Bergslagen, etapp 2

# Berggrundskartering i området Eskilstuna SV och SO

Edine Bakker, Peter Hedin & Dick Claeson

februari 2021

SGU-rapport 2021:11





Omslagsbild: Migmatiserad paragnejs (6551093/578645). Fotograf: Edine Bakker

Författare: Edine Bakker, Peter Hedin, Dick Claeson Granskad av: Ildikó Antal Lundin Ansvarig enhetschef: Ildikó Antal Lundin

Redaktör: Lina Rönnåsen

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

www.sgu.se

## INNEHÅLL

Abstract	4
Sammanfattning	4
Inledning	5
Tidigare och fortsatta arbeten	6
Regional Geologi	6
Geofysisk översikt	6
Flyggeofysik	6
Geofysiska markmätningar	10
Markprofiler	10
Spektrometri	10
Tyngdkraft	12
Petrofysik	12
Bergarter	15
Ytbergarter	15
Sedimentära bergarter	15
Vulkaniska bergarter	15
Djupbergarter	17
Gångar av amfibolit, basalt och diabas	17
Strukturer och metamorfos	19
Naturresurser	19
Järnoxidmineraliseringar	19
Sulfidmineraliseringar	19
Krossberg	20
Referenser	21

## ABSTRACT

This report provides a summary of the field activities carried out during the summer of 2020 in the southern part of the area covered by map sheets 10G Eskilstuna Southwest and Southeast (10G SV – SO). The ongoing mapping project is part of a series of activities within the project Bergslagen part 2. The aim of the Eskilstuna part of the project is to produce knowledge and data in order to update the map database at 1:50 000 scale, the geophysics and the lithogeochemical databases. Geological and geophysical information was collected during c. 90 man-days in the field. An overview of the collected data and preliminary observations are given in this report.

## SAMMANFATTNING

Denna rapport sammanfattar berggrundskartering och geofysiska undersökningar som utförts under 2020 i södra delarna av kartbladsområdena 10G Eskilstuna sydvästra (SV) och sydöstra (SO) kartbladet. Arbetet utgör en del av olika aktiviteter som pågår inom SGUs projekt Bergslagen, etapp 2. Syftet med undersökningarna är att producera berggrundsgeologisk information anpassad för skala 1:50 000 och uppdatera SGUs databaser. Insamlingen av data skedde under 90 mandagar i fält. I denna rapport presenteras de olika typerna av insamlade data och preliminära observationer.

## INLEDNING

Inom ramen för SGU-projektet Bergslagen, etapp 2, som inleddes 2018, bedrivs olika geologiska undersökningar i Bergslagen (läs mer på www.sgu.se under Mineralnäring/Mineralinformation/Kartering i Bergslagen).

Denna rapport avser berggrundskartering och geofysiska undersökningar som utförts under 2020 i delar av kartbladsområdena 10G Eskilstuna SV och SO, där det saknas ett modernt kartunderlag i skalan 1:50 000 (fig. 1). Området omfattar delar av kommunerna Arboga, Vingåker, Katrineholm och Flen. Området har bedömts som prospekteringsintressant och har åtskilliga kända mineraliseringar. Det är även intressant ur ett samhällsplaneringsperspektiv eftersom det ligger inom en tätortsregion med behov av infrastruktursatsningar.

Under fältsäsongen 2020 karterades delar av berggrunden i kartområdet av Edine Bakker och Dick Claeson. De geofysiska fältundersökningarna utfördes av Peter Hedin. Den geologiska undersökningen eftersträvade en så kallad baskartering varvid i genomsnitt 4–5 km<sup>2</sup> per person och dag undersöks. Arbetet i fält omfattade cirka 70 mandagar för geologisk undersökning och 20 mandagar till geofysisk undersökning. Ett antal prover har tagits för petrofysiska mätningar, litogeokemiska analyser och för tillverkning av tunnslip. Målet med undersökningarna är att producera berggrundsgeologisk information anpassad för skala 1:50 000 som ett planerings- och resurshållningsunderlag för prospekteringsbolag, kommuner och länsstyrelser i områdena mellan Eskilstuna och Katrineholm (790 km<sup>2</sup>, fig. 1).



**Figur 1.** Berggrundskarta baserad på tidigare information över Eskilstuna SV, SO och dess omgivning, inga revideringar gjorda utifrån årets kartering. Projektområdet markerat med svart linje.

#### Tidigare och fortsatta arbeten

Området var bland de första som kartlades av SGU och endast en geologisk karta i serie Aa från 1864 finns publicerad (Kugelberg 1864).

Modern kartering av Eskilstuna SO och SV påbörjades 2009 under projektet Eskilstuna, berg. Syftet var att för delar av kartområdena 10G Eskilstuna SO och SV producera berggrundsgeologisk information i skala 1:50 000. Omorganisation och andra prioriteringar inom SGUs verksamhet ledde till att projektet efter första året ställdes in tills vidare.

Modern kartering av Eskilstuna kommun som täcker norra delarna av kartbladsområdena 10G SO och SV och även 10G NO och NV gjordes inom ramen av projektet Västra Mälardalen (Persson m.fl. 2010, 2013). Omgivande kartområden 10F Örebro SO och 10G Eskilstuna NV blev karterade i skalan 1:50 000 av Lundegårdh m.fl. (1972, 1973, 1974), och kartområdena 9G Katrineholm NV och NO söder om undersökningsområdet av Wikström (1983).

Arbetet inom kartbladsområdena 10G Eskilstuna SV och SO kommer att pågå under 2020–2022 med slutrapportering i början av 2022. Undersökningar av geofysik, litogeokemiska analysresultat och tunnslip pågår. Slutligt fältarbete och datainsamling är planerat till sommaren 2021.

## **REGIONAL GEOLOGI**

Eskilstunas sydöstra kartbladsområde domineras av svekofenniska ytbergarter, som utgörs främst av sedimentära och i mindre utsträckning vulkaniska avlagringar bildade för cirka 1900 miljoner år sedan. Inom det sydvästra kartbladsområdet förekommer mer av de vulkaniska avlagringarna. Dessa ytbergarter intruderades av djup- och gångbergarter för 1900 till 1850 miljoner år sedan. De tidigorogena svekokarelska djupbergarterna har varierande sammansättning, från gabbro till granit och utgör stora delar av sydvästra kartområdet och mindre delar av det sydöstra. Samtliga ovannämnda bergarter är metamorfa och omvandlades under höga temperaturer och tryck. Lokalt var temperaturen tillräckligt hög för att smälta upp bergarterna. De syn- till senorogena svekokarelska smältorna gav upphov till en ny generation djup- och gångbergarter, främst bestående av graniter och pegmatiter. Efter den svekokarelska orogenesen intruderades berggrunden av flera generationer av diabasgångar. Den mest anmärkningsvärda är den så kallade Hälleforsgången (cirka 1 600 miljoner år) som är Sveriges bredaste diabasgång, uppåt 1 km bred och sträcker sig cirka 40 km i öst-västlig riktning genom området.

## **GEOFYSISK ÖVERSIKT**

## Flyggeofysik

Flyggeofysiska mätningar av det magnetiska- och elektromagnetiska fältet (VLF) samt den naturliga gammastrålningen utfördes över området under åren 1975 (10G Eskilstuna SV) och 1977 (10G Eskilstuna SO). Flygningarna gjordes i nord–sydlig riktning med linjeavstånd på 200 m och flyghöjden 30 m och lägesbestämningen gjordes visuellt. Magnetfältsmätningar gjordes med ett mätpunktsavstånd på cirka 40 m och en noggrannhet på cirka 5 nT. VLF-systemet vid dessa mätningar använde en sändare, vilket medför att resultaten är riktningsberoende. Endast strukturer som är orienterade i riktning mot sändaren kan ses väl, det vill säga strukturer i ungefärlig riktning VSV–ONO kan ses bra i dessa data, medan strukturer med vinkelrätt riktning är svåra, om inte omöjliga att få med.

Hela projektområdet ingick i 2020 års flyggeofysiska kampanj. Även dessa flygningar gjordes i nord–sydlig riktning med ett linjeavstånd på 200 m, men med en flyghöjd på 60 m. Det nuvarande systemet som används inkluderar en magnetometer med <0,3 nT noggrannhet, ett VLF-instrument som mäter signalen från två sändare, en spektrometer för mätning av naturlig gammastrålning, samt GPS för lägesbestämning. Det nya systemet ger förbättrad noggrannhet och tätare mätpunktsavstånd längs flyglinjer för samtliga instrument, samt VLF-data baserat på signalen från två sändare som ger riktningsoberoende information om markens resistivitet. Dessa nya mätdata genomgår nu bearbetning och tillgängliggörs inom kort.

En magnetisk anomalikarta över området baserad på de äldre flygmätningarna av det magnetiska totalfältets intensitet visas i figur 2. Positiva avvikelser (röda nyanser) visar områden med starkare magnetiska egenskaper, vilket ofta är kopplat till ferro- och ferrimagnetiska mineral såsom till exempel magnetit. Området domineras i flygmagnetiska data av Hälleforsgången, som sträcker sig i öst-västlig riktning genom områdets centrala delar. Flygmagnetiska data tyder även på att ett flertal nordsydliga och östvästliga diabasgångar korsar området och att ett antal större deformationszoner med i huvudsak NV–SO riktning finns i området. Ett mönster av högmagnetiska band som veckats kan ses i områdets centrala delar söder om Hälleforsgången. Mönstret orsakas troligtvis av vulkaniska bergarter med magnetitrika horisonter. Ett flertal äldre järnmalmsgruvor är kopplade till dessa vulkaniska bergarter inom projektområdet, inklusive Annagruvorna. Anomalimönstret i områdets nordöstra delar, norr om Hälleforsgången, tyder också på en regional veckning. Den magnetiska bandningen skulle kunna orsakas av magnetitrika horisonter inom den enhet av i huvudsak paragnejs som påträffas i området.

Spektrometriska data som insamlades under de äldre flygmätningarna ligger till grund för ternärkartan som visas i figur 3. Gröna nyanser betyder att kalium dominerar i den uppmätta gammastrålningen, medan röda och blå nyanser betyder en övervikt för uran respektive torium. Svarta eller mörka områden indikerar låg strålningshalt, typiskt för vattenytor och våtmark, medan vita områden tyder på hög strålningshalt utan dominans av något av elementen. Spektrometri mäter generellt strålning från material på djup ner till i storleksordningen några decimeter under markytan och är därmed mycket känslig för sediment, vegetation och viss infrastruktur. Inom området kan en gradvis ökande blottningsgrad av berggrunden ses från väst till öst. Därför reflekterar data från flygmätningarna i de östra delarna i högre grad strålning från berggrunden, jämfört med de västra delarna där berggrunden i större omfattning är täckt av jordbruksmark och kvartära avlagringar. Hälleforsgången syns mycket tydligt som en lågstrålande kropp i områdets centrala till östra delar.



**Figur 2.** Magnetisk anomalikarta baserad på flygmagnetiska mätningar från 1975 (10G SV) och 1977 (10G SO), efter reduktion till geomagnetiska nordpolen, beräknad som differensen mellan 0 m och 500 m uppåt-kontinuering av det magnetiska totalfältet. Svarta cirklar visar lokaler för bergartsprov för petrofysisk analys tagna under 2020 och vita trianglar visar lokaler för bergartsprov tagna före 2020. Vita linjer markerar markgeofysiska profiler som mättes under 2020. Den röda och svarta linjen avgränsar projektets undersökningsområde. Semitransparenta vita områden är vattenytor.



Figur 3. Ternärkarta baserad på uppmätta halter av kalium, uran och torium från flygburna mätningar av naturlig gammastrålning utförda under 1975 (10G SV) och 1977 (10G SO). Svarta cirklar visar lokaler för spektrometriska markmätningar utförda under sommaren 2020. Den röda och svarta linjen avgränsar projektets undersökningsområde. Semitransparenta vita områden är vattenytor.

## Geofysiska markmätningar

#### Markprofiler

Under sommaren 2020 mättes det magnetiska- och elektromagnetiska (VLF) fältet längs markprofiler i områdets centrala och östra delar i syfte att öka förståelsen för de storskaliga regionala strukturerna (fig. 2). Till mätningarna har en GSM-19 från GEM Systems Inc. använts, med kombinerad magnetometer och VLF-sensor för tre frekvenser samt inbyggd GPSmottagare. Två magnet- och VLF-profiler mättes över Hälleforsgången, en magnet- och VLFprofil mättes över en deformationszon i områdets nordöstra del, samt två magnetprofiler vilka korsar en av de många öst-västliga diabasgångarna i områdets sydöstra del (fig. 2).

#### Spektrometri

Under 2020 utfördes spektrometriska markmätningar på 36 platser med exponerad berghäll i de centrala och östra delarna av området (fig. 3), för att karaktärisera bergarternas sammansättning av kalium, uran och torium och koppla den gammaspektrometriska signaturen i de flyggeofysiska resultaten till dess strålningskälla. Instrumentet som använts vid mätning är en RS-230 från Radiation Solutions Inc. och positionering har gjorts med handhållen GPS-mottagare. Upp till tre mätningar har gjorts per bergart och lokal där det varit möjligt och medelvärden för dessa mätningar presenteras i figur 4.

Flera strålningsanomala platser som identifierats i flygdata följdes upp med markmätningar. Norr om Hälleforsgången i områdets östra delar kan flera starka strålningsanomalier kopplas till granitiska och migmatitiska bergarter med framförallt höga toriumhalter som vid individuella mätningar varierar mellan cirka 52 och 215 ppm (medelvärden 58–138 ppm per bergart och lokal, fig. 4) och kaliumhalter på mellan 2,9 och 7,8 % (medelvärden 3,3–5,5, fig. 4).



**Figur 4. A.** Uppmätta koncentrationer av uran mot kalium, **B.** torium mot kalium och **C.** torium mot uran (baserat på medelvärdet från 1–3 mätningar per bergart och lokal). Samtliga mätningar med torium-koncentration >57 ppm tillhör granit eller migmatit som ger upphov till kraftiga anomalier i flygdata. Dessa har även för området höga kalium-koncentrationer och låga uran-koncentrationer.

## Tyngdkraft

Tyngdkraftsmätningar har utförts i flera omgångar under tidigare år för regional täckning i området med en punkttäthet på cirka 1–1,5 km på land. Befintliga tyngdkraftsdata före 2020 visar tyngdkraftsanomalin som beräknats som differensen mellan Bougueranomalin och en 3 000 m uppåt-kontinuering av Bougueranomalin (fig. 5).

Generellt sett har basiska bergarter, såsom gabbro och diabas, relativt hög densitet och ger upphov till positiva tyngdkraftsanomalier som tyder på lokala massöverskott (röda nyanser). Sura bergarter, såsom granit, har generellt sett relativt låg densitet och ger upphov till negativa tyngdkraftsanomalier eller lokala massunderskott (blå nyanser). Deformationszoner kan ge upphov till negativa tyngdkraftsanomalier.

Även tyngdkraftsanomalikartan över kartområdet domineras av Hälleforsgången som ger upphov till en stor positiv anomali, vilken sträcker sig i öst–västlig riktning (fig. 5). Utöver detta kan en regional öst-västlig negativ anomali ses sträcka sig in från väster och nå de vulkaniska bergarterna i centrala delarna, söder om Hälleforsgången. Denna kan vara kopplad till en eller flera större deformationszoner, men med upplösningen i befintliga data går det inte att utröna mer detaljerad information.

Under 2020 påbörjades kompletterande mätningar i området med målet att uppnå en genomsnittlig punkttäthet på 500–1 000 m på land. Under året utfördes 776 nya tyngdkraftsmätningar längs väg i de östra och centrala delarna, och kommer kompletteras med ytterligare mätningar i områdets västra delar. Tyngdkraftsinstrumentet som används idag är en Scintrex CG-5 och höjdoch lägesbestämning är gjord med GNSS instrument från Topcon, som använder GPS-, Glonassoch Galileo-satelliter och korrektioner via n-RTK från SWEPOS.

#### Petrofysik

Antalet bergartsprov som insamlats för analys av petrofysiska egenskaper inom området uppgick före 2010 till 81. Samtliga av dessa är insamlade från eller i nära anslutning till Hälleforsgången. Ytterligare 12 bergartsprov samlades in i de sydligaste delarna av Eskilstuna SO under 2010 års berggrundskartering. Under sommaren 2020 togs ytterligare 90 bergartsprov för petrofysik, de flesta i områdets centrala och östra delar (se fig. 2 och 5). Bland provtagna bergarter återfinns bland annat Hälleforsgången, öst–västliga diabasgångar, vulkanit, migmatit, paragnejs samt strålningsanomal granit och migmatit. Samtliga diabasgångar med en nord–sydlig riktning som identifierats i flygmagnetiska data och som hittills följts upp i fält, sammanfaller med topografiska sänkor där ingen blottad berggrund påträffats.

Densitet och magnetiska egenskaper har mätts på SGUs labb och Q-värdet (Koenigsbergers kvot) har beräknats (fig. 6). För prov med magnetisk susceptibilitet på mindre än 10<sup>-4</sup> SI eller naturlig remanent magnetisering på mindre än 10 mA/m har Q-värdet inte beräknats, då osäkerheten blir för stor. Q-värdet ger en indikation på om bergartens totala magnetisering domineras av inducerad eller remanent magnetisering.

I figur 6A kan man se flera kluster där de flesta graniter, migmatiter och gnejser samlas i en huvudgrupp med densitet på 2 600–2 800 kg/m<sup>3</sup> och magnetisk susceptibilitet mellan 1–  $100 \times 10^{-5}$  SI. Hälleforsgången och samtliga diabaser formar ett kluster med högre densitet (2 900–3 100 kg/m<sup>3</sup>) och magnetisk susceptibilitet (1 000–16 000 ×  $10^{-5}$  SI). En mindre grupp med låg densitet (2 600–2 700 kg/m<sup>3</sup>) men hög magnetisk susceptibilitet (950–3 500 ×  $10^{-5}$  SI), omfattar granit och ryolit vilka innehåller upp till mm-stora, svarta magnetitblaster. De två prov som har mycket hög densitet och magnetisk susceptibilitet är malmprov från en varphög vid Annagruvorna.



**Figur 5.** Tyngdkraftsanomalikarta baserad på tyngdkraftsmätningar utförda före 2020, beräknad som differensen mellan den uppmätta Bougueranomalin och en 3 km uppåt-kontinuering av densamma. Kors markerar tyngdkraftsmätta punkter före 2020, vilka ligger till grund för kartan, och isolinjer följer 0,5 mGal ekvidistans. Cirklar visar lokaler för bergartsprov för petrofysisk analys tagna under 2020 och trianglar visar lokaler för bergartsprov tagna före 2020. Den röda och svarta linjen avgränsar projektets undersökningsområde. Semitransparenta vita områden är vattenytor.



**Figur 6.** Resultat från petrofysiska mätningar av bergartsprov tagna 2020. **A.** Uppmätta värden av magnetisk susceptibilitet mot densitet, **B.** naturlig remanent magnetisering och **C.** beräknat Q-värde.

## BERGARTER

#### Ytbergarter

#### Sedimentära bergarter

Paragnejs är den vanligaste bergarten inom kartområdet Eskilstuna SO. Paragnejsen är ofta kraftig deformerad och utgörs av metatexitisk till diatexitisk migmatit i stor utsträckning (fig. 7). Ursprungsbergarter är troligtvis sedimentära bergarter med omväxlande grövre sandiga lager och finare leriga lager. En snabb växling mellan och kontinuerliga övergångar i olika grad av upp-smältning av berggrunden är vanligt inom kartområdet, från metatexitisk migmatit (fig. 7A) över diatexitisk migmatit (fig. 7B) till anatektisk granit (fig. 7C) och utan skarpa avgränsningar. Paragnejsen innehåller ibland boudinerade lager och inneslutningar av jämnkornig och finkornig arenitiska led och även mer biotitrika, troligtvis ursprungligen mer leriga lager. I vissa mindre områden dominerar arenitiska bergartsled och utgör huvudbergart. Paragnejsen innehåller ofta porfyroblaster av kalifältspat. Andra metamorfa mineral som förekommer är granat, cordierit, sillimanit och andalusit (fig. 7C).

Längst i väster inom kartområdet Eskilstuna SV, söder om Läppe, finns bättre bevarade metasedimentära bergarter, vilka kan benämnas granatglimmerskiffer till glimmerskiffer (fig. 7D). Ursprungsbergarterna till dessa avsättningar är inte självklart enbart klastiska utan är även troligen till delar vulkanoklastiska eller rent av ej omlagrade vulkaniska avsättningar. I de senare ses vad som uppfattas som sedimentära avlagringar av troligen sur till intermediär vulkaniskt ursprung med inslag av basiska lager ställvis. I dessa avsättningar förekommer även inslag av paragnejs, vilken troligen varit någon form av sandsten då den inte uppvisar mycket till åderbildning (fig. 7D).

#### Vulkaniska bergarter

Sura vulkaniska bergarter förekommer främst inom kartområdet Eskilstuna SV. Dessa ryolitoider till dacitoider är röda till grå, mycket finkorniga till finkorniga och jämnkorniga. Ställvis noteras lagring med andesitoida och basaltoida vulkaniter (fig. 7E). Ofta är vulkaniterna folierade och veckade. Marmor förekommer lokalt som lager och linser inom de vulkaniska avsättningarna och tolkas vara avsatt vid samma tidpunkt. Skarn förekommer ställvis som små oansenliga stråk, cmbreda och vita i sura vulkaniska bergarter (fig. 7F). Skarnet består i huvudsak av vita karbonatmineral, med 1 till 5 mm långa, svarta klinopyroxenkristaller och ett fåtal mm-stora brunaktiga granatkristaller. Även om dessa skarnhorisonter är relativt anspråkslösa, utgör de en viktig markör vid studier av vulkaniska avsättningar i Bergslagen och på de platser där varma lösningar har cirkulerat i berggrunden finns det ofta en koppling till möjlig malmbildning.



**Figur 7. A.** Mycket kraftigt deformerad migmatitiserad paragnejs (6564382/593742). Foto: Dick Claeson. **B.** Diatexitisk migmatit (6562281/594238). Foto: Dick Claeson. **C.** Cm-stora blåa porfyroblaster av cordierit i paragnejs (6555090/584127). Foto: Edine Bakker. **D.** Glimmerskiffer med inslag av arenitiska lager (6549635/548032). Foto: Dick Claeson. **E.** Röd ryolit och mörkgrå basalt som är tydligt veckad (6556960/553889). Foto: Dick Claeson. **F.** Några centimeter bred horisont med skarn i en sur vulkanisk bergart som innehåller svart klinopyroxen, vita karbonatmineral som mellanmassa och ett fåtal mm-stora brunaktiga granatkristaller (6548430/550952). Foto: Dick Claeson.

## Djupbergarter

Det förekommer tidigsvekokarelska sura till intermediära intrusivbergarter med sammansättningar varierande från syenogranit till diorit (fig. 8A). Samtliga är folierade och uppvisar ofta stark deformation, gnejsig struktur, metamorf bandning, linjära strukturer och veck. Tillväxt av upp till dm-stora kalifältspatporfyroblaster har skett i samband med omvandling vid relativt höga temperaturer och tryck (fig. 8B, C).

I slutstadiet på den tidigsvekokarelska fasen bildades anatektisk granit till granodiorit genom uppsmältning av främst metasedimentära bergarter och förekommer som upp till hundratals meter breda öar och gångar inom de migmatitiserade ytbergarterna. Graniten är rödgrå eller grå och mer sällan röd, ojämnkornig till jämnkornig, finkornig till pegmatitisk och oftast massformig, samt kan innehålla reststrukturer av paragnejs och migmatit (fig. 8C, D). I likhet med ursprungsbergarten förekommer ställvis kalifältspatporfyroblaster och granat i de anatektiska bergarterna (fig. 8C, D). Yngre generationer med pegmatitgångar som slår igenom alla andra bergarter finns i området och tros vara relaterad till dels denna granitbildning och dels till ännu yngre, sensvekokarelska händelser. Det förekommer även en del intrusioner av mer sammanhängande områden av sensvekokarelska graniter i kartområdet, troligen tillhörande granit-pegmatitassociationen (GP).

## Gångar av amfibolit, basalt och diabas

Olika slags basiska bergarter av olika generationer förekommer i hela kartområdet. Det uppträder lokalt inslag av deformerade och metamorfa basiska bergarter och amfibolit i den ursprungligen sedimentära och vulkaniska berggrunden. De är mörka, jämnkorniga, finkorniga och folierade. Vanligtvis har de förhöjd magnetisk susceptibilitet jämfört med huvudbergarten och innehåller ställvis millimeterbreda kvartsådror. Inom paragnejsen anträffas de basiska bergarterna oftast som mindre boudinerade lager, inneslutningar eller deformerade gångar.

Hälleforsgången är framträdande inom karteringsområdet och har troligen en ålder runt 1600 miljoner år (Söderlund m.fl. 2005 och referens däri till de liknande Brevengången och Rejmyregången). Utifrån de flygmagnetiska mätningarna (fig. 2) kan dess regionala utbredning uppskattas och visar på en öst–västlig utsträckning om 40 km och en bredd på upp till 1 km. Hälleforsgången består till större delen av medelkornig till grovkornig massformig gabbro. Den är ställvis jämnkornig och plagioklasporfyrisk (fig. 8E). Andel och innehåll av mineral kan dock variera inom huvudbergarten samt i förekommande mörka körtlar. Magmatisk lagring noterades vid några hällar och kan ses som variationer i halten av olika mineral mellan olika lager och kornstorleksvariationer mellan olika lager, samt olika ingående mineral mellan lagren. I mikroskop noteras frisk klinopyroxen, Fe-Ti oxider och lätt omvandlad plagioklas samt en mer omfattande omvandling som innefattar bildande av amfibol utmed korngränserna på de tidigt bildade mineralen, möjligen ett tecken på senmagmatisk hydrotermal bildning.

De kilometer- till hundratals kilometerlånga diabasgångar som ses korsa området i öst–västlig eller nord–sydlig riktning i de flygmagnetiska data (fig. 2) tillhör olika yngre generationer. De är svarta, mycket finkorniga till fint medelkorniga, jämnkorniga (fig. 8F) och är upp till tiotals meter breda. De med samma orientering som Hälleforsgången är troligen till största delen av snarlik ålder och de med nord-sydlig riktning tillhör troligtvis Blekinge Dalarna diabaser med en ålder från 980 till 950 miljoner år (Söderlund m.fl. 2005).



**Figur 8. A.** Fint medelkornig ortognejs, troligtvis en tidigorogen tonalit. (6553912/594015). Foto: Edine Bakker. **B.** Ögonförande tidigorogen, deformerad granodiorit med kalifältspatporfyroblaster som även har tillväxt över foliationen (6560495/557702). Foto: Dick Claeson. **C.** Ojämnkornig, anatektisk granit med kalifältspatporfyroblaster (6549120/580892). Foto: Edine Bakker. **D.** Anatektisk granodiorit med porfyroblaster av granat och troligtvis restiter av en icke-igenkännbar protolit (6555421/586828). Foto: Edine Bakker. **E.** Variationer som förekommer inom grovkornig, plagioklasporfyrisk gabbro från Hälleforsgången (6558951/577031). Foto: Dick Claeson. **F.** Paragnejs genomsätts av finkornig svart diabasgång av en yngre generation, troligen samma som Hälleforsgången (6561732/593044). Foto: Dick Claeson.

## STRUKTURER OCH METAMORFOS

Den regionalt dominerande strukturen är en välutvecklad foliation och gnejsighet. Foliationen har oftast en strykningsriktning i O–V till VNV med lokala omböjningar mot N–S och är ofta brantstående. Även stängliga och veckade bergarter av de äldre generationerna noterades. I stora drag visar berggrunden samma strukturella trend som i omkringliggande kartområden (Persson m.fl. 2010). Flygmagnetiska data tyder även på att ett antal större deformationszoner med i huvudsak NV–SO riktning finns i kartområdet (fig. 2).

Fältobservationerna har påvisat förekomst av mineralassociationen kalifältspat, granat, biotit, cordierit och aluminiumsilikaten sillimanit eller andalusit i paragnejserna och tillsammans med en omfattande partiell uppsmältning indikerar det att amfibolitfacies uppnåtts vid metamorfosen. Några av mineralparageneserna är helt uppenbart retrograda. De första observationerna av tunnslip i mikroskop visar att klorit och små mängder av muskovit ersätter till exempel biotit. Det har även i det initiala mikroskoparbetet noterats deformerade granatkristaller, veckade och iturivna, tillsammans med en andra generation välbevarade granatkristaller och i samma tunnslip stora mängder sillimanit som också ses bilda två generationer.

## NATURRESURSER

#### Järnoxidmineraliseringar

Blomsterhults gruvfor består av två gruvhål upptagna i järnoxidmalm som domineras av magnetit (fig. 9A). Dessa anses ha samma karaktär som Askö gruvor längre åt öster vid sjön Öljarens västra strand (Geijer & Magnusson 1944). År 1849 producerades 220 ton järnmalm. Varpen vid gruvhålen innehåller järnoxidmineralisering av magnetit med grovkristallin skarn (fig. 9B–D). Granat, amfibol och epidot är omvandlingsmineral i skarnet och skarnet är ställvis breccierad och cementerad med kvarts (fig. 9C, D). Sidobergarten består troligen av vulkaniska bergarter, ryolitoider samt basaltoider noterades som skrotsten. Mindre förekomst av sulfidmineral, främst magnetkis och kopparkis, finns i järnoxidmineraliseringen. Flertalet mätningar av den magnetiska susceptibiliteten på malm i varphögen översteg det handhållna instrumentets kapacitet, vilket betyder att den är större än 100 000  $\times 10^{-5}$  SI.

Skarendalsgruvan och Annagruvorna är båda del av gruvfältet Ökna gruvor och består av flera vattenfyllda gruvhål och stora mängder varp. Skarnjärnmalmen utgörs till största delen av bandad, magnetit-aktinolit-kvartsskarn med epidot och små mängder pyrit. Sidobergart som syns både i varp och i gruvhålens vägg är en röd, kalifältspatrik migmatitisk gnejs som även ställvis innehåller partier med och klumpar av magnetit. Petrofysiska mätningar vid SGUs labb på två bergartsprov tagna av malm från varphög ger en densitet på 3 860–3 990 kg/m<sup>3</sup> och magnetisk susceptibilitet på 760 000–830 000 × 10<sup>-5</sup> SI.

## Sulfidmineraliseringar

Inom det nu karterade området förekommer inte några äldre sulfidgruvor, däremot påträffades mindre mängder av sulfidmineral i intermediära och basiska vulkaniter samt sparsamt i de järnoxidmineraliseringar som beskrivits ovan (fig. 9E).

#### Krossberg

I stenbrottet vid Svalboviken bryts gabbro från Hälleforsgången för användning som ballast och grus (fig. 9F). I Grinda bergtäkt, väster om Malmköping i Flens kommun, bryts migmatit för tillverkning av bland annat grus.



**Figur 9. A.** Det norra gruvhålet vid Blomsterhults grufvor (6557460/550948). **B.** Järnoxidmalm dominerad av magnetit (6557460/550948). **C.** Skarn av granat, epidot, magnetit och kvarts (6557420/550898). **D.** Skarn av granat, amfibol och kalcit (6557420/550898). **E.** Sulfidmineraliserad trakyandesit av typen latit (Na<sub>2</sub>O - 2 < K<sub>2</sub>O) i vägskärning (6561477/585618). **F.** Krossbergstäkt öster om Svalboviken. Sprängd pall i Hälleforsgången. (6558951/577031). Foton: Dick Claeson.

## REFERENSER

- Geijer, P. & Magnusson, N.H., 1944: De mellansvenska järnmalmernas geologi. Sveriges geologiska undersökning Ca 35, 654 s.
- Lundegårdh, P.H., Magnusson, E., 1972: Berggrundgeologiska och flygmagnetiska kartan Örebro SO. Sveriges geologiska undersökning Af 104.
- Lundegårdh, P.H., Karis, L., Magnusson, E., 1973: Beskrivning till berggrundskartan Örebro SO. Sveriges geologiska undersökning Af 104, 77 s.
- Lundegårdh, P.H., 1974: Berggrundskartan Eskilstuna NV med flygmagnetisk och tektonisk karta. Sveriges geologiska undersökning Af 111.
- Lundegårdh, P.H., 1974: Beskrivning till berggrundskartan Eskilstuna NV. Sveriges geologiska undersökning Af 111, 75 s.
- Kugelberg, O.F., 1864: Geologiska kartbladet Hellefors. Sveriges geologiska undersökning Aa 12.
- Kugelberg, O.F., 1864: Några ord till upplysning om bladet "Hellefors". Sveriges geologiska undersökning Aa 12, 42 s.
- Persson, L., Antal Lundin, I. & Reginiussen, H., 2010: Beskrivning till bergrundskartan Eskilstuna kommun. *Sveriges geologiska undersökning K 275*, 43 s.
- Persson, L., Antal Lundin, I., Göransson, M., Hildebrand, L. & Reginiussen, H., 2013: Bergrundskartan Eskilstuna kommun, två delar. *Sveriges geologiska undersökning K 275*.
- Söderlund, U., Isachsen, C.E., Bylund, G., Heaman, L.M., Patchett, P.J., Vervoort, J.D. & Andersson, U.B., 2005: U-Pb baddeleyite ages and Hf, Nd isotope chemistry constraining repeated mafic magmatism in the Fennoscandian Shield from 1.6 to 0.9 Ga. *Contributions to Mineralogy and Petrology 150*, 174–194.
- Wikström, A., 1981: Berggrundskartan Katrineholm NV med flygmagnetisk och strukturgeologiska karta. Sveriges geologiska undersökning Af 131.
- Wikström, A., 1982: Berggrundskartan Katrineholm NO med flygmagnetisk och strukturgeologiska karta. Sveriges geologiska undersökning Af 137.
- Wikström, A., 1983: Beskrivning till berggrundskartorna Katrineholm NV och NO. Sveriges geologiska undersökning Af 131, Af 137, 91 s.