig. 17E). Kemiska analyser visar att bergarten har en K-rik sammansättning. I tunnslip observeras avsmalnade ansamlingar av biotit och muskovit, vilket kan tolkas som små pimpstensfragment. Finkorniga ryoliter utan tydlig skiktning eller lagring förekommer sporadiskt i sekvensen och innehåller små (<2 mm) strökorn av kvarts med varierande form.

Genom sekvensen med vulkanisk sandsten–siltsten finns en svagare men tydlig magnetanomali som sträcker sig parallellt med lagringen (fig. 4). Vid den anomalin förekommer bland annat en liten skärpning vid Brusatorp, där större block intill skärpningen innehåller grön pyroxenskarn med något magnetkis och pyrit. Anomalin tolkas som ett skarnlager. Tunna skarnband har också påträffats lokalt i den vulkaniska sandstenen–siltstenen nordväst om Karlslundsgruvan.

Öster om Höglunda förekommer tuffitiska sandstenar till konglomerat, som innehåller kantiga fragment av kvarts och fältspat upp till 3 mm, samt kantiga litiska fragment upp till några centimeter i en finkornigare grundmassa (<0,05 mm). Lager med grövre fragment av grusstorlek finns även, med större homogena massor av ett finkornigt material med mörka fläckar och blaster bestående av sammanväxningar av kvarts och andalusit. De kan troligen utgöra grövre litoklaster (fig. 17F).

Vid den norra karteringsprofilen, nordväst och sydöst om Höglunda, samt nordöst om Bergön vid den södra karteringsprofilen, finns varianter av skarnomvandlad kalcitisk till dolomitisk marmor. Marmorlagret sydöst om Höglunda utgör troligen ett tjockare lager i den vulkaniska sandstenen–siltstenen, medan de två övriga bildar större sammanpressade linser.

Den mafiska bergarten förekommer mestadels som en massformig och finkornig bergart, ibland med mörka fenokryster. Den innehåller ofta rikligt med ljusa sprickfyllnader eller ljusa, oregelbundna knölar på vittrade ytor. De är delvis K-omvandlade, enligt tidigare studier (Hellingwerf 1986, 1987, Hellingwerf & Oen 1986). Söder om Rockberget påträffas vesikulär och kalcitrik basaltlava med klaster av samma bergart, vilket tolkas som en autoklastisk textur.



Figur 17. A. Rödgrå Horssjögranit. Talluddsmossen (6633646/456588, SAN2300224). **B.** Svagt strökornsförande ryolit med oregelbundna sliror av biotit. Myrtjärnen (6634440/456732, SAN230220). **C.** Grön till grönsvart mafisk bergart. Myrtjärnen (6634687/457247, SAN230228). **D.** Lagrad vulkanisk sandsten–siltsten. Karlslundsgruvan (6635779/459579, SAN230240). **E.** Vulkanisk sandsten–siltsten med småveckad lagring och ljusa avlånga fläckar. Gjutarfallet (6633868/460658, SAN230263). **F.** Tuffitisk sandsten till konglomerat med andalusitförande litoklaster. Karlslund (6635787/460280, SAN230241/JCA220072). Foton: Stefan Andersson.

Längs den västliga kontakten mellan de suprakrustala bergarterna och Gåsborngraniten förekommer en tydlig magnetanomali. Bergarten vid anomalin uppvisar ofta en kraftigt rostig karaktär, medan färska snitt visar att den är mörkgrå och finkornig. Grövre kvarts förekommer som band eller som boudinerade bollar i olika lager. Mikroskopiska undersökningar av bergarten visar att grundmassan är finkornig (mindre än 40 μm) och består av kvarts och glimmer. Lagringen i bergarten utgörs av varierande i glimmer- och kvartshalt samt i kornstorlek. I vissa

lager finns också rikligt med disseminerade sulfider som magnetkis, pyrit och kopparkis, tillsammans med magnetit. I den reviderade kartdatabasen har denna sekvens representerats som slamsten, lersten och siltsten.

Under projektet har även en yngre ofitisk diabasgång, som är minst 20 meter bred, påträffats och som skär alla tidigare bergarter. Två parallella diabasgångar söder om Höglunda har lagts in i kartdatabasen med hjälp av geofysiska data (fig. 13). Norr om Rockberget finns en nord–sydlöpande amfibolit vars utbredning revideras utifrån nya och äldre berggrundsobservationer.

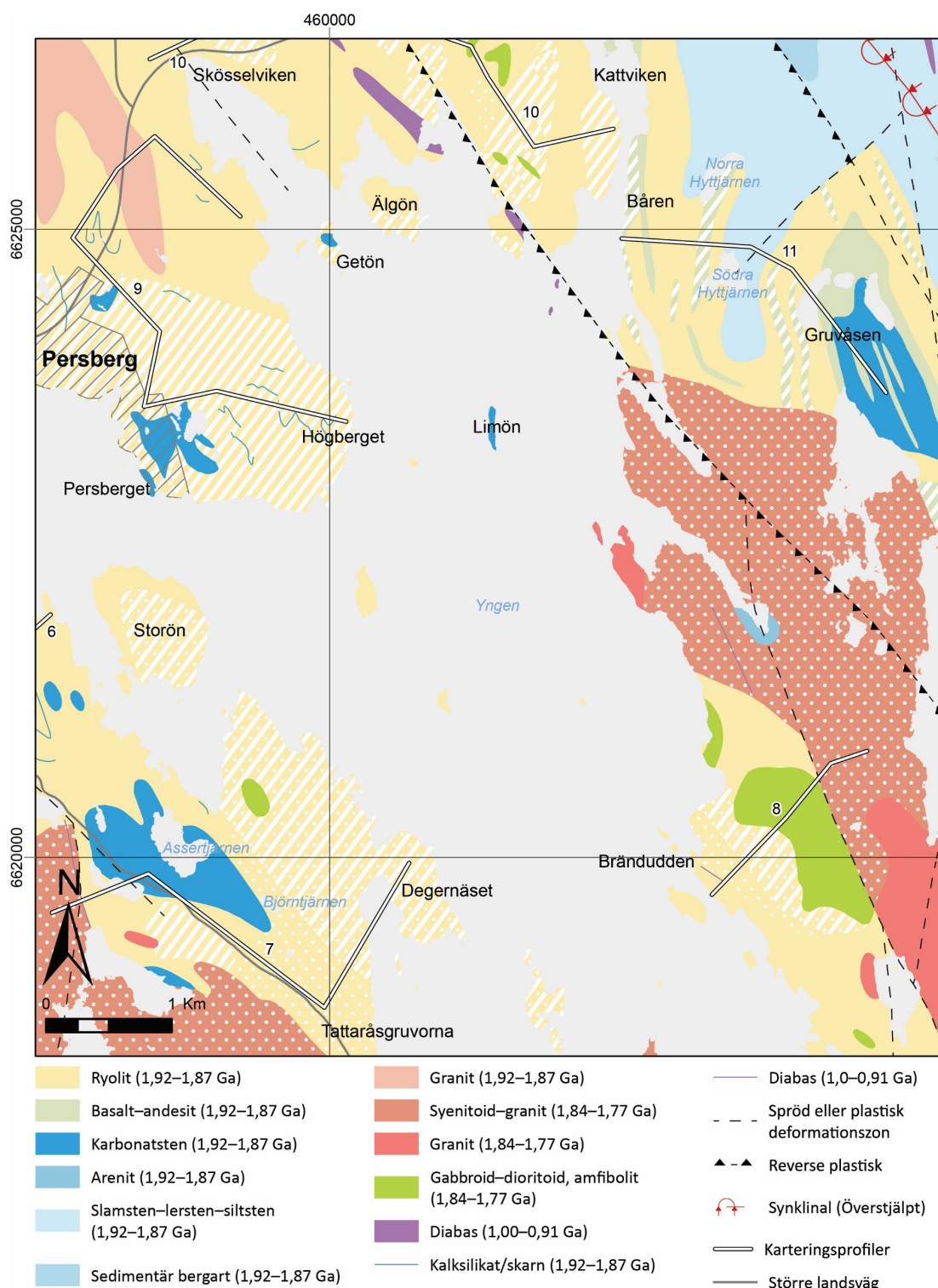
Saxån

Under karteringen i projektet och från olika borrhningskampanjer ledda av SGAB har det framkommit att bergartssekvensen i den centrala delen av den tolkade Saxånsynklinalen, sydöst om Långbansjön, skiljer sig markant från områdena öster om sjön samt söderut vid Gruvåsen (fig. 13 och 18). I den centrala delen saknas bland annat de vulkaniska bergarterna som finns i de norra och södra delarna, och utbredningen av karbonatsten samt mafiska bergarter är betydligt mindre. Sandahl (1992b) tolkade detta som att den centrala delen avsatts i en djupare sedimentär miljö mellan två submarina vulkaniska centra, åtskilda av synsedimentära förkastningar. En sådan förkastning är svår att identifiera med säkerhet, men vid Långbansjöns sydöstra ände finns ett tydligt avbrott och förskjutning av den magnetiska anomalin ca 1,5 km nordost (fig. 4). I den reviderade kartdatabasen har vi valt att representera detta som en förkastning (fig. 2 och 13), även om det inte går att avgöra exakt när förkastningen varit aktiv.

Långbansjön utgör samtidigt en yngre nordväst–sydöstlig förkastning. Även överskjutningen som har påverkat berggrunden i den norra delen (som beskrivits ovan för berggrunden på östra sidan av Långbansjön) kan ha en fortsatt utbredning längre söderut. Därför har vi valt att behålla den tidigare tolkningen av överskjutningszonen som utformades under ett regionalt Bergslagenprojekt (Luth & Bergman 2020).

Det centrala området representeras av karteringsprofil 13 och halva karteringsprofil 12 (fig. 13), medan det södra området representeras av karteringsprofil 11 (fig. 18). Det centrala området domineras av finkorniga sedimentära bergarter som lerstenar, siltstenar, skiffer, gråvackor och areniter, samt en del tuffitiska finkorniga sandstenar. Den mafiska bergarten, som tidigare tolkats mellan Långban och Yngen, har en osäker utbredning i detta område. Kartering och borrhning under 1990-talet har visat att det lokalt förekommer mindre mängder av de mafiska bergarterna (Sandahl 1992a, 1992b). I en borrhprofil vid Dammhyttan (fig. 13) noterades en kalkig mafisk bergart på djupet, ca 185–210 m. I en annan borrhning längre västerut observerades en liknande kalkig bergart under ett ca 10 meters tjock jordlager. Borrhningarna påvisade även tunna lager med karbonatsten. Den mafiska bergarten har inte kunnat identifieras utifrån geofysiska data. Det finns ingen tydlig magnetisk signatur i flygmätta magnetiska data, och markmätningar i det karterade området gav heller ingen respons. I den reviderade kartdatabasen har vi valt att behålla den mafiska bergarten, men med en ändrad och mindre utbredning (fig. 13).

De sedimentära bergarterna i det centrala området omfattar slamsten, lersten, siltsten, skiffer och gråvackor, och täcker stora delar av området. Bergarterna uppträder växellagrade, med varierande kornstorlekar och färger från grå till svarta. Sydväst om Dammhyttan förekommer en tydlig lagring mellan ljusa och mörka skikt i en lersten–siltsten (fig. 19A). Sydsydöst om Dammhyttan innehåller en liknande bergart rundade till avlånga, delvis boudinerade kvartsbollar som ligger parallellt med lagringen (fig. 19B). Söder om Vinsberget finns en växellagring mellan lerstenar, siltstenar och finkorniga sandstenar. De leriga och siltiga skikten har en kornstorlek på mindre än 0,01 mm. I denna sekvens förekommer ofta rostiga vittringsytor orsakade av disseminerade sulfider (pyrit och magnetkis), både parallellt med lagringen och i korsande relationer. Kvartsrika ådror förekommer parallellt med lagringen och har ofta en högre andel sulfider (fig. 19C).



Figur 18. Förenklad berggrundsgeologisk karta över området som innefattar karteringsprofilerna 7, 8, 9 och 11. Runda prickar över bakgrundsfärgerna representerar porfyrisk eller porfyroblastisk textur och sneda streck hydrotermalt omvandlad.

Längre söderut vid Pickarbo längs landsväg 63, påträffas pyrit som euhedra porfyroblaster i en rostig, finkornig bergart med en skiffrig struktur (fig. 19D). En del av denna bergartssekvens ger en högmagnetisk signatur, vilket definierar veckbenen i Saxånsynklinalen i detta område (fig. 4). Vid vägs kärningen utfördes två magnetfältsp profiler på marken, och sex petrofysiska prov samlades in för att bättre karakterisera sekvensen. Tre av proven togs även orienterade, vilket gör

det möjligt att identifiera den remanenta magnetiseringens riktning. Flertalet modeller har genomförts för att simulera den magnetiska responsen i sekvensen, både med hänsyn till remanent magnetisering och utan. De olika modellerna gav ett brett spektrum av resultat, vilket leder till slutsatsen att mer underlag behövs för att skapa en realistisk modell.

Arenit och tuffitiska sandstenar har observerats i nära anslutning till det högmagnetiska anomalierna. Norr om Dammhyttan finns en lagrad arenit som innehåller tunna rostiga sprickfyllnader som skär lagringen och även förskjutit lagringen några centimeter. Sydöst om Vinsberget observeras en svartgrå, lagrad arenit som uppvisar en lätt rostig karaktär. I närheten finns lokala block där euhedral pyrit uppträder i sprickfyllnader vinkelrätt mot lagringen i en mörkt grå arenit (fig. 19E).

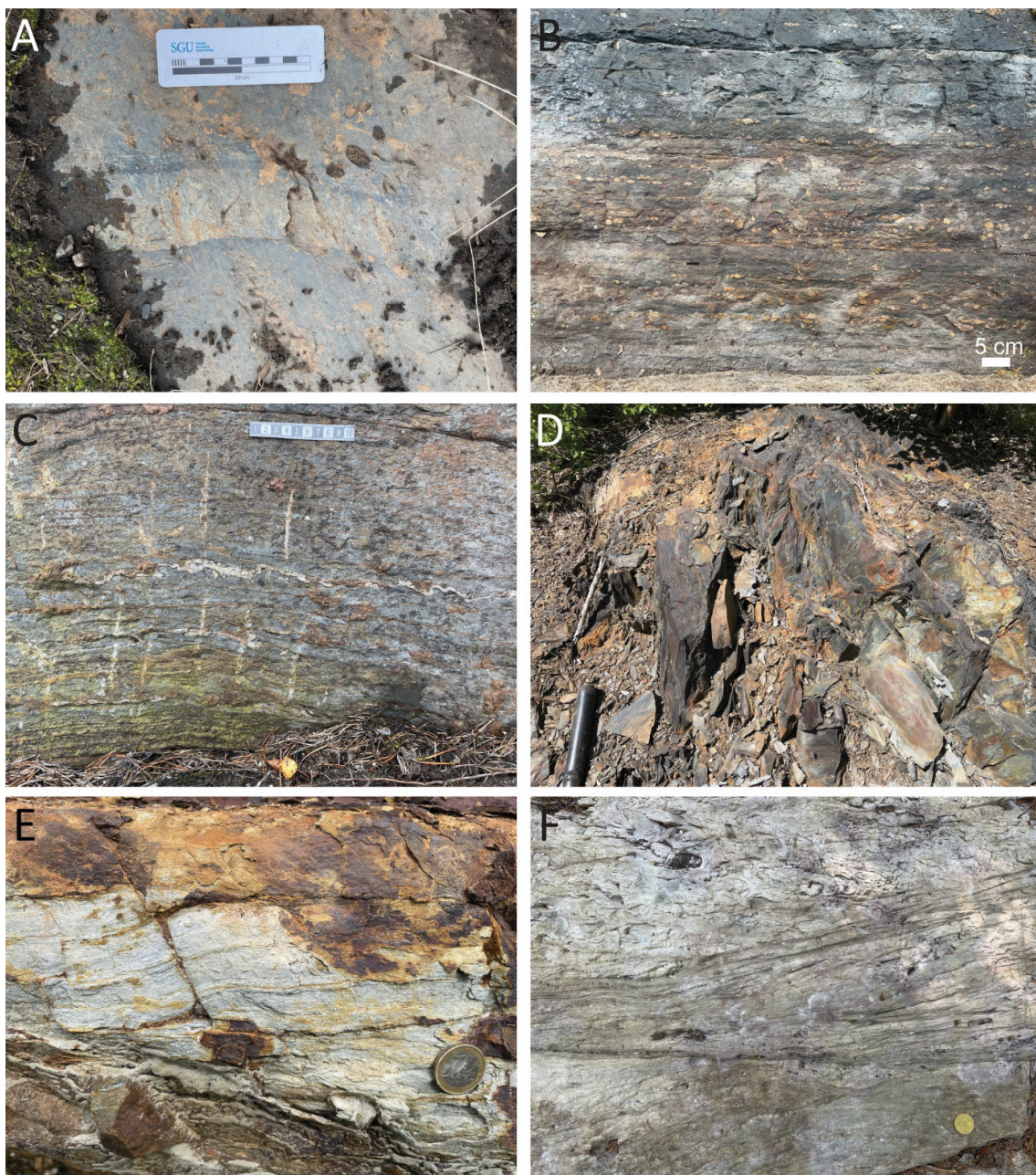
Sydöst om Dammhyttan finns en kontakt mellan två tuffitiska sandstenar. Den västra delen består av en vulkanisk sandsten med tunna mörka lager som är parallella och snedställda i förhållande till den övergripande lagringen (fig. 19F). Detta tolkas som korssiktning med uppåt åt öst. Ovanpå denna sandsten finns en mörkt grå, finkornig vulkanit som har studerats i tunnslip. Grundmassan har en kornstorlek på 0,01–0,05 mm, och större korn av kvarts och fältspat (upp till 0,5 mm) förekommer, vilket tolkas som kristallfragment från vulkanutbrott. Spektrometriska mätningar visar att den vulkaniska sandstenen har en K-halt på 3–4 %, medan den i väst har något lägre halter (1,5–2 % K). Även andra bergarter som tolkas som areniter i fält kan vara tuffitiska sandstenar.

Bergarter som tidigare benämnts som ”gråskiffer” och ”fläckskiffer” (Magnusson 1925, Björk 1986) förekommer mellan sjöarna Långban och Saxen. I detta projekt tolkas de som skiffer, gråvackor och lerstenar–siltstenar, och i den reviderade kartdatabasen har de klassificerats som slamsten–lersten–siltsten, gråvacka eller skiffer. Områden utan blottade hällar har markerats som ospecificerad sedimentär bergart. Vid Långbans södra ände finns en grå, lagrad till laminerad skiffer (fig. 20A–B). Lagringen är veckad, och strykningen är ungefär vinkelrät mot foliationen (fig. 20A). Öster om Vinsberget och vid Saxån förekommer större områden med cordieritförande gråvacka (tidigare benämnd ”fläckskiffer”). Bergarten uppvisar en tydlig lagrad struktur med varierande leriga och sandiga lager. De leriga lagren är rika på vittrade håligheter som på färsk yta representeras av rundad till oval cordierit (fig. 20C). Cordierit förekommer även i större mängder i de sandiga lagren. Cordieriten har bildats genom metamorfos från de ursprungliga leriga lagren (jämför Magnusson 1925).

Det södra området vid karteringsprofil 11 präglas av en stor variation av bergarter. Här finns flera typer av mafiska bergarter (lava och lagergångar), lagrade och laminerade tuffitiska sediment, kristallrika tuffitiska sandstenar, samt konglomerat–breccior, vulkaniska sandstenar–siltstenar, olika finkorniga bergarter (lerstenar–siltstenar) och karbonatsten (marmor). En stratigrafisk indelning, baserad på denna och tidigare studier (Björk 1986, Hellingwerf 1987, Sandahl 1992a), kan göras enligt följande, från äldst till yngst:

1. marmor
2. växellagring mellan mafiska bergarter och vulkaniska sandstenar–siltstenar (delvis skarnförande)
3. lagrade till laminerade tuffitiska sediment samt tuffitiska sandstenar och konglomerat–breccia
4. lerstenar–siltstenar.

Den övergripande strukturen i området har tolkats som en central antiklinal (Gruvåsen) omgiven av två synklinaler (Magnusson 1925, Björk 1986). Undersökningar genomförda under projektet tyder dock på att området troligen även påverkas av förkastningar.

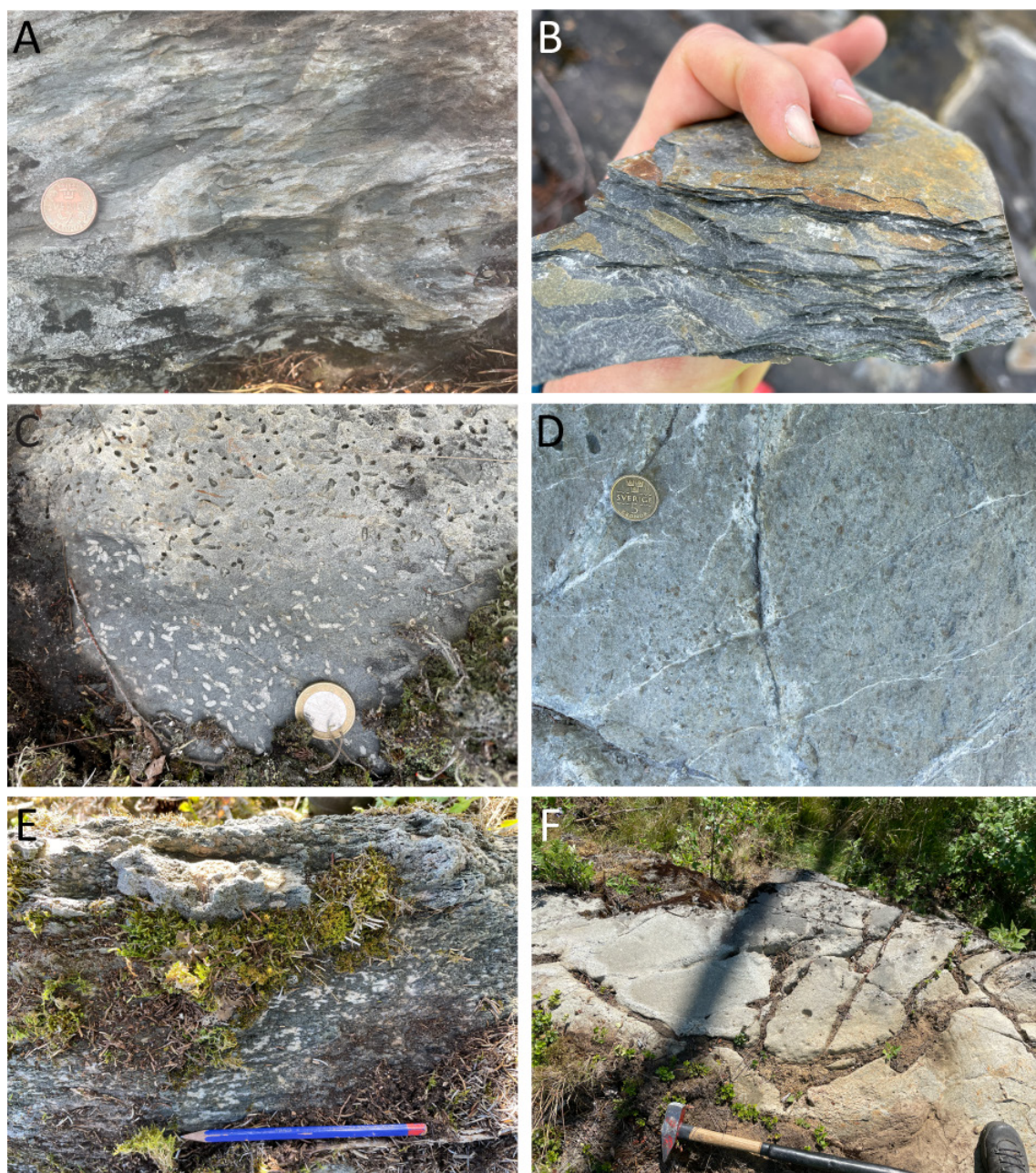


Figur 19. **A.** Lagrad siltsten–lersten. Dammhyttan (6628963/461502, SAN220085). **B.** Finkornig lersten–siltsten. Boudinerade kvartsbollar. Dammhyttan (6628902/461393, SAN230293). **C.** Växlande ljusa och mörka lager med rostig yta. Vinsberget (6628564/461980, SAN220105). **D.** Kraftigt vittrad och rostig skiffer. Vägskärning vid Pickarbo (6627695/462553, SAN230171). **E.** På ytan rostig arenit med sulfidrika skikt och tvärande sprickfyllnader med euhedral pyrit. Block vid Östra Vinsmossen (6628374/462627, SAN220080). **F.** Tuffitiska sandstenar. Korssiktning visar uppåt mot öst (övre delen av bilden). Dammhyttan (6628963/461502, SAN230083). Foton: Stefan Andersson.

Dolomitisk marmor uppträder främst vid Gruvåsens antiklinal där den är skarnomvandlad och innehåller en rik polymetallisk sulfidmineralisering (jämför Hellingwerf 1984, 1987, 1992).

De mafiska bergarterna består både av svarta, finkorniga och massiva bergarter samt basaltlavor. Den massiva varianten innehåller lokalt ett stort antal sprickfyllnader i olika riktningar (fig. 20D). Troliga fenokryster har också observerats på vissa ställen. Den massiva bergarten förekommer även i en veckad, växellagrad sekvens tillsammans med tuffitiska sandstenar, sydväst om byn Båren. Basaltlavorna framträder som lavaflöden, eventuellt även som kuddlavor. De har en

vesikulär textur, där kalcitfyllda blåsor ibland bildar en parallell struktur (fig. 20E). Hårdare klaster sticker upp från ytan på vittrade ytor, vilket tolkas som en autoklastisk textur (hyoklastit). Basaltlavorna är oftast lagrade med vulkaniska sandstenar–siltstenar, där de uppvisar komplexa veckade relationer. Basalten har ofta en knölig vittrad yta, liknande den som observerats öster om Långbansjön. Möjlig kuddlava har påträffats cirka en kilometer norr om Gruvåsen, vilket tyder på en potentiell uppåtstruktur åt sydväst (fig. 20F). Kuddarna innehåller hålrum fyllda med amfibol. De överlagrar troligen en vulkanisk sandsten–siltsten, och i kontaktzonen finns kalcitfyllda hålrum i basalten.



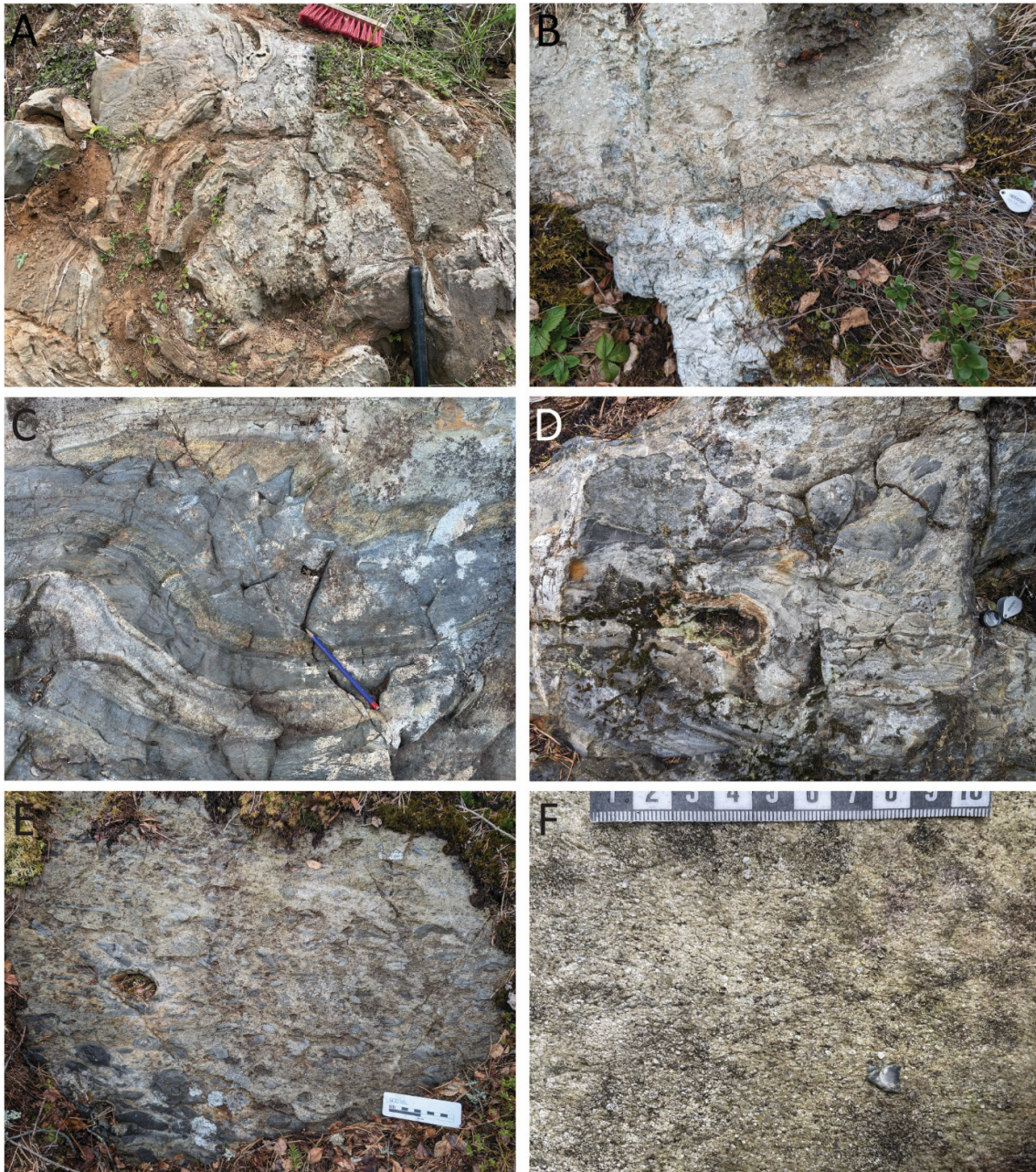
Figur 20. A. Veckad och laminerad skiffer. Förskiffring i rät vinkel mot laminering. Agen (6630040/461553, SAN230323). B. Grå skiffer. Harstaviken (6630415/461360, SAN230331). C. Ovals cordieritporfyroblaster på olika vittrade ytor. Block, Östra Vinsmossen (6628474/462775, SAN220079). D. Massiv basalt med ljusa sprickfyllnader. Fallhagen (6624541/462767, SAN230169). E. Vesikular basaltlava med kalcitfyllda blåsor. Norra Hyttjärnen (6625180/462993, SAN220104). F. Möjlig kuddlava i basalt. Kopparmossen (6625200/463964, SAN230453/JCA220048). Foton: Stefan Andersson.

Vulkanisk sandsten–siltsten förekommer, som nämnt, vanligen i anslutning till de mafiska bergarterna nära Gruvåsen (fig. 21A). De uppvisar lagring eller laminering och veckade till boudinerade strukturer. Lagringen består av varierande mörka och ljusa lager, samt lokalt finkorniga skarnlager. Skarniga ådror förekommer också, ofta vinkelrätt mot lagringen eller som ansamlingar på några decimeter. Lokalt återfinns kvartsrika, vita, hälleflintartade lager (fig. 21B). Kontakterna mot de omgivande basaltbergarterna är ojämna eller vågiga, ibland skarpa (fig. 21B).

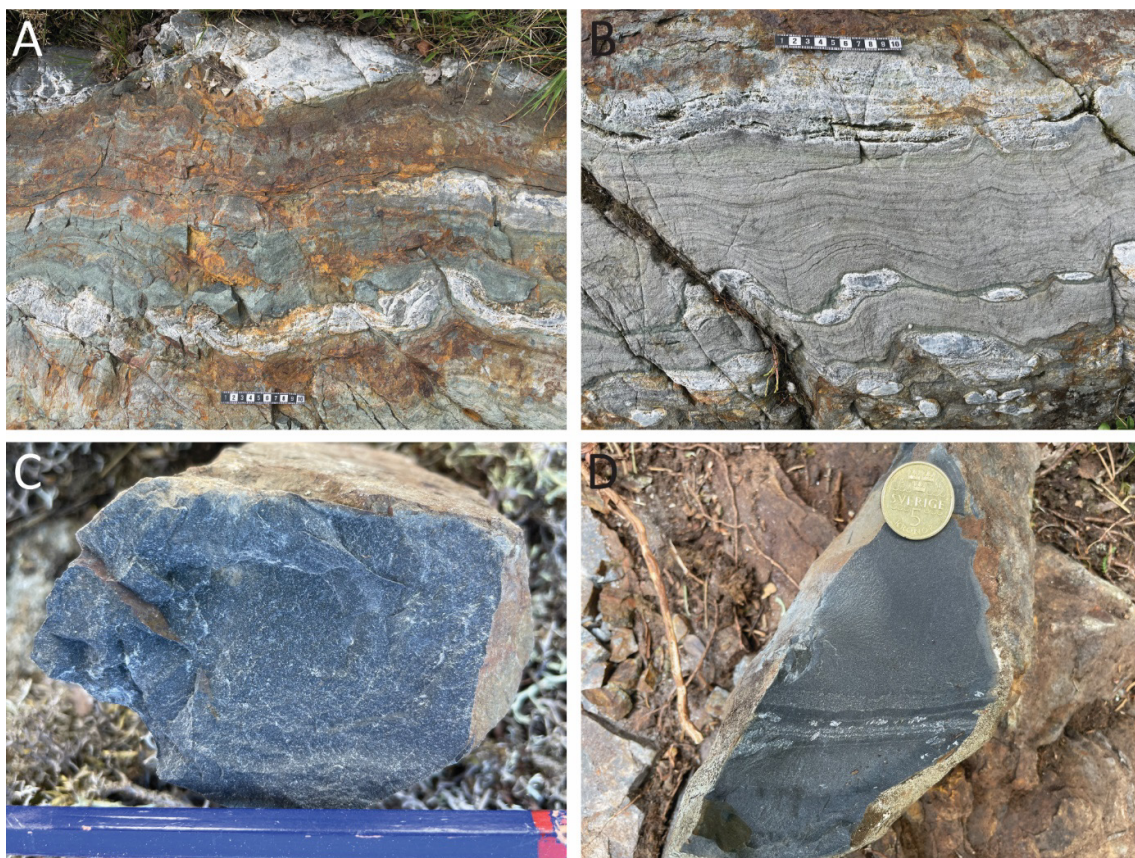
Lagrade till laminerade tuffitiska sediment, tuffitiska sandstenar och konglomerat–breccia förekommer från södra Hyttjärnen och nordnordväst mot Kattviken. Stratigrafiskt ligger de lagrade tuffitiska sedimenten underst. De blottas i en häll sydöst om Båren i en flack sekvens med intensiv lagring och laminering, där mörkare lager ibland innehåller ovala och något avlånga cordieritporfyroblaster (fig. 21C). Sekvensen uppvisar öppen veckning och förkastningar med förskjutningar på flera decimeter. Ovanpå denna sekvens finns en tuffitisk konglomerat–breccia. Kontakten är ojämn och lagringen i den underliggande bergarten är eroderad (fig. 21D). Bergarten är en polymikt och matrixstödd breccia till konglomerat, där klasterna är kantiga till kantavrundande och lokalt avlånga, parallellt med lagringen. De består av ljusa och mörka klaster, som varierar i storlek från ca 1 decimeter till några centimeter (fig. 21D–E). Centimeterstora blåaktiga kvartsklaster och mindre kristallfragment av kvarts och fältspat (<4 mm) är rikligt förekommande i grundmassan.

Öst om Båren och sydöst om Norra Hyttjärnen förekommer en omlagrad kristallrik tuffitisk sandsten, som innehåller kristallfragment av kvarts och fältspat samt centimeter- till decimeterstora finkorniga litiska fragment, däribland hälleflintartad vulkanisk siltsten (fig. 21F). Kristallfragmenten kan uppnå en storlek på upp till ca 2 mm och uppvisar en tydlig så kallad jig-saw-fit-textur, där de utgör omkring 40–50 volymprocent av bergarten. Lagringen, som är synlig på vissa ställen, präglas av mörk glimmer och en variation i kornstorlek på kristallfragmenten. Sydöst om Båren ökar kornstorleken något, där lagringen består av fin till grov sandsten. Här når litoklasterna upp till 1 dm i storlek och omges av den grövre sandstenen. Mängden litoklaster ökar successivt sydöst mot konglomerat–breccian, som ligger på en lägre stratigrafisk nivå. Sekvensen blir gradvis finkornigare och fattigare på klaster uppåt i stratigrafin.

Bredare zoner med finkornigt och sulfidförande skarn, mellanlagrade med hälleflintartad vulkanisk siltsten, förekommer vid kontaktzonen mellan de tuffitiska sedimenten och den övre, tolkade stratigrafiska enheten bestående av lersten–siltsten (fig. 22A). Ett ca 3 dm tjockt lager med laminerad gråvacka innehåller varierande boudinerade och veckade bollar samt boudins av de hälleflintartade lagren (fig. 22B). I den högsta stratigrafiska enheten förekommer gråvackor samt inlagrade, täta och svartgråa lerstenar–siltstenar (fig. 22D). Där förekommer boudinerade kvartsbollar och tunna sulfidförande lager. Lerstenarna och siltstenarna i denna sekvens uppvisar ofta ett rostigt utseende. De finns främst vid de norra och östra sidorna av Norra Hyttjärnen, samt öst om och delvis väst om Södra Hyttjärnen.



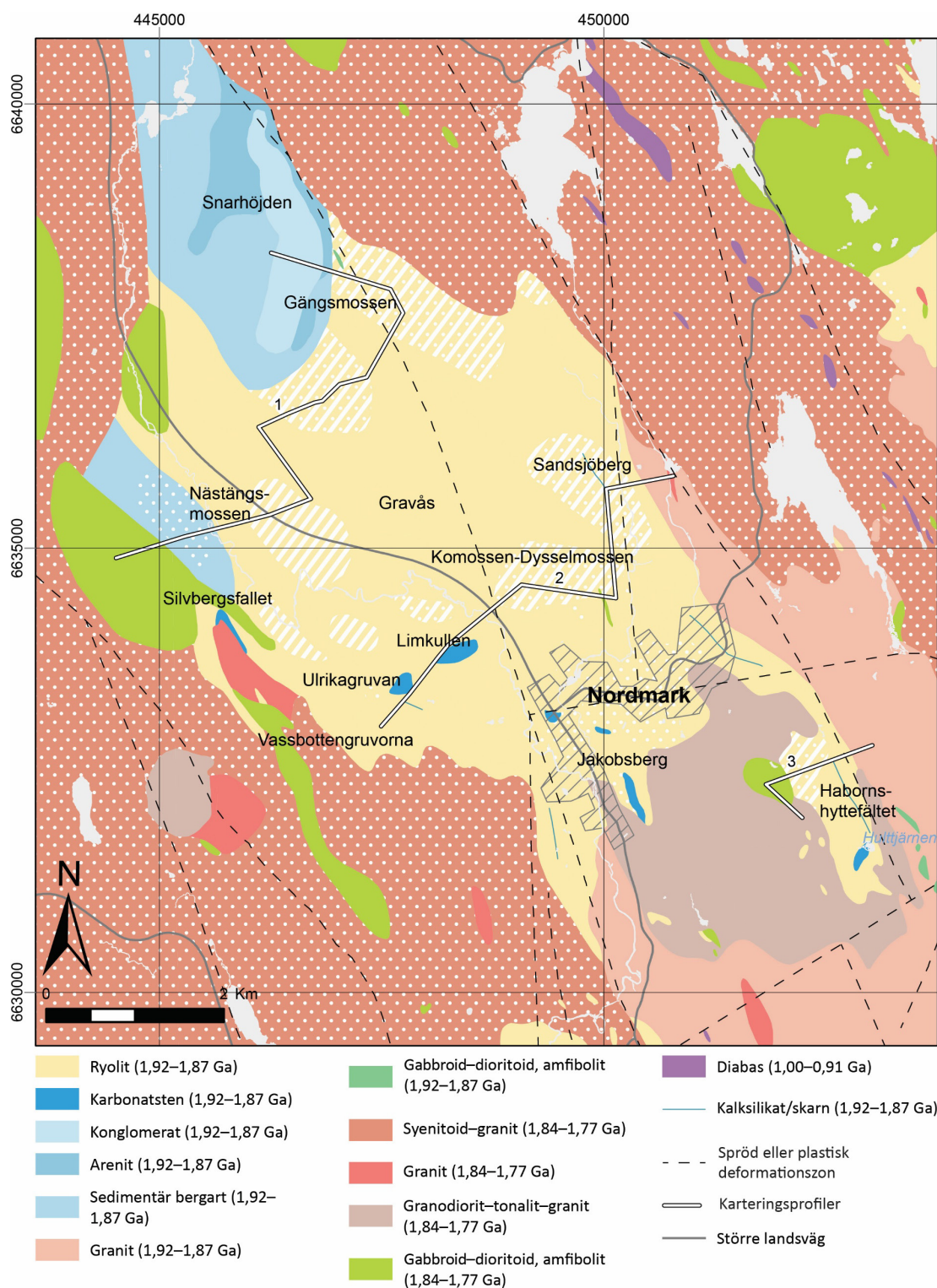
Figur 21. **A.** Komplex håll med skarnbandad vulkanisk siltsten–sandsten med "knölig" omvandlad basalt. Öst om Södra Hyttjärnen (6624627/463495, SAN230165). **B.** Kontakt mellan basalt (övre delen av bilden) och hälleflintartad vulkanisk sandsten–siltsten. Kopparmossen (6625200/463964, SAN230453/JCA220048). **C.** Lagrade tuffitiska sediment med lokala cordieritrika skikt. Båren (6624918/462877, SAN220103). **D.** Kontakt mellan lagrade sediment och breccia–konglomerat (över delen av bilden). Båren (6624918/462877, SAN220103). **E.** Breccia–konglomerat med kantiga bergartsfragment och kristallfragment av fältspat och kvarts. Storleken på klasterna minskar uppåt i bild. Båren (6624918/462877, SAN220103). **F.** Omlagrad kristallrik tuffitisk sandsten. Ett fragment med vulkanisk siltsten i nedre högre hörnet. Sydöst om Norra Hyttjärnen. (6625218/463195, SAN230125). Foton: Stefan Andersson.



Figur 22. **A.** Rostigt, sulfidförande skarn med mellanlagrad hållflintartad vulkanisk siltsten. Nordväst om Norra Hyttjärnen (6625654/462877, SAN230339). **B.** Lagrad gråvacka med boudinerade och veckade lager av vulkanisk siltsten. Nordväst om Norra Hyttjärnen (6625654/462877, SAN230339). **C.** Gråvacka. Sydöst om Norra Hyttjärnen (6625140/463366, SAN230129). **D.** Tunna, sulfidförande lager i svartgrå finkornig lersten-siltsten. Öst om Södra Hyttjärnen (6624734/463299, SAN230161). Foton: Stefan Andersson.

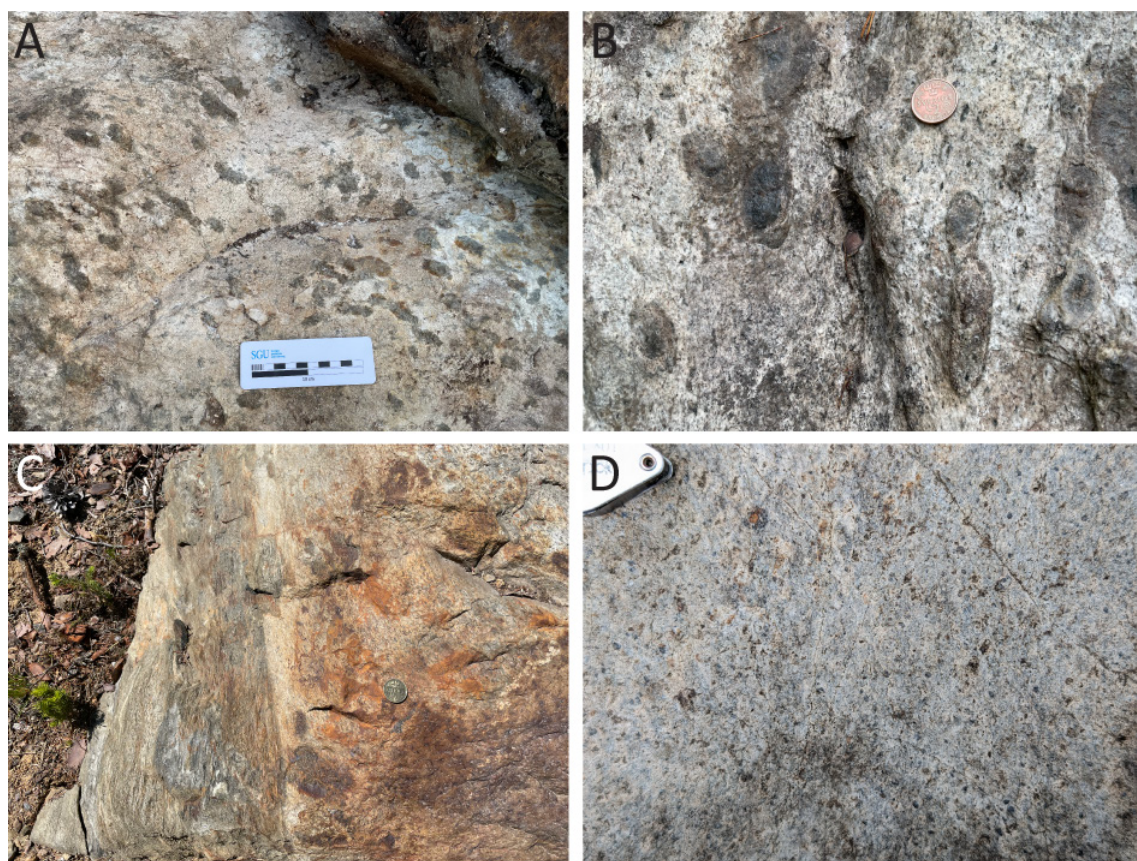
Nordmark

Ytbergarterna i Nordmarksområdet består främst av en mängd olika typer av vulkaniter (fig. 23), samt varierande grader av skarnomvandlad marmor, som är inlagrad i vulkaniterna. I den nordvästra delen av området förekommer även olika sedimentära bergarter. Magnusson (1925) delade in vulkaniterna i Nordmarksområdet i en undre och en övre etage. Undersökningar inom ramen för detta projekt visar dock att denna indelning, som baseras på alkalisammansättning, inte är giltig, eftersom sammansättningen är ett resultat av Na- eller K-omvandling som har påverkat bergarterna efter att de bildades. I stället kan de vulkaniska bergarterna i Nordmarksområdet jämföras med de som återfinns i Persberg, Långban och andra delar av projektområdet. De väsentliga skillnaderna ligger i att graden och typen av omvandling (Na- eller K-omvandling) är mer varierande, och att kornstorleken generellt är grövre. Utbredningen av de olika typerna är svår att tolka, och flera av dem kan förekomma inom ett litet område eller gruvfält.



Figur 23. Förenklad berggrundsgeologisk karta över Nordmark och som innefattar karteringsprofilerna 1, 2 och 3. Runda prickar över bakgrundsfärgerna representerar porfyrisk eller porfyroblastisk textur och sneda streck hydrotermalt omvandlad.

Vulkaniter som tolkas som tuffer med kristallfragment av kvarts och fältspat, och som innehåller mörka fläckar, är vanligt förekommande i Nordmarksområdet. De återfinns främst kring Komossen–Dysselmossen i centrala delen av karteringsprofil 2, norr om Habornshyttefältet i centrala delen av karteringsprofil 3, samt runt Gängsmossen i nordöstra delen av karteringsprofil 1 (fig. 23). Dessa vulkaniter är också spridda i flera andra gruvfält, såsom vid Sandsjöbergsfältet. Färgvariationen sträcker sig från ljus grå till grå och rödgrå. De har en folierad struktur och saknar tydlig lagring. Kornstorleken i grundmassan varierar kraftigt mellan områdena, vanligtvis mellan ca 0,01 och 0,2 mm. Kristallfragmenten varierar i storlek från ca 1 till 5 mm och kan utgöra upp till ca 20 volymprocent, även om de kan vara betydligt mindre på grund av omfattande omkristallisering. Fläckarna har oftast en rundad till avlång form och varierar i storlek från ca 1 till 15 cm (fig. 24A). En annan distinkt textur återfinns vid Komossen–Dysselmossen, där 2–5 cm stora, parallellt orienterade cigarrer (elliptiska former) förekommer (fig. 24B). Cigarrernas orientering avviker från foliationsplanet, vilket kan tolkas som en primär lagring. Vissa cigarrer vittrar ur hällen, andra ligger i nivå med hällen, och en tredje typ sticker ut från hällen. Den sistnämnda har ofta en kärna som vittrar ut och omges av ett mörkt skikt på utsidan. Kemiska analyser visar att bergarterna har en Na-Mg-omvandlad signatur. I anslutning till de omvandlade tufferna finns även mörka och starkt Fe-Mg-omvandlade zoner (fig. 24C). Tolkningen är att tufferna troligen representerar samma eller möjligtvis två stratigrafiska horisonter.



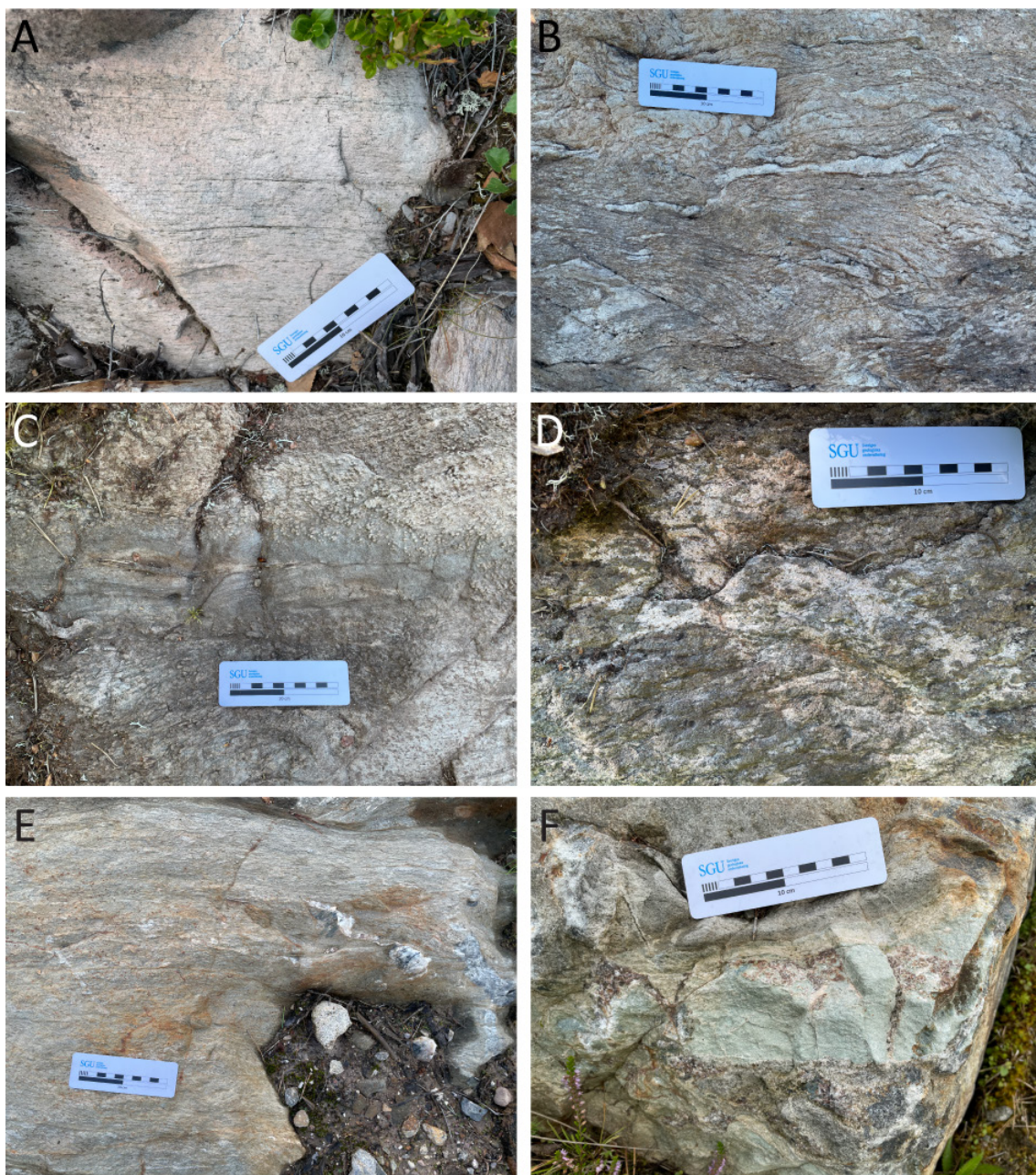
Figur 24. **A.** Fläckig ryolitisk tuff. Nordväst om Hultgruvorna (6632589/452329, ALZ230143). **B.** Ryolitisk tuff med rikligt med "cigarrer". Komossen (6634579/449124, ALZ230117). **C.** Starkt Fe-Mg-omvandlad bergart (till vänster i fotot) med cordieritfläckig vulkanit (till höger i fotot). Gängsmossen (6636701/446849, JCA220090/ SAN230172). **D.** Kvartsporfyrisk koherent ryolit. Nordmarksberg (6633162/450819, SAN230436). Foto A: Alexander Lewerentz. Foton B–D: Stefan Andersson.

Koherenta, porfyriskas vulkaniter, tolkade utifrån fält- och petrografiska observationer, förekommer främst i ett större område kring Nordmarks bebyggda område, men även vid andra områden och gruvfält, såsom öst om Dysselmossen och vid Sandsjöbergsfältet. Färgen varierar från ljus grå till grå och rödgrå. De uppvisar en folierad struktur som kan vara vågig, men lagring saknas. Fenokryster av kvarts och fältspat varierar i storlek från 1 till 3 mm (fig. 24D). Kemiska analyser visar en relativt frisk signatur, vilket innebär att de är minst omvandlade, men i vissa fall kan det förekomma varierande grad av K- eller Na-omvandling eller skarnomvandling. En åldersbestämning av en koherent vulkanit vid Nordmarksberg med uran-bly-zirkonmetoden, utförd med jonmikrosond vid NordSIMS-laboratoriet, gav en bildningsålder på 1888 ± 3 Ma (konkordant ålder enligt Tera-Wasserburg-diagram). En fullständig redovisning av analysdata kommer att presenteras i en kommande publikation.

Vid Limkullen, i den sydvästra delen av karteringsprofil 2, samt sydöst om karteringsprofil 3, har även andra strökornsförande vulkaniter observerats, vars ursprung är svårare att tolka. Strökornen består antingen enbart av kvarts eller både kvarts och fältspat, och deras storlek varierar från 0,5 till 3 cm. Likt de tidigare beskrivna vulkaniterna uppvisar de en foliation men saknar tydlig lagring.

I västra delen av karteringsprofil 1, väster om Nästängsmossen (fig. 23), förekommer en svårtolkad bergart som tidigare klassificerades som hornfelsomvandlat ”metasediment” (Björk 1986). I fält framträder den som en växellagrad bergart mellan något grövre (sandiga) och finare (leriga) lager (fig. 25C). Större porfyroblastar, upp till 1 cm stora, förekommer i båda leden, men är vanligare i de lerigare lagren. Längre österut återfinns fläckvis ådrighet eller slirighet med sockrigt utseende, vilket tolkas som lokal smälta (fig. 25D). De fläckiga partierna finns i samma område som de ojämnkorniga vulkaniska sandstenarna med gnejsig struktur. Porfyroblasterna består av sammanväxningar av kvarts, biotit, andalusit, plagioklas och sillimanit. De mer sandiga lagren har en klastisk textur med en grundmassa på ca 0,05–0,2 mm och består av kvarts, plagioklas och biotit. Granat har även observerats i de lerigare lagren. Eftersom inga primära vulkaniska texturer har observerats kvarstår bergarten som ospecificerad metasedimentär bergart.

Längre söderut, runt Silvbergsfallet, förekommer en finkornig bergart med växlande kvarts- och glimmerrika band, där troliga skarnlinser återfinns (fig. 25E–F). Något norr om gruvorna vid Silvbergsfallet finns relikta, omkristalliserade strökorn av kvarts i en liknande glimmerrik bergart. I närheten av gruvorna finns även vulkanisk sandsten blandad med skarn och marmor. Tolkningen i projektet är att området kring Silvbergsfallet består av ursprungliga vulkaniska bergarter, och kartdatabasen har reviderats därefter.



Figur 25. A. Vulkanisk sandsten. Öst om Nästängsmossen (6635479/447383, ALZ230084). **B.** Starkt deformerad och S-veckad ryolit. Nästängsmossen (6635545/446372, ALZ230080). **C.** Lagrad meta-sedimentär bergart med porfyroblaster. Väst om Nästängsmossen (6635258/444982, ALZ230072). **D.** Fläckvis ådrighet i en lagrad metasedimentär bergart. Väst om Nästängsmossen (6635125/445459, ALZ230078). **E.** Omväxlande kvartsrika och glimmerrika lager i en ryolit. Silvbergsfallet (6633922/445503, ALZ230169). **F.** Samma bergart som i delfigur E med skarnrika zoner eller band. Silvbergsfallet (6633922/445503, ALZ230169). Foton: Alexander Lewerentz.

Vid karteringsprofil 1:s norra del (Snarhöjden) förekommer ett polymikt konglomerat som innehåller minst fem olika klasttyper med former som varierar från rundade till kantiga (fig. 26A). Under karteringen har följande klaster observerats: en blågrå kornig sandsten rik på magnetit, en ljus grå vulkanit med kvartsströkorn, en fint laminerad bergart, en grå finkornig ospecificerad bergart och en bergart med en brun vittringsyta där blaster sticker upp från ytan. Klasternas storlek varierar från några centimeter till decimeterstora. Grundmassan har en sandig kornstorlek med vissa korn i grusstorlek, och även grundmassan är magnetitförande. I vissa områden dominerar arenit, men denna är oftast mellanlagrad med konglomerat (fig. 26B). Mäktigheten på dessa konglomeratlager kan vara från ett par meter till mindre än en halvmeter. Areniten har lokalt en hög halt av fältspat (Björk 1986). Längre österut, vid kontakten mot närliggande granit, förekommer en starkare deformation med skjuvade klaster och undulerande, krenulerad foliation.

Tidigare tolkades vissa klaster i konglomeratet som magnetitmalm (Andersson & Brolin 2023), men efter omtolkning har dessa identifierats som magnetitrika arenitklaster. Området visar en tydlig högmagnetisk signatur, och utbredningen av det magnetitrika konglomeratet har modellerats och ändrats i kartdatabasen. Trots att inga tydliga uppåtstrukturer har observerats, tyder förekomsten av vulkanitklaster och den höga magnetithalten i både grundmassan och klasterna på att konglomeratet överlagrar den malmförande vulkaniska sekvensen i Nordmark.



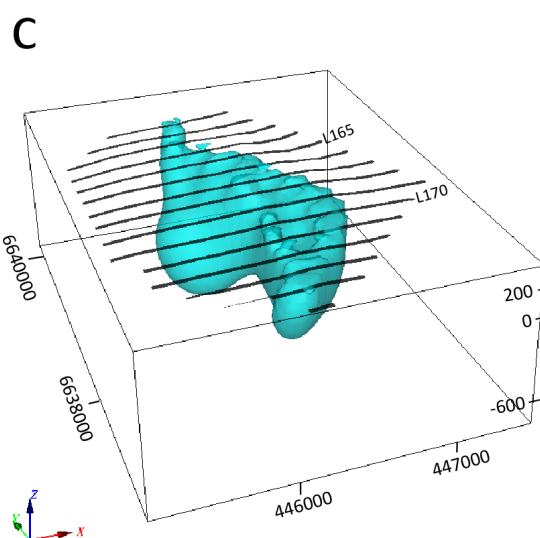
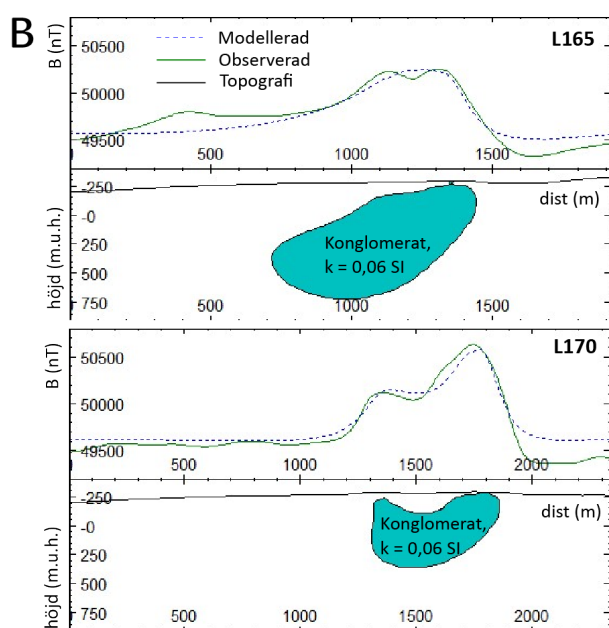
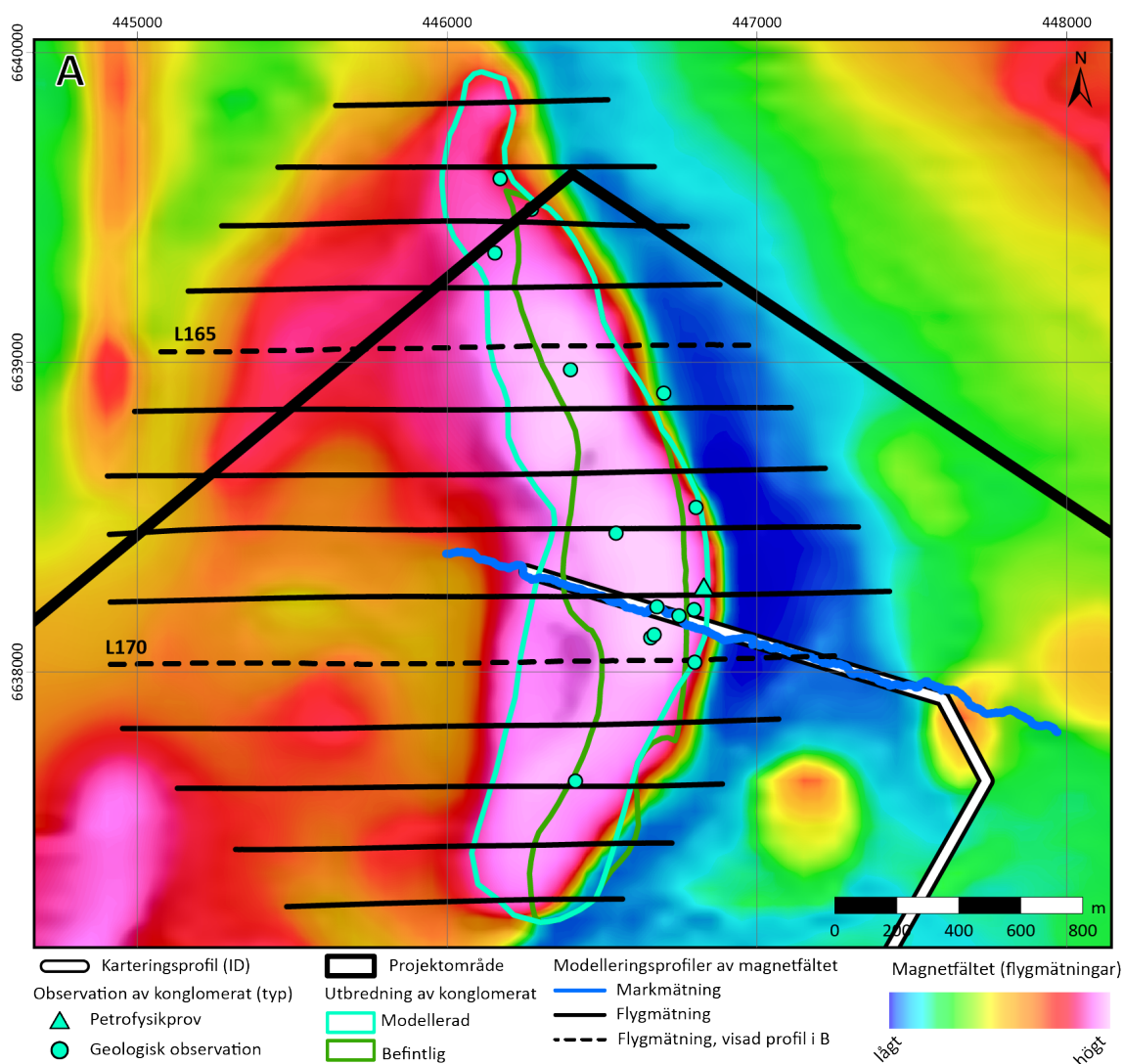
Figur 26. A. Polymikt konglomerat. Gräfsfallsmossen (6638110/446657, JCA220062). Foto: Cecilia Brolin. B. Lagrad kvartsit och konglomerat. Snarhöjden (6639321/446140, ALZ230098). Foto: Alexander Lewerentz. C. Veckad marmor med mm-tunna mörka lager. Ulrikagruvan (6633420/447738, ALZ230107). Foto: Alexander Lewerentz. D. Kornig kalcitmarmor. Hultjärnen (6631577/452902, SAN230418). Foto: Stefan Andersson.

Områden där marmor har en större utbredning förekommer bland annat vid Limkullen och Ulrikagruvan i sydvästra delen av karteringsprofil 2 samt vid Hulttjärnen sydöst om karteringsprofil 3. Vid Limkullen och Ulrikagruvan uppträder millimetertunna mörka lager med återkommande intervaller om ca 3–10 cm (fig. 26C), eller så är marmorn lagrad tillsammans med vulkanisk sandsten–siltsten. Marmorn och de mellanliggande lagren uppvisar ofta en starkt veckad struktur och är inte sällan skarnomvandlade. Vid Hulttjärnen uppvisar marmorn en kornig, medelkornig textur (fig. 26D).

Djupbergarter som observerats i Nordmark innefattar dels massformig och ojämnkornig diorit i västra delen av karteringsprofilerna 1 och 3, dels olika typer av granitoider. Utbredningen av dioriten vid karteringsprofil 1 har reviderats i kartdatabasen baserat på tolkningar av flygmätta magnetiska data. De observerade granitoiderna stämmer överens med tidigare tolkningar, och inga större förändringar har gjorts.

Den geofysiska modelleringen av konglomeratet bygger huvudsakligen på 3D-modellering av flygmätta magnetiska data, men har även anpassats i 2D med jämförelse av markmätningar. Den tidigare och reviderade utbredningen av konglomeratet visas i figur 27A. Den modellerade konglomeratkroppen har ansatts att ha en magnetisk susceptibilitet på 0,06 SI-enheter vilket baseras på två petrofysiska prov som samlats in under projektet. På grund av konglomeratets polymikta textur, som innehåller olika klasttyper, varierar susceptibiliteten stort inom bergarten. Dock kan en generell magnetisk susceptibilitet antas för hela kroppen på grund av den magnetitrika mellanmassan.

Den övergripande modelleringen visar på en relativt stor konglomeratkropp som stupar västerut med ett större djupgående i norr jämfört med i söder (fig. 27B och C). Trots att konglomeratet ytligt sett förekommer som mindre hållområden växellagrade med arenit, visar den kraftiga magnetfältsanomalin och modelleringen att konglomeratet har en betydande utbredning både nära ytan och på större djup. De insamlade proven av bergarten visar ingen betydande remanent magnetisering, och detta har inte inkluderats i modellen.



Figur 27. A. Det magnetiska fältet vid norra delen av karteringsprofil 1 med modellerade flyglinjer, markmättningsprofil, fältobservationer av konglomerat och dess tidigare och uppdaterade (modellerade) utbredning. **B.** Modelleringsprofil L165 och L170 (flyg), med uppmätt och modellerad respons. **C.** 3D-vy över modellerad konglomeratkropp.

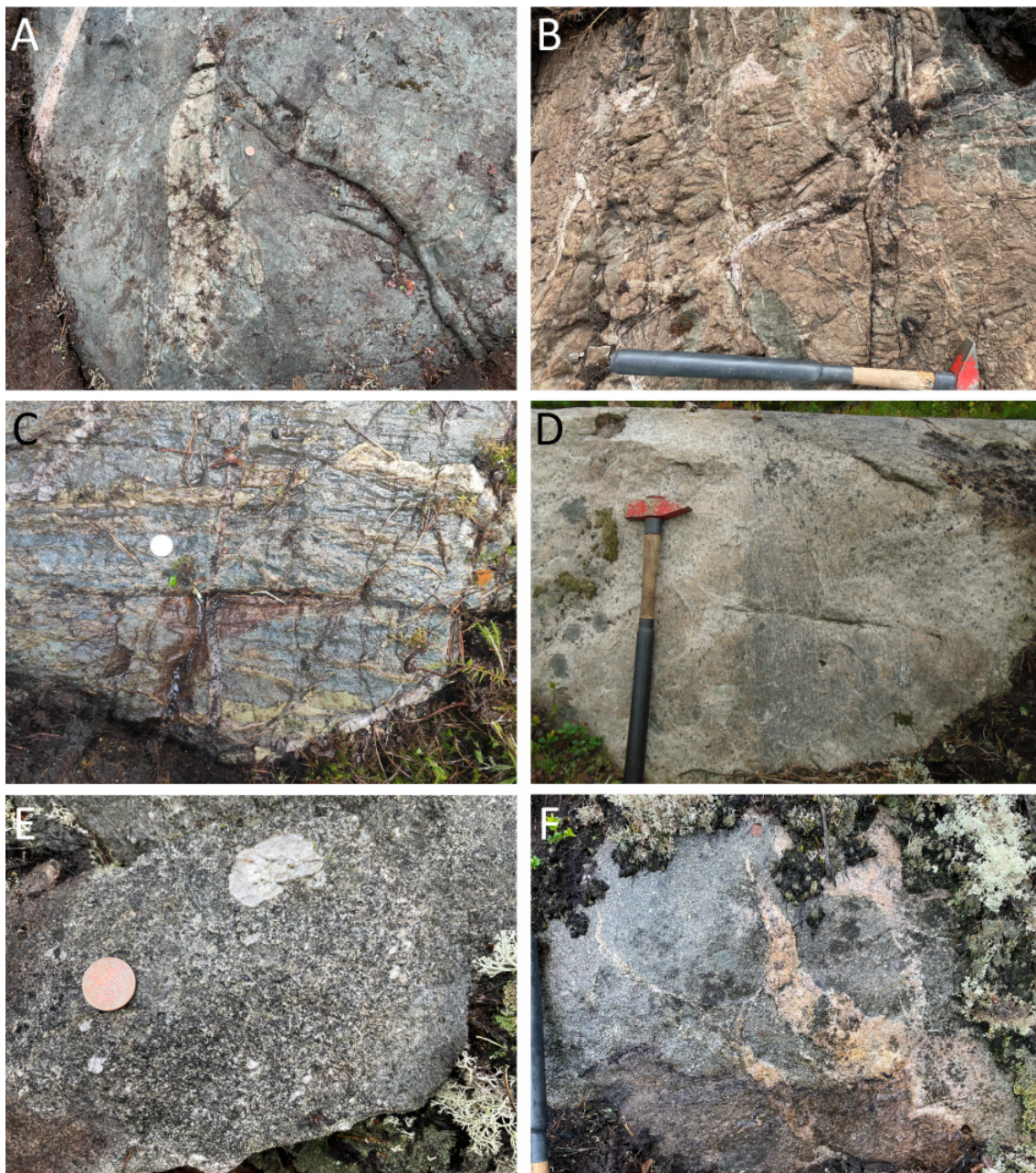
Ormbergsfältet

Nordöst om Lersjön har en karteringsprofil som sträcker sig från Ormbergsgruvorna i väst mot Stora Häståstjärnen studerats (fig. 1 och 2). Området är komplext och består av flera olika typer av främst graniter och dioriter samt stråk med vulkaniter, skarn och skarnjärnmalm. Vid Ormbergsfältet uppträder vulkaniterna som starkt skarnomvandlade bergarter, och inga tydliga ”färiska” vulkaniter har observerats. De domineras av grön- till brunskarn, vilka består av epidot, pyroxen och granat med en kornstorlek mindre än 1 mm. Lokalt förekommer ljusare, decimeterstora partier med oregelbundna kontakter mot grönskarnet som uppträder parallellt med varandra (fig. 28A). De kan tolkas som mindre omvandlade vulkaniter. Bergarterna präglas generellt av stark spröd deformation. I vissa områden verkar grönskarnet finnas som rester i brunskarnet (granatrikt) och korsas av ådror med brunskarn (fig. 28B). Genom hela området förekommer gångar av massformig, fint till medelkornig, röd granit som korsar alla generationer av skarnomvandling. Längre österut, närmare Stora Häståstjärnen, finns flera hållar med tydligt bandat skarn och skarnjärnmalm samt skarnbandade felsiska vulkaniter (fig. 28C).

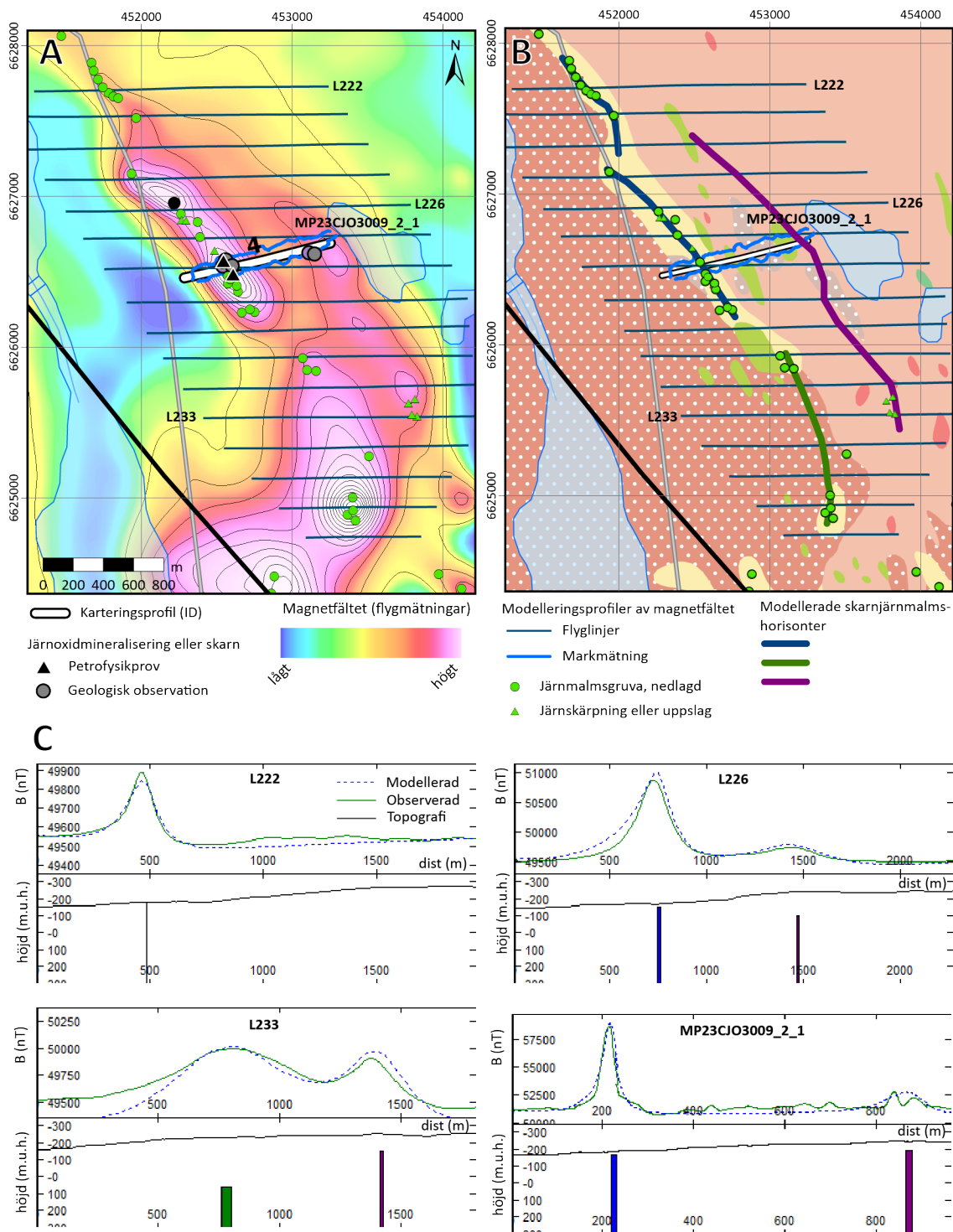
Metagranit förekommer främst öster om Ormbergsfältet samt väster och norr om Stora Häståstjärnen. Den är gråröd till gråbrun, medelkornig och innehåller parallella biotitaggregat som definierar en foliation. Lokalt uppträder även starkare foliation (fig. 28D) och xenoliter.

Massformiga bergarter med granitisk till dioritisk sammansättning har en betydligt större utbredning än vad som tidigare har representerats på kartan. Bergarter med dioritisk sammansättning uppträder med en jämnkornig till medelkornig textur men innehåller ofta xenokryster av kalifältspat (fig. 28E), vilket är ett resultat av magmablandning. Mängden xenokryster varierar, och många bergarter tolkas som hybridbergarter. Dessutom förekommer finkorniga och rundade mafiska inneslutningar. Ådror av röd, medelkornig granit korsar dioriten och tolkas som så kallad back-veining (fig. 28F). Bergarter med en mer granitisk sammansättning förekommer som rödgråa, medelkorniga till ojämnkorniga typer och innehåller varierande mängder mafiska mineral. De innehåller tydliga enklaver av dioritisk sammansättning samt större partier av diorit med skarpa gränser mot graniten. En gång av fint medelkornig, röd granit som är U-anomal genomkorsar bergarterna. I den reviderade kartdatabasen har olika ytor skapats för att representera mer felsiska eller mafiska sammansättningar. Vanligtvis speglar dessa dock sammansatta intrusioner med betydande variationer i kemisk sammansättning.

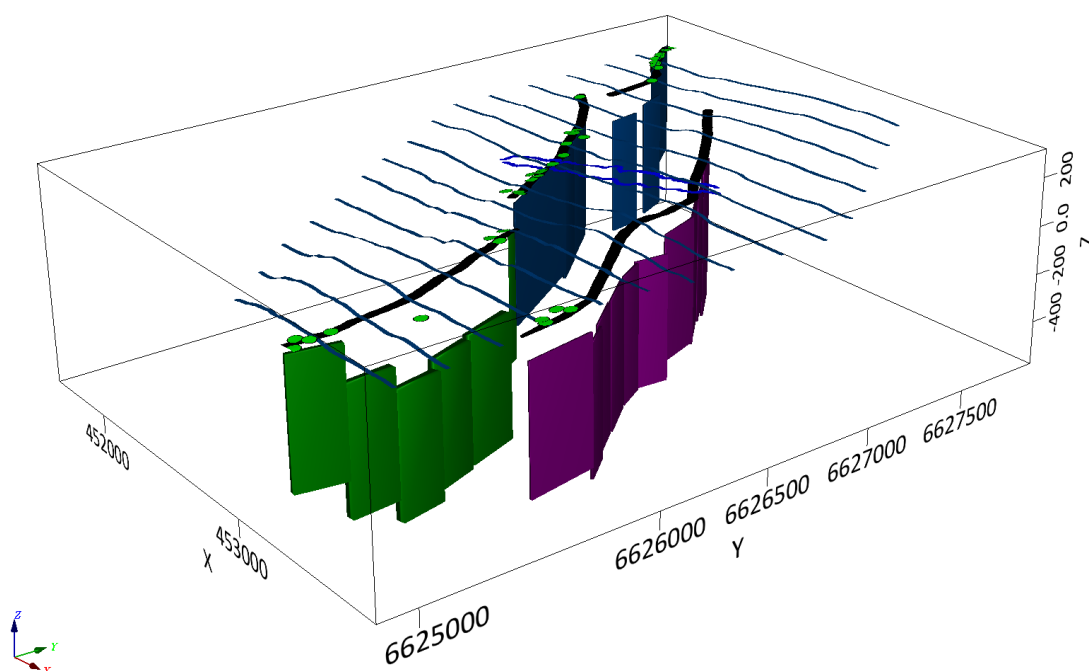
Tydliga magnetanomalier med en nordväst–sydöstlig strykning förekommer i östra delen av området samt längre söderut. En geofysisk modellering har genomförts som en 2D-modellering längs 16 flyglinjer som stryker nära vinkelrätt över strukturen. Modelleringen inkluderar även två markprofiler (fig. 29). Magnetfältsanomalin i väster korrelerar tydligt med skarnjärnmalmförekomster i Ormbergsfältet och visar att de utgör ett sammanhängande stråk. Syftet med modelleringen är att testa hypotesen att liknande skarnjärnmalmstråk förekommer i öst samt att det västra stråket fortsätter längre söderut. Ett petrofysiskt prov från Blandåsgruvan i Ormbergsfältet har använts som referensvärde med en magnetisk susceptibilitet på 1,46 SI-enheter och ett Q-värde mindre än ett. Vid modelleringen har vissa antaganden gjorts: kropparna antas ha en enkel geometri i form av rätblock, ett djupgående på 500 m, en magnetisk susceptibilitet på 1,5 SI-enheter, vertikal stupning samt att den remanenta magnetiseringen är försumbar. Rätblockens bredd och djup har från dessa antaganden justerats för att anpassa anomalier i magnetfältet. Det är troligt att den verkliga magnetiska susceptibiliteten varierar betydligt längs skarnmalmsstråken och att deras geometrier är mer komplexa än vad som modellerats här. Dock bedöms positionen för de projicerade horisonterna på markytan vara relativt korrekt, och modellerna ger därför en god grund för att testa hypotesen. Resultatet av modelleringen visas i figur 30, där olika färger på kropparna representerar olika magnetfältsanomalier. Tolkningen som görs är att minst två skarnjärnmalmstråk förekommer på djupet och sannolikt delvis uppträder som inneslutningar i olika typer av graniter.



Figur 28. **A.** Ljusa, decimeterstora partier i grönskarn. Ormbergsfältet (6626540/452602, SAN230404). **B.** Brunt granatskarn med skärande granitådror. Ormbergsfältet (6626579/452559, SAN230375). **C.** Felsisk vulkanit med skarnband. Stora Häståstjärnen (6626618/453072, SAN230394). **D.** Folierad till starkt folierad metagranit. Stora Häståstjärnen (6626886/453160, CJO230039). **E.** Xenokryster av kalifältspat i en hybridbergart. Väst om Ormbergsfältet (6626571/452428, SAN230387). **F.** Diorit med ådror av granit. Väst om Ormbergsfältet (6626571/452428, SAN230387). Foton A, B, C, E och F: Stefan Andersson. Foto D: Cecilia Brolin.



Figur 29. A. Det magnetiska fältet med 100 nT isolinjer. Modellerade flyg- och markprofiler, järnoxid-förekomster och observationer av järnoxidmineraliseringar eller skarn. **B.** Uppdaterad berggrundskarta (symboliserad enligt fig. 2) med modellerade skarnjärnmalms-horisonter. Färgerna korrelerar till färgerna på kropparna i figur C. **C.** Fyra profiler som visar modellerad (blå streckad linje) och uppmätt respons (grön linje). Profilernas ID är markerat i kartorna i A och B.



Figur 30. 3D-vy över modellerade kroppar i Ormbergsfältet. Symbolisering enligt fig. 29B.

Väst om Yngen

Väster om sjön Yngen har berggrunden studerats längs tre olika karteringsprofiler (fig. 9 och 18), men endast ett 20-tal observationer har gjorts, vilket innebär att beskrivningen av området görs översiktligt. Området domineras av olika typer av vulkaniter, med två breda linser av marmor vid Gåsgruvan och Assertjärnen. I nordvästra delen finns bergarter som tillhör Horssjökomplexet. I sydväst förekommer yngre Filipstadstypgranit och massformig granit i kontakt med vulkaniterna.

Olika typer av vulkaniter uppträder. Vid det malmförande stråket sydost om Gåsgruvan (Nyttstafältet, se fig. 9) förekommer vulkanisk sandsten, liknande den som återfinns på Persbergshalvön. De kan vara skarnomvandlade och innehålla inneslutningar av mindre omvandlad vulkanisk sandsten. En rödbrun, tät vulkanisk siltsten (hälleflinta) förekommer också. Den mest framträdande typen är en kvartsströkorncförande och folierad ryolit, där frekvensen av strökornc varierar från några enstaka till ca 3 volymprocent. Lokalt förekommer även enstaka större korn av fältspat. Formen på strökornen varierar från rundade till kantiga och kan tolkas som delvis koherenta och delvis som tuffer. Sydväst om Björntjärnen, vid karteringsprofil 7 (fig. 18), har en finkornig (0,05–0,3 mm) grå ryolit observerats, med något ljusare avlånga fläckar.

Vid Degernäset, längs karteringsprofil 7, förekommer en bergart som Magnusson (1925) definierade som en strökorncrik, Na-rik vulkanit. Där hittades flera stora lokala block av grå vulkanit med 2–5 cm stora, ofta rundade och avlånga ”klaster” som tydligt framträder på vittrade ytor (fig. 31A). Tunnslipsundersökningar visar att bergarten innehåller rikliga mängder relativt grova (0,2–1 cm) kantiga fragment av kvarts och fältspat samt biotit i en finkornig grundmassa (0,01–0,05 mm). De grövre klasterna består också av kantiga fragment av kvarts och fältspat, men saknar biotit och innehåller i stället amfibol eller klorit. En referensstuff från Degernäset, insamlad under en äldre kartering (Magnusson & Granlund 1928), visar även en strökorncrik vulkanit med grå fläckar som innehåller cordierit och Fe-Mg-amfiboler. Bergarterna uppvisar stora likheter med den strökorncrika typen som förekommer cirka 300 meter nordväst om Sandvik vid karteringsprofil 10. Magnusson (1925) har även i sin karta tolkat det som samma typ av bergart. Den strökorncrika vulkaniten tolkas dessutom förekomma på Älgön och Storön i

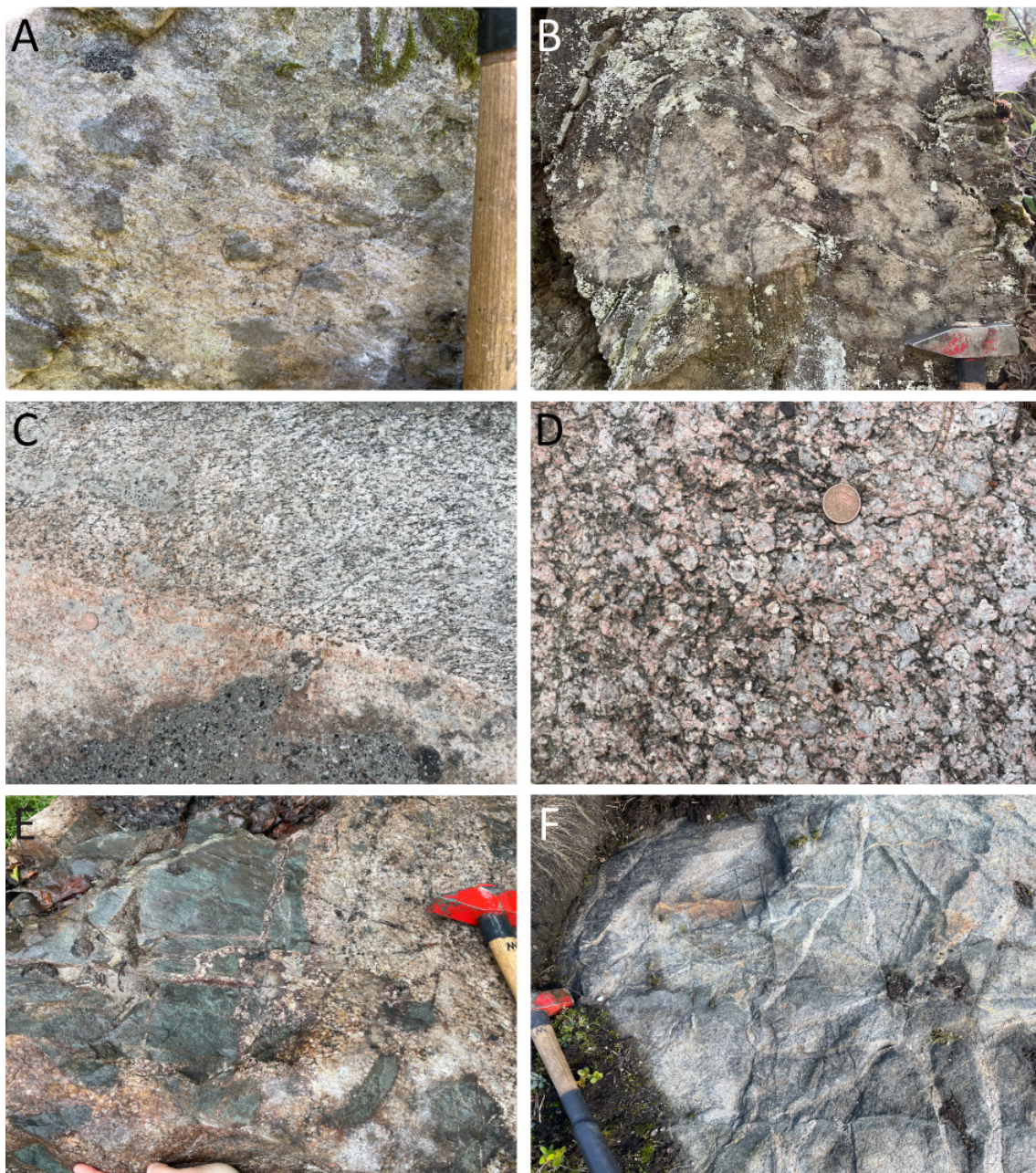
Yngen samt öster om Yngen vid karteringsprofil 8. På Älgön beskrev Magnusson (1925) kontaktrelationer mellan den strökornsrika vulkaniten och en strökornsfattig vulkanit som är den vanligaste typen på Persbergshalvön. I närheten av kontakten finns allt fler fragment av den strökornsfattiga vulkaniten inneslutna i den strökornsrika typen. Detta tolkade Magnusson (1925) som att den strökornsrika vulkaniten överlagrar den strökornsfattiga typen.

Marmorlinserna vid Gåsgruvan och Assertjärnen utgör enligt Lundegårdh (1987) stora boudiner. De består av relativt ren kalcitmarmor som lokalt övergår till dolomitisk marmor med inslag av olika skarnmalmslinser (Lundegårdh 1987). Vid Assertjärnen innehåller dolomitmarmorn tunna mörka lager, som lokalt är upp till 2 cm tjocka, i en starkt veckad sekvens med en generell stupning mot nordöst (fig. 31B).

Skarnjärnmalm förekommer rikligt, främst vid Nyttstafältet men även längre söderut vid Björntjärnsgruvorna norr om Assertjärnen och vid Tattaråsgruvorna sydöst om Björntjärnen, samt norrut vid Hällsätessgruvorna (del av Mörkhultsfältet, se fig. 9 och 18). Malmerna består huvudsakligen av pyroxen–granatskarn eller amfibolskarn, men lokalt förekommer även kvarts- och biotitrika magnetitmalm. Vid Hällsätessgruvorna är en amfibol-biotitrik magnetitmalm starkt genomdragen av yngre, massformig granit–pegmatit. Vid flera av pyroxen-granatskarn-malmerna har även biotitskölar observerats i en bandad sekvens med skarn, i nära anslutning till de brutna malmstråken, exempelvis vid Björntjärnsgruvorna. Där uppträder en bandad och veckad granat–pyroxenskarn. Enligt Lundegårdh (1987) finns även en annan typ av skarn, innehållande olika sulfider, i fortsättningen av det magnetfältsanomala stråket vid Björntjärnsgruvorna och vidare sydöst.

Horssjöbergarter (metagranit) har observerats vid Hällsätessgruvorna, där den korsas av en gång av en yngre, delvis Th-anomal massformig granit (fig. 31C). Vid Hällsätessgruvorna har utbredningen av metagranit utökats, medan vulkanitens utbredning minskats, då den inte stöds av magnetfältsanomalin mot norr och öst om gruvorna. Öst om Gåsgruvan har även samma typ av metagranit observerats, där den korsas av gångar av massformig granit och granit–pegmatit. Ytan för metagraniten har utökats och täcker nu den östliga sidan av Gåsgruvan.

Yngre intrusiva bergarter utgörs främst av Filipstadstypgranit samt olika massformiga och medelkorniga typer. Filipstadsgraniten består av delvis zonerade fältspatsmegakryster (fig. 31D), och sammansättningen tolkas i fält som kvartssyenitisk. Kvartssyeniten visar starkt foliering i kontakt med metavulkanit, parallellt med en nytolkad plastisk till spröd deformationszon. Väst om Hällsätessgruvorna, vid karteringsprofil 5, noteras även kantiga skarnxenoliter i en massformig och medelkornig till grovkornig granit av liknande typ som förekommer i varpen vid gruvorna (fig. 31E). Runt gruvorna finns också en mafisk, finkornig till fint medelkornig massformig bergart som uppvisar magmablandningsrelationer med en yngre, massformig, fint medelkornig granit (fig. 31F). I tunnslip ses tydlig ortopyroxen, och bergarten tolkas tillhöra Hyttsjö- eller Filipstadstypassociationen. Större partier av massformig, fint medelkornig granit förekommer även söder om karteringsprofil 7.



Figur 31. **A.** Litoklaster av strömkornrik ryolit i en strömkornrik grundmassa. Block, Degernäset (6619887/460520, SAN230287). **B.** Veckad dolomitmarmor. Assertjärns kalkbrott (6619879/458549, SAN230275). **C.** Metagranit med korsande fint medelkornig granitgång. Öst om Hällsätessgruvorna (6622804/455537, SAN230350). **D.** Filipstadsgranit. Sydväst om Hällsätessgruvorna (6622529/455307, SAN230344). **E.** Kantiga skarnfragment i massformig porfyrisk granit. Block sydväst om Hällsätessgruvorna (6622529/455307, SAN230344). **F.** Mafisk bergart med korsande granitådror. Öst om Hällsätessgruvorna (6622804/455537, SAN230350). Foton: Stefan Andersson.

Öst om Yngen

Öst om Yngen vid karteringsprofil 8 finns olika typer av vulkaniter i den sydvästra delen, dioritoid–granitoid i det mellersta området och en tydligt massformig, fint medelkornig, Th-anomal granit längst i öst (fig. 18). Utbredningen av dioritoid i den reviderade kartdatabasen har minskat relativt sett, jämfört med tidigare tolkningar (Lundegårdh 1987), baserat på nya fältobservationer och magnetfältdata från flygmätningar.

Tre olika typer av vulkaniter har urskilts inom det studerade området. Den mest framträdande typen är en grå strökornsförande ryolit (fig. 32A). Strökornen består av delvis kantiga kvartskorn med avrundade kanter och subhedral fältspat. De varierar i storlek från 1 till 5 mm. I tunnslip ses antydning till korrosionsbukter i kvartskornen. Grundmassan är ca 0,05–0,15 mm. Strökornen är relativt jämnt fördelade och kan förekomma i kluster. Större aggregat av biotit och andra mineral visar en avlång och parallellt orienterad form. Bergarten tolkas som koherent.

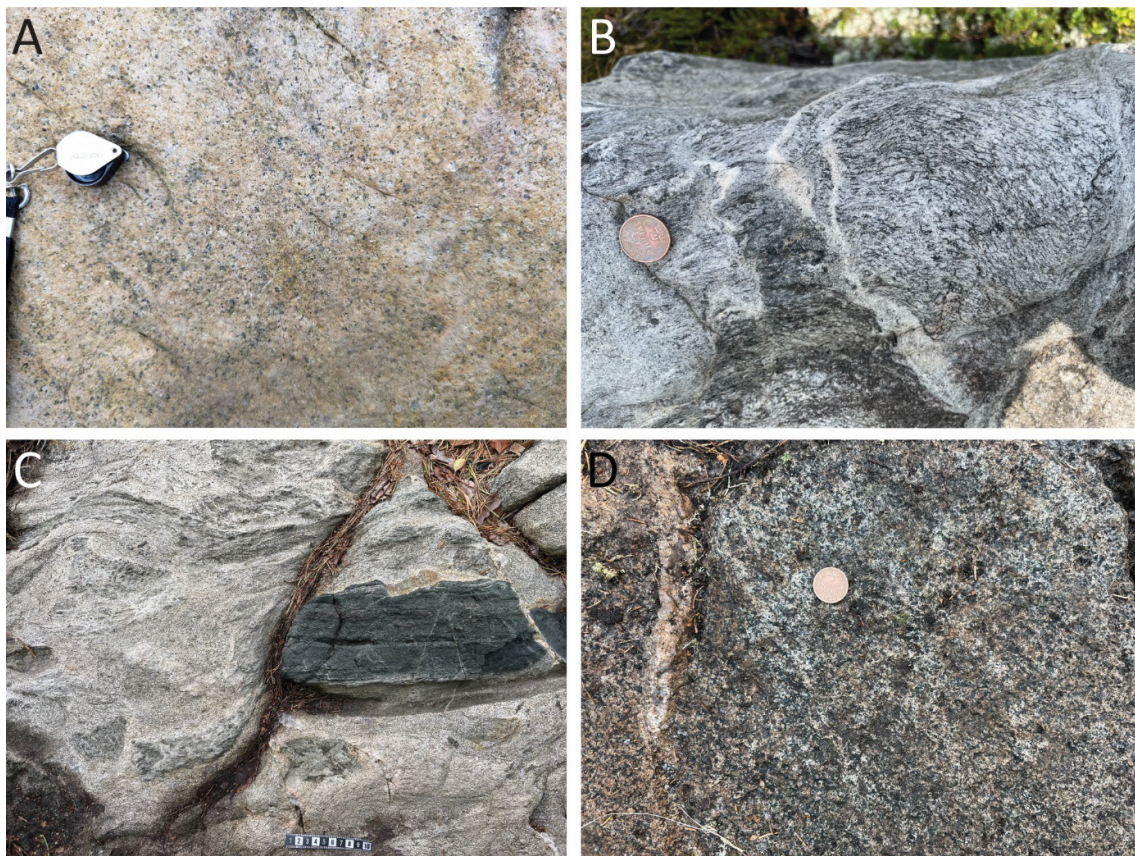
Längst i väst, vid Brändudden, finns en grå kvartsströkornsförande ryolit med en tydlig foliation. Mot den västra delen förekommer en grå, heterogen, starkt folierad och nästintill gnejsig bergart (fig. 32B). Den tolkas som en partiellt uppsmält vulkanit då grövre kvartskorn kan ses i de gnejsiga partierna.

I den centrala delen av karteringsprofilen förekommer en grå, kornig och fragmentförande ryolit (fig. 32C). Den visar låg K-halt enligt gammaspektrometrimätningar ($<0,8\%$ K), och kan vara av liknande typ som den strökornsrika vulkanit som påträffats vid Degernäset vid karteringsprofil 7, vilken enligt Magnusson (1925) förekommer här.

Längre åt nordöst förekommer en dioritoid som i fält tolkas som en kvartsdiorit till diorit med ca 20–25 procent mörka mineral (fig. 32D). Den uppvisar en massformig och medelkornig textur. Den har tolkats tillhöra Hyttsjögenerationen (Hellingwerf & Oen 1986). I samband med denna finns även en bergart med en mer felsisk sammansättning med en lägre andel mörka mineral.

Yngre diabas med en finkornig till fint medelkornig, ofitisk textur har observerats i den södra delen av karteringsprofilen. Diabasens utbredning har modellerats utifrån två tvärgående markprofiler och två insamlade petrofysiska prov. Strykningen av diabasen är ca 124/304 och den har modellerats att ha en vertikal stupning. Q-värdet är mindre än ett och har inte beaktats i modelleringen. Ett linjeobjekt med diabas har lagts till i kartdatabasen.

Längs de två parallella magnetfältprofilerna i anslutning till karteringsprofilen förekommer ytterligare anomalier som möjligen kan korreleras till varandra utifrån anomaliernas storlek och utseende. Dock har det inte varit möjligt att knyta anomalierna till någon specifik bergart eller sekvens inom bergarterna i området.



Figur 32. **A.** Kvarts- och fältspatsporfyrisk koherent ryolit. Fågelåsen (6619960/463236, SAN230311). **B.** Grå, heterogen starkt folierad och gnejsig ryolit. Brändudden (6620056/462889, SAN230315). **C.** Metavulkanit med skarnfragment och andra mindre fragment av ryolit. Fågelåsen (6620158/463360, SAN230309). **D.** Medelkornig och massformig diorit till kvartsdiorit. Fågelåsen (6620454/463655, SAN230321). Foton: Stefan Andersson.

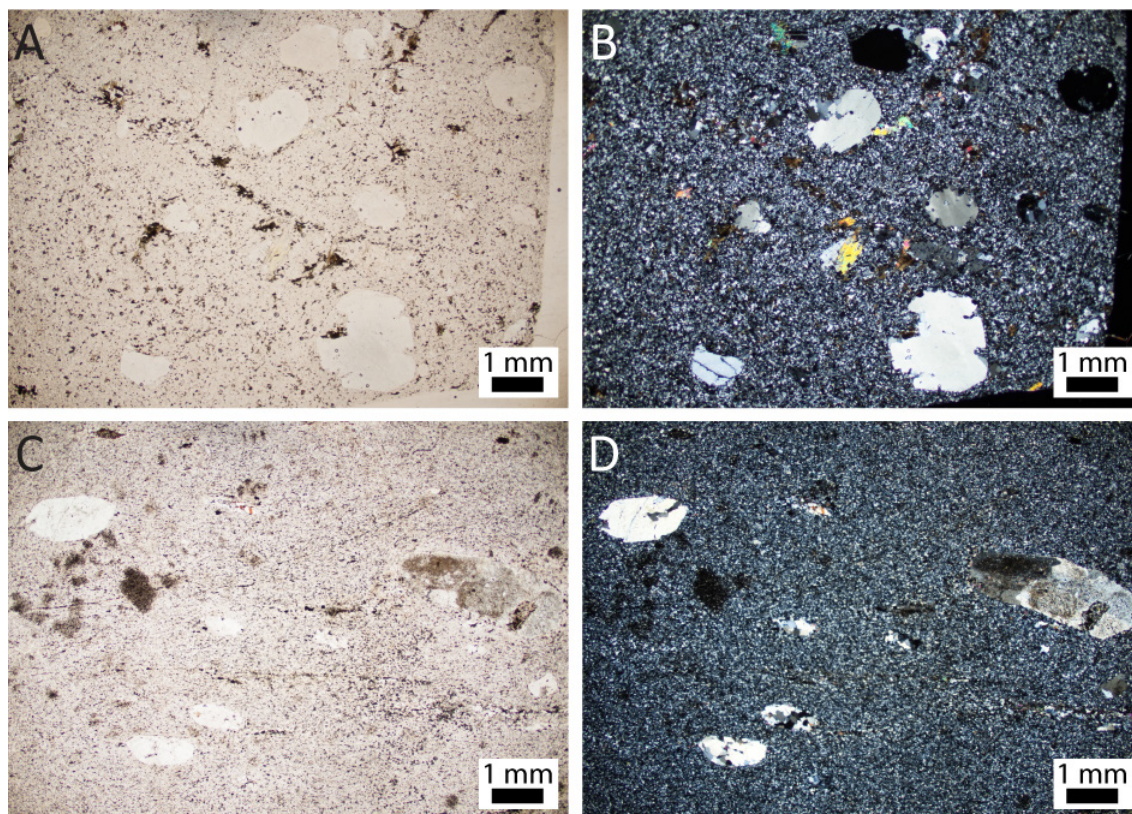
Petrografi

Vulkaniska bergarter

I många fall har de felsiska vulkaniska bergarterna påverkats av olika former av hydrotermala omvandlingar (se avsnitt *Litogeokemi och hydrotermal omvandling*) innan de genomgick metamorfos under den Svekokarelska orogenesisen. Denna kombination manifesteras ofta genom omkristallisering av grundmassan och strökorn, vilket leder till en förgrovning av kornstorleken och, i många fall, en total förstörelse av primära texturer. Resultatet blir att (delvis omkristalliserade) strökorn av kvarts och fältspat (plagioklas eller kalifältspat) förekommer i en finare, jämnkornig grundmassa utan tydliga texturer. Förgrovningen av kornstorleken är särskilt framträdande i vulkaniter från Nordmarksområdet, som generellt uppvisar en grövre kornstorlek jämfört med liknande vulkaniter i andra områden. Liknande observationer rapporterades redan av Magnusson (1925, 1929, 1930). Trots ovanstående har det i vissa fall varit möjligt att definiera olika typer av vulkaniter.

Vulkaniter som tolkas som koherenta (lavor) har identifierats i samtliga av de tre större gruvfältsområdena – Persberg, Nordmark och Långban – samt både väster och öster om sjön Yngen. De uppvisar en porfyrisk textur med fenokryster av kvarts och fältspat (framför allt plagioklas) som varierar i storlek från 1 till 4 mm. Kvartsfenokrysterna förekommer i två former: antingen euhedrales eller med en varierad form från rundad och kantavrundad till kantig. Fältspatsfenokrysterna är i sin tur vanligtvis subhedrales eller euhedrales och har formen av tjocka lister. Fenokrysterna är antingen isolerade och jämnt fördelade eller samlade i kluster. Kvartsfenokryster visar ibland tydliga korrosionsbukter (eng. *embayments*) samt tecken på omkristallisering (fig. 33A–D). Grundmassans kornstorlek varierar beroende på plats: från 0,01–0,05 mm i Persberg, 0,02–0,2 mm i Långban, 0,01–0,2 mm i Nordmark, till 0,05–0,15 mm öster om Yngen. Grundmassan består främst av kvarts, fältspat och biotit, varav biotiten delvis har omvandlats till klorit. Bland de accessoriska mineralen återfinns muskovit, epidot, amfibol, allanit, opaka mineral (oftast magnetit) samt zirkon.

Felsiska vulkaniska bergarter med strökorn av kvarts eller kvarts och plagioklas, som inte tolkas som koherenta bergarter, utgör den vanligaste vulkanittypen. Dessa bergarter tolkas delvis som tuffer (fig. 34A–B), men i många fall är det svårt att fastställa ursprunget på grund av omfattande omkristallisering. Strökornen i tufferna har oftast en varierande kornstorlek, från mindre än 1 mm upp till 4 mm på vissa lokaler. Deras form varierar från kantig och kantavrundad till rundad, och de är ojämnt till delvis jämnt fördelade. Kvarts uppvisar ofta omkristallisering längs korngränserna. Grundmassans kornstorlek skiljer sig mellan olika områden: 0,01–0,1 mm i Persberg, 0,02–0,2 mm i Långban, 0,02–0,3 mm i Nordmark, 0,02–0,05 mm öster om Stora Horssjön och 0,01–0,15 mm i övriga områden. Grundmassan består huvudsakligen av kvarts och fältspat, där albitisk plagioklas är klart dominerande i de undersökta proverna. Bland de accessoriska mineralen återfinns biotit, klorit och amfibol av olika sammansättningar (främst Fe-Mg-amfiboler). Andra vanliga accessoriska mineral är muskovit, granat, zirkon, epidot, kloritoid samt olika opaka faser, främst magnetit men även rutil och ilmenit.

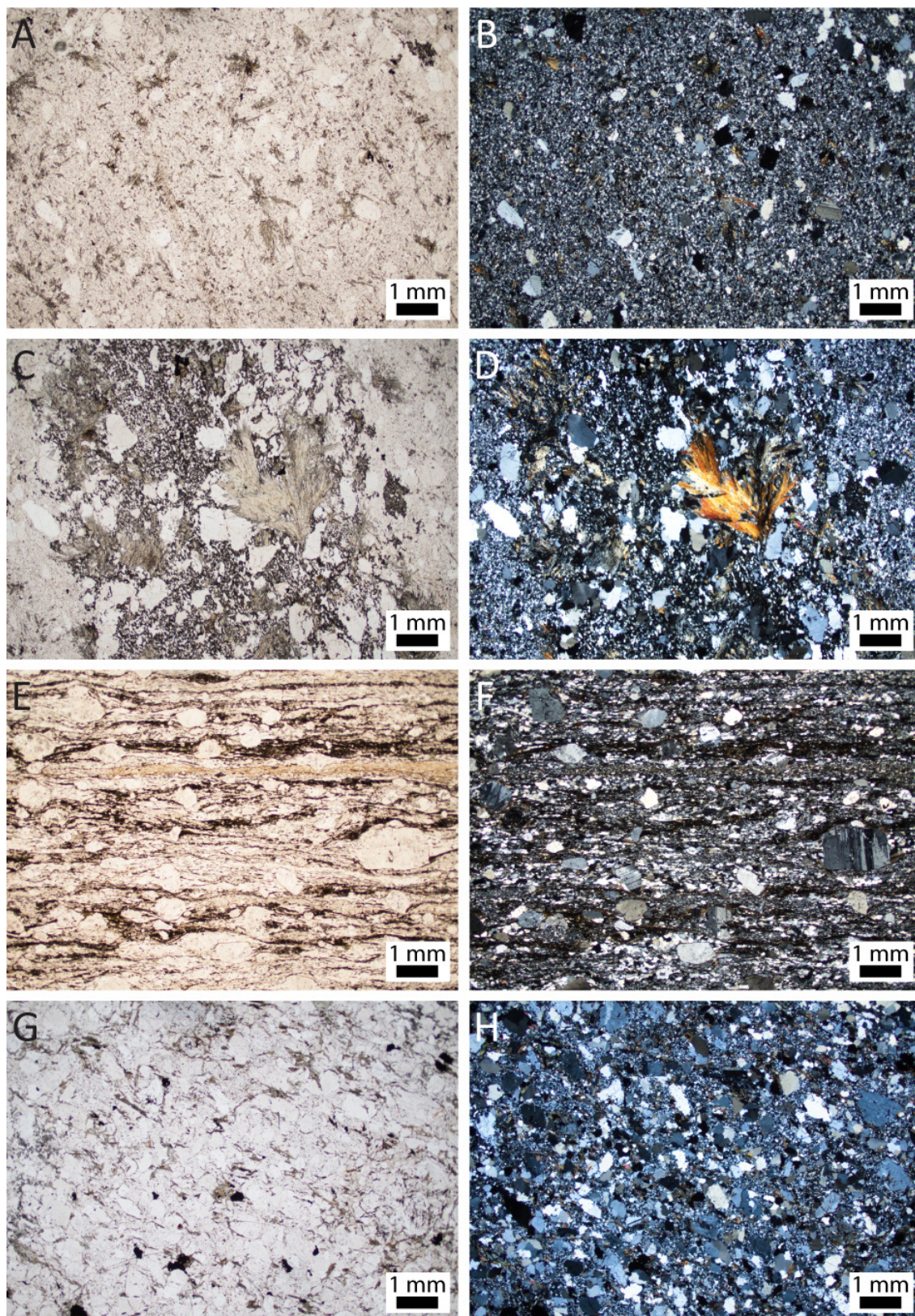


Figur 33. A–B. Subrundade till rundade fenokryster av kvarts i kluster. Kvarts med tydliga korrosionsbukter indikerar koherent facies. Nordmarksberg. Tunnslip LB77:46 (SAN230436). Parallella nicoller (genomfallande ljus) i A och korsade nicoller (korspolariserat ljus) i B. **C–D.** Euhedra till kantavrundande kvartsfenokryster och euhedral fältspat i en grundmassa i siltkornstorlek. Persberg. Tunnslip EJ-243 (SAN230139). Parallella nicoller (genomfallande ljus) i C och korsade nicoller (korspolariserat ljus) i D. Foton: Stefan Andersson.

I Nordmark förekommer strökorsrika vulkaniter med rikligt med mörka fläckar som består av sammanväxningar av något grövre kvarts (jämfört med grundmassan), klorit, staurolit, Fe-Mg-ortoamfiboler och biotit (fig. 34C–D). I många fall innehåller fläckarna även cordierit och tolkas som cordieritpseudomorfer. Lokalt förekommer de även tillsammans med andalusit och kloritoid. Fe-Mg-amfibolerna kan dessutom uppträda som centimeterstora stråliga aggregat i grundmassan. På den tidigare kartan, sammanställd av Björk (1986), har stor andel andalusit och sillimanit identifierats i Nordmark. Däremot visar analyser och undersökningar inom detta projekt att det som tidigare urskilts som sillimanit i de flesta fall visat sig vara staurolit och att andalusit förekommer i betydligt mindre utsträckning än vad som framgår av den tidigare kartan. Enstaka förekomster av andalusit har dock observerats i projektet. Andra accessoriska mineral som identifierats inkluderar olika REE-mineral, såsom allanit-gruppp mineral, monazit, xenotim samt ett (REE,Y)-Ti-(Fe-Mg)-silikatmineral, sannolikt tillhörande chevkinitt-gruppen, från Persberg och Nordmark. Dessutom har ett (Y,U,Th)Nb-Ti-oxidmineral, troligen euxenit-gruppp mineral, observerats.

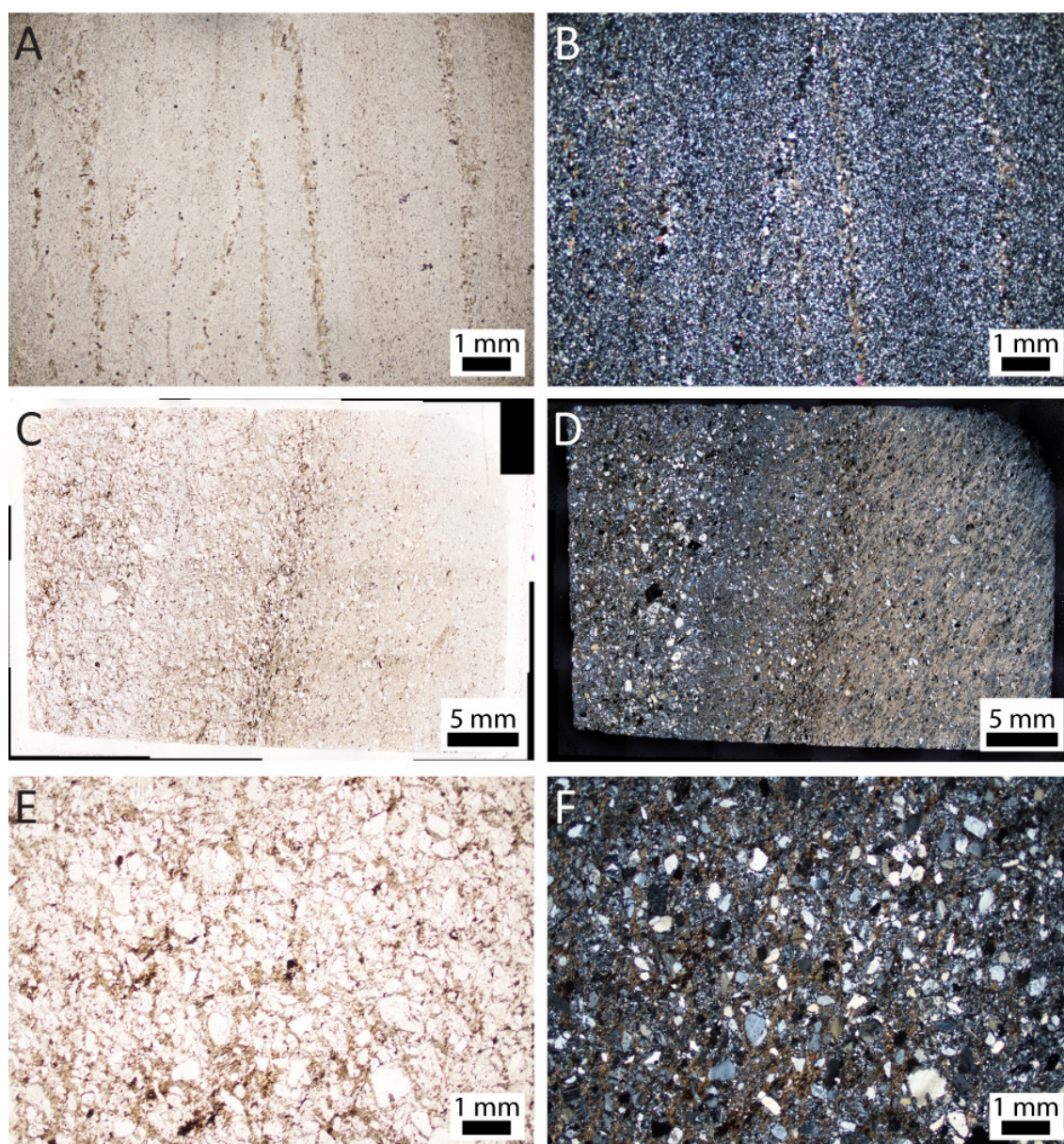
Öster om Stora Horssjön förekommer en mer kraftigt deformerad vulkanisk tuff där plagioklasströkornen framträder som mantlade porfyroklaster (fig. 34E–F).

Vid Degernäset, sydväst om Yngen och nordväst om Sandvik, finns en vulkanisk tuff där kristallfragmenten utgör mer än 50 volymprocent. Kvarts och plagioklas förekommer där som kantiga fragment, 0,3 till 1,5 mm stora, med så kallad jig-saw-fit-textur i en finkornig grundmassa (0,01–0,05 mm) bestående av kvarts och plagioklas (fig. 34G–H). Accessoriska mineral i denna tuff är klorit, Fe-Mg-amfiboler, cordierit, biotit, magnetit och zirkon.



Figur 34. A–B. Kantiga fragment av kvarts och plagioklas i en finkornig grundmassa. Dysselmossen. ALZ230113A. Parallella nicoller (genomfallande ljus) i A och korsade nicoller (korspolariserat ljus) i B. **C–D.** Mörka fläckar med finkorniga sammanväxningar av kvarts–klorit–staurolit och grov amfibol (antofyllit). Dysselmossen. ALZ230113A. Parallella nicoller (genomfallande ljus) i C och korsade nicoller (korspolariserat ljus) i D. **E–F.** Mylonitisk ryolitisk tuff. Slätthallarna. SAN220090A. Parallella nicoller (genomfallande ljus) i E och korsade nicoller (korspolariserat ljus) i F. **G–H.** Strökoknsrik vulkanisk tuff. Degernäset. SAN230287. Parallella nicoller (genomfallande ljus) i G och korsade nicoller (korspolariserat ljus) i H. Foton: Stefan Andersson.

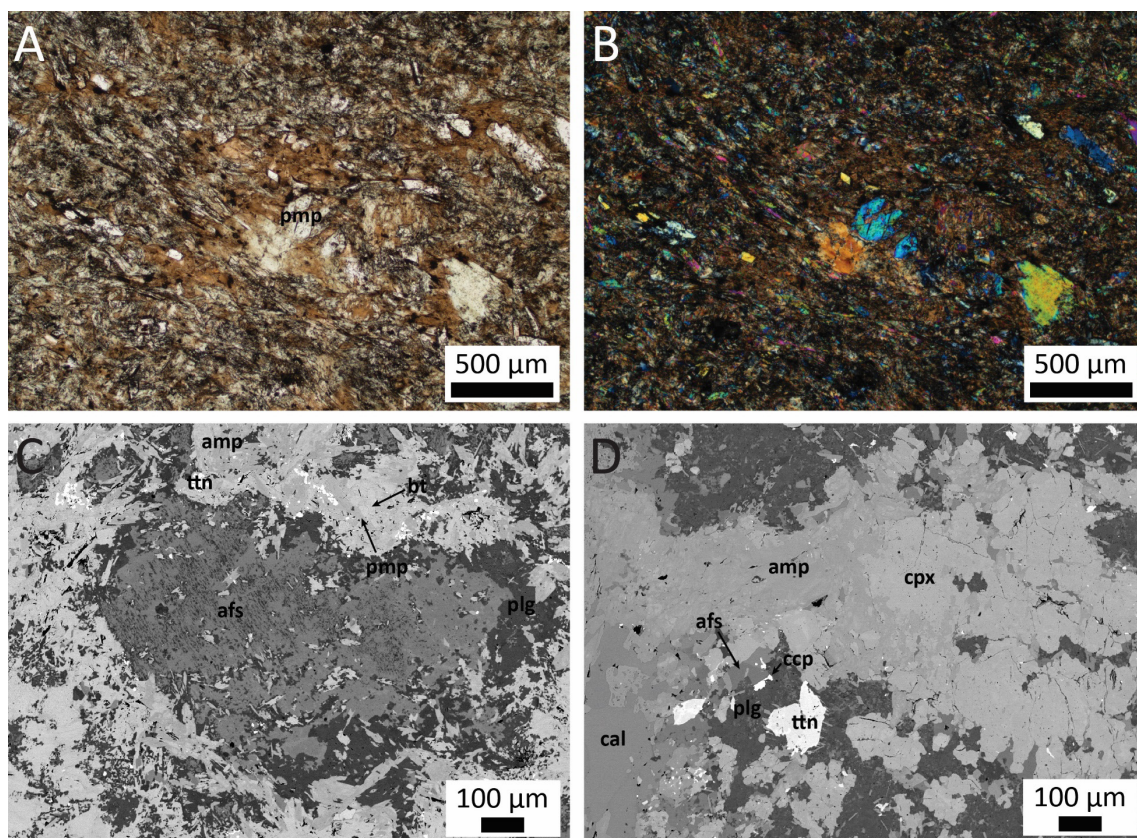
Lagrade vulkaniska sandstenar och siltstenar förekommer främst i anslutning till mineraliseringarna av skarnjärnmalm i Persberg, Nordmark och Långban, men även öster om Långbansjön och vid Gruvåsen. Dessa bergarter är lagrade eller laminerade, med en kornstorlek som varierar mellan 0,005 och 0,150 mm i enskilda lager (fig. 35A–B). Vid Limkullen i Nordmark kan vissa skikt dock uppnå en kornstorlek på ca 1 mm. Grundmassan består huvudsakligen av kvarts och fältspat, antingen plagioklas och kalifältspat beroende på typen av alkaliomvandling. Lagringen framhävs även av variationer i mängden mörka mineral, som ofta utgörs av biotit, muskovit eller monoklinisk amfibol. De mörka mineralen är ofta parallellorienterade. Amfibol förekommer dessutom som sprickfyllnad eller i band som korsar lagringen, lokalt tillsammans med epidot och pyroxen.



Figur 35. A–B. Laminerad och veckad vulkanisk siltsten–sandsten med en kornstorlek som varierar från 0,02 till 0,08 mm. Långban. Tunnslip LB78:266. Parallella nicoller (genomfallande ljus) i A och korsade nicoller (korspolariserat ljus) i B. **C–D.** Inskannad bild av ett tunnslip av tuffitisk sandsten som innehåller lager med rikligt med kristallfragment av kvarts och fältspat med lokalt jig–saw–fit–textur och andra mer glimmerrika lager. Båren. SAN220101A. **E–F.** Översikt av kristallrikt lager. Båren. SAN220101A. Parallella nicoller (genomfallande ljus) i E och korsade nicoller (korspolariserat ljus) i F. Foton: Stefan Andersson.

Sydöst om Yngen och öster om Långbansjön förekommer en lagrad, kristallrik tuffitisk sandsten, tidigare tolkad som gråvacka (jämför Magnusson 1925). I vissa lager uppvisar större korn av kvarts och fältspat en fragmentarisk textur med jig-saw-fit-textur (fig. 35C–F). Andra lager innehåller en högre andel glimmermineral.

Mafiska vulkaniter från Saxån (Gruvåsen) och områden öster om Långbansjön har studerats vid fem olika lokaler. Den mörka grundmassan består huvudsakligen av finkornig biotit och Ca-amfibol (< 0,1–0,2 mm, men med enstaka korn upp till 0,5 mm), tillsammans med pumpellyit (fig. 36A–B) och enstaka aggregat av prehnit samt apatitkorn. I grundmassan förekommer också grövre, upp till 2 mm stora, anhedrala kristaller av kalifältspat samt finkornigare korn (fig. 36C), som ibland omges av finkorniga aggregat av plagioklas (andesin eller albit). Många prover innehåller ljusa sprickfyllnader, oregelbundna ljusa partier eller mineralfyllda hålrum. Dessa karakteriseras av olika kombinationer av pyroxen, Ca-amfibol, kalcit, pumpellyit, titanit (fig. 36D) samt olika sulfider, såsom kopparkis, magnetkis, pyrit och arsenikkis, tillsammans med andra obestämnda mineral. Kornstorleken i de ljusa områdena varierar, från aggregat eller kristaller som är mindre än 0,1 mm till flera millimeter. De mineralogiska och texturella relationerna tyder på att de mafiska vulkaniterna först genomgick K-omvandling och därefter skarnomvandling. En mer omfattande petrografisk undersökning av bergarter i närheten av Gruvåsen i den södra delen av Saxånområdet har tidigare utförts (Hellingwerf 1984, 1987, Hellingwerf & Oen 1986).



Figur 36. A–B. Grundmassa av biotit och Ca-amfibol med enstaka korn av pumpellyit. Sydväst om Båren. SAN220099A. Parallella nicoller (genomfallande ljus) i A och korsade nicoller (korspolariserat ljus) i B. **C.** BSE-bild (eng. *back-scattered electron image*) som visar grövre anhedral kristall av kalifältspat omgiven av plagioklas i en grundmassa av biotit, Ca-amfibol och pumpellyit. Fallhagen. SAN2300169A. **D.** BSE-bild som visar grövre pyroxen, amfibol, kalcit och titanit i ljusa oregelbundna skarnomvandlade partier. Notera även kalifältspat och finkorniga aggregat av plagioklas. Fallhagen. SAN2300169A. Förkortningar: afs = kalifältspat, amp = amfibol, bt = biotit, cal = kalcit, ccp = kopparkis, cpx = pyroxen, plg = plagioklas, pmp = pumpellyit, ttn = titanit. Foton: Stefan Andersson.

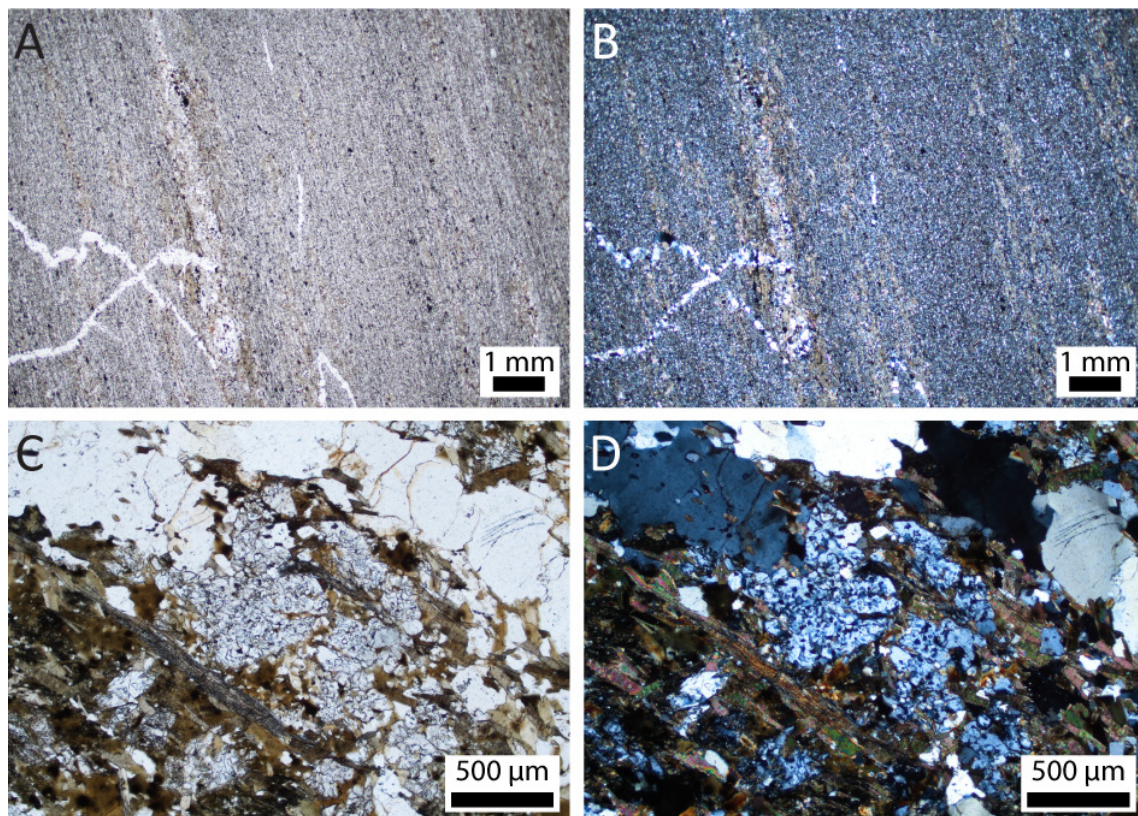
Övriga ytbergarter

Andra ytbergarter som undersökts inom projektet kommer främst från de som klassificerats under bergartsassociationen slamsten–lersten–siltsten. Grundmassan i dessa bergarter varierar i kornstorlek från 0,001 till 0,04 mm och består huvudsakligen av kvarts, glimmermineral (biotit och/eller muskovit) samt fältspat (fig. 37A–B). Glimmermineralen är parallellorienterade.

Lagringen definieras av variationer i glimmerinnehåll, kornstorlek samt förekomsten av sulfider. Sulfiderna förekommer framför allt i de rostfärgade bergarterna, där de uppträder som enskilda korn eller aggregat, upp till ca 1 mm stora, parallellt med glimmermineralen. Bland de identifierade sulfiderna återfinns magnetkis, pyrit och kopparkis. Zinkblände och magnetit har även observerats.

I cordieritrik slamsten–lersten–siltsten ("fläckskiffer") förekommer poikilblastisk cordierit i en finkornig grundmassa, ca 0,001–0,02 mm, bestående av kvarts, biotit, muskovit och fältspat. Porfyroblaster av biotit, med en storlek på upp till ca 0,3–0,4 mm, är också vanliga. Dessutom förekommer små mängder magnetit och sulfider.

I den västra delen av Nordmark förekommer en växellagrad bergart med omväxlande grövre och finkorniga lager, där porfyroblaster på upp till 1 cm har identifierats (fig. 25C). Porfyroblasterna består av olika sammanväxningar av kvarts, biotit och/eller klorit samt andalusit och sillimanit (fig. 37C–D). Runt porfyroblasterna finns något grövre kvarts och poikilitisk plagioklas. De mer sandiga lagren uppvisar en klastisk textur med en grundmassa på ca 0,05–0,2 mm, huvudsakligen bestående av kvarts, plagioklas och biotit.



Figur 37. A–B. Siltsten med en parallellstruktur. Gjutarfallet, öst om Långbansjön. SAN230265A. Parallella nicoller (genomfallande ljus) i A och korsade nicoller (korspolariserat ljus) i B. **C–D.** Metasediment med porfyroblaster som består av en sammanväxning av kvarts, andalusit och biotit. Sillimanit finns även. Väst om Nästängsmossen, Nordmark. SAN230454A. Parallella nicoller (genomfallande ljus) i C och korsade nicoller (korspolariserat ljus) i D. Foton: Stefan Andersson.

Järnmalmer

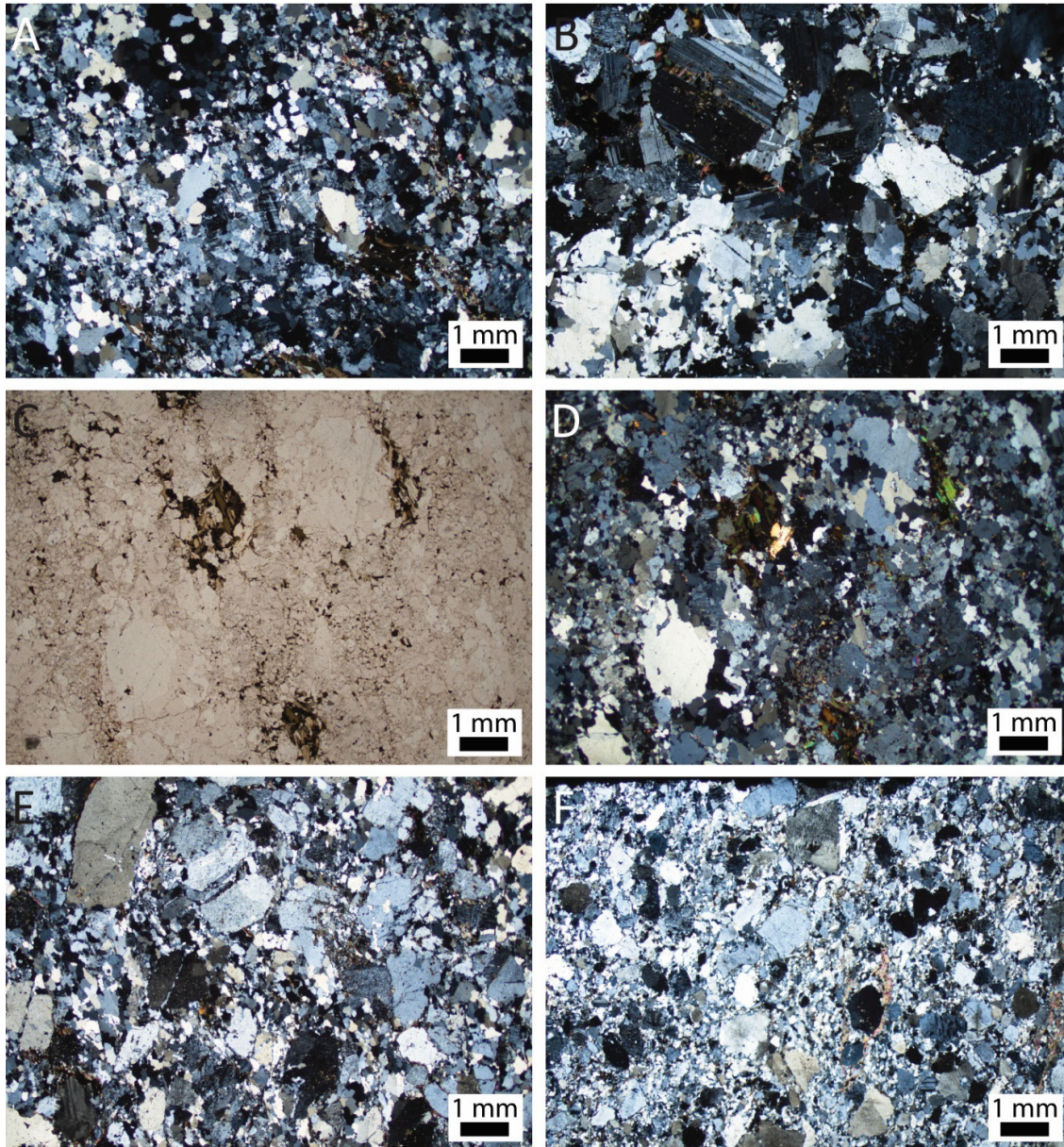
Bara några enstaka tunnslip från olika skarnjärnmalmer har undersökts i projektet. För detaljerade petrografiska beskrivningar rekommenderas Magnusson beskrivningar över Persberg (1925), Nordmark (1929) och Långban (1930).

Djupbergarter

I projektet har främst bergarter som tillhör Horssjökomplexet undersökts. De uppträder som rödgrå till grå, finkorniga till fint medelkorniga bergarter med en ojämnkornig eller porfyrisk textur. Detaljerade petrografiska studier visar att grundmassans kornstorlek varierar avsevärt, huvudsakligen mellan 0,1 och 2 mm, med enstaka korn som kan nå upp till 3–4 mm (fig. 38A–D). Huvudmineralen är kvarts, plagioklas och kalifältspat. Mafiska mineralaggregat, bestående av biotit, muskovit och en del magnetit, definierar ofta en plan eller linjär struktur (fig. 38C). Biotit är ibland omvandlad till klorit. Andra accessoriska mineral förekommer främst tillsammans med aggregaten, såsom zirkon, titanit, rutil och ibland flusspat. Magnusson (1925) nämner även förekomsten av amfibol, epidot och apatit.

Den dominerande texturen i grundmassan är ojämnkornig och anhedral–subhedral, med ojämna korngränser. Kvarts är ofta omkristalliserad. Kalifältspat, som uppvisar tydliga så kallade tartantvillingar, ersätts ibland av en annan fältspat som korsar tvillingarna. Kvarts- till fältspats-porfyrisk typen förekommer också. I kontaktområdet mellan granit och vulkanit i Persbergsområdet återfinns strökorn av fältspat och kvarts i en starkare deformerad grundmassa. Den porfyrisk typen förekommer här i en övergångszon till en finkornig och lagrad vulkanit, vilket observerades i en sydväst–nordöstgående järnvägsskäring. Magnusson (1925) beskriver även granofyriska texturer i "Horssjögranit", som han tolkat som randfacies.

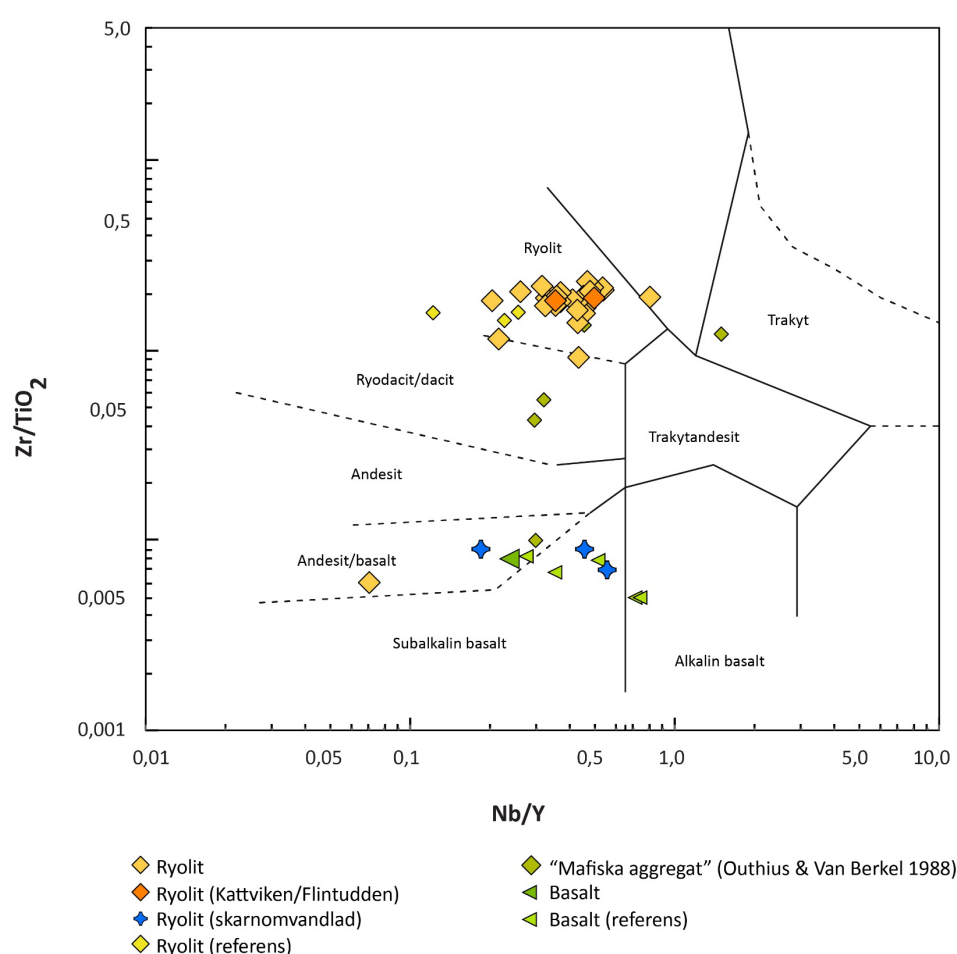
I några prover förekommer 1 till 3 mm stora, kantiga till kantavrundade korn av kvarts och fältspat i en finkornig grundmassa ($< 0,3$ mm, fig. 38E–F). I vissa fall är strökornen tydligt avgränsade (fig. 38F). Några korn eller kornkluster uppvisar även en tydlig jig-saw-fit-textur (fig. 38E–F), vilket kan tyda på att de representerar kristallfragment i ett vulkanoklastiskt facies. Det är även möjligt att de utgör fenokryster från lavaflöden eller syn-vulkaniska intrusioner som fragmenterats i magman, exempelvis genom snabb avkylning och hydrering.



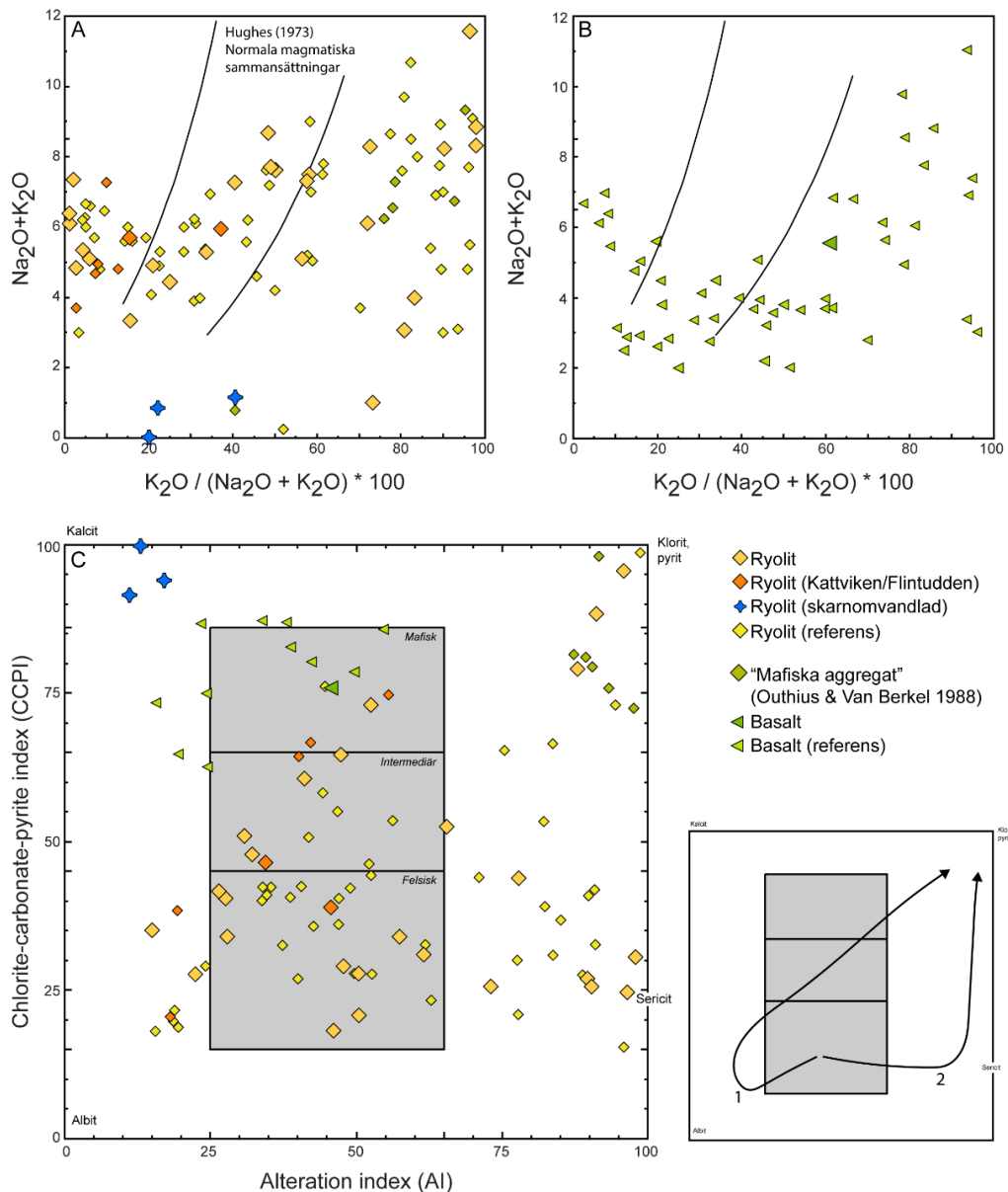
Figur 38. A. Metagranit med finkornig anhedral grundmassa av kvarts och fältspat. Öst om Sandsjöberget. ALZ230125A. Korsade nicoller (korspolariserat ljus). **B.** Fint medelkornig metagranit. Vävbobergen, nordväst om Stora Horssjön (6630350/454600). Tunnslip KH-02_101. Korsade nicoller (korspolariserat ljus). **C–D.** Ojämnkornig och anhedral textur med biotitaggregat. Öst om Gåsgruvan. SAN230361A. Parallella nicoller (genomfallande ljus) i C och korsade nicoller (korspolariserat ljus) i D. **E.** Grövre, delvis spruckna korn av kvarts och fältspat i en finkornigare grundmassa. Orrbo, Persberg. SAN230149. Korsade nicoller (korspolariserat ljus). **F.** Strökorn av kvarts och fältspat i en finkornig grundmassa. Norr om Lilla Horssjön (6633513/456650). Tunnslip EJ-221B. Korsade nicoller (korspolariserat ljus). Foton: Stefan Andersson.

Litogeokemi och hydrotermal omvandling

De felsiska vulkaniska bergarterna i området klassificeras i huvudsak som ryolit, där några få analyser visar en sammansättning närmare ryodacit (fig. 39). De senare återfinns främst öster om Långbansjön (vid Rockberget) och nordöst om Yngen (vid Båren, se fig. 13 och 18). De mafiska vulkaniska bergarterna klassificeras som andesit–basalt och uppvisar en tydlig trend mot alkalina sammansättningar. Figur 40A–B illustrerar förhållandet mellan natrium och kalium i bergarterna. Enligt Hughes (1973) faller normala magmatiska sammansättningar inom det avgränsade området i diagrammet. Både felsiska och mafiska vulkaniter har genomgått en anrikning av antingen natrium eller kalium. Denna anrikning tolkas som ett resultat av en omfattande alkaliomvandling orsakad av havsvattenbaserade hydrotermala lösningar efter vulkaniternas bildning. Figur 41 illustrerar den rumsliga fördelningen av denna alkaliomvandling i projektområdet, med data från spektrometriska mätningar utförda med flyg som bakgrund. Den starkaste Na-omvandlingen har påverkat ryoliterna runt den norra delen av Yngen och i varierande grad i Nordmark. K-omvandlingen är som starkast öster om Stora Horssjön, i Långban och i vissa områden i Nordmark. Den starka rumsliga variationen av alkaliomvandlingen i Nordmark har tidigare påpekats av Magnusson (1925, 1929) och Björk (1986). Låga och höga halter av kalium från spektrometriska mätningar gjorda på håll och från flyg visar en god korrelation med de låga respektive höga kaliumhalterna från tillgänglig litogeokemisk data (fig. 41). Den spektrometriska kartan från flygmätningarna kan tillsammans med hållmätningarna därför användas för att ge en första indikation på variationen i alkaliomvandling i området.

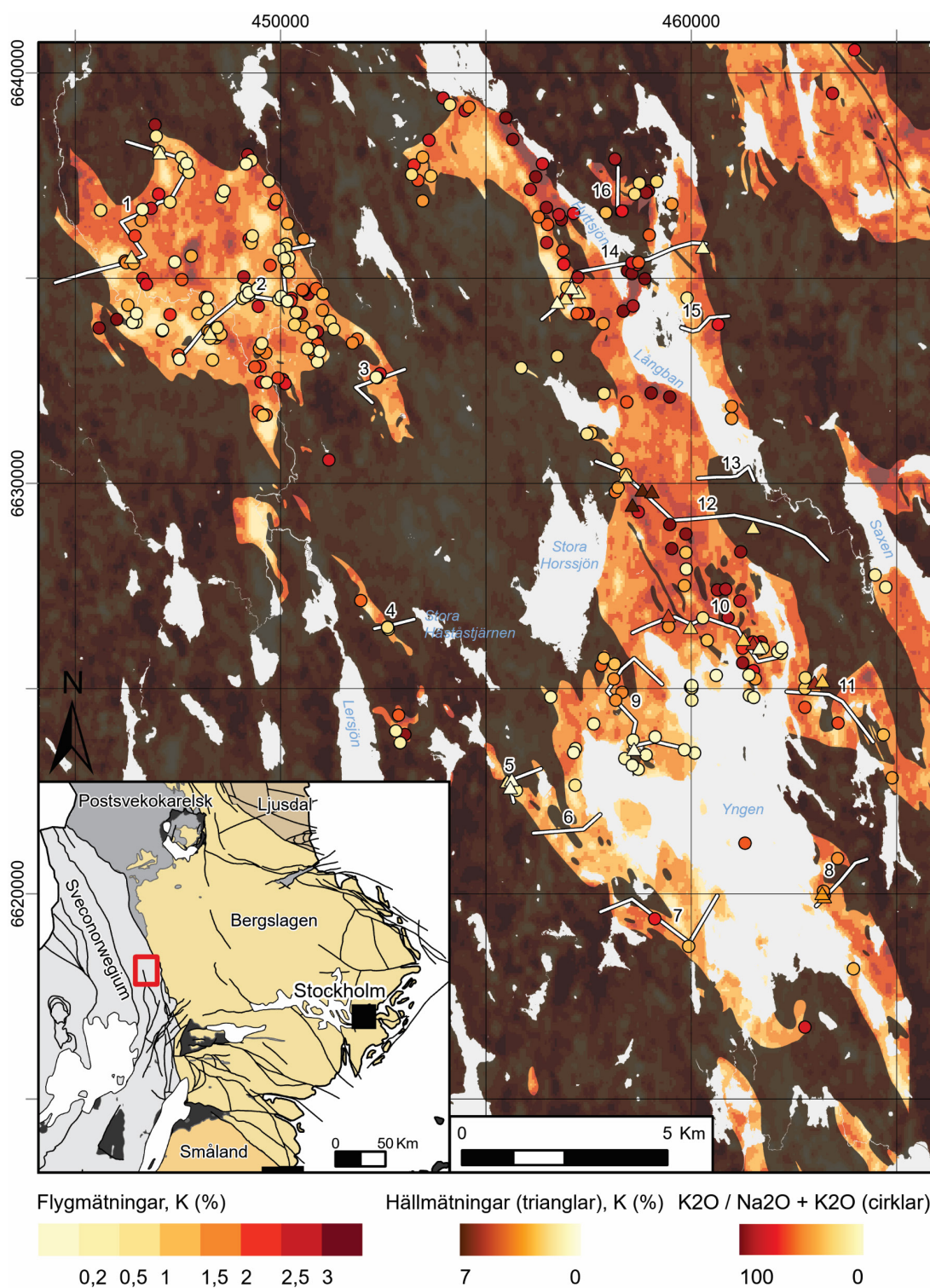


Figur 39. Zr/TiO₂ mot Nb/Y för vulkaniska bergarter i projektområdet, efter Winchester & Floyd (1977). Referenser för ryolit och basalt (Hellingwerf & Oen 1986, Outhius & Van Berkel 1988, Valbracht m.fl. 1991). Större symboler representerar analyser gjorda under projektet.



Figur 40. A–B. $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ mot $\text{K}_2\text{O} / \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} * 100$ för felsiska (A) och mafiska (B) vulkaniska bergarter från projektområdet. Fält för normala magmatiska sammansättningar efter Hughes (1973). **C.** Omvandlingsboxdiagram (CCPI mot AI) för felsiska och mafiska vulkaniska bergarter från projektområdet, efter Large m.fl. (2001). De gråa rutorna representerar mindre omvandlade sammansättningar enligt Large m.fl. (2001). Diagrammet i bildens nedre högra hörn visar två olika föreslagna omvandlingstrender för de felsiska vulkaniterna i projektområdet. Referenser för ryolit (Sjögren m.fl. 1914, Magnusson 1925, 1930, Björk 1986, Lundegårdh 1987, Outhius & Van Berkel 1988) och basalt (Björk 1986, Hellingwerf & Oen 1986, Valbracht m.fl. 1991). Större symboler representerar analyser gjorda under projektet.

För att visualisera omvandlingsprocesserna i bergarterna har vi använt ett så kallat omvandlingsboxdiagram (fig. 40C), baserat på Large m.fl. (2001). Diagrammet visar två index mot varandra: klorit-karbonat-pyritindex (eng. *chlorite-carbonate-pyrite index*, CCPI, beräknas genom $[\text{MgO} + \text{FeO}] / [\text{MgO} + \text{FeO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}] * 100$) och omvandlingsindex (eng. *Ishikawa alteration index*, AI, beräknas genom $[\text{K}_2\text{O} + \text{MgO}] / [\text{K}_2\text{O} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{CaO}] * 100$). Genom att kombinera de två indexen kan olika typer av omvandlingar urskiljas. Bergarter som har genomgått en Na-omvandling plottar i diagrammets nedre vänstra hörn, medan K-omvandlade bergarter placerar sig i den nedre högra delen. Skarnomvandlade bergarter återfinns i det övre vänstra hörnet medan olika grader av Fe-Mg-omvandling placerar sig i det övre högra hörnet (fig. 40C).



Figur 41. Karta över projektområdet som visar alkalirelationerna ($K_2O / Na_2O + K_2O$) för vulkaniter enligt bergartskemidata (färgkodade cirklar) och spektrometridata uppmätt på häll (färgkodade trianglar) med spektrometrimätning utförda med flyg som bakgrund. Övriga bergarter är bortfiltrerade och visas som transparent svart. Datakällor: (Sjögren m.fl. 1914, Magnusson 1925, 1930, Björk 1986, Lundegårdh 1987, Outhius & Van Berkel 1988, detta projekt). Kartan i nedre vänstra hörnet visar de litotektoniska enheterna och deformationszoner i Mellansverige baserat på SGU:s berggrundskarta i skala 1:1 000 000 (Bergman m.fl. 2012).

Bergartsanalyser av felsiska vulkaniter, som i alkalidiagrammet (fig. 40A) visar påverkan av Na-omvandling, följer i boxdiagrammet en tydlig trend från det nedre vänstra till det övre högra hörnet. Trenden korsar fälten för "minst omvandlade" bergarter, trots att flera av bergarterna

visar tydliga bevis på att de även har påverkats av en överpräglade lokal Fe-Mg-omvandling. Den relativa positionen av bergarterna i diagrammet återspeglar alltså en kombination av Na-omvandlingen och Fe-Mg-omvandlingen. K-omvandlade bergarter, identifierade i alkali-diagrammet, plottar i boxdiagrammet mot sericit med en svag antydning till en trend mot det övre högra hörnet (fig. 40C). Det tolkas som ett resultat av påverkan från en senare och lokal Fe-Mg-omvandling. Tidigare forskning har visat att Na-omvandlingen i Bergslagen vanligtvis ägt rum efter den regionala K-omvandlingen och att den efterföljts av regional eller lokal Fe-Mg-omvandling (Lundström 1995, Hallberg 2003, Stephens m.fl. 2009). Na-omvandlingen har främst påverkat bergarter lågt i stratigrafien eller i närheten av intrusioner. Det är dock svårt att avgöra om de Na-omvandlade bergarterna i projektområdet tidigare har genomgått K-omvandling, då tydliga bevis för detta saknas i tillgängliga data.

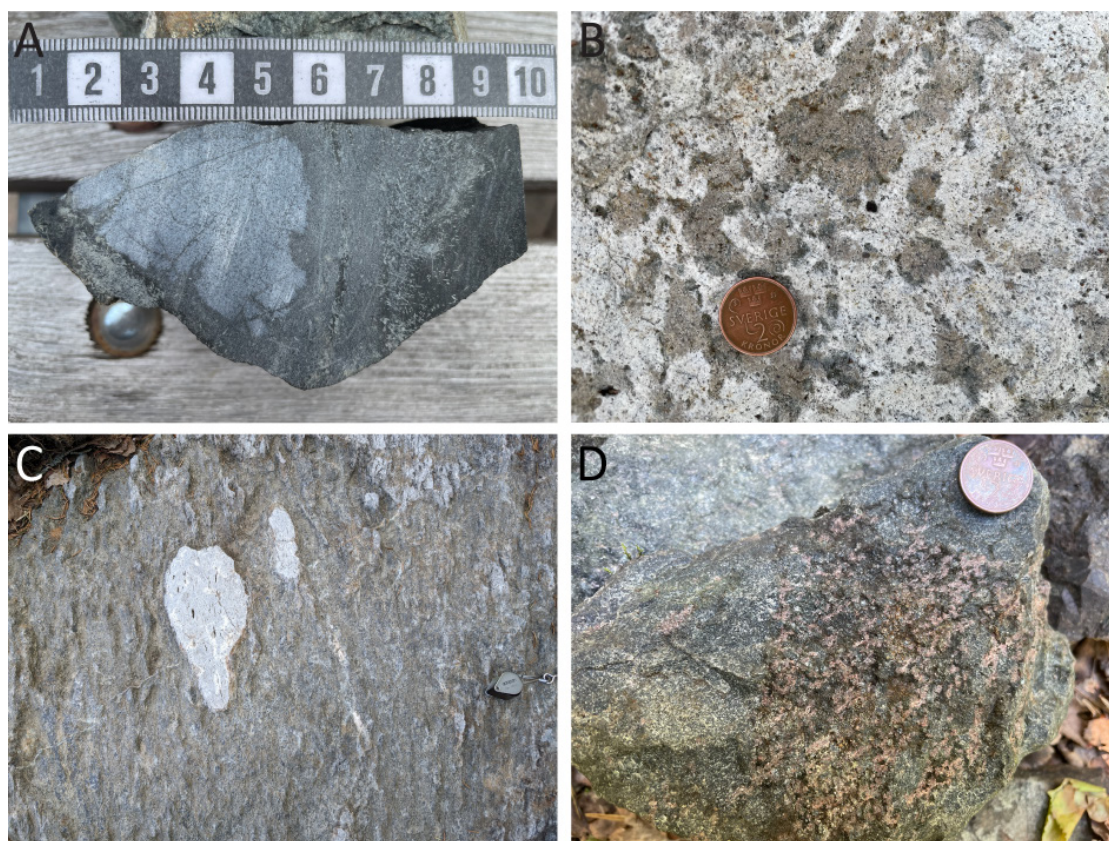
De Na-omvandlade bergarterna uppvisar ibland i fält en ljus vitgrå färg, vilket beror på en hög andel albitisk plagioklas (t.ex. fig. 10C–D). Utöver detta är det vanligtvis svårt att avgöra om bergarterna har påverkats av Na- eller K-omvandling, eftersom omkristallisering och den finkorniga texturen försvårar observationerna. Däremot kan olika grader av Fe-Mg-omvandling eller skarnomvandling identifieras betydligt lättare i fält. Fe-Mg-omvandlade bergarter kännetecknas av närvaron av cordierit och olika Fe-Mg-amfiboler. På mikroskala kan hög andel klorit, biotit, granat, staurolit och kloritoid också indikera Fe-Mg-omvandling. De Fe-Mg-amfiboler som identifierats genom EDS-analyser är antofyllit–ferroantofyllit och Na-förande papikeit–ferropapikeit. Magnusson (1925, 1929) beskriver även monoklinisk cummingtonit–grunerit. Fe-Mg-omvandlingen uppträder i fält på olika sätt:

1. **Cordierit och Fe-Mg-amfiboler ($\pm$ klorit) i ådror eller sliror** i en tidigare Na- eller K-omvandlad grundmassa. Det har observerats vid Nygruvan på Persberghalvön (fig. 10C). Ibland bildas en mikrobreciattextur där rundade eller oregelbundna partier av mindre påverkad felsisk vulkanit omges av ådror och massor av Fe-Mg-amfiboler, cordierit och biotit (*pseudobreccia*). Liknande strukturer beskrevs av Magnusson (1925) vid Gustav Adolfsgruvorna i Persbergs odalfält och i de kvartsrika järnmalmerna vid Dunderbäcksgruvorna nära Skösselviken (fig. 42A).
2. **Porfyroblaster av cordierit och massor av Fe-Mg-amfiboler ($\pm$ klorit)** utspridda i en Na- eller K-omvandlad grundmassa (fig. 10D och 42B).
3. **Cordierit och Fe-Mg-amfiboler som följer skiktningen** (Magnusson 1925).
4. **Genomträngande omvandling till en kvartsrik bergart** bestående av kvarts, cordierit och amfibol, till exempel på Getön och eller vid Dunderbäcksgruvorna. Alternativt kan en bergart bildas med mindre kvarts men rik på cordierit och Fe-Mg-amfiboler, som vid Gångsmossen i Nordmark och sydöst om Sandvik (fig. 42C).
5. **Granat- och biotitrika omvandlingar i en kvartsrik vulkanit**, exempelvis vid Tattaråsgruvorna (fig. 42D) och på flera platser i Nordmark. Denna typ av omvandling beskrevs även av Magnusson (1925). I Nordmark förekommer dessutom kloritoid i vissa bergarter.

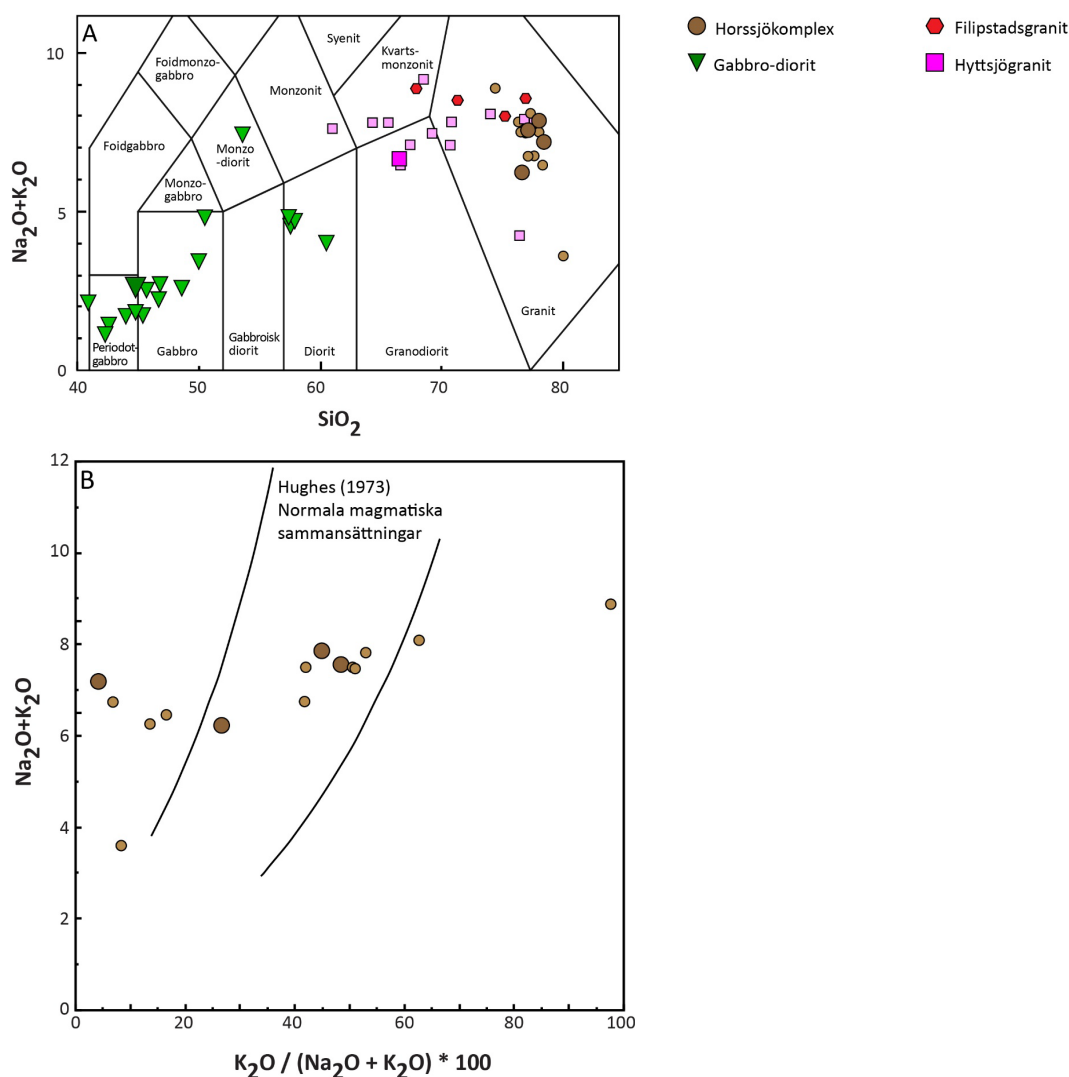
Skarnomvandlingen manifesterar sig i olika former, inklusive bandning, brecciering, sliror eller fläckar med amfibol (hornblände), pyroxen och epidot. De förekommer intill pyroxen-granatmalmer på flera platser på Persberghalvön. Ett tydligt exempel finns vid Jordåsfältet och på Högberget, där omvandlingen är särskilt väl synlig i stollgången vid Tilas stoll, nära kontakten med skarnjärnmalmen (fig. 10A–B). Vid Gruvåsen kan band och ådror av skarnomvandling observeras, antingen parallella med eller vinkelräta mot lagringen i vulkaniska silt- och sandstenar. Mer genomträngande skarnomvandling har identifierats vid Ormbergsfältet (fig. 28A–B), där bergarten kännetecknas av varierande mängd finkornig (<1 mm) granat, epidot och pyroxen. Denna typ av genomträngande skarnomvandling plottar i det övre vänstra hörnet av omvandlingsboxdiagrammet (fig. 40C). Däremot kan de skarnbreccierade vulkaniterna inte särskiljas lika tydligt i diagrammet men uppvisar en förhöjd Ca-halt.

Observationer om den relativa åldern mellan de olika typerna av omvandlingar har inte kunnat göras under projektet. Dock beskriver Magnusson (1925) att på nivå 140 m i Persbergs odalfält korsar sliror eller ådror av cordierit och Fe-Mg-amfiboler skarnbreccierad vulkanit nära Storgruvans granat-pyroxenmalm. Det indikerar att Fe-Mg-omvandlingen kan ha skett efter skarnomvandlingen, åtminstone i området kring Persbergshalvön. Det utesluter dock inte att flera steg av skarnbildning kan ha ägt rum, vilket generellt är vanligt i Bergslagen (jämför Stephens & Jansson 2020 och referenser däri).

De mafiska vulkaniterna uppvisar också omfattande alkaliomvandling (fig. 40B). Tidigare tolkningar indikerar att Na-omvandlingen (spilitisering) föregick en mer omfattande K-omvandling och efterföljande skarnomvandling (Hellingwerf 1984, 1987). De mineralogiska och texturella relationerna som undersökts här styrker att K-omvandlingen är överpräglad av skarnomvandling. I boxdiagrammet uppvisar vulkaniterna dessutom en trend mot det övre vänstra hörnet, vilket indikerar olika grad av skarnomvandling (fig. 40C). Däremot går det inte avgöra om vulkaniterna först också har genomgått Na-omvandling. Tydligt spilitiserade mafiska vulkaniter har identifierats i fält vid Rockberget öster om Långbansjön. Dessutom förekommer sulfidmineralisering i marmor, exempelvis vid Gruvåsen (fig. 18), i anslutning till K- och skarnomvandlade mafiska vulkaniter samt de växellagrade vulkaniska silt- och sandstenarna (Hellingwerf 1984). Under projektet har även småskalig sulfidmineralisering bestående av magnetkis, pyrit, kopparkis och arsenikkis identifierats i omvandlade mafiska vulkaniter.



Figur 42. A. Omvandlad vulkanit med biotit och Fe-Mg-amfiboler som delvis omsluter en mindre omvandlad del. Dunderbäcksgruvorna, Skösselviken (6626383/458586, SAN230167). B. Fläckar av cordierit-psedomorfer och Fe-Mg-amfiboler. Dysselmossen (6634737/449437, ALZ230113). C. Starkt omvandlad felsisk vulkanit med Fe-Mg-amfiboler och cordierit med rester av mindre omvandlad vulkanit. Sydöst om Sandvik (6626024/461648, SAN230210). D. Biotit-granatrika sliror i en kvartsrik vulkanit. Tattaråsgruvan (6618587/459875, SAN230281). Foton: Stefan Andersson.



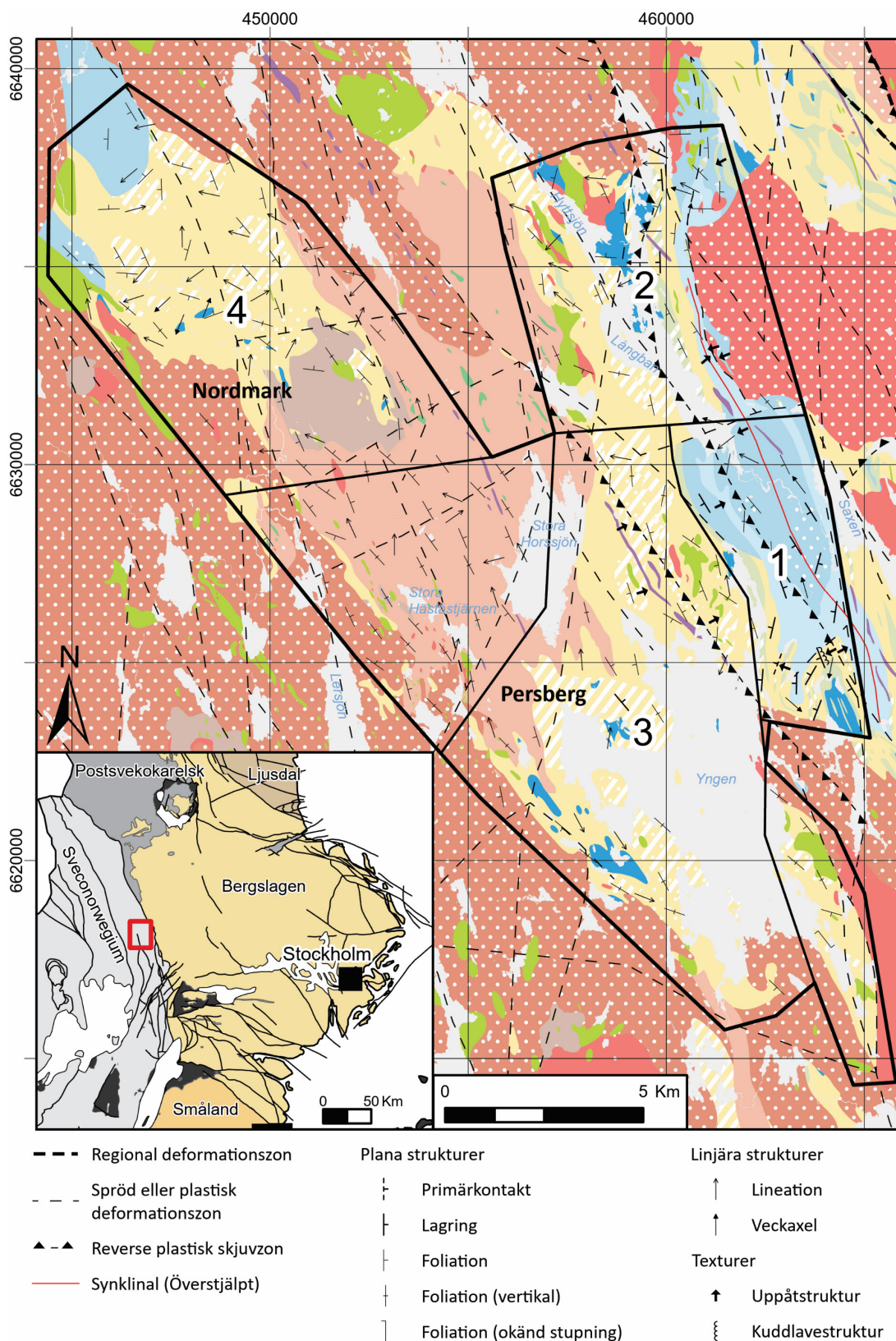
Figur 43. A. TAS-diagram för djupbergarter i projektområdet, efter Middlemost (1994). **B.** $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ mot $\text{K}_2\text{O} / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) * 100$ för Horssjöbergarter från projektområdet. Fält för normala magmatiska sammansättning efter Hughes (1973). Referenser för alla bergarter: (Björk 1986, Hellingwerf & Oen 1986, Lundegårdh 1987, Högdahl m.fl. 2007). Större symboler representerar analyser gjorda under projektet.

För de djupbergarter som förekommer i området plottar Horssjöbergarterna inom granitfältet enligt TAS-klassifikationen (fig. 43A). Filipstadstypgraniten följer en utvecklingstrend från syenit till kvartsmonzonit och granit, medan de felsiska djupbergarterna av Hyttisjötyp följer trenden monzonit–kvartsmonzonit–granodiorit–granit. De mafiska djupbergarterna varierar från peridotitgabbro till diorit.

Horssjöbergarterna är lokalt påverkade av alkaliomvandling (fig. 43B). Ett exempel på tydlig Na-omvandling av Horssjöbergarterna har observerats vid kontaktzonen mellan ryolit och metagranit öster om Stora Horssjön (fig. 15D).

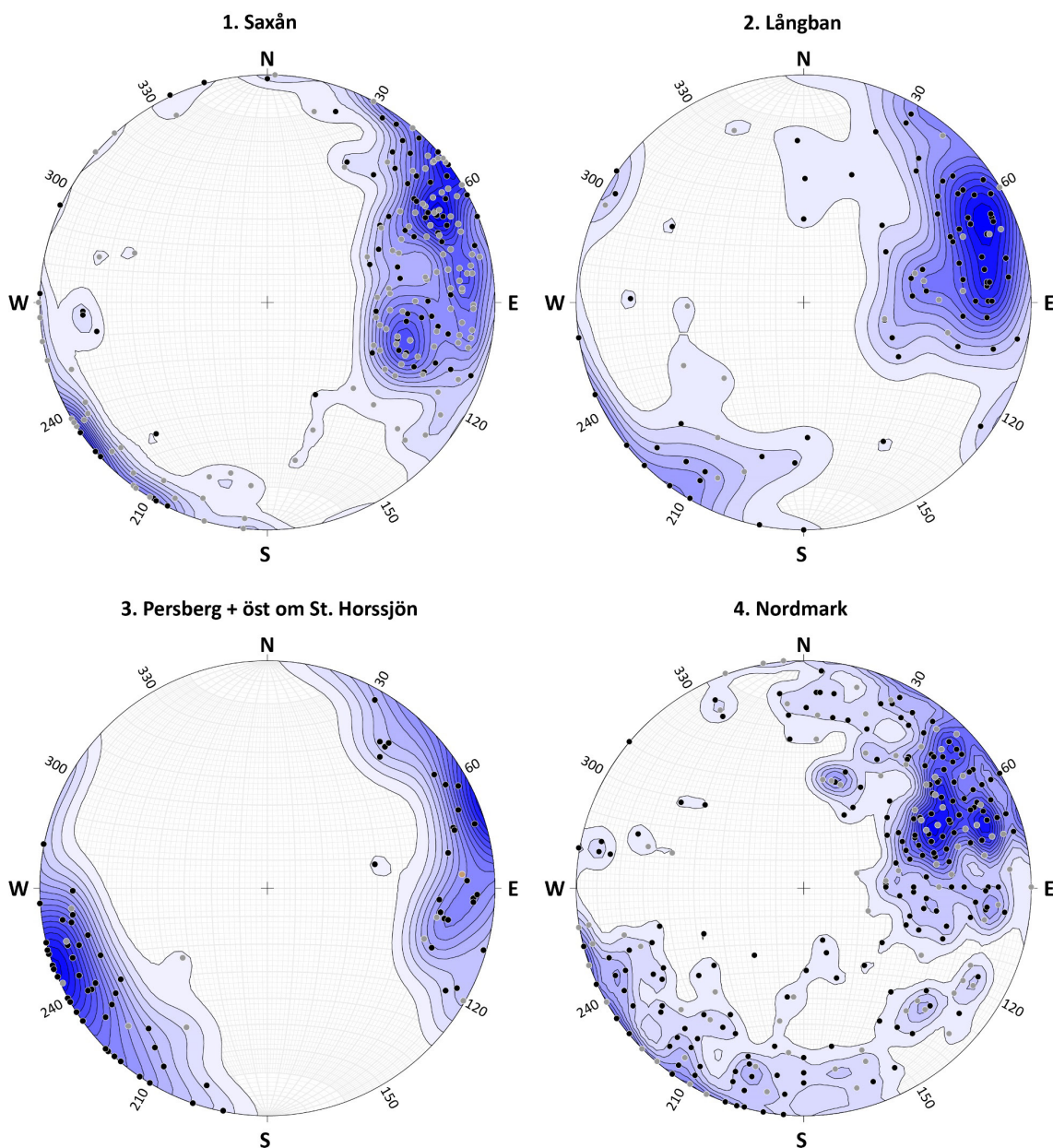
Deformation och struktur

En strukturgeologisk sammanställning har gjorts på data insamlade inom detta projekt, tidigare insamlade data från SGU:s databaser Berggrund och Berggrundsobservationer samt data från tidigare kartläggningsprojekt av SGAB. Kartområdet har delats in i fyra mindre delområden: 1. Saxån, 2. Långban, 3. Persberg och öst om Stora Horssjön och 4. Nordmark (fig. 44).

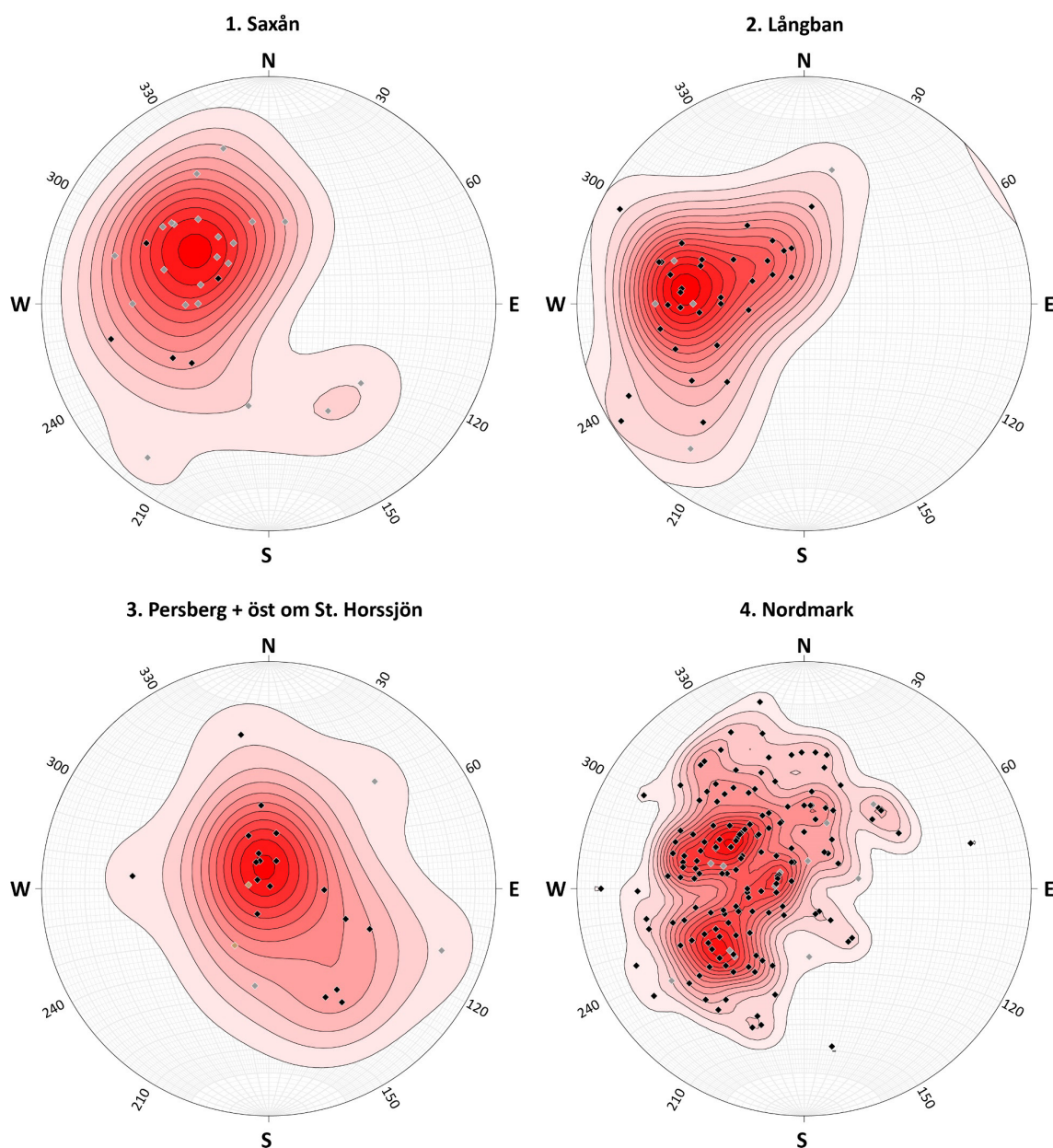


Figur 44. Berggrundsgeniet med reviderade strukturlinjer och utvalda struktursymboler. Området har delats in i fyra delområden, 1. Saxån, 2. Långban, 3. Persberg och öst om Stora Horssjön samt 4. Nordmark. För bergarternas symbolisering, se den uppdaterade berggrundskartan i figur 2. Kartan i nedre vänstra hörnet visar de litotektoniska enheterna och deformationszoner i Mellansverige baserat på SGU:s berggrundskarta i skala 1:1 000 000 (Bergman m.fl. 2012).

Plana strukturer i ytbergarterna stryker huvudsakligen i nordväst–sydöst till nord–sydlig riktning och stupar åt sydväst–väst (fig. 45). I delområde 3 visar dock en större andel av de plana strukturerna stupning åt nordöst, även om datatätheten där är lägre. I Saxåns område har den primära lagringen en tendens att lokalt stryka sydväst–nordöst och stupa mot nordväst. Dessa strukturer återfinns i områden med veckomböjning.



Figur 45. Stereogram för plana strukturer i alla ytbergarter inom projektområdet. Poler till plan. Kamb contours. Svarta cirklar = foliation, gråa cirklar = lagring och ljusbruna cirklar = axialplansfoliation.



Figur 46. Stereogram med linjära strukturer i alla ytbergarter inom projektområdet. Kamb contours. Svarta diamanter = lineation, gråa diamanter = veckaxel och ljusbruna diamanter = sträckningslineation.

De linjära strukturerna i ytbergarterna stupar generellt mot sydväst, väst, nordväst eller norr (fig. 46). I Persbergområdet och Nordmark uppvisar linjerna delvis brantare stupning. I Persbergområdet och till viss del i Saxån finns även linjära strukturer som stupar mot sydöst, vilket huvudsakligen gäller veckaxlarna.

Törnebohm (1877) var först att tolka den östra delen av projektområdet som en synklinal, Saxånsynklinalen, med finkorniga metasedimentära bergarter väster om Saxen som de yngsta ytbergarterna och synklinalens mitt. Magnusson (1925) kompletterade bilden genom att visa att synklinalen är överstälpt mot öster och sträcker sig norrut öster om Långban. Han tolkade också området vid Gruvåsen, längst österut på karteringsprofil 11, som en antiklinal.

En alternativ tolkning (Kuipers m.fl. 2018) beskriver Saxån- och Grythyttanområdena som separata, brant stupande veckben (västra och östra) i ett storskaligt, subhorisontellt veck med östlig vergens. Vulkanitområdet söder om Saxen utgör i denna modell ett antiform som fortsätter mot området nordöst om Långbansjön. I tolkningen utgör Saxånområdet ett mot öster överstjälpt veckben med föryngring mot väster. Stratigrafiskt innebär det att de finkorniga sedimenten inte är stratigrafiskt överst utan överlagras av andra vulkaniter, inklusive de som bland annat finns öster om Stora Horssjön. Denna modell förklarar strukturen som resultat av två veckfaser under Svekokarelska orogenesen: en horisontell veckning (deras F_2) följt av veckning och skjuvning längst vertikala axlar (deras F_4).

Oavsett tolkning är det tydligt att ytbergarterna uppvisar minst två veckfaser. Den framträdande veckstrukturen visar ett brant mot öster överstjälpt axialplan som stryker nordväst–sydöst till nord–syd (fig. 47A), med flacka till medelbranta veckaxlar mot nordväst eller lokalt mot sydöst. En senare öst–västlig veckfas har till viss del orsakat variationen i uppmätta veckaxlar och omveckning av axialplan (fig. 48B). Vid Pajsberg (fig. 9) indikerar öppet veckad lagring och foliation (S_0 och S_1 ?) i en lagrad vulkanisk sandsten–siltsten möjligheten av tre veckfaser. Den nord–sydliga fasen kan därför representera F_2 , medan den öst–västliga fasen F_3 .

Plastiska till spröda deformationszoner i de yngre djupbergarterna, främst Filipstadstypgranit, har en nordväst–sydöstlig till nord–sydlig orientering och är kopplade till Svekonorvegisk deformation för cirka en miljard år sedan (Wahlgren m.fl. 1994). Liknande deformation kan vara svår att identifiera i de Svekofenniska ytbergarterna, eftersom strykningsriktningen för de yngre deformationzonerna sammanfaller med de plana strukturer i dessa bergarter. Möjligen har äldre strukturer roterats in i de yngre (Stephens m.fl. 2009). Vid Slätthallarna väster om Mankhöjden (fig. 13), där deformationsgraden varit markant högre, har en plastisk–spröd deformationszon identifierats i metaryolit och Na-omvandlad bergart (fig. 14A, 15D, 34E–F). Denna zon visar en stark foliation med nordnordväst–sydsydöstlig strykning och brant lineation som stupar västerut (fig. 47C). Kinematiska indikatorer pekar på västsidan-upp-rörelser, i linje med Svekonorvegisk deformation längre söderut vid Karlskoga (Wahlgren m.fl. 1994).

Dessutom kan det flacka, västligt lutande överskjutningsplanet vid Långbansjön (fig. 44), med rörelser från väst till öst, delvis ha varit aktivt under Svekonorvegiska orogenesen. Övriga ospecificerade spröda till plastiska deformationszoner har sannolikt varit aktiva under olika skeden av områdets geologiska utveckling.



Figur 47. **A.** Veckad och bandad skarnjärnmalm. Björntjärnsgruvorna (6620363/459029, SAN230291). **B.** Veckad vulkanisk sandsten-siltsten. Veckmönstret indikerar möjligen en senare öst-västlig fas av veckning. Kopparmossen (6625200/463964, SAN230453/JCA220048). **C.** Spröd-plastisk deformationszon med brant lineation. Västsidan-upp-kinematik förenligt med Svekonorvegisk deformation. Slätthallarna (6630270/458317, SAN220090). Foton: Stefan Andersson.

Tryck- och temperaturbestämning

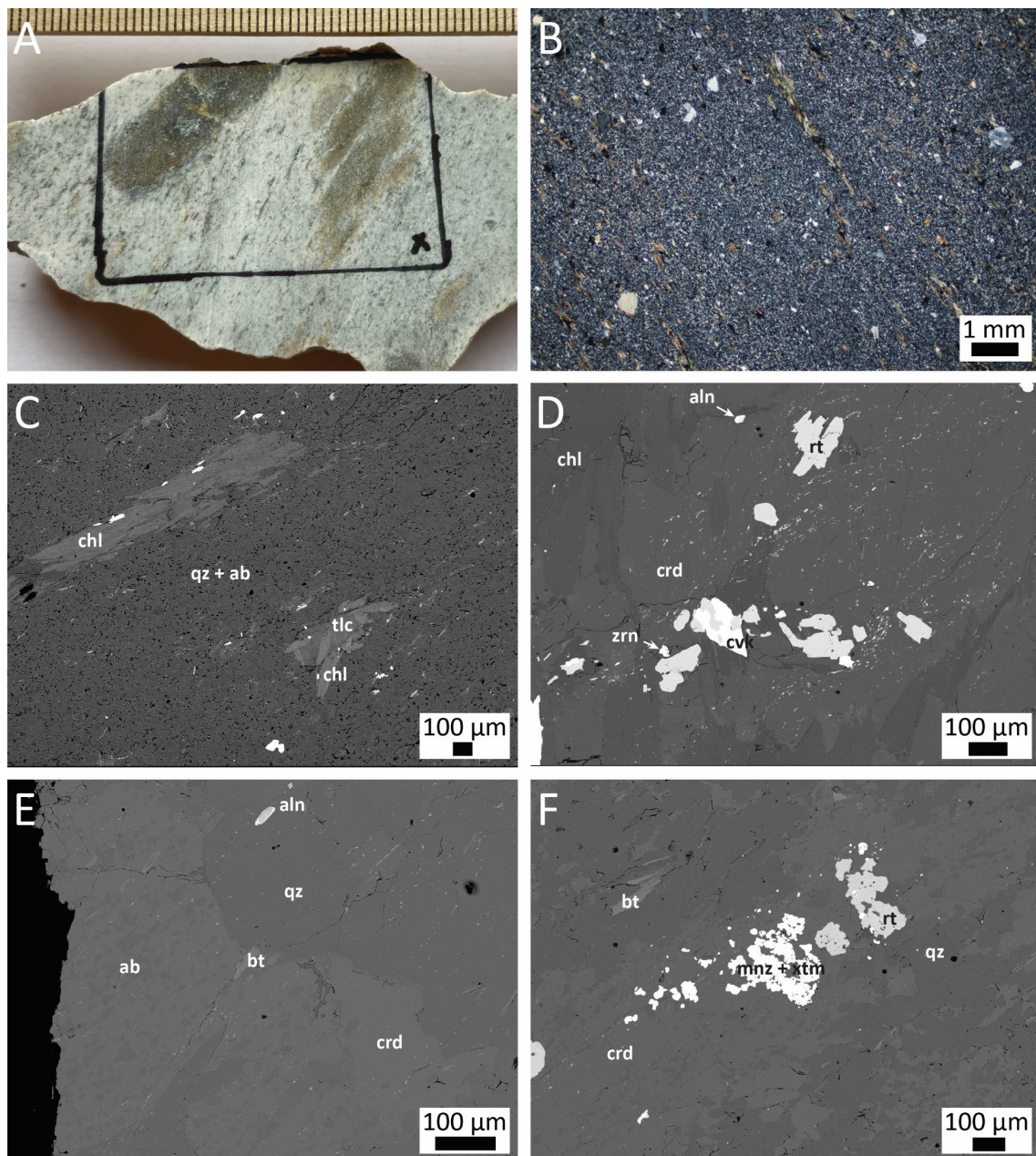
Två prover, SAN230143B från Persberghalvön och JCA220065A från Nordmark, har använts för att bestämma tryck- och temperaturförhållanden (P-T) under den Svekokarelska orogenesisen.

För att uppskatta de metamorfa förhållandena har så kallade *pseudosections* konstruerats, det vill säga diagram som visar stabilitetsfält för metamorfa mineralparageneser vid olika tryck och temperaturer för en specifik bergartskemisk sammansättning. Dessa har skapats genom termodynamiska beräkningar i niokomponentssystemet MnNCKFMASH (MnO-Na₂O-CaO-K₂O-FeO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O) under antagande av ett system i kemisk jämvikt med en övermättad, unimodal vattenlösning. Beräkningarna utfördes med hjälp av Perple_X 6.8.8 (Connolly 2009) och det termodynamiska datasetet ds622 (Holland & Powell 2011). Aktivitets-sammansättningsmodeller för ljus glimmer, klorit, biotit, kloritoid, granat, staurolit och cordierit (White m.fl. 2014) och ternär fältspat (Holland & Powell 2003) användes. För prov SAN230143B användes även Jennings & Holland (2015) för att modellera stabilitetsfältet för granat.

Prov SAN230143B (Persberg)

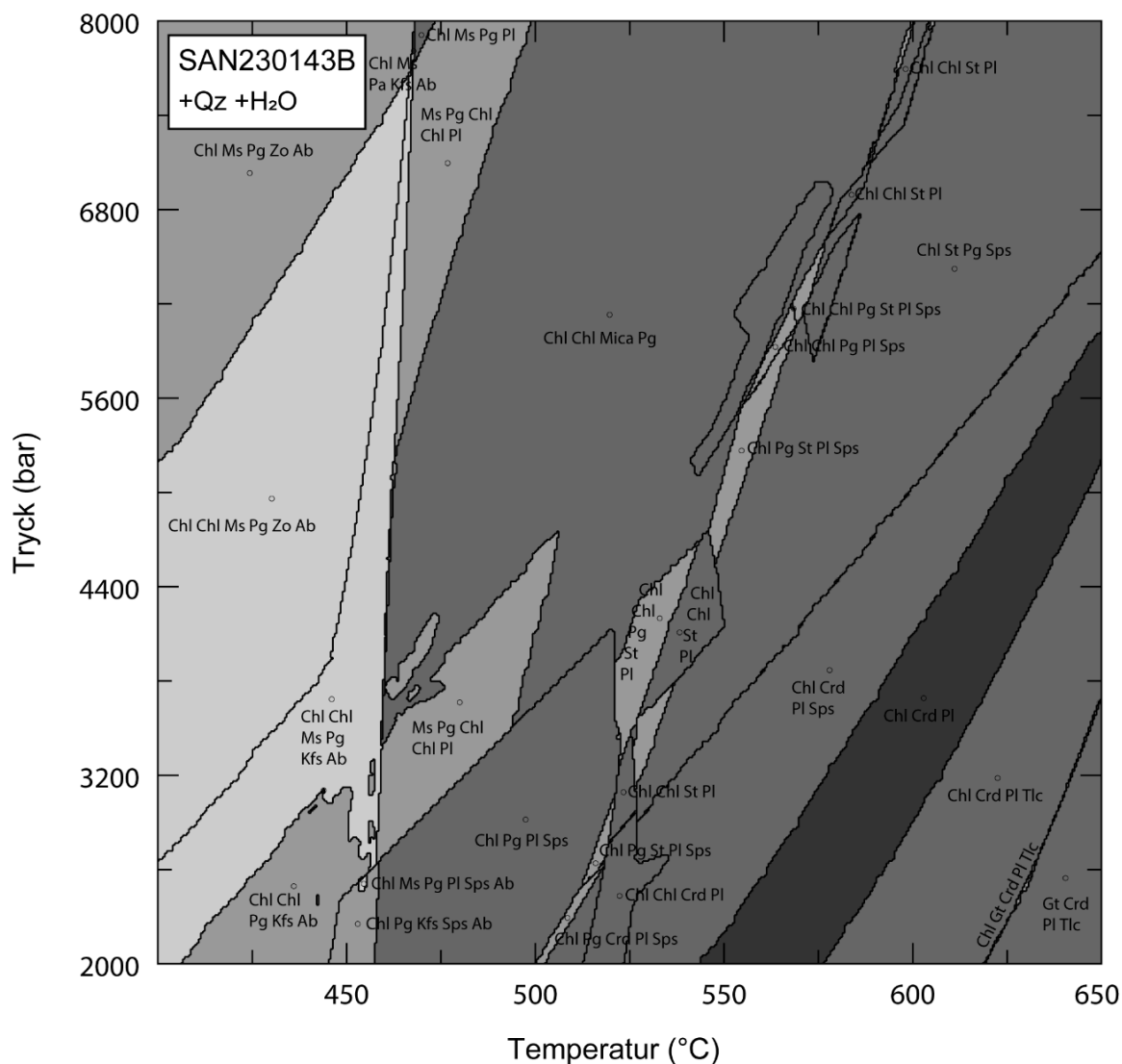
Bergarten är en finkornig och omvandlad metaryolit med grovkorniga cordieritporfyroblaster (fig. 48A). Kemisk analys visar höga halter av Na (6,32 vikt-% Na₂O) och Mg (2,43 vikt-% MgO) och låga halter av K (0,07 vikt-% K₂O) och Ca (0,15 vikt-% CaO).

Grundmassan är 0,005–0,030 mm och består av albit och kvarts med en del grövre kantiga kvartskorn eller fragment, som varierar i storlek från 0,1 till 1 mm (fig. 48B). Enstaka grövre albit förekommer också. Grundmassan innehåller även parallellorienterad klorit, kloritiserad och något Na-förande biotit och väldigt låg andel talk (fig. 48C). Blasterna består av cordierit och sammanväxningar av cordierit och grovkornig klorit och kvarts (fig. 48D–F) vilket tyder på retrogradering. Cordierit innehåller också flertalet inneslutningar av albit, biotit, rutil, allanit-gruppmineral, monazit, xenotim, zirkon, ett REE,Y)-Ti-(Fe-Mg)-silikatmineral som troligen tillhör chevkinittgruppen och något enstaka aggregat av ett celadonit-gruppmineral (fig. 48D–F). EDS-analyser visar att cordierit innehåller upp ca 1 vikt-% Na och 2–3 vikt-% Fe. Parallellorienterad klorit i grundmassan innehåller högre halt Fe relativt till grovkornig klorit associerad med cordieritblasterna.



Figur 48. A. Översiktsfoto av prov SAN230143B med ljus grundmassa och med grova, bruna cordierit-porfyroblaster. **B.** Finkornig grundmassa och några enstaka grövre korn med kvarts och albit och parallellorienterad klorit och något biotit. Korsade nicoller (korspolariserat ljus). **C.** BSE-bild som visar klorit och talk som aggregat i finkornig grundmassa av kvarts och albit. **D.** Cordierit med grovkornig klorit. **E.** Inneslutningar av albit (något mörkare grå ton i bilden) i cordierit som förekommer tillsammans med grövre kvarts. **F.** Inneslutningar av monazit, xenotim och rutil i cordierit, som är sammanväxt med kvarts. Mineralförkortningar: ab = albit, aln = allanit, bt = biotit, chl = klorit, crd = cordierit, chk = chevkinitt-gruppmineral, mnz = monazit, rt = rutil, tlc = talk, qz = kvarts, xtm = xenotim, och zrn = zirkon. Foton: Stefan Andersson.

Ett P-T-diagram med olika mineralstabilitetsfält baserat på bulkgeokemidata för prov SAN230143B presenteras i figur 49. Bergarten har en mycket Na-rik och samtidigt K-fattig sammansättning, vilket starkt påverkar stabiliteten för framför allt glimmermineral. Vid lägre temperaturer är två vita glimmermineral stabila tillsammans, muskovit och paragonit. Över ca 450°C är endast paragonit stabilt och mot högre temperatur försvinner glimmer helt. Små mängder biotit observeras dock i tunnslip, vilket enligt diagrammet inte alls ska vara stabilt. Det kan bero på metastabilitet till följd av delvis ofullständiga retrograda reaktioner. I övrigt återfinns den observerade mineralassociationen klorit-cordierit-plagioklas-talk-kvarts i PT-fönstret > 576°C (minimumtemperaturen ökar med ökat tryck) och < 5,2 kbar.

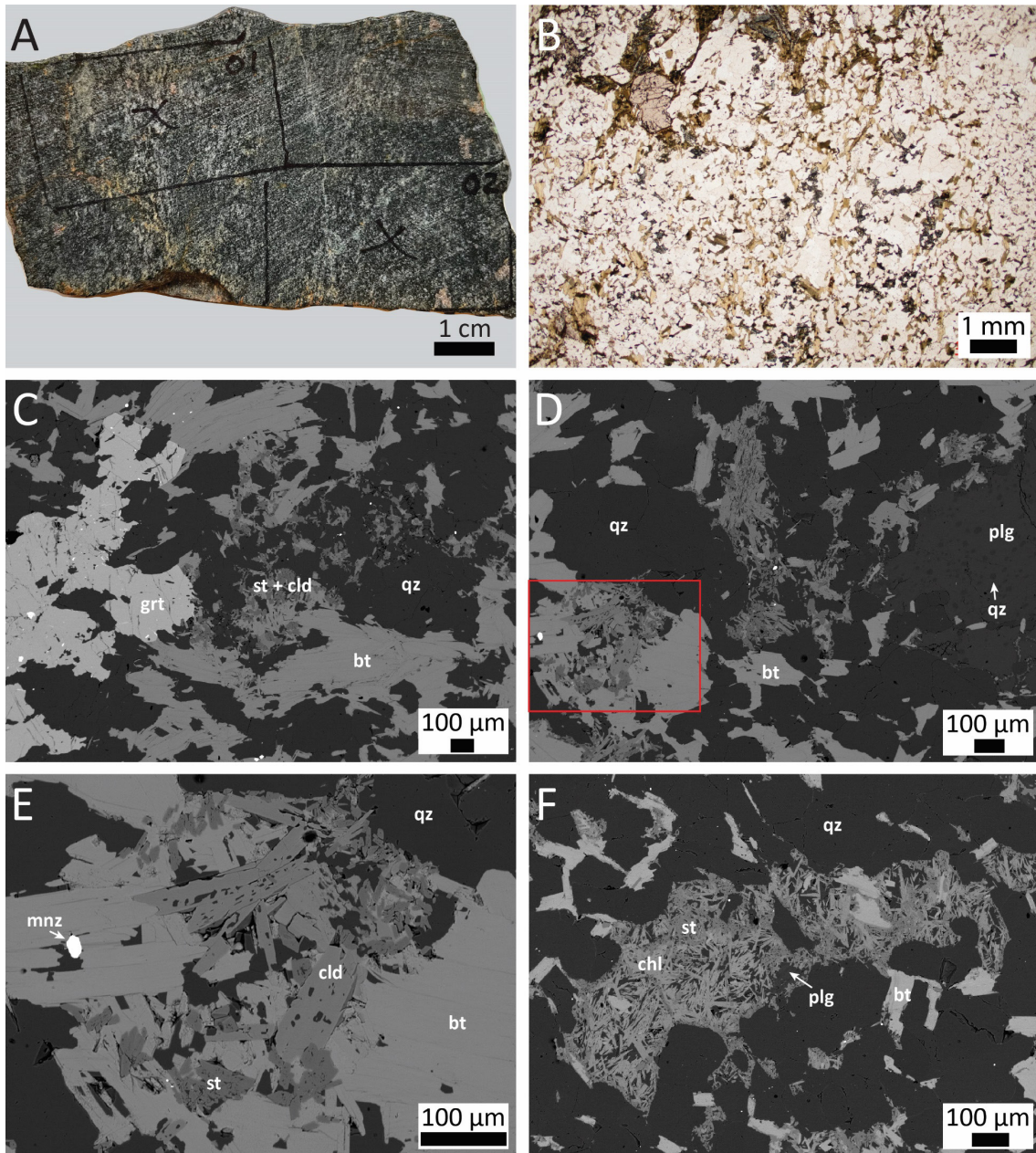


Figur 49. PT-diagram med olika mineralstabilitetsfält för prov SAN230143B. Den observerade mineralassociationen klorit-cordierit-plagioklas-talk-kvarts är stabil i ett fönster i diagrammets nedre högra hörn. Mineralförkortningar: Ab = albit, Chl = klorit, Crd = cordierit, Gt = granat, Kfs = kalifältspat, Ms = muskovit, Pg = paragonit, Pl = plagioklas, Sps = spessartin, St = staurolit, Tlc = talk, Zo = zoisit.

Prov JCA220065A (Nordmark)

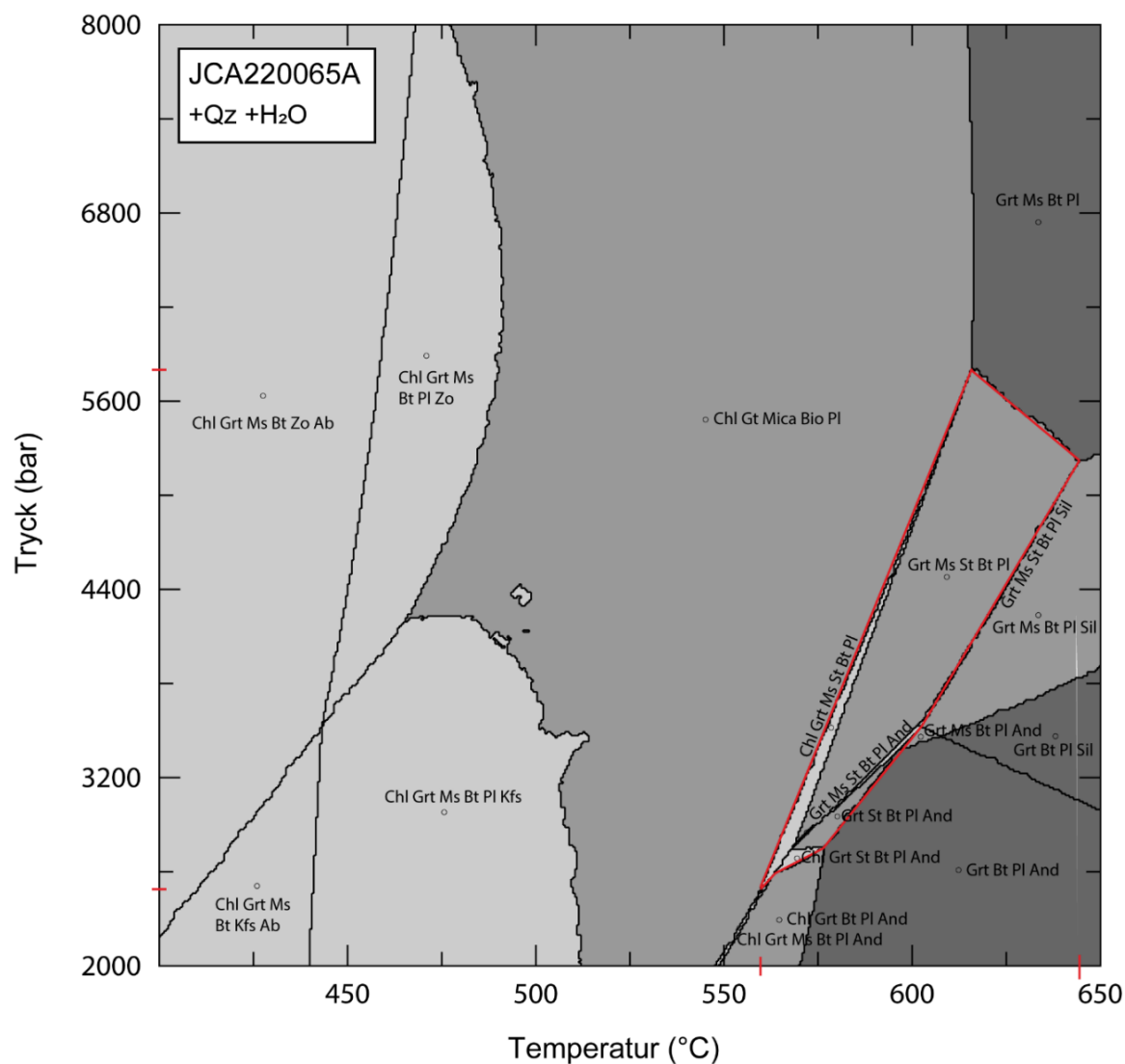
Bergarten är en finkornig och omvandlad metaryolit (fig. 50A). Kemisk analys visar höga halter av Fe (8,94 vikt-% Fe_2O_3) och Mg (2,48 vikt-% MgO) och låga halter av Na (0,59 vikt-% Na_2O), K (2,47 vikt-% K_2O) och Ca (0,12 vikt-% CaO).

Grundmassans kornstorlek är ca 0,1–0,5 mm och består av kvarts, plagioklas (albit–oligoklas) och biotit (fig. 50B). Några grövre kvartskorn, upp till 1,5 cm finns utspridda. Den framträdande texturen är ojämnkornig och anhedral. Aggregat av biotit ($\pm$ staurolit, kloritoid och klorit) och subhedrala aggregat till euhedrala korn av granat kan bli upp till flera millimeter stora (fig. 50B–F). Aggregaten visar ingen tydlig struktur. Nåliga kristaller och aggregat av staurolit är ofta sammanväxta med kloritoid i anslutning till eller i biotitaggregaten och plagioklas (fig. 50C–E), eller lokalt till granat. Kloritoid har små inneslutningar av kvarts och staurolit. Plagioklas visar ibland en poikilitisk textur med inneslutningar av kvarts (fig. 50D). Staurolit och kloritoid förekommer ofta i eller runt anhedrala korn av plagioklas. Sammanväxningar av klorit och staurolit ($\pm$ kloritoid) är lokalt förekommande (fig. 50F). Accessoriska mineral identifierade är rutil, zirkon och monazit, vilket ofta återfinns tillsammans med biotitaggregaten.



Figur 50. **A.** Översiktsfoto av prov JCA220065A. Ytan är fuktad. **B.** Grundmassa med biotitdominerade aggregat och grövre granat. Parallella nicoller (genomfallande ljus). **C.** BSE-bild med anhedral granat och biotitaggregat och finkorniga staurolit- och kloritoidaggregat. **D.** Plagioklas med kvartsinneslutningar och aggregat med biotit, staurolit och kloritoid. **E.** Närbild av område markerat i figur 50D som visar sammanväxningar av biotit, kloritoid och staurolit. Kloritoid innehåller små kvartsinneslutningar. **F.** Aggregat med sammanväxningar av klorit, staurolit och biotit med lite plagioklas. Mineralförkortningar: bt = biotit, chl = klorit, cld = kloritoid, grt = granat, mnz = monazit, plg = plagioklas, st = staurolit, och qz = kvarts. Foton: Stefan Andersson.

Ett P-T-diagram med olika mineralstabilitetsfält baserat på bulkgeokemidata för prov JCA220065A presenteras i figur 51. Modelleringen visar att samtliga observerade mineral inte är stabila i det undersökta P-T-fönstret, där framför allt kloritoid saknas helt. Detta tyder på att den observerade mineralsammansättningen inte har varit i termodynamisk jämvikt, vilket kan bero på metastabilitet under den prograd metamorfosen eller på en senare retrograd omvandling och överprägling. Om man enbart betraktar stabiliteten för staurolit kan en ungefärlig P-T-bestämning göras, och ger ett intervall på 2,7–5,8 kbar respektive 560–640°C (fig. 51).



Figur 51. Tryck och temperaturdiagram (P-T) med olika mineralstabilitetsfält för prov JCA220065A. Kvarts och vatten är stabilt över hela PT-fönstret. Röda linjer markerar stabilitetsfältet för staurolit. Mineral-förkortningar: Ab = albit, And = andalusit, Bt = biotit, Chl = klorit, Grt = granat, Kfs = kalifältspat, Ms = muskovit, Pl = plagioklas, St = staurolit, Zo = zoisit.

Uppdatering av kartdatabasen

Vid kartering av detta slag uppstår ofta utmaningen att avgöra i vilken utsträckning observationer och tolkningar kan extrapoleras. Vanligtvis genomförs förändringar av kartbilden nära observationerna, men i flera fall inom kartområdet har det varit rimligt att omtolka större områden och bergartsytor. Exempel på sådana omtolkningar har nämnts tidigare i de geologiska beskrivningarna. Samtidigt är det viktigt att bevara tidigare information, tolkningar och kontakt-dragningar från äldre och mer omfattande karteringsprojekt, som till exempel de som genomfördes inom SGU:s publikationsserie Af från 1970- och 1980-talen.

Som visas i figurerna 1, 2 och 44 har flera deformationslinjer och strukturer reviderats, främst med hjälp av geofysik (se avsnitt *Geofysik och regional tolkning*) och i viss utsträckning topografi. Vissa äldre tolkade deformationszoner har tagits bort, medan nya har tillkommit.

De mest betydande förändringarna inkluderar en omkodning av bergarter vad gäller typ, texturer och strukturer, deras tillhörighet till geologiska enheter samt deras utbredning.

Äldre (1,92–1,87 Ga) granodiorit–granit av Horssjötyp har ändrats till granit. Variationen inom dessa bergarter har dokumenterats under projektet, och underordnade bergarter som ryolit–dacit har lagts till, tillsammans med mindre förändringar i utbredningen. De felsiska metavulkaniterna, tidigare kodade som ryolit–dacit, har systematiskt ändrats till ryolit baserat på litogeokemidata. Linjer med kalksilikat eller marmor har lagts in i flera skarnjärnmalmsförande områden baserat på geofysiska data och modellering samt av fördelningen av gruvhål, vilket reviderats med hjälp av LIDAR-data. Utbredningen av basalt–andesit öster och söder om Långbanssjön har minskats.

Områden som tidigare tolkats som metasedimentära med vulkaniska inslag (Björk 1986) har i de områden som undersökts omtolkats som vulkaniska sandstenar–siltstenar. På östra sidan av Långbanssjön har dessa bergarter visat sig vara betydligt mer utbredda än tidigare kartläggningar indikerade. Området med glimmerskiffer i Saxånområdet har ändrats till antingen slamsten–lersten–siltsten, gråvacka eller skiffer baserat på nya observationer och omtolkningar av äldre observationer (jämför fig. 1 och 2). Utbredningen av de metasedimentära bergarterna i sydvästra delen av Nordmarks suprakrustala enhet har reviderats.

Mafiska intrusiva bergarter i området, som tidigare har varit inlagda i databasen med en ålder på 1,92–1,87 Ga, har enhetligt ändrats till 1,84–1,77 Ga. Det är baserat på observationer gjorda i projektet samt på tidigare vetenskapliga studier som genomförts efter att de tidiga kartorna i serien Af publicerades. I osäkra fall, särskilt inom Horssjökomplexet, har äldre tolkningar bevarats. Utbredningen av flera berggrundsytor har även reviderats och i några fall lagts till i databasen.

Intermediära till felsiska djupbergarter med en ålder på ca 1,8 Ga som främst tillhör Hyttsjötypen har omkodats från 1,87–1,74 Ga till 1,84–1,77 Ga och till granit eller granodiorit–granit baserat på litogeokemidata och åldersdata.

Utbredningen av yngre diabas (1,0–0,9 Ga) har reviderats med nya ytor och linjer baserade på observationer och geofysiska data och modelleringar.

Ytterligare mindre ändringar har också genomförts. Exempelvis har ett fåtal ytor som tidigare definierats som ospecificerad metabasit (tidigare kodade som basalt–andesitytor) och som förekommer som mindre inneslutningar i Horssjögranit, ändrats till gabbroid–dioritoid (1,92–1,87 Ga). Dessutom har justeringar gjorts för att säkerställa att åldersrelationer mellan berggrundsytor, där det varit möjligt, överensstämmer med tillgängliga åldersdata.

Punktsymboler som exempelvis visar förekomsten av olika mineral, texturer och strukturer har setts över och rensats upp. I några områden har även nya punktsymboler lagts till i databasen för att bättre återspegla de nya observationerna och tolkningarna.

Referenser

- Allen, R.L., Lundström, I., Ripa, M., Simeonov, A. & Christofferson, H., 1996: Facies analysis of a 1.9 Ga, continental margin, back-arc, felsic caldera province with diverse Zn-Pb-Ag-(Cu-Au) sulfide and Fe oxide deposits, Bergslagen Region, Sweden. *Economic Geology* 91, 979–1008.
- Andersen, T., Andersson, U.B., Graham, S., Åberg, G., Simonsen, S.L., 2009: Granitic magmatism by melting of juvenile continental crust: new constraints on the source of Palaeoproterozoic granitoids in Fennoscandia from Hf isotopes in zircon. *Journal of the Geological Society* 166, 233–247.
- Andersson, S. & Brolin, C., 2023: Bergslagen etapp 3. Lägesrapport Persberg–Nordmark 2022. *SGU-rapport 2023:06*, Sveriges geologiska undersökning, 17 s.
- Bergman, S., Stephens, M.B., Andersson, J., Kathol, B. & Bergman, T., 2012: Sveriges berggrund, skala 1:1 miljon. *Sveriges geologiska undersökning K 423*.
- Björk, L., 1986: Beskrivning till berggrundskartan Filipstad NV. *Sveriges geologiska undersökning Af 147*, 110 s.
- Bromley-Challenor, M. & Mattsson, C., 1983: Geokemisk-geologisk undersökning vid Nordmarks malmtrakt, Filipstads kommun. *Prospekteringsrapport BSG 310*, 4 s.
- Burke, E.A.J. & Zakrzewski, M.A., 1983: A cobalt-bearing sulfide-arsenide assemblage from the Nord mine (Finnshytteberg), Sweden: a new occurrence of clinosafflorite. *Canadian Mineralogist* 21, 129–136.
- Connolly, J.A.D., 2009: The geodynamic equation of state: What and how. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 10, Q10014.
- Cruden, A.R., Sjöström, H. & Aaro, S., 1999: Structure and geophysics of the Gåsborn granite, central Sweden: an example of fracture-fed asymmetric pluton emplacement. *Geological Society, London, Special Publications* 168, 141–160.
- Geijer, P. & Magnusson, N.H., 1944: De mellansvenska järnmalmernas geologi. *Sveriges geologiska undersökning Ca 35*, 654 s.
- Hallberg, A., 2003: Styles of hydrothermal alteration and accompanying chemical changes in the Sängen formation, Bergslagen, Sweden, and adjacent areas. *Rapporter och meddelanden* 113, Sveriges geologiska undersökning, 4–35.
- Hammergren, P. & Sädbom, S., 1986a: PI-projekt, guld i Nordmarksområdet, Ormbergsfältet, *Prospekteringsrapport PRAP 86504*, 4 s.
- Hammergren, P. & Sädbom, S., 1986b: Nordmarksområdet NR 2 – Redovisning och provtagning. *Prospekteringsrapport PRAP 86534*, 9 s.
- Hammergren, P., Sädbom, S. & Nysten, P. 1986: Guld i Filipstadsområdet. *Prospekteringsrapport PRAP 86552*, 37 s.
- Hellingwerf, R.H., 1984: Paragenetic zoning and genesis of Cu-Zn-Fe-Pb-As sulfide skarn ores in a Proterozoic rift basin, Gruvåsen, western Bergslagen, Sweden. *Economic Geology* 79, 696–715.
- Hellingwerf, R.H., 1985: A contact-metamorphic occurrence of the assemblage nepheline-scapolite-diopside in a metabasic flow breccia from Bergslagen, Sweden. *Mineralogical Magazine* 49, 606–610.
- Hellingwerf, R.H., 1986: Contributions to the geology and ore genesis of western Bergslagen, Sweden. *GUA Papers of Geology, series 1, No. 25–1986*, 260 s.
- Hellingwerf, R.H., 1987: Formation of sulfide deposits and its relation to sodic and potassic alteration of Proterozoic metabasites in the Saxå rift basin, Bergslagen, Sweden. *Mineralium Deposita* 22, 53–63.

- Hellingwerf, R.H., 1992: Trace element zonation in marbles hosting Cu-Zn-Fe-Pb-As sulphides at Gruvåsen, south central Sweden, *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar* 114, 17–27.
- Hellingwerf, R.H. & Oen I.S., 1986: Some geochemical aspects of altered and least altered metabasic rocks in the Saxå area, Bergslagen, Sweden. *Neues Jahrbuch für Mineralogie – Monatshefte* 2, 65–81.
- Holland, T.J.B. & Powell R., 2003: Activity–composition relations for phases in petrological calculations: an asymmetric multicomponent formulation. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 145, 492–501.
- Holland, T.J.B. & Powell, R., 2011: An improved and extended internally consistent thermodynamic dataset for phases of petrological interest, involving a new equation of state for solids. *Journal of Metamorphic Geology* 29, 333–383.
- Holtstam, D. & Langhof, J. (red.), 1999: *Långban, the mines, their minerals, geology and explorers*. Raster förlag, Stockholm, 215 s.
- Hughes, C.J., 1973: Spilites, keratophyres and the igneous spectrum. *Geological Magazine* 6, 513–527.
- Högdahl, K. & Jonsson, E., 2004: The Horrsjö complex in the Bergslagen ore province: a Palaeoproterozoic caldera with a mineralised rim? *GFF* 126, 23–24.
- Högdahl, K., Jonsson, E. & Selbekk, R.S., 2007: Geological relations and U–Pb geochronology of Hyttsjö granites in the Långban-Nordmark area, western Bergslagen, Sweden. *GFF* 127, 43–54.
- Ihre, P., Hellingwerf, R. & Nilsson, B., 1985: Pajsberg. *Prospekteringsrapport PRAP 85501*, 15 s.
- Jarl, L.-G. & Johansson, Å., 1988: U–Pb zircon ages of granitoids from the Småland-Värmland granite-porphyry belt, southern and central Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 110, 22–28.
- Jennings, E.S. & Holland, T.J.B., 2015: A simple thermodynamic model for melting of peridotite in the system NCFMASOCr. *Journal of Petrology* 56, 869–892.
- Jonsson, E., 2004: Fissure mineral formation and metallogenesis in the Långban Fe-Mn-(Ba-As-Pb-Sb...) deposit, Bergslagen, Sweden. *Meddelanden från Stockholms Universitets Institution för Geologi och geokemi* 318, 22 s.
- Jonsson, E. & Billström, K., 2009: Lead isotope systematics in the Långban deposit and adjacent sulphide mineralisations in western Bergslagen, Sweden. *GFF* 131, 215–227.
- Jonsson, E., Högdahl, K., Majka, J. & Lindeberg, T., 2013: Roquesite and associated indium-bearing sulfides from a paleoproterozoic carbonate-hosted mineralization: Lindbom's prospect, Bergslagen, Sweden. *Canadian Mineralogist* 51, 629–641.
- Kuipers, G., Beunk, F.F., Yi, K. & van der Wateren, F.M., 2018: The Palaeoproterozoic Grythyttan field in the Svecofennian orogen, west Bergslagen, central Sweden: structure, stratigraphy and age. *Norwegian Journal of Geology* 98, 333–357.
- Large, R.R., Gemmel, J.B., Paulick, H. & Huston, D.L., 2001: The alteration box plot: A simple approach to understanding the relationship between alteration mineralogy and lithogeochemistry associated with volcanic-hosted massive sulfide deposits. *Economic geology* 96, 957–971.
- Lundegårdh, P.H., 1987: Beskrivning till berggrundskartan Filipstad SV. *Sveriges geologiska undersökning Af* 157, 77 s.
- Lundström, I., 1995: Berggrundskartorna Filipstad SO och NO med beskrivning. *Sveriges geologiska undersökning Af* 177+185, 218 s.
- Luth, S. & Bergman, S., 2020: Regional strukturanalys i Bergslagen – från lineament till skjuvzon. *SGU-rapport 2020:13*, Sveriges geologiska undersökning, 37 s.

- Magnusson, N.H., 1925: Persbergs malmtrakt och berggrunden i de centrala delarna av Filipstads bergslag. *Kungliga Kommerskollegium, Beskrivningar över mineralfyndigheter nr. 2*, 239 s.
- Magnusson, N.H., 1929: Nordmarks malmtrakt. *Sveriges geologiska undersökning Ca 13*, 90 s.
- Magnusson, N.H., 1930: Långbans malmtrakt. *Sveriges geologiska undersökning Ca 23*, 111 s.
- Magnusson, N.H. & Granlund, E., 1928: Beskrivning till kartbladet Filipstad. *Sveriges geologiska undersökning Aa 165*, 119 s.
- Middlemost, E.A.K., 1994: Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth-Science Reviews 37*, 215–224.
- Oen, I.S., Helmers, H., Verschure, R.H. & Wiklander, U., 1982: Ore deposition in a Proterozoic incipient rift zone environment - a tentative model for the Filipstad-Grythyttan-Hjulsjö region. *Geologische Rundschau 71*, 182–194.
- Oen, I.S. & Wiklander, U., 1982: Isotopic age determinations in Bergslagen, Sweden: III. The Hyttsjö suite of gabbro-diorite and tonalite-granites, Filipstad area. *Geologie en Mijnbouw 61*, 309–312.
- Oen, I.S., 1987: Rift-related igneous activity and metallogenesis in SW Bergslagen, Sweden. *Precambrian Research 35*, 367–382.
- Outhuis, J.H.M. & van Berkel, J.T., 1988: Petrographic and geochemical evidence for major and trace element metasomatism in recrystallized felsic metatuffites from the Persberg area, Bergslagen, Central Sweden. *Geologie en Mijnbouw 67*, 411–424.
- Petersson, W., 1896: Nordmarks grufvors Odalfält. *Sveriges geologiska undersökning C 162*, 60 s.
- Sandahl, K-A., 1991a: Saxå – Borrning. *Prospekteringsrapport PRAP 91511*, 15 s.
- Sandahl, K-A., 1991b: Saxå – Borrning II. *Prospekteringsrapport PRAP 91521*, 7 s.
- Sandahl, K-A., 1992a: Saxå – Borrning III. *Prospekteringsrapport PRAP 92501*, 8 s.
- Sandahl, K-A., 1992b: Saxå – Geologiska arbeten. *Prospekteringsrapport PRAP 92510*, 6 s.
- Sandahl, K-A. & Sädbom, S., 1990: Basmetaller i Bergslagen: Saxå – Grangärde. *Prospekteringsrapport PRAP 90538*, 15 s.
- Sandahl, K-A., Sädbom, S. & Johansson, R., 1989a: Basmetaller i Bergslagen OV – Bassänger. *Prospekteringsrapport PRAP 89534*, 58 s.
- Sandahl, K-A., Sjöblom, B. & Sädbom, S., 1989b: Basmetaller i Bergslagen: Bassänger – fältgeologi. *Prospekteringsrapport PRAP 88540*, 68 s.
- Sandahl, K-A., Sädbom, S., Nilsson, B. & Luppichini, E-L., 1990: Basmetaller i Bergslagen: Saxå – provtagning av bottenmorän och bergarter. *Prospekteringsrapport PRAP 90507*, 22 s.
- Sjögren, H., 1910: The Långban mines. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 13*, 373–435.
- Sjögren, H., Johansson, H.E. & Sahlbom, N., 1914: Chemical and petrographical studies on the ore-bearing rocks of Central Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 36*, 441–484.
- Stephens, M.B. & Jansson, N.F., 2020: Kapitel 6, Paleoproterozoic (1.9–1.8 Ga) synorogenic magmatism, sedimentation and mineralization in the Bergslagen lithotectonic unit, Svecokarelian orogen. I: M.B. Stephens & J. Bergman Weihed (red.): Sweden: lithotectonic framework, tectonic evolution and mineral resources. *Geological Society of London Memoirs 50*, 105–206.
- 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.
- Sädbom, S. & Hammergren, P., 1986: Nordmarksområdet. *Prospekteringsrapport PRAP 86521*, 11 s.

- Tegengren, F.R. m.fl., 1924: Sveriges ädlare malmer och bergverk. *Sveriges geologiska undersökning Ca 17*, 406 s.
- Törnebohm, A.E., 1874: Karta öfver berggrunden inom Filipstads bergslag eller Fernebo härad i Wermlands län.
- Törnebohm, A.E., 1875: Geognostisk beskrifning öfver Persbergets grufvefält. *Sveriges geologiska undersökning C 14*, 21 s.
- Törnebohm, A.E., 1877: Öfverblick öfver bergbyggnaden inom Filipstads bergslag eller Färnebo härad. K.L. Beckman, Stockholm, 23 s.
- Törnebohm, A.E., 1881a: Beskrifning til Geologisk öfversiktskarta öfver Vermlands län. Kongl. Boktryckeriet, Stockholm, 33 s.
- Törnebohm, A.E., 1881b: Beskrifning till blad N:r 4 af Geologisk öfversiktskarta över mellersta Sveriges bergslag.
- Valbracht, P.J., Helmers, H. & Beunk, F.F., 1991: Early Proterozoic continental tholeiites from western Bergslagen, Central Sweden, I. Petrology, geochemical petrogenesis and geotectonic setting. *Precambrian Research* 52, 187–214.
- Zakrzewski, M.A., Burke, E.A.J. & Nugteren, H.W., 1980: Cobalt minerals in the Hällefors area, Bergslagen, Sweden: New occurrences of costibite, paracostibite, nisbite and cobaltian ullmannite. *Canadian Mineralogist* 18, 165–171.
- Wahlgren, C.-H., Cruden, A.R. & Stephens M.B., 1994: Kinematics of a fan-like structure in the eastern part of the Sveonorwegian orogen, south-central Sweden. *Precambrian Research* 79, 227–237.
- White, R.W., Powell, R. & Johnson, T.E., 2014: The effect of Mn on mineral stability in metapelites revisited: new a–x relations for manganese-bearing minerals. *Journal of Metamorphic Geology* 32, 809–828.
- 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.

Bilaga 1. Litogeokemidata

Prov N (SWEREF) E (SWEREF) Bergart	Metod	Enhet	ALZ230074A 6635357 445034	ALZ230086A 6635416 447414	ALZ230091A 6637800 447710	ALZ230100A 6633043 447405	ALZ230123A 6634711 450532	ALZ230125A 6635785 450451	ALZ230133A 6635630 450048	ALZ230135A 6632001 452249
			Lersten till sandsten	Skarnjärnmalm	Ryolit	Skarnjärnmalm	Ryolit	Granit	Skarnjärnmalm	Granit
SiO2	ME-ICP06	vikt-%	60,4	36,2	78,5	31,1	75,9	77,1	33,7	66,5
Al2O3	ME-ICP06	vikt-%	21	6,77	10,9	3,94	11,65	12,25	0,89	15
Fe2O3	ME-ICP06	vikt-%	8,32	45,9	2,24	35,2	2,23	2,2	51,2	5,5
CaO	ME-ICP06	vikt-%	0,77	4,6	0,23	6,11	0,19	0,55	7,09	3,49
MgO	ME-ICP06	vikt-%	2,6	3,9	2,21	14,7	1,06	0,33	8,01	1,37
Na2O	ME-ICP06	vikt-%	1,98	0,29	4,71	0,34	3,1	3,9	0,12	3,64
K2O	ME-ICP06	vikt-%	4,24	0,37	0,13	1,74	4,21	3,66	0,02	3,02
Cr2O3	ME-ICP06	vikt-%	0,015	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002
TiO2	ME-ICP06	vikt-%	0,7	0,18	0,2	0,18	0,16	0,15	0,03	0,51
MnO	ME-ICP06	vikt-%	0,06	0,36	0,03	0,31	0,02	0,02	0,35	0,08
P2O5	ME-ICP06	vikt-%	0,1	0,05	0,02	0,03	<0,01	0,02	0,01	0,12
SrO	ME-ICP06	vikt-%	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,02
BaO	ME-ICP06	vikt-%	0,08	0,01	<0,01	0,03	0,12	0,15	<0,01	0,08
C	C-IR07	vikt-%	0,05	0,17	0,03	1,15	0,04	0,03	0,03	0,1
S	C-IR08	vikt-%	<0,01	0,01	<0,01	0,11	<0,01	0,08	<0,01	<0,01
LOI	OA-GRA05	vikt-%	1,23	1,44	0,8	4,41	0,45	0,28	-0,51	0,8
TOT-ICP06	TOT-ICP06	vikt-%	101,51	100,07	99,97	98,09	99,09	100,62	100,91	100,13
Ba	ME-MS81	ppm	715	97,1	15,4	237	1165	1240	6,3	660
Ce	ME-MS81	ppm	123	51,6	226	22,6	92,5	122,5	3,6	62,3
Cr	ME-MS81	ppm	117	5	5	<5	7	15	<5	7
Cs	ME-MS81	ppm	7,57	1,75	0,65	1,55	0,5	0,54	0,08	0,33
Dy	ME-MS81	ppm	6,34	5,75	11,7	3,75	8,91	10,8	7,56	7,32
Er	ME-MS81	ppm	3,86	3,52	6,5	2,3	5,76	6,78	6,63	4,56
Eu	ME-MS81	ppm	1,31	1,43	1,81	0,52	1,22	1,05	0,47	1,01
Ga	ME-MS81	ppm	27,8	17,1	18,2	16,7	21,8	21,3	11	14,1
Gd	ME-MS81	ppm	6,82	5,22	14,05	3,03	7,41	10,05	2,61	6,81
Hf	ME-MS81	ppm	4,38	5,47	9,2	1,86	9,7	7	0,32	5,64
Ho	ME-MS81	ppm	1,24	1,2	2,2	0,74	1,83	2,28	1,99	1,59
La	ME-MS81	ppm	65,3	25,2	114,5	10,3	43,6	62	1,7	28,9
Lu	ME-MS81	ppm	0,5	0,54	0,93	0,34	0,87	0,9	0,71	0,64
Nb	ME-MS81	ppm	17,9	12,45	22,5	6,45	27,2	23,2	1,82	16,85
Nd	ME-MS81	ppm	50,3	24,9	102	12,3	39,3	54,4	1,9	31,7
Pr	ME-MS81	ppm	14,05	6,32	26,4	2,87	10,45	14,2	0,43	7,85
Rb	ME-MS81	ppm	228	12,7	5,7	72,4	78	59,2	0,5	89,6
Sm	ME-MS81	ppm	8,83	5,63	18,95	3,38	8,36	10,75	1	7,27
Sn	ME-MS81	ppm	4,3	23,9	6,1	17,7	3,5	4,3	7,7	2,6
Sr	ME-MS81	ppm	95,9	14	16,6	13,4	33,8	36,7	2,4	184
Ta	ME-MS81	ppm	1,5	<0,1	1,6	<0,1	2	2,7	<0,1	1,2
Tb	ME-MS81	ppm	1,02	0,86	1,94	0,53	1,32	1,57	0,79	1,08
Th	ME-MS81	ppm	17,8	9,75	15,5	2,7	15,05	17,2	1,31	11,8
Tm	ME-MS81	ppm	0,54	0,52	0,9	0,32	0,79	0,93	0,9	0,65
U	ME-MS81	ppm	4,67	4,01	4,51	2,92	5,25	6,36	0,93	2,91
V	ME-MS81	ppm	103	8	<5	19	<5	<5	<5	93
W	ME-MS81	ppm	4	7	1,4	<0,5	1,4	1,5	5,1	<0,5
Y	ME-MS81	ppm	37,7	38,1	60,8	23,4	50,9	65,9	56,5	44,9
Yb	ME-MS81	ppm	3,13	3,49	6,27	2,21	5,63	6,44	5,28	4,07
Zr	ME-MS81	ppm	160	205	361	72	342	235	14	208
Ge	ME-MS81	ppm	1,7	4,5	1	2,6	1,2	1,4	6,4	1,1
As	ME-MS42	ppm	<0,1	0,2	<0,1	0,4	<0,1	0,6	0,1	0,4
Bi	ME-MS42	ppm	0,35	0,33	0,02	0,27	0,02	0,08	0,13	0,01
Hg	ME-MS42	ppm	0,018	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Sb	ME-MS42	ppm	<0,05	0,17	<0,05	0,09	<0,05	0,1	<0,05	<0,05
Se	ME-MS42	ppm	<0,2	0,2	<0,2	0,3	<0,2	<0,2	<0,2	0,5
Te	ME-MS42	ppm	0,05	0,02	0,01	0,05	0,01	0,03	<0,01	0,01
Tl	ME-MS42	ppm	1,06	0,06	0,03	0,21	0,09	0,08	<0,02	0,31
In	ME-MS42	ppm	0,085	1,085	0,03	0,265	0,01	0,043	0,116	0,012
Re	ME-MS42	ppm	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ag	ME-4ACD81	ppm	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cd	ME-4ACD81	ppm	<0,5	0,7	<0,5	1	<0,5	<0,5	0,7	<0,5
Co	ME-4ACD81	ppm	16	2	<1	1	<1	1	1	6
Cu	ME-4ACD81	ppm	4	4	<1	44	1	34	1	6
Mo	ME-4ACD81	ppm	1	2	2	1	1	2	<1	1
Ni	ME-4ACD81	ppm	45	<1	5	<1	1	1	<1	1
Pb	ME-4ACD81	ppm	27	11	7	18	16	15	10	11
Sc	ME-4ACD81	ppm	16	4	5	3	4	4	<1	13
Zn	ME-4ACD81	ppm	82	195	24	139	34	17	121	54
Li	ME-4ACD81	ppm	40	30	10	10	<10	<10	<10	10
Ag	ME-MS41	ppm	0,02	0,01	0,01	0,06	0,01	0,04	0,01	0,01
Al	ME-MS41	ppm	3,69	1,7	0,65	1,57	0,79	0,5	0,08	1,6
As	ME-MS41	ppm	0,3	0,8	<0,1	0,7	0,4	0,9	0,5	0,5
Au	ME-MS41	ppm	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
B	ME-MS41	ppm	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ba	ME-MS41	ppm	190	70	<10	240	40	70	<10	120
Be	ME-MS41	ppm	1,77	4,49	0,61	1,54	1,1	0,25	6,51	0,25
Bi	ME-MS41	ppm	0,32	0,3	0,02	0,22	0,01	0,07	0,1	0,01
Ca	ME-MS41	ppm	0,06	1,2	0,02	2,51	0,03	0,09	0,21	0,32
Cd	ME-MS41	ppm	0,01	0,13	0,02	0,09	0,02	0,01	<0,01	0,01
Ce	ME-MS41	ppm	91,9	48,6	161,5	17,75	69,1	104,5	2,35	57,3
Co	ME-MS41	ppm	17,5	2,4	0,4	3,1	0,7	1	0,7	8,7
Cr	ME-MS41	ppm	84	2	3	1	3	6	<1	5
Cs	ME-MS41	ppm	7,97	1,66	0,78	1,62	0,44	0,41	0,08	0,53
Cu	ME-MS41	ppm	3,9	2,8	0,6	37,6	1,3	32,2	0,4	6,3
Fe	ME-MS41	ppm	5,58	24,2	0,81	18,75	1,44	1,39	22,8	3,11
Ga	ME-MS41	ppm	15,15	10,4	4,34	12	6,26	4	7,87	6,96
Ge	ME-MS41	ppm	0,14	0,77	0,12	0,28	0,07	0,09	0,58	0,1
Hf	ME-MS41	ppm	0,32	0,45	0,68	0,38	1,7	0,83	0,03	0,31
Hg	ME-MS41	ppm	0,01	0,03	<0,01	0,02	0,02	<0,01	0,02	0,02
In	ME-MS41	ppm	0,076	0,961	0,028	0,231	0,01	0,035	0,109	0,013
K	ME-MS41	ppm	2,45	0,21	0,1	1,46	0,68	0,37	<0,01	1,26
La	ME-MS41	ppm	47,7	20,7	78,1	8,6	30,7	49,4	1,2	28,2
Li	ME-MS41	ppm	37,4	20,3	9	10,6	3,5	2,8	1	14
Mg	ME-MS41	ppm	1,52	1,59	0,72	3,49	0,54	0,16	0,23	0,78
Mn	ME-MS41	ppm	416	1490	75	1065	122	139	304	503
Mo	ME-MS41	ppm	0,56	2,02	1,34	0,79	0,69	1,04	1,24	1,2
Na	ME-MS41	ppm	0,05	0,07	0,07	0,06	0,03	0,04	0,01	0,04
Nb	ME-MS41	ppm	0,4	0,21	2,23	0,32	2,23	1,98	0,12	0,87
Ni	ME-MS41	ppm	44,9	1,5	1,1	1,3	0,9	1	0,4	1,9
P	ME-MS41	ppm	200	210	40	120	40	50	40	500
Pb	ME-MS41	ppm	4,6	4,5	2,9	5,2	9	6,5	1,1	3,6
Rb	ME-MS41	ppm	227	9,9	5,3	83,8	41,5	19,7	0,4	86
Re	ME-MS41	ppm	0,001	0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	<0,001
S	ME-MS41	ppm	0,01	0,01	<0,01	0,1	<0,01	0,09	<0,01	0,01
Sb	ME-MS41	ppm	<0,05	0,19	<0,05	0,09	<0,05	0,08	<0,05	<0,05
Sc	ME-MS41	ppm	19,4	2,8	2,3	1,1	1,6	2,6	0,1	2,8
Se	ME-MS41	ppm	<0,2	0,4	0,4	<0,2	0,4	0,4	0,4	0,2
Sn	ME-MS41	ppm	4	9,3	3,7	7,2	1,1	2	2,9	1,2
Sr	ME-MS41	ppm	5,2	5,7	1,2	11,8	1,3	3	0,9	9,9
Ta	ME-MS41	ppm	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Te	ME-MS41	ppm	0,03	0,05	<0,01	0,07	0,01	0,03	<0,01	0,01
Th	ME-MS41	ppm	15,4	10,4	14	2,8	14,4	18	1,5	12,5
Ti	ME-MS41	ppm	0,392	0,072	0,035	0,071	0,08	0,066	0,013	0,214
Tl	ME-MS41	ppm	0,94	0,06	0,02	0,19	0,08	0,07	<0,02	0,3
U	ME-MS41	ppm	3,01	3,23	3,56	2,88	3,49	5,69	0,89	2,25
V	ME-MS41	ppm	88	5	1	13	1	1	3	69
W	ME-MS41	ppm	1,44	4,1	0,86	0,17	0,33	0,4	3,17	0,15
Y	ME-MS41	ppm	7,15	13,7	19,55	6,92	30,4	43,8	36,1	16,2
Zn	ME-MS41	ppm	48	127	9	68	34	17	16	55
Zr	ME-MS41	ppm	11,8	12,7	23,3	11,2	61,6	18,5	0,8	6,5
Au	PGM-ICP23	ppm	0,001	0,002	0,001	0,001	<0,001	0,001	0,001	<0,001
Pt	PGM-ICP23	ppm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pd	PGM-ICP23	ppm	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
F	F-IC881	ppm								

Bilaga 1. Litogeokemidata.

Prov N (SWEREF) E (SWEREF) Bergart	Metod	Enhet	ALZ230143A 6632589 452329 Ryolit	ALZ230159A 6633680 448275 Ryolit	ALZ230185A 6635416 446214 Ryolit	ALZ230193A 6633985 448486 Marmor	SAN220089A 6630262 458232 Granit (omvandlad)	SAN220090A 6630212 458402 Ryolit	SAN220097A 6629000 459475 Ryolit	SAN220101A 6625264 462774 Ryolit
SiO2	ME-ICP06	viktt-%	78,6	78,7	77,3	4,25	78,4	74,2	77,3	77,9
Al2O3	ME-ICP06	viktt-%	11,8	12,25	12,25	0,09	12,5	11,6	10,75	12
Fe2O3	ME-ICP06	viktt-%	3,37	0,72	4,01	0,98	0,49	6,84	3,02	2,49
CaO	ME-ICP06	viktt-%	0,23	0,16	0,16	42	0,25	0,93	0,01	1,82
MgO	ME-ICP06	viktt-%	1,94	0,9	1,64	11,5	0,91	1,32	0,65	1,02
Na2O	ME-ICP06	viktt-%	4,8	4,33	2,22	0,03	6,89	3,51	0,18	3,88
K2O	ME-ICP06	viktt-%	0,3	2,94	2,88	<0,01	0,3	1,78	8,14	1,03
Cr2O3	ME-ICP06	viktt-%	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
TiO2	ME-ICP06	viktt-%	0,19	0,15	0,2	<0,01	0,11	0,32	0,15	0,13
MnO	ME-ICP06	viktt-%	0,03	0,02	0,03	0,37	0,01	0,16	0,03	0,05
P2O5	ME-ICP06	viktt-%	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02
SrO	ME-ICP06	viktt-%	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,02
BaO	ME-ICP06	viktt-%	<0,01	0,29	0,13	<0,01	<0,01	0,08	0,11	0,01
C	C-IR07	viktt-%	0,04	0,04	0,02	11,1	0,02	0,03	0,03	0,05
S	C-IR08	viktt-%	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
LOI	OA-GRA05	viktt-%	0,56	0,52	1,01	41,4	0,31	1,19	0,72	0,7
TOT-ICP06	TOT-ICP06	viktt-%	101,83	101	101,84	100,64	100,19	101,96	101,07	101,07
Ba	ME-MS81	ppm	38,7	2720	1210	4,8	27	654	987	102
Ce	ME-MS81	ppm	97,5	104,5	121,5	6,1	35,2	71,8	41,6	117
Cr	ME-MS81	ppm	6	6	22	<5	13	12	9	16
Cs	ME-MS81	ppm	0,27	0,12	0,47	0,14	0,18	0,8	0,41	2,88
Dy	ME-MS81	ppm	11,1	7,53	8,67	0,24	9	8,7	9,64	16,15
Er	ME-MS81	ppm	7,2	5,15	5,79	0,13	6,51	5,15	5,62	8,45
Eu	ME-MS81	ppm	0,84	0,42	1,71	0,18	0,18	2,26	0,67	0,78
Ga	ME-MS81	ppm	20	17,4	21,8	0,7	20,6	22,1	17,6	14
Gd	ME-MS81	ppm	10,85	5,88	9,07	0,35	5,62	8,59	6,56	17,35
Hf	ME-MS81	ppm	9,78	9,71	11,65	<0,05	7,79	12	7,69	4,88
Ho	ME-MS81	ppm	2,28	1,52	1,87	0,05	1,95	1,98	2	3,18
La	ME-MS81	ppm	42,1	47,6	60,2	3,4	14,3	30,8	14,9	75,2
Lu	ME-MS81	ppm	0,97	0,84	0,8	0,01	0,95	0,88	0,88	1,2
Nb	ME-MS81	ppm	21,9	21,2	27	0,3	30,9	23,4	20,4	20,1
Nd	ME-MS81	ppm	52,8	35,1	55,6	2,5	17,4	38,1	17,4	67,2
Pr	ME-MS81	ppm	12,9	9,82	14,75	0,61	4,27	8,86	4,31	17,6
Rb	ME-MS81	ppm	7,6	39,2	56,2	<0,2	14	48,6	166,5	57,3
Sm	ME-MS81	ppm	11,75	6,56	10,9	0,43	5,11	8,28	4,85	14,45
Sn	ME-MS81	ppm	2,8	2,5	4,5	<0,5	3,4	3,9	4,8	3,2
Sr	ME-MS81	ppm	12,1	31,8	15,7	77,6	17,3	56	7,7	254
Ta	ME-MS81	ppm	1,7	3	1,8	0,2	2,5	1,5	1,6	1,3
Tb	ME-MS81	ppm	1,73	1,06	1,36	0,05	1,28	1,36	1,26	2,72
Th	ME-MS81	ppm	16,35	14,3	19	<0,05	21,7	11,15	14	16,3
Tm	ME-MS81	ppm	0,96	0,77	0,79	0,01	0,89	0,93	0,98	1,28
U	ME-MS81	ppm	5,88	3,9	4,64	0,07	2,99	3,54	4,65	9,57
V	ME-MS81	ppm	<5	<5	<5	<5	<5	7	<5	6
W	ME-MS81	ppm	2,6	2	1,1	0,9	1,6	1,5	2,5	1,4
Y	ME-MS81	ppm	67	45,4	55,1	2	52,4	51,3	57,6	93
Yb	ME-MS81	ppm	6,45	5,29	5,24	0,1	6,19	6,01	6	8,62
Zr	ME-MS81	ppm	359	347	429	3	227	502	259	149
Ge	ME-MS81	ppm	1	0,8	1,3	0,6	1	0,9	1,3	1,4
As	ME-MS42	ppm	0,1	0,3	<0,1	0,3	0,2	1,2	1,1	1,3
Bi	ME-MS42	ppm	0,04	0,09	0,05	0,01	0,02	0,5	0,03	0,22
Hg	ME-MS42	ppm	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Sb	ME-MS42	ppm	<0,05	<0,05	<0,05	0,23	0,07	0,06	0,27	0,26
Se	ME-MS42	ppm	<0,2	0,2	0,2	0,7	<0,2	0,2	0,4	0,5
Te	ME-MS42	ppm	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	<0,01	<0,01
Tl	ME-MS42	ppm	0,02	0,05	0,12	<0,02	0,03	0,17	0,3	0,37
In	ME-MS42	ppm	0,045	0,005	0,039	0,026	<0,005	0,049	0,03	0,03
Re	ME-MS42	ppm	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
Ag	ME-4ACD81	ppm	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cd	ME-4ACD81	ppm	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Co	ME-4ACD81	ppm	1	<1	1	<1	<1	<1	<1	1
Cu	ME-4ACD81	ppm	<1	1	2	1	<1	33	<1	5
Mo	ME-4ACD81	ppm	1	1	2	3	1	<1	<1	1
Ni	ME-4ACD81	ppm	2	2	3	3	2	<1	<1	<1
Pb	ME-4ACD81	ppm	9	12	17	23	2	9	9	38
Sc	ME-4ACD81	ppm	4	4	4	<1	2	13	4	3
Zn	ME-4ACD81	ppm	33	24	51	110	3	119	44	94
Li	ME-4ACD81	ppm	10	<10	10	10	<10	10	<10	10
Ag	ME-MS41	ppm	0,01	<0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06
Al	ME-MS41	ppm	0,67	0,44	1,71	0,02	0,29	1,83	0,78	1
As	ME-MS41	ppm	<0,1	0,3	0,4	0,1	<0,1	1,1	1	1,2
Au	ME-MS41	ppm	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
B	ME-MS41	ppm	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ba	ME-MS41	ppm	20	80	170	<10	20	280	40	40
Be	ME-MS41	ppm	1,24	0,17	0,74	0,05	0,43	0,54	0,44	0,43
Bi	ME-MS41	ppm	0,04	0,08	0,03	<0,01	0,02	0,48	0,03	0,21
Ca	ME-MS41	ppm	0,01	0,01	0,01	>25,0	0,05	0,18	0,01	0,22
Cd	ME-MS41	ppm	0,03	0,01	<0,01	0,28	0,02	0,06	0,01	0,16
Ce	ME-MS41	ppm	56,1	63,2	56,5	5,3	19,2	57,1	31,8	119
Co	ME-MS41	ppm	0,6	0,4	0,9	0,5	0,2	1,8	0,5	1,6
Cr	ME-MS41	ppm	3	3	7	1	5	4	2	6
Cs	ME-MS41	ppm	0,27	0,1	0,5	0,19	0,16	0,78	0,37	2,75
Cu	ME-MS41	ppm	0,5	0,8	2,3	2,1	0,6	30,6	0,9	5,5
Fe	ME-MS41	ppm	0,88	0,45	2,61	0,66	0,3	4,3	1,87	1,58
Ga	ME-MS41	ppm	3,01	2,77	8,81	0,27	2,16	10,1	6,92	4,28
Ge	ME-MS41	ppm	0,05	<0,05	0,07	0,05	<0,05	0,15	0,12	0,21
Hf	ME-MS41	ppm	1,15	0,95	0,93	0,02	2,8	0,71	1,54	1,74
Hg	ME-MS41	ppm	<0,01	<0,01	0,02	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01
In	ME-MS41	ppm	0,049	0,005	0,036	0,028	<0,005	0,049	0,03	0,03
K	ME-MS41	ppm	0,25	0,35	1,2	<0,01	0,16	0,96	0,69	0,53
La	ME-MS41	ppm	20,9	22,8	20,8	3,1	6,7	24,5	9,8	81,7
Li	ME-MS41	ppm	2,7	2	5,4	6,1	1,3	5,8	3,1	9,2
Mg	ME-MS41	ppm	0,52	0,43	0,92	6,47	0,37	0,7	0,33	0,54
Mn	ME-MS41	ppm	53	129	222	2790	38	774	194	365
Mo	ME-MS41	ppm	0,82	0,66	1,06	2,15	0,91	0,64	0,4	0,63
Na	ME-MS41	ppm	0,06	0,04	0,04	0,01	0,05	0,03	<0,01	0,06
Nb	ME-MS41	ppm	1,66	1,54	1,06	0,12	6,61	0,71	1,04	1,32
Ni	ME-MS41	ppm	0,6	0,7	1,1	0,6	0,8	0,6	<0,2	2,3
P	ME-MS41	ppm	30	30	30	20	10	150	30	60
Pb	ME-MS41	ppm	3,2	6,2	6,4	17,2	1,2	3,9	2,2	21,6
Rb	ME-MS41	ppm	7,2	12,8	45,5	0,2	9,9	42,3	56,2	47,6
Re	ME-MS41	ppm	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,001
S	ME-MS41	ppm	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sb	ME-MS41	ppm	<0,05	<0,05	<0,05	0,18	<0,05	0,06	0,27	0,26
Sc	ME-MS41	ppm	1,3	1,1	2,4	0,3	1,7	5,5	1,8	1,6
Se	ME-MS41	ppm	0,3	0,2	<0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,5
Sn	ME-MS41	ppm	1,8	0,3	2,3	<0,2	0,4	1,1	2	0,8
Sr	ME-MS41	ppm	0,6	0,7	0,6	84,1	1,1	10,2	0,4	15,3
Ta	ME-MS41	ppm	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,02
Te	ME-MS41	ppm	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01
Th	ME-MS41	ppm	15,6	12,4	16,5	<0,2	21,7	11,2	11,8	15,9
Ti	ME-MS41	ppm	0,034	0,029	0,103	<0,005	0,005	0,154	0,068	0,055
Tl	ME-MS41	ppm	0,02	0,03	0,11	<0,02	0,03	0,17	0,3	0,37
U	ME-MS41	ppm	3,03	2,28	2,22	0,08	2,37	1,94	2,36	8,33
V	ME-MS41	ppm	1	<1	1	<1	<1	3	<1	2
W	ME-MS41	ppm	1,64	0,21	0,26	0,45	0,42	0,11	0,7	0,36
Y	ME-MS41	ppm	13,4	7,35	8,11	1,56	18,6	26,1	24,6	61,8
Zn	ME-MS41	ppm	7	24	52	116	<2	109	41	87
Zr	ME-MS41	ppm	36,8	32,2	31,1	0,6	87,5	27,5	53	53,1
Au	PGM-ICP23	ppm	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	<0,001	<0,001
Pt	PGM-ICP23	ppm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pd	PGM-ICP23	ppm	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
F	F-IC881	ppm								

Bilaga 1. Litogeokemidata.

Prov N (SWEREF) E (SWEREF) Bergart	Metod	Enhet	SAN230133A 6623508 459833 Ryolit	SAN230135A 6623822 459117 Ryolit	SAN230141A 6623065 458517 Marmor	SAN230141B 6623065 458517 Marmor	SAN230143A 6623129 458561 Ryolit	SAN230143B 6623129 458561 Ryolit	SAN230147A 6625318 458260 Skarnjärnmalm	SAN230149A 6624951 458551 Granit
SiO2	ME-ICP06	vikt-%	79,7	74	2,15	3,83	80,2	76,6	37,7	78
Al2O3	ME-ICP06	vikt-%	11,1	13,75	0,06	0,3	11,7	12,75	0,75	12,3
Fe2O3	ME-ICP06	vikt-%	1,82	2,47	1,88	2,33	0,62	0,87	29,6	2,09
CaO	ME-ICP06	vikt-%	0,26	2,22	31,3	32,8	0,17	0,15	18,4	0,26
MgO	ME-ICP06	vikt-%	1,82	1,51	20,9	20	1,72	2,43	9,93	0,65
Na2O	ME-ICP06	vikt-%	5,12	7,2	0,04	0,04	6,03	6,32	0,23	4,33
K2O	ME-ICP06	vikt-%	0,23	0,15	<0,01	0,01	0,07	0,07	0,03	3,53
Cr2O3	ME-ICP06	vikt-%	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
TiO2	ME-ICP06	vikt-%	0,17	0,22	<0,01	0,01	0,19	0,2	<0,01	0,12
MnO	ME-ICP06	vikt-%	0,02	0,12	0,55	0,57	0,01	0,01	0,21	0,02
P2O5	ME-ICP06	vikt-%	0,02	0,03	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,01	<0,01
SrO	ME-ICP06	vikt-%	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
BaO	ME-ICP06	vikt-%	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06
C	C-IR07	vikt-%	0,02	0,02	9,45	11,65	0,04	0,02	0,01	0,02
S	C-IR08	vikt-%	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
LOI	OA-GRA05	vikt-%	0,81	0,27	43,7	41,9	0,85	0,95	1,74	0,45
TOT-ICP06	TOT-ICP06	vikt-%	101,09	101,96	100,59	101,8	101,58	100,37	98,6	101,82
Ba	ME-MS81	ppm	102,5	77,9	0,7	1	14,8	26,7	3,3	528
Ce	ME-MS81	ppm	130	84	3,6	4,5	90,1	88,1	280	102
Cr	ME-MS81	ppm	6	10	<5	<5	<5	<5	6	11
Cs	ME-MS81	ppm	1,29	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,2	0,01	0,47
Dy	ME-MS81	ppm	9,83	7,55	0,09	0,36	17,25	15,45	23,6	10,05
Er	ME-MS81	ppm	6,28	4,66	0,06	0,2	9,01	9,9	10,9	7,54
Eu	ME-MS81	ppm	0,97	0,91	0,19	0,25	0,82	1,04	9,43	0,57
Ga	ME-MS81	ppm	17,5	18	0,5	1	18,4	17,3	8,5	21
Gd	ME-MS81	ppm	9,85	7,07	0,12	0,46	17,05	12,85	24,7	8,15
Hf	ME-MS81	ppm	8,86	8,45	<0,05	0,22	10,3	11,6	0,08	10,25
Ho	ME-MS81	ppm	2	1,54	0,01	0,07	3,25	3,22	4,54	2,22
La	ME-MS81	ppm	61,4	31,6	2	2,5	39,3	36,2	141	55,4
Lu	ME-MS81	ppm	0,95	0,69	<0,01	0,03	1,13	1,26	0,54	1,17
Nb	ME-MS81	ppm	22,4	19,9	0,14	0,6	23,3	28,6	1,4	28,9
Nd	ME-MS81	ppm	59,8	35	1,2	2	53,6	50,1	117,5	46,3
Pr	ME-MS81	ppm	15,7	8,63	0,35	0,51	12	11,45	32,7	12,75
Rb	ME-MS81	ppm	10,8	1	<0,2	<0,2	1,4	2,3	0,4	122,5
Sm	ME-MS81	ppm	12	7,67	0,16	0,46	15,3	12,7	25,9	8,66
Sn	ME-MS81	ppm	17,1	3,3	<0,5	<0,5	1,6	2,8	77,8	4,3
Sr	ME-MS81	ppm	21,1	48,9	25,2	32,7	10,2	18	10	27,1
Ta	ME-MS81	ppm	1,8	3,2	0,1	0,4	1,8	2,4	0,5	2,7
Tb	ME-MS81	ppm	1,54	1,1	0,01	0,07	2,66	2,18	3,63	1,39
Th	ME-MS81	ppm	16,7	14,9	<0,05	0,35	15,95	19,8	0,28	23,2
Tm	ME-MS81	ppm	0,92	0,66	<0,01	0,03	1,23	1,38	0,98	1,1
U	ME-MS81	ppm	4,36	3,63	0,08	0,39	5,8	4,02	4,25	7,89
V	ME-MS81	ppm	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
W	ME-MS81	ppm	4,2	<0,5	<0,5	0,5	1,2	6,9	63,7	3
Y	ME-MS81	ppm	60,6	46,3	1,1	2,9	89,4	90,7	124	69,4
Yb	ME-MS81	ppm	6,14	4,45	<0,03	0,13	8,21	9,02	4,68	7,91
Zr	ME-MS81	ppm	344	308	3	11	387	436	4	308
Ge	ME-MS81	ppm	1,2	1,7	<0,5	<0,5	0,7	0,9	20,4	1,7
As	ME-MS42	ppm	<0,1	1,1	0,2	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,3
Bi	ME-MS42	ppm	0,08	0,34	0,06	0,03	0,03	0,01	7,39	0,13
Hg	ME-MS42	ppm	<0,005	<0,005	0,006	0,011	<0,005	<0,005	0,067	0,009
Sb	ME-MS42	ppm	<0,05	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,08	0,05
Se	ME-MS42	ppm	<0,2	<0,2	0,5	0,6	<0,2	<0,2	0,4	<0,2
Te	ME-MS42	ppm	0,03	<0,01	0,02	<0,01	0,01	0,02	0,05	0,02
Tl	ME-MS42	ppm	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,11
In	ME-MS42	ppm	0,052	0,038	0,556	0,299	<0,005	0,006	2,95	0,049
Re	ME-MS42	ppm	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,001	<0,001
Ag	ME-4ACD81	ppm	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cd	ME-4ACD81	ppm	<0,5	<0,5	0,7	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Co	ME-4ACD81	ppm	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1
Cu	ME-4ACD81	ppm	<1	<1	1	1	<1	<1	1	1
Mo	ME-4ACD81	ppm	7	2	<1	1	1	1	1	2
Ni	ME-4ACD81	ppm	1	<1	3	<1	1	2	<1	1
Pb	ME-4ACD81	ppm	6	6	11	8	5	2	13	8
Sc	ME-4ACD81	ppm	4	11	<1	<1	3	4	<1	4
Zn	ME-4ACD81	ppm	16	61	23	31	11	8	142	29
Li	ME-4ACD81	ppm	10	<10	<10	<10	<10	10	<10	10
Ag	ME-MS41	ppm	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Al	ME-MS41	ppm	0,89	0,11	0,01	0,04	0,45	0,59	0,22	0,52
As	ME-MS41	ppm	<0,1	1	0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,2	0,2
Au	ME-MS41	ppm	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
B	ME-MS41	ppm	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ba	ME-MS41	ppm	90	10	<10	<10	10	20	<10	40
Be	ME-MS41	ppm	2,07	0,14	0,07	0,17	6,96	1,28	17,5	0,56
Bi	ME-MS41	ppm	0,09	0,36	0,07	0,03	0,03	0,01	8,26	0,13
Ca	ME-MS41	ppm	0,05	0,15	20,8	21,3	0,06	0,03	9,6	0,03
Cd	ME-MS41	ppm	0,02	0,04	0,05	0,06	0,05	0,02	<0,01	0,04
Ce	ME-MS41	ppm	83,6	59,8	2,95	3,75	47,6	43,4	330	84,8
Co	ME-MS41	ppm	0,6	0,1	0,5	0,6	0,1	0,2	2,1	0,5
Cr	ME-MS41	ppm	3	3	<1	<1	1	1	<1	5
Cs	ME-MS41	ppm	1,41	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,19	<0,05	0,42
Cu	ME-MS41	ppm	0,7	0,5	1,6	1,3	0,4	0,3	0,8	0,9
Fe	ME-MS41	ppm	0,98	0,2	1,29	1,56	0,3	0,35	14,35	1,3
Ga	ME-MS41	ppm	5,86	0,71	0,14	0,35	3,23	3,44	7,71	4,36
Ge	ME-MS41	ppm	0,1	0,07	<0,05	<0,05	0,08	0,08	6,74	0,08
Hf	ME-MS41	ppm	0,98	1,6	<0,02	0,02	1,85	1,34	0,11	1,87
Hg	ME-MS41	ppm	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,02	0,01	0,02	<0,01
In	ME-MS41	ppm	0,053	0,039	0,568	0,284	0,007	0,005	2,93	0,05
K	ME-MS41	ppm	0,18	0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,04	0,02	0,35
La	ME-MS41	ppm	34,4	20,8	1,5	1,9	15,1	13,2	141,5	42,4
Li	ME-MS41	ppm	13,9	0,6	0,6	0,6	2	6,5	0,6	3,3
Mg	ME-MS41	ppm	0,79	0,07	11,65	10,75	0,58	0,6	2,35	0,32
Mn	ME-MS41	ppm	104	116	4160	4240	42	32	696	134
Mo	ME-MS41	ppm	5,29	1,14	0,07	0,09	0,34	0,32	1,56	1,07
Na	ME-MS41	ppm	0,05	0,05	0,01	0,01	0,04	0,04	0,08	0,04
Nb	ME-MS41	ppm	1,68	2,79	<0,05	0,16	1,24	1,58	1,26	2,36
Ni	ME-MS41	ppm	0,7	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	1,1
P	ME-MS41	ppm	30	80	30	40	20	10	40	30
Pb	ME-MS41	ppm	2,6	1,7	1,3	1,7	2,7	1,8	1,8	4,1
Rb	ME-MS41	ppm	10	0,2	<0,1	<0,1	1,1	1,5	0,3	45,5
Re	ME-MS41	ppm	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,002	0,001
S	ME-MS41	ppm	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Sb	ME-MS41	ppm	<0,05	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	0,07
Sc	ME-MS41	ppm	3,4	1	0,3	0,4	2,2	2,7	1,9	2,4
Se	ME-MS41	ppm	0,5	0,4	0,5	0,4	0,8	0,3	0,7	0,6
Sn	ME-MS41	ppm	3,2	1,1	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	25,5	2,2
Sr	ME-MS41	ppm	1,5	2	23,4	31,3	0,4	1,1	7,2	1,6
Ta	ME-MS41	ppm	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Te	ME-MS41	ppm	0,02	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,05	0,01
Th	ME-MS41	ppm	14,1	13,1	<0,2	0,5	13,8	17,7	0,4	22,9
Ti	ME-MS41	ppm	0,035	0,056	<0,005	<0,005	<0,005	0,007	<0,005	0,026
Tl	ME-MS41	ppm	0,03	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,11
U	ME-MS41	ppm	2,82	1,74	0,1	0,38	4,26	2,11	5	6,23
V	ME-MS41	ppm	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	1
W	ME-MS41	ppm	2	0,13	0,23	0,44	0,26	3,03	54,8	0,38
Y	ME-MS41	ppm	17,15	15,75	0,87	2,34	50,2	16,05	135,5	47,4
Zn	ME-MS41	ppm	10	7	22	29	7	2	67	24
Zr	ME-MS41	ppm	34,7	62,9	<0,5	0,5	74,1	51,7	4	57,2
Au	PGM-ICP23	ppm	<0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,018	0,001
Pt	PGM-ICP23	ppm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pd	PGM-ICP23	ppm	<0,001	<0,001	0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
F	F									

Bilaga 1. Litogeokemidata.

Prov N (SWEREF) E (SWEREF) Bergart	Metod	Enhet	SAN230151A 6624430 458231 Skarnjärnmalm	SAN230169A 6624541 462767 Metabasit	SAN230172A 6636701 446849 Ryolit	SAN230190A 6626719 460281 Ryolit	SAN230196A 6626978 460758 Diorit till gabbro	SAN230210A 6626024 461648 Ryolit	SAN230212A 6625856 462193 Ryolitoid	SAN230212B 6625856 462193 Ryolitoid
SiO2	ME-ICP06	viktt-%	43,5	47,5	43,9	75,7	44,8	66,2	78	73,4
Al2O3	ME-ICP06	viktt-%	2,21	15,65	16,7	10,8	17,1	9,02	12,3	12,4
Fe2O3	ME-ICP06	viktt-%	21,4	9,63	16,25	6,33	14,85	14,95	2,61	3,24
CaO	ME-ICP06	viktt-%	24,3	11,2	1,02	0,12	10,7	0,07	0,31	0,13
MgO	ME-ICP06	viktt-%	7,27	7,87	14,15	2,73	6,49	7,13	1,19	1,72
Na2O	ME-ICP06	viktt-%	0,28	2,17	0,67	2,82	1,9	0,27	3,74	4,82
K2O	ME-ICP06	viktt-%	0,03	3,38	3,32	0,52	0,7	0,74	2,21	0,88
Cr2O3	ME-ICP06	viktt-%	<0,002	0,045	0,046	0,003	0,003	<0,002	<0,002	<0,002
TiO2	ME-ICP06	viktt-%	0,05	0,62	1,06	0,37	0,96	0,16	0,17	0,24
MnO	ME-ICP06	viktt-%	0,55	0,22	0,19	0,06	0,15	0,11	0,04	0,04
P2O5	ME-ICP06	viktt-%	<0,01	0,13	0,1	0,04	0,07	0,01	0,02	0,03
SrO	ME-ICP06	viktt-%	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,01
BaO	ME-ICP06	viktt-%	<0,01	0,04	0,03	0,01	0,02	0,01	0,04	0,01
C	C-IR07	viktt-%	0,67	0,38	0,03	0,01	0,02	0,02	0,04	0,02
S	C-IR08	viktt-%	0,11	0,01	<0,01	<0,01	0,26	<0,01	<0,01	<0,01
LOI	OA-GRAO5	viktt-%	2,23	2,34	1,96	1,37	0,65	0,58	0,97	1,26
TOT-ICP06	TOT-ICP06	viktt-%	101,82	100,82	99,4	100,87	98,44	99,25	101,6	98,17
Ba	ME-MS81	ppm	12,1	428	293	50,5	205	102,5	311	70,3
Ce	ME-MS81	ppm	104	23	41	101	21,7	150,5	116	109
Cr	ME-MS81	ppm	<5	378	366	25	32	19	7	10
Cs	ME-MS81	ppm	0,1	2,38	4,72	1,93	0,22	0,83	1,79	0,91
Dy	ME-MS81	ppm	2,01	2,46	5,49	8,7	3,01	9,1	9	10,15
Er	ME-MS81	ppm	1,66	1,51	3,13	5,47	1,69	5,13	6,02	6,37
Eu	ME-MS81	ppm	2,79	0,87	1,44	2,47	0,87	3,3	0,86	1,27
Ga	ME-MS81	ppm	6,9	14,5	23,3	21,3	21,2	31,6	22,8	20,9
Gd	ME-MS81	ppm	1,77	2,43	5,95	8,93	2,73	10,05	8,09	8,46
Hf	ME-MS81	ppm	0,6	1,42	1,62	13,6	1,6	8,3	9,03	11,05
Ho	ME-MS81	ppm	0,48	0,49	1,1	1,8	0,56	1,71	1,85	2,01
La	ME-MS81	ppm	16,2	11,2	24,6	50	10,4	87,9	52,7	51,5
Lu	ME-MS81	ppm	0,27	0,19	0,38	0,86	0,2	0,8	0,9	0,92
Nb	ME-MS81	ppm	3,34	3,46	2,07	24,5	2,85	19,25	27,8	21,9
Nd	ME-MS81	ppm	61,6	12,1	20,5	49,6	11,6	62,7	51,4	45,3
Pr	ME-MS81	ppm	18,4	2,87	4,97	12,45	2,75	17,25	13,4	12,15
Rb	ME-MS81	ppm	0,5	128,5	127,5	29,1	17,3	34,9	117	37,4
Sm	ME-MS81	ppm	3,94	2,71	5,29	10,55	2,92	11,8	10,05	9,2
Sn	ME-MS81	ppm	41,4	1,4	3,9	2,4	0,5	4,8	7,7	3,8
Sr	ME-MS81	ppm	13,2	187	17,1	9,3	424	2,9	18,1	17,6
Ta	ME-MS81	ppm	<0,1	0,4	0,3	1,6	0,2	1,8	3,4	5,6
Tb	ME-MS81	ppm	0,26	0,37	0,9	1,33	0,43	1,48	1,36	1,44
Th	ME-MS81	ppm	1,6	3,33	0,47	10,05	1,81	14,05	18,7	15,7
Tm	ME-MS81	ppm	0,25	0,19	0,42	0,78	0,22	0,73	0,89	0,9
U	ME-MS81	ppm	3,22	1,6	0,47	3,53	0,65	4,63	3,79	3,77
V	ME-MS81	ppm	<5	293	386	5	591	<5	<5	<5
W	ME-MS81	ppm	1,1	1,9	1,5	1,3	0,8	1,1	6,4	1,9
Y	ME-MS81	ppm	14,8	14,6	29,4	53,4	16,4	56,7	56	61,8
Yb	ME-MS81	ppm	1,79	1,28	2,68	5,3	1,45	5,02	6,02	5,88
Zr	ME-MS81	ppm	23	50	59	622	58	311	321	440
Ge	ME-MS81	ppm	5,3	1,3	2	1,5	1,4	3,9	1,4	1,1
As	ME-MS42	ppm	0,4	35,3	0,1	<0,1	0,7	<0,1	<0,1	<0,1
Bi	ME-MS42	ppm	0,4	0,23	0,46	0,03	0,03	2,4	0,16	0,02
Hg	ME-MS42	ppm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Sb	ME-MS42	ppm	0,1	0,47	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Se	ME-MS42	ppm	0,3	0,2	0,2	<0,2	0,5	<0,2	<0,2	<0,2
Te	ME-MS42	ppm	0,01	0,01	0,04	<0,01	0,02	0,2	0,02	<0,01
Tl	ME-MS42	ppm	<0,02	0,79	0,5	0,07	0,06	0,09	0,24	0,07
In	ME-MS42	ppm	0,487	0,011	0,084	0,05	0,013	0,175	0,039	0,022
Re	ME-MS42	ppm	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Ag	ME-4ACD81	ppm	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cd	ME-4ACD81	ppm	0,7	0,7	0,5	<0,5	0,7	<0,5	<0,5	<0,5
Co	ME-4ACD81	ppm	3	48	48	1	54	1	1	1
Cu	ME-4ACD81	ppm	8	39	1	<1	113	1	<1	1
Mo	ME-4ACD81	ppm	1	1	1	3	1	3	1	1
Ni	ME-4ACD81	ppm	<1	80	84	4	10	3	2	2
Pb	ME-4ACD81	ppm	11	97	11	5	6	12	11	7
Sc	ME-4ACD81	ppm	1	39	54	12	36	5	3	7
Zn	ME-4ACD81	ppm	319	145	131	37	93	141	34	30
Li	ME-4ACD81	ppm	10	40	30	40	<10	10	10	10
Ag	ME-MS41	ppm	0,02	0,19	0,02	0,01	0,03	<0,01	0,01	<0,01
Al	ME-MS41	ppm	0,42	2,51	5	2,11	4,82	2,24	0,95	1,25
As	ME-MS41	ppm	0,5	35,3	0,4	0,2	0,1	<0,1	0,3	0,1
Au	ME-MS41	ppm	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
B	ME-MS41	ppm	<10	<10	<10	10	<10	<10	<10	<10
Ba	ME-MS41	ppm	10	60	270	40	110	90	70	10
Be	ME-MS41	ppm	0,43	0,35	0,27	1,39	0,14	0,27	0,6	0,36
Bi	ME-MS41	ppm	0,42	0,24	0,5	0,02	0,03	2,5	0,16	0,02
Ca	ME-MS41	ppm	4,76	1,65	0,24	0,03	2,97	0,01	0,04	<0,01
Cd	ME-MS41	ppm	0,1	0,15	0,02	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01
Ce	ME-MS41	ppm	54,5	13,6	19	62,9	5,02	78,5	46,7	38,5
Co	ME-MS41	ppm	1,9	33,6	30,4	1	28,9	1	0,5	0,9
Cr	ME-MS41	ppm	1	187	243	10	19	7	3	4
Cs	ME-MS41	ppm	0,1	2,89	4,79	1,92	0,24	0,73	1,48	0,74
Cu	ME-MS41	ppm	6,1	35,4	1,4	0,6	111	1,4	0,5	1
Fe	ME-MS41	ppm	6,98	3,23	5,29	3,05	5,16	4,1	1,52	2,03
Ga	ME-MS41	ppm	3,14	4,92	9,34	12,45	11,4	13,9	5,36	6,68
Ge	ME-MS41	ppm	0,57	0,07	0,13	0,15	0,08	0,19	0,08	0,05
Hf	ME-MS41	ppm	0,09	0,25	0,06	0,78	0,1	0,88	1,03	0,9
Hg	ME-MS41	ppm	0,01	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
In	ME-MS41	ppm	0,473	0,008	0,09	0,056	0,01	0,166	0,035	0,019
K	ME-MS41	ppm	<0,01	1,8	2,62	0,38	0,31	0,6	0,75	0,26
La	ME-MS41	ppm	6,7	6,3	10,3	28,2	2,8	41,5	13,2	10,1
Li	ME-MS41	ppm	2	35,1	15,9	32,6	3,3	7	4,5	7,1
Mg	ME-MS41	ppm	0,21	1,88	4,89	0,99	0,68	1,34	0,56	0,92
Mn	ME-MS41	ppm	942	622	368	271	198	148	289	260
Mo	ME-MS41	ppm	0,34	0,37	0,16	2,54	0,54	2,12	0,64	0,68
Na	ME-MS41	ppm	0,01	0,06	0,17	0,05	0,43	0,06	0,04	0,04
Nb	ME-MS41	ppm	0,56	<0,05	<0,05	0,37	<0,05	0,78	2,98	0,52
Ni	ME-MS41	ppm	0,6	47,3	56,9	1,6	7,4	1,1	0,7	0,9
P	ME-MS41	ppm	10	560	410	70	270	40	80	50
Pb	ME-MS41	ppm	4,8	72,3	4,9	1,6	2,2	2,3	4,4	2,1
Rb	ME-MS41	ppm	0,2	112,5	130,5	26,5	13,2	32,7	86,5	18,5
Re	ME-MS41	ppm	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
S	ME-MS41	ppm	0,11	0,01	0,01	0,01	0,25	0,01	0,01	<0,01
Sb	ME-MS41	ppm	0,1	0,56	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sc	ME-MS41	ppm	0,9	5,1	25,1	8,5	5,9	1,3	1,2	4
Se	ME-MS41	ppm	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	<0,2	0,5	<0,2
Sn	ME-MS41	ppm	14,8	0,4	2,8	1,7	<0,2	1,5	1,8	0,6
Sr	ME-MS41	ppm	5	19,4	3,9	2,4	225	1,1	0,9	0,4
Ta	ME-MS41	ppm	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
Te	ME-MS41	ppm	0,01	0,01	0,02	0,01	<0,01	0,19	<0,01	0,01
Th	ME-MS41	ppm	1,1	3	0,3	8,6	1,8	10,4	19,8	14,2
Ti	ME-MS41	ppm	0,014	0,196	0,252	0,059	0,114	0,06	0,07	0,034
Tl	ME-MS41	ppm	<0,02	0,83	0,52	0,07	0,06	0,09	0,26	0,07
U	ME-MS41	ppm	1,88	0,8	0,26	1,68	0,43	3,04	3,13	2,05
V	ME-MS41	ppm	1	81	264	5	312	2	1	1
W	ME-MS41	ppm	0,65	0,73	0,49	0,2	0,1	0,33	1,86	0,16
Y	ME-MS41	ppm	5,36	3,4	5,07	4,87	2,39	8,74	26,1	9,44
Zn	ME-MS41	ppm	114	82	15	16	33	20	29	27
Zr	ME-MS41	ppm	2,6	8,7	2,3	27,3	3,8	28,5	31,2	28,6
Au	PGM-ICP23	ppm	0,002	0,002	0,002	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,001
Pt	PGM-ICP23	ppm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pd	PGM-ICP23	ppm	0,001	0,003	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
F	F-IC881	ppm								

Bilaga 1. Litogeokemidata.

Prov N (SWEREF) E (SWEREF) Bergart	Metod	Enhet	SAN230263A 6633868 460658 Ryolit	SAN230277A 6619391 459110 Ryolit	SAN230311A 6619960 463236 Ryolit	SAN230340A 6624717 458159 Ryolit	SAN230358A 6621734 457428 Skarnjärnmalm	SAN230361A 6621955 456870 Granit	SAN230400A 6626443 452628 Ryolit (omvandlad)	SAN230400B 6626443 452628 Ryolit (omvandlad)
SiO2	ME-ICPO6	viktt-%	72,7	76,6	74,2	75,5	27,9	76,6	43,5	42,6
Al2O3	ME-ICPO6	viktt-%	12,95	12,3	11,65	12,85	2,52	11,95	14,75	13,95
Fe2O3	ME-ICPO6	viktt-%	2,37	2,85	3,35	1,56	48,6	2,33	8,99	9,54
CaO	ME-ICPO6	viktt-%	0,13	0,09	0,48	0,35	13,85	0,69	22,6	27,6
MgO	ME-ICPO6	viktt-%	0,49	1,93	0,52	0,72	7,66	0,57	4,58	3,05
Na2O	ME-ICPO6	viktt-%	2,27	1,71	3,14	4,48	0,17	4,57	0,67	0,69
K2O	ME-ICPO6	viktt-%	6,02	4,4	4,36	4,2	0,1	1,66	0,19	0,47
Cr2O3	ME-ICPO6	viktt-%	<0,002	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	0,009	0,008
TiO2	ME-ICPO6	viktt-%	0,17	0,23	0,2	0,19	0,12	0,15	1,18	0,89
MnO	ME-ICPO6	viktt-%	0,03	0,1	0,04	0,01	0,39	0,01	0,69	0,91
P2O5	ME-ICPO6	viktt-%	0,03	0,02	0,02	0,01	<0,01	0,01	0,33	0,27
SrO	ME-ICPO6	viktt-%	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,01
BaO	ME-ICPO6	viktt-%	0,18	0,09	0,11	0,12	<0,01	0,06	0,01	0,04
C	C-IR07	viktt-%	0,05	0,01	0,03	0,01	0,15	0,01	0,02	0,03
S	C-IR08	viktt-%	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
LOI	OA-GRA05	viktt-%	0,92	0,71	0,46	0,3	-0,6	0,52	0,91	0,8
TOT-ICPO6	TOT-ICPO6	viktt-%	98,27	101,03	98,53	100,3	100,71	99,12	98,45	100,83
Ba	ME-MS81	ppm	1695	857	1095	1035	20,4	613	132,5	354
Ce	ME-MS81	ppm	38,5	150	77,6	117	25,9	123	43,7	32,8
Cr	ME-MS81	ppm	20	21	8	9	13	22	81	71
Cs	ME-MS81	ppm	1,27	0,67	0,11	0,15	0,08	0,43	0,06	0,11
Dy	ME-MS81	ppm	3,51	11,65	7,36	11	0,37	8,05	2,93	3,17
Er	ME-MS81	ppm	2,4	7,58	5,39	6,67	0,32	5,3	1,52	1,84
Eu	ME-MS81	ppm	0,61	1,5	1,12	1,68	0,4	0,9	1,43	3,26
Ga	ME-MS81	ppm	19,8	25,1	22,7	25	23,1	20	16,8	16,5
Gd	ME-MS81	ppm	3,41	12,2	6,03	12,15	0,36	7,07	3,74	3,81
Hf	ME-MS81	ppm	4,26	11,05	10,85	10,5	2,56	8,62	2,27	2,23
Ho	ME-MS81	ppm	0,81	2,52	1,63	2,2	0,1	1,71	0,59	0,68
La	ME-MS81	ppm	19,1	74,1	32,5	54,5	8,7	64,7	21,4	15,7
Lu	ME-MS81	ppm	0,44	1,01	0,77	0,94	0,02	0,83	0,23	0,27
Nb	ME-MS81	ppm	9,75	25,8	25,2	28,2	6,1	24,7	8,6	3,47
Nd	ME-MS81	ppm	17,1	68,4	30,6	61,7	7,7	53,6	23,4	17,6
Pr	ME-MS81	ppm	4,62	18,15	8,08	15,15	2,86	14,55	5,56	4,27
Rb	ME-MS81	ppm	123,5	137	103	86,9	2	44,2	6,1	19,9
Sm	ME-MS81	ppm	3,52	13,85	6,47	14,15	0,64	9,52	4,67	4,4
Sn	ME-MS81	ppm	4,5	3,9	3,2	4,9	15,7	3,1	5,8	19,3
Sr	ME-MS81	ppm	74,4	18	27	29,2	13,1	20,5	337	102
Ta	ME-MS81	ppm	0,5	2,2	1,7	2,3	1,2	2,9	0,4	1,6
Tb	ME-MS81	ppm	0,49	1,81	1,04	1,78	0,05	1,14	0,54	0,55
Th	ME-MS81	ppm	9,38	18,8	15,45	20,4	0,54	18,4	3,3	1,65
Tm	ME-MS81	ppm	0,34	1,02	0,73	0,93	0,04	0,76	0,24	0,28
U	ME-MS81	ppm	3,26	6,36	3,31	4,88	0,62	4,76	1,45	1,98
V	ME-MS81	ppm	15	<5	<5	<5	8	<5	222	208
W	ME-MS81	ppm	1,9	3,4	1,1	1,6	0,5	2,3	1	1,2
Y	ME-MS81	ppm	22,5	73,1	46,9	62,4	2,7	49,1	15,5	18,8
Yb	ME-MS81	ppm	2,93	7,14	4,98	6,54	0,24	5,23	1,32	1,73
Zr	ME-MS81	ppm	157	426	415	367	100	298	87	84
Ge	ME-MS81	ppm	2,2	0,9	1,6	1,3	1	1,5	2	3
As	ME-MS42	ppm	1,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,8	<0,1	2	3,5
Bi	ME-MS42	ppm	0,34	0,08	0,02	0,03	0,1	0,04	0,1	0,1
Hg	ME-MS42	ppm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	0,005	<0,005
Sb	ME-MS42	ppm	0,37	0,07	0,08	0,06	0,12	<0,05	0,43	0,35
Se	ME-MS42	ppm	0,4	<0,2	<0,2	0,3	<0,2	<0,2	0,2	<0,2
Te	ME-MS42	ppm	0,08	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01
Tl	ME-MS42	ppm	0,53	0,27	0,14	0,09	<0,02	0,07	<0,02	<0,02
In	ME-MS42	ppm	0,03	0,068	0,067	0,029	0,16	0,032	0,017	0,082
Re	ME-MS42	ppm	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ag	ME-4ACD81	ppm	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cd	ME-4ACD81	ppm	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,3	<0,5	0,6	0,6
Co	ME-4ACD81	ppm	1	1	<1	<1	18	1	8	3
Cu	ME-4ACD81	ppm	7	1	1	<1	5	1	<1	2
Mo	ME-4ACD81	ppm	1	2	1	1	<1	2	2	1
Ni	ME-4ACD81	ppm	4	4	1	4	2	1	9	2
Pb	ME-4ACD81	ppm	30	11	5	8	13	9	10	12
Sc	ME-4ACD81	ppm	9	6	5	4	2	4	24	18
Zn	ME-4ACD81	ppm	67	51	20	16	524	15	91	113
Li	ME-4ACD81	ppm	10	30	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ag	ME-MS41	ppm	0,12	0,03	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01
Al	ME-MS41	ppm	0,67	1,8	0,77	0,5	0,39	0,65	0,8	1,26
As	ME-MS41	ppm	1,6	<0,1	<0,1	<0,1	0,7	0,4	2,1	3,8
Au	ME-MS41	ppm	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
B	ME-MS41	ppm	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ba	ME-MS41	ppm	70	50	120	60	10	90	10	20
Be	ME-MS41	ppm	0,24	1,6	0,33	1,08	0,18	0,23	0,1	0,1
Bi	ME-MS41	ppm	0,33	0,06	0,02	0,05	0,1	0,04	0,11	0,1
Ca	ME-MS41	ppm	<0,01	0,02	0,07	0,08	0,9	0,04	1,48	3,47
Cd	ME-MS41	ppm	0,24	0,03	0,04	0,02	0,32	0,02	0,04	0,09
Ce	ME-MS41	ppm	31,5	82,3	64,1	80,7	12,85	70,4	15,7	15,85
Co	ME-MS41	ppm	1,1	0,4	0,5	0,2	12,6	1,1	0,7	0,6
Cr	ME-MS41	ppm	7	6	3	4	6	6	8	16
Cs	ME-MS41	ppm	0,99	0,58	0,09	0,14	0,06	0,35	<0,05	<0,05
Cu	ME-MS41	ppm	7,2	0,4	0,6	0,3	4,2	1,4	0,4	0,6
Fe	ME-MS41	ppm	1,51	1,66	2,1	1,01	29,1	1,46	0,68	1,44
Ga	ME-MS41	ppm	4,19	11,5	6,31	5,13	14,95	4,16	2,2	3,4
Ge	ME-MS41	ppm	<0,05	0,1	0,08	0,11	0,11	0,1	0,12	0,25
Hf	ME-MS41	ppm	0,96	0,96	1,47	3,29	0,14	1,56	0,29	0,37
Hg	ME-MS41	ppm	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
In	ME-MS41	ppm	0,028	0,063	0,06	0,033	0,149	0,027	0,019	0,081
K	ME-MS41	ppm	0,58	0,88	0,66	0,44	0,04	0,46	0,01	0,01
La	ME-MS41	ppm	12,4	30,8	23,1	33,8	3,9	32,7	8	8,2
Li	ME-MS41	ppm	7,4	24,5	3,7	2,5	0,6	3,5	2	1,9
Mg	ME-MS41	ppm	0,21	0,84	0,25	0,38	0,36	0,26	0,19	0,23
Mn	ME-MS41	ppm	168	445	280	69	1055	108	348	1500
Mo	ME-MS41	ppm	0,75	1,04	0,77	0,69	0,99	1,24	0,54	0,41
Na	ME-MS41	ppm	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,01	0,01
Nb	ME-MS41	ppm	0,54	1,39	2,41	2,75	0,68	2,91	0,69	0,35
Ni	ME-MS41	ppm	2,7	0,9	0,8	0,7	3,7	1,1	0,9	0,8
P	ME-MS41	ppm	50	30	70	30	<10	40	1440	1240
Pb	ME-MS41	ppm	15,4	2,6	2,1	4,2	3,8	2,4	2,9	2,5
Rb	ME-MS41	ppm	53,7	78,6	53,8	38,7	1,2	22,8	0,3	0,5
Re	ME-MS41	ppm	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
S	ME-MS41	ppm	0,09	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01
Sb	ME-MS41	ppm	0,46	0,07	0,07	<0,05	0,11	0,05	0,41	0,38
Sc	ME-MS41	ppm	4,8	5,5	2,7	4,2	0,5	1,9	2,4	5,1
Se	ME-MS41	ppm	0,5	0,3	0,2	0,6	<0,2	0,4	0,2	0,2
Sn	ME-MS41	ppm	0,7	2,8	1,3	2,9	3,8	1	0,9	4,1
Sr	ME-MS41	ppm	1,8	2,7	1,7	2,8	3	0,7	40,1	12,5
Ta	ME-MS41	ppm	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01
Te	ME-MS41	ppm	0,06	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01
Th	ME-MS41	ppm	8,3	16,3	15,5	20,1	0,5	18,4	1,7	1,1
Ti	ME-MS41	ppm	0,073	0,128	0,091	0,063	0,052	0,061	0,166	0,143
Tl	ME-MS41	ppm	0,51	0,28	0,14	0,08	<0,02	0,07	<0,02	<0,02
U	ME-MS41	ppm	1,89	3,67	1,84	3,51	0,32	3,83	0,45	0,68
V	ME-MS41	ppm	8	1	1	<1	6	1	25	46
W	ME-MS41	ppm	0,45	1,36	0,64	0,91	0,2	0,91	0,4	0,61
Y	ME-MS41	ppm	7,59	23,3	24,4	40	0,71	31,6	3,45	4,24
Zn	ME-MS41	ppm	61	29	18	14	234	12	26	45
Zr	ME-MS41	ppm	35	36,3	52,7	104	4,1	51,7	9,5	15,6
Au	PGM-ICP23	ppm	0,003	<0,001	0,001	0,001	<0,001	0,001	0,001	0,001
Pt	PGM-ICP23	ppm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	<0,005
Pd	PGM-ICP23	ppm	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
F	F-IC881	ppm								

Bilaga 1. Litogeokemidata.

Prov N (SWEREF) E (SWEREF) Bergart	Metod	Enhet	SAN230402A 6626490 452608 Ryolit (omvandlad)	SAN230442A 6633702 450898 Ryolit	JCA220065A 6635419 446212 Ryolit	SAN230139A 6624911 458314 Ryolit	SAN240129A 6637125 458959 Ryolit	SAN240130A 6635175 458453 Ryolit	SAN240131A 6633268 450744 Ryolit	ALZ230191A 6633868 450339 Ryolit
SiO2	ME-ICP06	vikt-%	38,9	76,8	76,1	77,6	70,1	77,6	75,8	72,5
Al2O3	ME-ICP06	vikt-%	14	11,35	9,43	11,5	15,15	10,5	11,9	12,35
Fe2O3	ME-ICP06	vikt-%	9,99	1,98	8,94	2,48	1,28	2,34	2,7	4,77
CaO	ME-ICP06	vikt-%	27,6	0,18	0,12	0,41	0,08	0,81	0,7	1,64
MgO	ME-ICP06	vikt-%	4,11	1,06	2,7	0,46	2,51	0,71	0,46	3,36
Na2O	ME-ICP06	vikt-%	0,02	0,8	0,59	3,8	0,42	0,19	3,93	3,33
K2O	ME-ICP06	vikt-%	<0,01	7,43	2,48	3,82	11,15	8,66	3,78	1,11
Cr2O3	ME-ICP06	vikt-%	0,008	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,002	<0,002	<0,002
TiO2	ME-ICP06	vikt-%	1,06	0,15	0,31	0,17	0,09	0,15	0,21	0,24
MnO	ME-ICP06	vikt-%	0,88	0,03	0,07	0,02	0,02	0,08	0,02	0,06
P2O5	ME-ICP06	vikt-%	0,29	<0,01	0,04	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,02
SrO	ME-ICP06	vikt-%	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
BaO	ME-ICP06	vikt-%	<0,01	0,16	0,05	0,09	0,15	0,12	0,08	0,02
C	C-IR07	vikt-%	0,07	0,01	0,05	0,03	0,03	0,06	0,05	0,04
S	C-IR08	vikt-%	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
LOI	OA-GRA05	vikt-%	1,79	0,69	0,97	0,23	0,99	0,59	0,48	1,71
TOT-ICP06	TOT-ICP06	vikt-%	98,67	100,63	101,8	100,59	101,94	101,76	100,07	101,12
Ba	ME-MS81	ppm	12,2	1505	427	823	1410	1055	683	189
Ce	ME-MS81	ppm	47,9	94,3	74,1	71,5	102,5	119	124,5	95,1
Cr	ME-MS81	ppm	70	14	6	<5	<5	11	<5	5
Cs	ME-MS81	ppm	0,13	0,25	1,28	0,34	4,11	1,74	0,2	0,78
Dy	ME-MS81	ppm	3,12	9,12	7,55	7,99	7,65	9,45	12,3	8,97
Er	ME-MS81	ppm	1,52	5,45	4,44	5,68	5,14	5,89	7,59	5,44
Eu	ME-MS81	ppm	1,51	1,47	2,19	0,83	0,36	1,38	1,94	1,59
Ga	ME-MS81	ppm	15	17,7	14,5	20,7	15,6	13,4	20,7	15
Gd	ME-MS81	ppm	3,85	8,52	7,85	5,74	6,97	8,67	11,3	7,98
Hf	ME-MS81	ppm	2,45	8,31	11,9	10,05	6,99	8,41	10,1	11,25
Ho	ME-MS81	ppm	0,61	2,03	1,48	1,8	1,46	1,93	2,4	1,79
La	ME-MS81	ppm	24	46,9	37,3	28,4	48	59,7	61,4	46,2
Lu	ME-MS81	ppm	0,25	0,9	0,81	0,97	0,92	0,92	1,14	0,89
Nb	ME-MS81	ppm	7,21	21,6	17,8	24,3	28,9	19,85	22,6	10,9
Nd	ME-MS81	ppm	22	45,5	38,9	27,7	45,5	52,7	59	42,2
Pr	ME-MS81	ppm	5,84	11,85	9,96	7,35	12,55	14,85	16,2	11,55
Rb	ME-MS81	ppm	0,6	125,5	71,6	86,9	208	179	71,7	34,2
Sm	ME-MS81	ppm	4,3	9,7	8,68	6,24	9,53	10,3	13,2	9,22
Sn	ME-MS81	ppm	6,2	4,1	3,2	6,7	4,2	7,4	5,6	4,1
Sr	ME-MS81	ppm	154	37,9	5,7	34,3	11,6	10	26,7	82,9
Ta	ME-MS81	ppm	<0,1	1,7	1,1	2	2,2	1,6	1,8	1,2
Tb	ME-MS81	ppm	0,56	1,54	1,23	1,2	1,19	1,55	1,94	1,44
Th	ME-MS81	ppm	3,45	15,45	10,1	18,7	27,9	17,1	18,3	17,8
Tm	ME-MS81	ppm	0,21	0,9	0,7	0,92	0,81	0,99	1,12	0,84
U	ME-MS81	ppm	2,35	4,71	3,36	6,06	2,59	4,43	5,91	4,94
V	ME-MS81	ppm	200	<5	5	<5	<5	7	<5	51
W	ME-MS81	ppm	1,8	1	1,5	2,3	1,7	3,1	1,9	0,8
Y	ME-MS81	ppm	15,8	52,6	41,6	50,8	35,9	55,5	69,8	53,5
Yb	ME-MS81	ppm	1,41	5,68	4,91	6,13	5,82	5,86	7,26	5,43
Zr	ME-MS81	ppm	96	277	506	349	172	289	361	438
Ge	ME-MS81	ppm	2	1,3	1,4	1,2	0,8	1,4	1,6	1
As	ME-MS42	ppm	4,8	<0,1	<0,1	0,2	0,2	0,6	<0,1	<0,1
Bi	ME-MS42	ppm	0,12	0,02	0,1	0,1	0,04	0,24	0,38	0,05
Hg	ME-MS42	ppm	<0,005	<0,005	0,015	0,011	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Sb	ME-MS42	ppm	0,35	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	1,32	0,12	<0,05
Se	ME-MS42	ppm	0,3	0,2	0,2	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2
Te	ME-MS42	ppm	<0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,02	0,01
Tl	ME-MS42	ppm	<0,02	0,14	0,21	0,11	0,63	0,06	0,07	0,1
In	ME-MS42	ppm	0,029	0,013	0,067	0,076	0,02	0,061	0,078	0,075
Re	ME-MS42	ppm	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Ag	ME-4ACD81	ppm	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cd	ME-4ACD81	ppm	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Co	ME-4ACD81	ppm	5	1	3	1	1	<1	<1	14
Cu	ME-4ACD81	ppm	1	2	3	<1	1	1	2	7
Mo	ME-4ACD81	ppm	1	2	1	<1	<1	2	1	1
Ni	ME-4ACD81	ppm	9	3	3	<1	2	1	1	14
Pb	ME-4ACD81	ppm	10	18	11	11	27	31	73	35
Sc	ME-4ACD81	ppm	20	4	13	4	4	5	5	8
Zn	ME-4ACD81	ppm	157	61	75	26	56	55	42	76
Li	ME-4ACD81	ppm	10	10	10	10	20	<10	<10	10
Ag	ME-MS41	ppm	0,01	<0,01	0,03	<0,01	0,01	0,03	0,1	0,01
Al	ME-MS41	ppm	1,22	0,78	2,92	0,62	1,24	0,23	0,52	2,02
As	ME-MS41	ppm	5,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,7	0,2	<0,1
Au	ME-MS41	ppm	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
B	ME-MS41	ppm	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ba	ME-MS41	ppm	10	40	420	70	40	50	50	120
Be	ME-MS41	ppm	0,25	0,45	0,5	0,52	2,05	0,59	0,4	0,82
Bi	ME-MS41	ppm	0,13	0,02	0,09	0,1	0,04	0,24	0,38	0,05
Ca	ME-MS41	ppm	3,13	0,06	0,02	0,06	0,03	0,2	0,31	0,16
Cd	ME-MS41	ppm	0,09	0,04	0,02	0,03	0,05	0,08	0,04	0,06
Ce	ME-MS41	ppm	23	89,8	55,9	64,7	81	85,6	122,5	86,7
Co	ME-MS41	ppm	1,6	0,5	2	0,4	0,7	0,1	0,3	14,6
Cr	ME-MS41	ppm	13	4	6	3	3	7	2	4
Cs	ME-MS41	ppm	0,08	0,24	1,02	0,29	2,91	0,38	0,12	0,74
Cu	ME-MS41	ppm	1	1,2	2,9	0,4	0,6	1	1,7	6
Fe	ME-MS41	ppm	1,4	1,28	5,17	1,61	0,84	1,25	1,72	3,24
Ga	ME-MS41	ppm	2,76	6,1	10,35	6,06	6,14	2,7	5,77	7,65
Ge	ME-MS41	ppm	0,15	0,1	0,22	0,14	0,14	0,16	0,23	0,22
Hf	ME-MS41	ppm	0,39	1,62	0,15	1,6	1,52	0,86	2,75	1,43
Hg	ME-MS41	ppm	0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
In	ME-MS41	ppm	0,03	0,013	0,062	0,075	0,02	0,064	0,078	0,073
K	ME-MS41	ppm	<0,01	0,64	1,92	0,48	1,1	0,17	0,38	0,76
La	ME-MS41	ppm	12,4	41,2	25,8	24,1	32,4	41,1	57,6	40,3
Li	ME-MS41	ppm	2,5	3,7	7,4	4	13,9	3,1	3	11,4
Mg	ME-MS41	ppm	0,46	0,53	1,48	0,25	1,4	0,19	0,25	1,94
Mn	ME-MS41	ppm	1245	189	253	158	198	292	162	392
Mo	ME-MS41	ppm	0,5	1,3	0,53	0,37	0,34	1,21	1,43	0,65
Na	ME-MS41	ppm	0,01	0,01	0,08	0,05	0,01	0,01	0,04	0,04
Nb	ME-MS41	ppm	0,61	0,96	0,38	2,2	1,68	3,06	3,34	0,29
Ni	ME-MS41	ppm	1,5	0,6	1,5	0,6	0,7	0,6	0,4	13
P	ME-MS41	ppm	1280	40	100	50	20	30	60	40
Pb	ME-MS41	ppm	2,3	7,7	9,6	3,8	13,9	30,6	66,9	15,2
Rb	ME-MS41	ppm	0,3	45,1	65,5	36,6	67,3	9	25,4	28,7
Re	ME-MS41	ppm	<0,001	0,001	<0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	<0,001
S	ME-MS41	ppm	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01
Sb	ME-MS41	ppm	0,39	0,05	<0,05	<0,05	0,09	1,31	0,12	<0,05
Sc	ME-MS41	ppm	5	2,2	10,3	2,5	2,5	2,2	4,1	7,9
Se	ME-MS41	ppm	0,4	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,2
Sn	ME-MS41	ppm	1,2	1,1	2,8	3,4	2,3	5,2	3	3,6
Sr	ME-MS41	ppm	17,3	1,8	0,4	2	1	3,2	9,5	2,9
Ta	ME-MS41	ppm	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
Te	ME-MS41	ppm	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01
Th	ME-MS41	ppm	2,4	15,6	8,2	14,7	24	14,2	17,2	15,5
Ti	ME-MS41	ppm	0,163	0,063	0,153	0,062	0,027	0,064	0,08	0,078
Tl	ME-MS41	ppm	<0,02	0,14	0,2	0,1	0,58	0,06	0,07	0,1
U	ME-MS41	ppm	0,81	3,61	1,77	3,78	1,76	2,47	3,95	2,49
V	ME-MS41	ppm	39	<1	5	1	1	<1	1	55
W	ME-MS41	ppm	0,96	0,15	0,45	0,81	0,47	2,26	0,35	0,07
Y	ME-MS41	ppm	3,48	42,5	5,42	27,7	20	38,9	46	14,2
Zn	ME-MS41	ppm	82	54	27	24	56	36	42	76
Zr	ME-MS41	ppm	15	58,9	5,9	58,8	36,5	28,4	88,2	50,1
Au	PGM-ICP23	ppm	0,001	0,001	0,002	0,002	<0,001	0,014	0,001	0,001
Pt	PGM-ICP23	ppm	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Pd	PGM-ICP23	ppm	0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
F	F-IC881	ppm								

Bilaga 2. EDS-analyser

Bilaga 2A. Amfibol och pyroxen. Data visas i vikt-%.

Prov	Analys	Mineral	O	Na	Mg	Al	Si	Ca	Fe	Total
SAN230169A	spot15	Ca-amfibol	38,28		10,3	1,01	28,17	10,72	11,53	100,01
SAN230169A	spot23	Ca-amfibol	37,99		9,96	1,85	27,34	10,69	12,17	100,00
SAN230169A	spot27	Ca-amfibol	37,96		9,79	0,01	28,39	10,6	13,26	100,01
SAN230169A	spot36	Ca-amfibol	38,59		10,45	0,01	28,21	10,92	11,83	100,01
SAN230169A	spot4	Ca-amfibol	37,61		8,33	5,63	24,7	10,18	13,55	100,00
SAN230169A	spot5	Ca-amfibol	38,73		10,87	1,04	28,62	10,42	10,32	100,00
SAN230169A	spot9	Ca-amfibol	38,82		10,69	1,49	27,93	10,60	10,47	100,00
SAN230190A	spot10	Ferro-papikeit	36,01	1,40	6,42	8,10	21,90		26,18	100,01
ALZ230113A02	spot11	Ferro-papikeit	36,62	2,09	7,95	13,89	19,83		19,61	99,99
ALZ230113A02	spot12	Ferro-papikeit	36,95	2,17	7,66	13,77	19,15		20,30	100,00
ALZ230113A02	spot15	Ferro-papikeit	36,40	2,14	7,77	13,7	19,48		20,51	100,00
SAN230190A	spot16	Ferro-papikeit	35,52	1,77	4,81	13,43	19,18		25,29	100,00
SAN230190A	spot18	Ferro-papikeit	36,28	1,86	5,06	14,22	19,00		23,59	100,01
SAN230190A	spot2	Ferro-papikeit	35,89	1,96	4,72	13,76	19,03		24,64	100,00
ALZ230113A02	spot7	Ferro-papikeit	37,07	2,18	8,02	13,44	19,70		19,61	100,02
JCA220070A02	spot10	Papikeit	38,58	2,34	9,69	14,21	20,34		14,84	100,00
JCA220070A02	spot7	Papikeit	38,39	2,17	9,99	13,63	20,59		15,24	100,01
ALZ230113A02	spot1	Antofyllit	37,04		11,37	1,58	27,21		22,80	100,00
JCA220070A02	spot12	Antofyllit	38,46		14,07	0,78	28,96		17,72	99,99
JCA220070A02	spot14	Antofyllit	38,21		13,68	0,78	28,73		18,60	100,00
ALZ230113A02	spot2	Antofyllit	37,06	0,47	11,06	2,91	26,69		21,81	100,00
JCA220070A02	spot20	Antofyllit	38,60		13,37	0,67	29,00		18,36	100,00
JCA220070A02	spot22	Antofyllit	38,11		13,50	0,80	28,44		19,15	100,00
JCA220070A02	spot37	Antofyllit	38,36		13,66	0,83	28,75		18,41	100,01
ALZ230113A02	spot8	Antofyllit	37,64		12,71	1,13	27,95		20,57	100,00
JCA220070A02	spot9	Antofyllit	38,83		14,14	0,81	28,99		17,24	100,01
SAN230190A	spot12	Ferro-antofyllit	36,17		8,30	4,21	24,95		26,37	100,00
SAN230190A	spot13	Ferro-antofyllit	36,20		8,99	2,07	26,16		26,58	100,00
SAN230190A	spot6	Ferro-antofyllit	35,93		8,96	2,57	25,91		26,62	99,99
SAN230190A	spot8	Ferro-antofyllit	36,10		8,98	2,52	25,95		26,44	99,99
SAN230169A	spot25	Pyroxen	35,38		7,35	0,01	26,99	19,97	10,31	100,01
SAN230169A	spot26	Pyroxen	35,79		7,80	0,01	26,94	20,25	9,22	100,01
SAN230169A	spot35	Pyroxen	35,30		8,06	0,01	27,44	19,7	9,51	100,02

Bilaga 2B. Biotit, klorit och talk. Data visas i vikt-%.

Prov	Analys	Mineral	O	Na	Mg	Al	Si	K	Fe	Total
JCA220065A02	spot15	Biotit	35,41		6,33	11,22	18,42	8,91	19,71	100,00
JCA220065A02	spot2	Biotit	35,26		5,85	10,75	18,16	8,83	21,14	99,99
JCA220070A02	spot13	Biotit	40,66		13,48	8,80	23,54	5,91	7,60	99,99
JCA220070A02	spot21	Biotit	37,64		12,50	9,53	21,64	8,30	10,40	100,01
JCA220070A02	spot4	Biotit	38,20	0,55	13,59	9,86	21,60	8,19	8,00	99,99
SAN230143B	spot18	Biotit	39,68		15,51	9,48	22,15	8,29	4,88	99,99
SAN230143B	spot23	Biotit	39,54	0,46	15,66	9,26	21,97	7,96	5,16	100,01
SAN230143B	spot32	Biotit	37,91		15,27	9,03	23,41	8,73	5,64	99,99
SAN230143B	spot36	Biotit	37,51		15,12	9,48	23,17	9,19	5,54	100,01
SAN230169A	spot2	Biotit	35,93		8,62	9,95	19,69	9,88	15,93	100,00
SAN230169A	spot20	Biotit	35,78		8,91	10,01	20,03	9,84	15,42	99,99
SAN230169A	spot8	Biotit	36,30		8,41	10,42	19,68	8,96	16,23	100,00
SAN230190A	spot11	Biotit	35,80		8,60	9,98	19,84	9,23	16,54	99,99
SAN230190A	spot4	Biotit	36,18		8,57	10,28	19,52	8,21	17,23	99,99
SAN230190A	spot7	Biotit	35,94		8,64	9,97	19,73	8,66	17,05	99,99
ALZ230113A02	spot14	Klorit	41,91		13,08	10,87	16,52		17,61	99,99
ALZ230113A02	spot6	Klorit	42,15		14,81	13,39	15,21	0,97	13,47	100,00
ALZ230113A02	spot9	Klorit	42,19		14,86	13,78	14,27		14,89	99,99
JCA220065A02	spot21	Klorit	38,94		9,40	12,71	13,33		25,62	100,00
JCA220070A02	spot11	Klorit	43,99		17,43	13,61	14,81		10,16	100,00
JCA220070A02	spot32	Klorit	42,55		16,40	13,35	14,42		13,27	99,99
JCA220070A02	spot36	Klorit	42,80		15,59	13,19	14,60		13,82	100,00
JCA220070A02	spot8	Klorit	41,72	1,98	14,27	9,00	24,08	1,64	7,31	100,00
SAN230143B	spot17	Klorit	43,28		18,95	12,89	16,73	1,14	7,01	100,00
SAN230143B	spot2	Klorit	44,70		18,90	13,41	15,19		7,81	100,01
SAN230143B	spot27	Klorit	43,20		18,32	13,13	15,91		9,44	100,00
SAN230143B	spot28	Klorit	43,14		17,90	13,19	15,37		10,40	100,00
SAN230190A	spot15	Klorit	41,40		10,63	13,09	13,34		21,54	100,00
SAN230190A	spot17	Klorit	40,62		10,42	13,18	13,05		22,73	100,00
SAN230190A	spot3	Klorit	39,89		11,18	13,57	13,37		21,99	100,00
SAN230190A	spot9	Klorit	40,76		11,50	12,37	13,64		21,73	100,00
SAN230143B	spot29	Talk	42,46	1,00	18,57	2,80	30,90		4,28	100,01

Bilaga 2C. Cordierit. Data visas i vikt-%.

Prov	Analys	Mineral	O	Na	Mg	Al	Si	Fe	Total
JCA220070A02	spot1	Cordierit	42,36		7,76	19,91	26,46	3,51	100,00
JCA220070A02	spot2	Cordierit	42,52		7,29	19,52	26,59	4,08	100,00
JCA220070A02	spot5	Cordierit	42,89	0,79	7,61	18,93	26,63	3,14	99,99
SAN230143B	spot1	Cordierit	42,92	0,27	7,90	19,62	26,47	2,83	100,01
SAN230143B	spot16	Cordierit	43,29		7,96	19,95	26,30	2,49	99,99
SAN230143B	spot25	Cordierit	42,79		7,82	19,81	26,95	2,64	100,01
SAN230143B	spot30	Cordierit	43,43	1,43	7,58	18,09	26,57	2,90	100,00
SAN230143B	spot31	Cordierit	43,60	1,45	7,79	17,75	26,33	3,09	100,01
SAN230143B	spot33	Cordierit	44,70	0,85	7,99	19,19	27,27	0,01	100,01
SAN230143B	spot34	Cordierit	43,13	0,66	7,62	19,07	26,72	2,80	100,00
SAN230143B	spot37	Cordierit	43,25		7,80	19,63	26,87	2,45	100,00
SAN230190A	spot1	Cordierit	41,56		5,60	19,43	25,81	7,59	99,99
SAN230190A	spot14	Cordierit	41,38		5,75	19,29	25,67	7,91	100,00

Bilaga 2D. Kloritoid och staurolit. Data visas i vikt-%.

Prov	Analys	Mineral	O	Mg	Al	Si	Fe	Total
JCA220065A02	spot10	Kloritoid	39,48	1,66	23,42	12,88	22,56	100,00
JCA220065A02	spot13	Kloritoid	39,27	1,80	23,64	12,93	22,36	100,00
JCA220065A02	spot19	Kloritoid	39,20	1,81	23,69	13,00	22,31	100,01
JCA220065A02	spot24	Kloritoid	39,36	1,60	22,65	13,78	22,61	100,00
JCA220065A02	spot7	Kloritoid	39,06	1,75	23,43	12,76	23,00	100,00
JCA220065A02	spot9	Kloritoid	39,40	1,69	23,39	12,61	22,91	100,00
ALZ230113A02	spot10	Staurolit	39,88	1,80	30,89	14,89	12,53	99,99
ALZ230113A02	spot13	Staurolit	39,46	1,87	30,30	15,02	13,35	100,00
ALZ230113A02	spot5	Staurolit	39,39	1,76	30,35	15,16	13,33	99,99
JCA220065A02	spot11	Staurolit	38,77	1,24	30,15	15,00	14,84	100,00
JCA220065A02	spot14	Staurolit	38,52	1,20	30,31	14,84	15,13	100,00
JCA220065A02	spot18	Staurolit	38,98	1,30	30,24	14,83	14,64	99,99
JCA220065A02	spot20	Staurolit	38,89	1,24	30,36	14,78	14,72	99,99
JCA220065A02	spot22	Staurolit	39,22	1,21	30,30	14,32	14,94	99,99
JCA220065A02	spot25	Staurolit	38,85	1,21	29,95	14,50	15,49	100,00
JCA220065A02	spot3	Staurolit	38,48	1,18	30,39	15,16	14,79	100,00
JCA220065A02	spot4	Staurolit	38,79	1,16	30,16	15,03	14,86	100,00
JCA220065A02	spot5	Staurolit	38,45	1,14	29,65	15,38	15,36	99,98
JCA220065A02	spot6	Staurolit	40,44	1,05	29,39	16,33	12,79	100,00
JCA220065A02	spot8	Staurolit	38,88	1,14	30,04	15,01	14,92	99,99
JCA220070A02	spot19	Staurolit	39,45	2,24	31,80	15,37	11,15	100,01
JCA220070A02	spot3	Staurolit	40,00	2,02	31,35	15,27	11,35	99,99
JCA220070A02	spot6	Staurolit	39,77	2,00	31,92	15,17	11,13	99,99

Bilaga 2E. Fältspat. Data visas i vikt-%.

Prov	Analys	Mineral	O	Na	Al	Si	Ca	K	Total
SAN230169A	spot13	Kalifältspat	39,46		10,62	33,79		16,13	100,00
SAN230169A	spot16	Kalifältspat	39,55		10,42	33,66		16,37	100,00
SAN230169A	spot18	Kalifältspat	39,44		10,45	34,09		16,03	100,01
SAN230169A	spot24	Kalifältspat	39,97		10,74	33,48		15,81	100,00
SAN230169A	spot29	Kalifältspat	39,94		10,77	33,39		15,90	100,00
SAN230169A	spot32	Kalifältspat	39,85		10,39	33,67		16,08	99,99
SAN230169A	spot6	Kalifältspat	39,98		10,40	33,34		16,27	99,99
ALZ230113A02	spot4	Plagioklas (albit)	42,49	9,38	11,71	36,42			100,00
SAN230143B	spot22	Plagioklas (albit)	42,66	9,08	11,51	36,75			100,00
SAN230169A	spot34	Plagioklas (albit)	42,61	8,98	11,60	36,81			100,00
JCA220065A02	spot1	Plagioklas (albit–oligoklas)	42,13	7,94	12,85	34,45	2,64		100,01
JCA220065A02	spot23	Plagioklas (albit–oligoklas)	42,61	7,96	12,26	35,30	1,88		100,01
SAN230169A	spot19	Plagioklas (andesin)	41,70	5,68	14,68	31,74	6,20		100,00
SAN230169A	spot31	Plagioklas (andesin)	41,66	6,09	14,50	31,98	5,78		100,01
SAN230169A	spot33	Plagioklas (andesin)	42,20	6,29	14,33	32,08	5,11		100,01
SAN230169A	spot7	Plagioklas (andesin)	42,15	6,48	14,12	32,33	4,92		100,00

Bilaga 2F. Fe–Ti-oxider. Data visas i vikt-%.

Prov	Analys	Mineral	O	Mg	Si	Fe	Ti	Total
ALZ230113A02	spot3	Ilmenit	25,45			42,46	32,09	100,00
JCA220070A02	spot15	Ilmenit	24,87	0,51		39,85	34,77	100,00
JCA220070A02	spot26	Ilmenit	24,95			40,44	34,61	100,00
SAN230190A	spot5	Ilmenit	24,69			41,46	33,84	99,99
JCA220065A02	spot17	Rutil	33,75		0,51		65,75	100,01
JCA220070A02	spot16	Rutil	32,77				67,23	100,00
SAN230143B	spot3	Rutil	33,09				66,91	100,00

Bilaga 2G. Mineral med REE, Ti, U eller Th. Data visas i vikt-%.

Prov	Analys	Mineral	O	Mg	Al	Si	Ca	Fe	Ce	La	Nd	P	Y	Nb	Ti	Th	U	Total
JCA220070A02	spot25a	Chevkitnit-grupp	33,44	1,07	4,22	13,12		6,77	30,45						10,93			100,00
JCA220070A02	spot25b	Chevkitnit-grupp	30,23	1,03	4,00	12,46		6,21	26,30		9,81				9,93			99,97
JCA220070A02	spot29	Chevkitnit-grupp	37,31	0,43	3,76	12,17	0,90	6,92	20,56				2,55		15,39			99,99
JCA220070A02	spot30a	Chevkitnit-grupp	33,12	1,03	4,09	12,50		7,04	27,61				3,71		10,89			99,99
JCA220070A02	spot30b	Chevkitnit-grupp	29,89	1,00	3,89	11,90		6,46	23,76		9,70		3,50		9,90			100,00
SAN230143B	spot15	Chevkitnit-grupp	34,03	0,99	4,76	12,28	0,76	4,53	24,97				6,04		11,64			100,00
SAN230143B	spot8	Chevkitnit-grupp	34,17	1,04	4,90	12,66		4,48	26,12				5,37		11,27			100,01
SAN230143B	spot9a	Chevkitnit-grupp	34,12	0,88	4,95	12,38	0,59	4,51	26,05				5,19		11,33			100,00
JCA220070A02	spot17	Kolumbit-grupp	29,60			0,78							18,09	27,47	21,24		2,82	100,00
JCA220070A02	spot33a	Kolumbit-grupp	32,81			0,45		3,31					13,80	17,35	26,78		5,50	100,00
JCA220070A02	spot33b	Kolumbit-grupp	30,89			0,45	0,50	3,16			3,65		13,52	16,87	25,61		5,35	100,00
JCA220070A02	spot35	Kolumbit-grupp	31,23			0,66	0,53	2,98					10,71	14,72	25,98	6,65	6,55	100,01
JCA220070A02	spot23	Allanit-grupp	34,59	1,46	10,38	17,61	3,13	14,87	12,09	5,86								99,99
JCA220070A02	spot24	Allanit-grupp	33,47	1,46	10,18	17,60	5,30	13,06	12,93	6,00								100,00
JCA220070A02	spot28	Allanit-grupp	36,13	1,03	10,85	17,77	5,52	11,59	12,29	4,82								100,00
SAN230143B	spot19	Allanit-grupp	37,36	1,14	11,62	18,15	10,56	9,16	12,01									100,00
SAN230143B	spot20	Allanit-grupp	39,61	1,08	13,87	20,11	4,93	10,39	10,01									100,00
SAN230143B	spot21	Allanit-grupp	36,83	1,71	10,97	17,95	6,49	12,03	14,03									100,01
SAN230143B	spot5	Allanit-grupp	34,51	0,89	11,07	17,16	9,61	10,10	12,13	4,53								100,00
SAN230143B	spot6	Allanit-grupp	42,04	1,06	12,89	19,37	5,30	8,52	10,82									100,00
JCA220070A02	spot27	Monazit-(Ce)	22,99						30,91	17,26	13,40	15,44						100,00
SAN230143B	spot13	Monazit-(Ce)	24,55						29,33	13,62	16,59	15,91						100,00
SAN230143B	spot11	Thorit	22,79			8,54										68,67		100,00
SAN230143B	spot12	Thorit	23,35			9,67	1,45									65,52		99,99
SAN230143B	spot10	Ti-(Ce,Y)-Fe-silikat	34,81		3,64	10,33		10,15	9,60				1,37		30,11			100,01
SAN230169A	spot10	Titanit	34,72		1,29	15,17	22,52								26,30			100,00
SAN230169A	spot30	Titanit	34,83		1,03	14,92	23,18								26,04			100,00
JCA220070A02	spot18	Xenotim-(Y)	35,25									19,67	45,08					100,00
JCA220070A02	spot31	Xenotim-(Y)	33,53									20,08	46,38					99,99
SAN230143B	spot14	Xenotim-(Y)	34,22									20,01	45,78					100,01

Bilaga 2H. Övriga mineral. Data visas i vikt-%.

Prov	Analys	Mineral	O	Na	Mg	Al	Si	Ca	K	Fe	Mn	P	Total
SAN230169A	spot11	Apatit	34,45					45,39				20,16	100,00
SAN230143B	spot24	Celadonit-grupp	43,87		4,21	18,65	24,83		8,43	0,01			100,00
SAN230143B	spot26	Celadonit-grupp	43,96	0,80	4,48	18,38	24,89		7,49	0,01			100,01
JCA220065A02	spot12	Granat (almandin)	31,77		1,37	11,67	18,57	0,86		32,20	3,57		100,01
JCA220065A02	spot16	Granat (almandin)	32,55		1,61	11,62	18,53	0,27		31,72	3,69		99,99
SAN230169A	spot3	Prehnit	41,69			13,41	22,81	22,09					100,00
SAN230169A	spot1	Pumpellyit	38,10		0,01	16,42	20,27	20,07		5,14			100,01
SAN230169A	spot12	Pumpellyit	38,57		0,01	16,73	20,59	19,65		4,46			100,01
SAN230169A	spot17	Pumpellyit	38,20		0,01	16,20	19,91	19,78		5,91			100,01
SAN230169A	spot21	Pumpellyit	37,81		0,01	16,76	20,19	19,83		5,41			100,01
SAN230169A	spot22	Pumpellyit	38,27		0,01	16,46	20,55	18,63		6,09			100,01