

Beskrivning till berggrundskartorna
26M Överkalix NV, NO, SV, SO
och 26N Karungi NV, SV

Christer Åkerman & Leif Kero



ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-146-1

Närmare upplysningar erhålls genom
Sveriges geologiska undersökning
Box 670
751 28 Uppsala
Tel: 018-17 90 00
Fax: 018-17 92 10
E-post: kundservice@sgu.se
Webbplats: www.sgu.se

Omslagsbild: Kalixgrönsten i Torne älv (fig. 6). Foto: Christer Åkerman.

© Sveriges geologiska undersökning, 2012
Layout: Agneta Ek, SGU

INNEHÅLL

Inledning	4
Insamling och bearbetning av geofysiska data	5
Geologiska profiler	7
Bergarter	8
Ytbergarter	8
Karelska, metamorfa ytbergarter, ca 2,4–1,96 miljarder år	8
Svekofenniska, metamorfa ytbergarter, ca 1,96–1,86 miljarder år	10
Äldre magmatiska bergarter	13
Tidigsvekokarelska intrusivbergarter, ca 1,96–1,87 miljarder år, metamorfa	13
Svekokarelska intrusivbergarter, ca 1,88–1,86 miljarder år, metamorfa	15
Diabas och andra gångbergarter av okänd ålder, metamorfa till ometamorfa	15
Yngre magmatiska bergarter	17
Sen- till postsvekokarelska intrusivbergarter, ca 1,83–1,75 miljarder år (granit-pegmatitassociationen)	17
Metamorfos	19
Strukturer	19
Naturresurser	23
Krossberg	23
Industrimineralförekomster	23
Metalliska mineralförekomster	23
Referenser	24

INLEDNING

Denna kortfattade beskrivning är gemensam för kartområdena 26M Överkalix SV, NV, SO och NO, samt 26N Karungi SV och NV. Berggrunden i kartområdet tillhör den fennoskandiska skölden ("urberget") och domineras av bergarter som bildades under den svekokarelska orogenesen (bergskedjebildningen) för ca 1 960–1 750 miljoner år sedan. Orogenesen inleddes med avsättning av vulkaniska och sedimentära avlagringar, materialet till de svekofenniska ytbergarterna som bildades för ca 1 960–1 860 miljoner år sedan. Redan innan dess hade avsättning på jordytan av vulkaniska och sedimentära avlagringar pågått länge och de äldsta bergarterna i det aktuella området är karelska ytbergarter, bildade för ca 2 400–1 960 miljoner år sedan. Ytbergarterna intruderades av djup- och gångbergarter (intrusivbergarter bildade i jordskorpan) för ca 1 960–1 860 miljoner år sedan. Dessa äldsta djupbergarter benämns tidigsvekokarelska och svekokarelska. Under kulminationen av bergskedjebildningen omvandlades bergarterna ovan genom att de fördes ner till stora djup i jordskorpan och där utsattes för höga temperaturer och tryck, delvis så höga att bergarterna smälte (fig. 1). Smältorna (magma) utvecklade en ny generation djup- och gångbergarter. Hit räknas de yngsta och vanligaste bergarterna i området, tillhörande granit-pegmatitassociationen. De benämns sen- till postsvekokarelska intrusivbergarter. Till de yngsta bergarterna räknas också diabasgångar. De finns även som äldre generationer.

En handfull, ungefärligen nord-sydliga, storskaliga deformationszoner sätter sin prägel på kartområdet. Dessa, ursprungligen högt tempererade, plastiska rörelsezoner har i många fall reaktiverats under senare geologisk tid, och har därför en spröd överpräglning. Ett par av zonerna sammanfaller också med markanta nord-sydligt orienterade låglänta stråk i topografin, t.ex. Kalix älvdal. Övervägande spröda, yngre sprick- och rörelsezoner med varierande riktningar finns också representerade över hela området.



Figur 1. Veckad paragnejs och pegmatitgranit, som delvis är medveckad, delvis klipper vecken. Foto: Christer Åkerman.

Efter 12 års karteringsarbete under ledning av Olof Ödman publicerades en berggrundskarta över urberget i Norrbottens län i skala 1:400 000 (Ödman 1957). Geologisk kartering och tolkning samt geofysiska och geokemiska arbeten har därefter bedrivits i samband med malmprospektering, bl.a. inom ramen för projektet ”Basprospektering i Norrbottens län” (Sveriges Geologiska AB 1984) och ”Geotolkning Överkalixområdet” (Sveriges Geologiska AB 1985). En berggrundsgeologisk karta i skala 1:100 000 har även sammanställts (Sjöstrand m.fl. 1984, opublicerad). Bergartsgränser från sistnämnda sammanställning ligger till grund för tolkningen av området i berggrundskartan i skala 1:1 miljon inom ramen för Nordkalottprojektet (Silvennoinen m.fl. 1987). En något förenklad berggrundskarta i skala 1:1,25 miljoner presenterades därefter av Lundqvist m.fl. 1994. De angränsande kartområdena 25M Kalix NV och 25M Kalix NO har beskrivits av Wikström (1995 respektive 1996). År 2001 sammanställde de geologiska undersökningarna i Sverige, Norge och Finland tillsammans med departementet för naturresurser i Ryssland en karta, ”Geological map of the Fennoscandian Shield”, i skala 1:2 000 000.

Resultat från karteringen av kartområdet 26M–N har tidigare beskrivits av Björk m.fl. (2006) och Antal Lundin m.fl. (2007, 2008). Som karteringsunderlag användes fastighetskartan i skala 1:20 000. Läget för flygbildstolkade hållar överfördes till fältkartorna. För lägesbestämning av observationslokaler användes GPS. För hela kartområdet utgör besökta berggrundsblottningar ca 1,3 % av ytan men särskilt i de sydvästligaste och sydöstligaste delarna är blottningsgraden avsevärt lägre.

Insamling och bearbetning av geofysiska data

Arbetet har huvudsakligen baserats på flygmätningar utförda 1969 och 1970, men nya flygmätningar utfördes också inom projektet under sommaren 2007 och 2008 vari också ingick en riktningsoberoende VLF-mätning. Den nya magnetiska flygmätningen har möjliggjort bättre bedömningar av de geometriska utsträckningarna för de geofysiska anomalierna. Även lägesbestämningen via differentiell GPS medverkar till en mer korrekt anomalibild. Baserat på VLF-data har resistivitetskarter tagits fram.

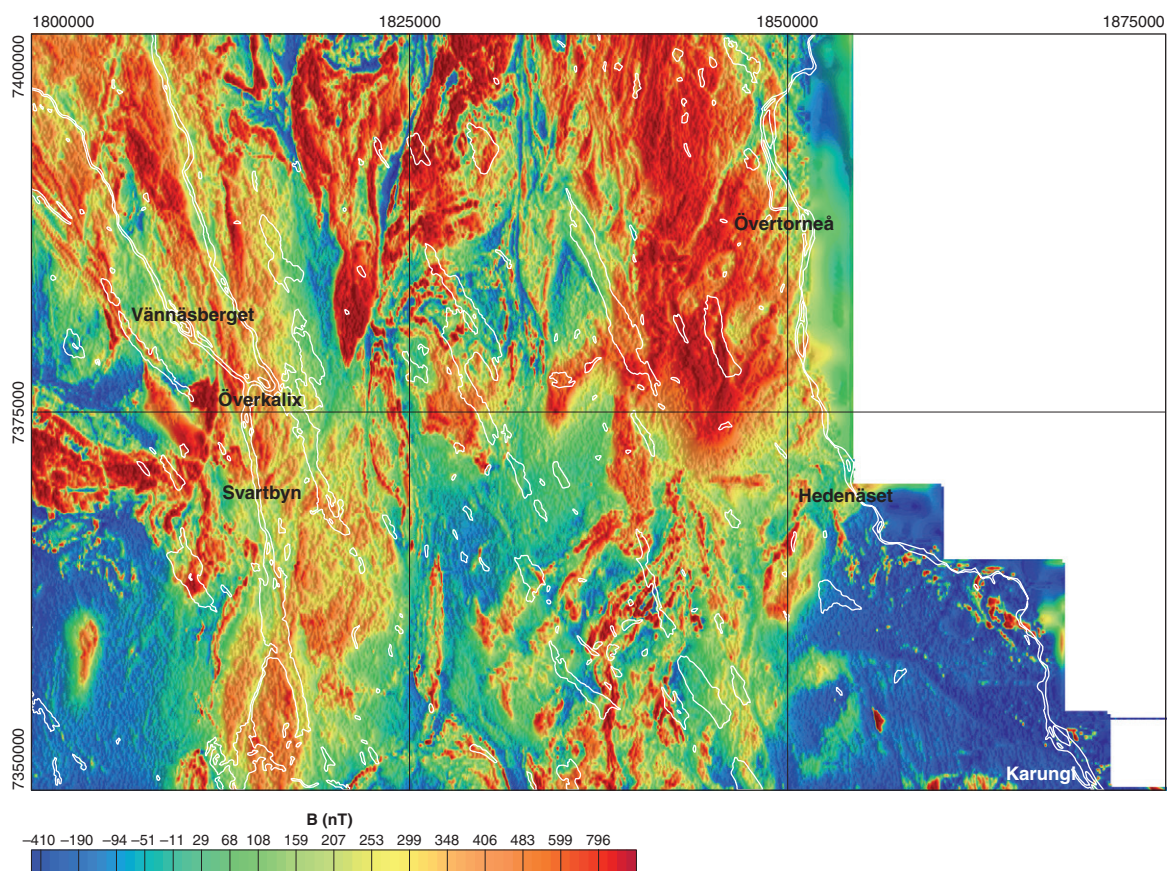
Motsvarande detaljerade finländska flygmätningsdata – magnetfält, gammastrålning och slingramsdata – anskaffades för tolkningen av gränzonen mot kartbladet 26N Karungi. Boliden ABs slingramsmätning som täcker en stor del av kartområdet har välvilligt tillställts SGU för jämförelse i detta projekt. De båda elektromagnetiska mätmetoderna visar, med vissa skillnader, läget av goda elektriska ledare inom kartområdet. Tyngdkraftsdata har kompletteringsmåtts för lokala objekt under åren 2005–2007. Insamling av bergartsprover, mätning av markprofiler av magnetiskt fält och VLF samt gammaspektrometermätningar på håll utfördes under 2005–2008.

Provtagningen har inriktats på att komplettera de prover som insamlats under tidigare (opublicerade) karteringsinsatser. Laboratoriemätning av bergartsproven har visat att det endast är vissa av de intermediära till basiska ytbergarterna som har en remanent magnetisering som påverkar den magnetiska anomalibilden påtagligt. På de flesta hållblottningarna har minst 8 susceptibilitetsmätningar gjorts per bergart. I sammanställningen av bergartsklasser redovisas medianvärden samt 5-procent- och 95-procentvärden då susceptibilitetens fördelning är logaritmisk. De värden som bäst motsvarar de objekt som den magnetiska anomalibilden visar har vid modellberäkningar visat sig vara i nivå med de övre 25 % av susceptibilitetsvärdena. Orsaken till många låga susceptibilitetsvärden från hållmätningarna kan vara att granit-pegmatitassociationens bergarter (fig. 2) är överrepresenterade på grund av högre blottningsgrad jämfört med övriga bergarter.

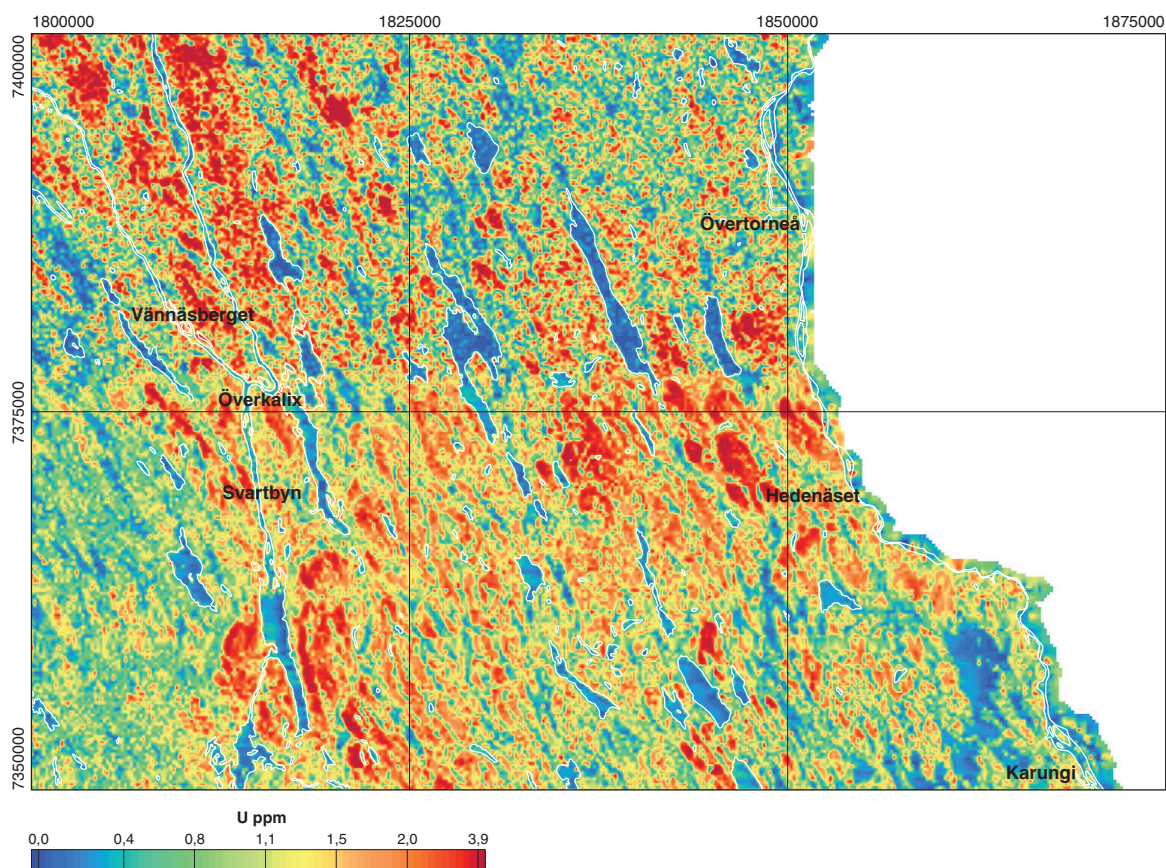
Med hjälp av mätresultaten har berggrunden i många fall kunnat korreleras med flygmätta anomalier. Samtolkning med tyngdkraftsdata ingår i bedömningen av utbredningen av de olika bergarterna, vilket är speciellt viktigt för de tunga och högmagnetiska dioritiska–gabbroiska kropparna. Tolkningen kompliceras av heterogen berggrund med varierande inslag av bl.a. yngre granit och pegmatit. Alla mätdata är lagrade i databas tillsammans med GPS-mätta koordinater. Inversion av markprofilernas VLF-data har utförts. De magnetiska markprofilerna har visat att det i flera bandade flyganomalier lokalt uppträder mycket tunna, kraftigt magnetiska partier (fig. 3). Endast i enstaka fall har sådana starkt magnetise-



Figur 2. Lokala block av senorogen granit på toppen av berget Tuorevaara (7367204/1851592). Foto: Christer Åkerman.



Figur 3. Magnetisk anomalikarta över undersökningsområdet. Den baseras på flygburna mätningar utförda år 2007 och 2008 på 60 m flyghöjd med ett linjeavstånd på 200 m och en öst-västlig flygriktning.



Figur 4. Karta över markens uranhalt över undersökningsområdet. Kartan visar den beräknade fördelningen av uran i markens yt-skikt. Halten uran är uttryckt i ppm ekvivalent uranhalt, vilket innebär att den är beräknad under antagande av radioaktiv jämvikt. Kartan baseras på flygburna mätningar utförda år 2007 och 2008 på 60 m flyghöjd med ett linjeavstånd på 200 m och en öst-västlig flygriktning.

rade komponenter påträffats i håll. För att generera denna anomalityp krävs även en kraftig remanent magnetisering, vilket uppmäts för vissa andesitiska till basaltiska metavulkaniter. Även ett antal prov av basiter och amfiboliter med mycket höga susceptibilitetsvärden har i några fall en kraftig remanent magnetisering.

Radium- och aktivitetsindex har beräknats för respektive bergartstyp från hållmätningarna, sammanlagt 343 stycken. Resultaten redovisas i teckenförklaringen för respektive bergartsgrupp. Värden över 1 för radiumindex och större än 2 för aktivitetsindex har markerats på kartan som punkter. De markmätta uran-, kalium- och toriumvärdena och flygmätta strålningsdata visar förhöjda halter som är väl korrelerbara med blottningsgraden och med fördelningen av de yngsta graniterna (GP-associationen), speciellt de mer pegmatitiska leden.

Geologiska profiler

De geologiska profilerna som redovisas på berggrundskartorna har beräknats med utgångspunkt från insamlade bergartsprovers densitet och magnetiska egenskaper. Profilernas lägen har valts så att områden med bitvis god blottningsgrad och även en relativt hög punkttäthet för tyngdkraftsdata som kompletterar de flyggeofysiska mätningarna utnyttjats. En samordnad tolkning som tillgodoser både tyngdkraftsdata och magnetiska flygmättningsdata är gjord med hänsyn tagen även till Lantmäteriets höjddata och nya data från flygelektriska mätningar.

BERGARTER

Den största ytutbredningen inom kartområdet har granit och pegmatit tillhörande sen- till postsvekokarelska intrusivbergarter. De har intruderat och styckat upp äldre bergarter, framför allt tidigsvkokarelska intrusivbergarter i områdets centrala delar. Tidigsvkokarelsk granodiorit–tonalit bildar sitt största massiv längst i sydost. Små massiv av svekokarelska intrusivbergarter påträffas inom hela kartområdet, men i den västligaste, centrala delen finns flera större intrusivkroppar, inklusive sådana av gabbro–diorit. Där finns också ett par svärmar av diabas som, att döma av magnetiska mätningar och grävningar i markprofiler samt iakttagelser i hållar, kan följas flera kilometer på den magnetiska anomalikartan. Ett par större massiv av grovt kalifältspatporfyrisk granit till kvartsmonzonit finns längst i nordväst samt i centrala delen av området.

Karelska ytbergarter har sin största utbredning längst i öster, utmed Torne älv, samt i den centrala delen, medan svekofenniska ytbergarter är vanligast i den sydvästligaste delen samt i de centrala delarna av kartområdet. Indelningen i äldre karelska och yngre svekofenniska ytbergarter har gjorts baserat på förekomsten av metakvartsareniter (eller kvartsiter) och den indelning som gjorts vid sammanställningar det senaste decenniet, t.ex. på kartan över Fennoskandiska skölden (Koistinen m.fl. 2001). Inom kartområdet finns inget belägg för ålderskillnaderna och någon entydig åldersrelation mellan de karelska och svekofenniska ytbergarterna har inte iakttagits. Kartans indelning bygger på den stratigrafi som utvecklats i Finland där bestämningar av relationerna mellan kvartsiterna (eller metakvartsareniterna) och yngre ytbergarter har kunnat utföras (se t.ex. Perttunen 1991, 2006 och Perttunen & Vaasjoki 2001).

Ytbergarter

Karelska, metamorfa ytbergarter, ca 2,4–1,96 miljarder år

De vanligaste karelska ytbergarterna utgörs av klastiska metasedimentära bergarter som här delats in i tre enheter: metakvartsarenit (eller kvartsit), metaarkos och metaarenit till metagråvacka (fig. 5). Tillammans med metavulkaniter (Kalixgrönstenar) täcker de drygt 10 % av berggrundsytan inom hela kartområdet och ca 50 % i kartområdet 26N Karungi SV. De förmodat äldsta bergarterna inom kartom-



Figur 5. Flacka veckaxlar i metagråvacka (7371307/1823507). Foto: Christer Åkerman.



Figur 6. Kalixgrönsten i Torne älv. Foto: Christer Åkerman.



Figur 7. Granit- och pegmatitgångar i amfibolit (7373760/1821947). Foto: Christer Åkerman.

rådet tillhör enheten metakvartsarenit (kvartsiter till fältspatkvartsiter) som påträffats i ett tiotal mindre områden. De är ofta genomdrade av yngre, granitiska till pegmatitiska bergarter, omkristalliserade och innehåller på vissa ställen (26M 3 f, 4 e, 6 e, 0 i, 2 i) en kromhaltig glimmer, fuchsit, vilket ger bergarten ett grönt stick. Även rena kvartsitiska led förekommer och kan bli några tiotal meter mäktiga liksom inlagringar av basiska lavar och tuffer. Dessutom förekommer veckade tunna band av grönskarn. Omvandlade basaltiska till andesitiska lavar finns inom ett 10 km långt område utmed Torne älv (fig. 6). De är ofta mandelstens- och magnetkisförande, har kärvar av aktinolit och lokalt sliror av dolomitisk kalksten. Något mindre utsträckning har de relativt välblottade metaarkosiska bergarter som endast förekommer på 26M 7–8 g.

Störst utbredning av de ytbergarter som tolkats vara av karelsk ålder har metaareniter och metagråvackor som upptar ett par stora ytor på 26M Överkalix SO och 26N Karungi SV. I det senare fallet dominerar bandade eller gnejsiga och ådrade metagråvackor, ofta granatförande, ibland med cordierit, samt horisonter av svartskiffer och glimmerskiffer. I mindre omvandlade gråvackor har iakttagits andalusit och staurolit och på ett ställe har graderad skiktning möjliggjort uppåtbestämning. Amfibolitiska lagergångar (fig. 7) samt smala gångar av basaltiska till dacitiska bergarter finns framför allt i områden med övergång mellan kvartsit och gråvacka–svartskiffer. I kartområdet 26M Överkalix SO dominerar omvandlade areniter till gråvackor, ibland i formen av paragnejser som ställvis är migmatitiserade. Inlagringar av granatförande amfibol-pyroxenskarn och basiska till intermediära metavulkaniter är inte ovanliga.

1218 mätningar av den magnetiska susceptibiliteten på hållar av kvartsiter till arkoser gav medianvärdet 4×10^{-5} SI-enheter, 95-procentvärdet 912×10^{-5} SI-enheter och 5-procentvärdet 0×10^{-5} SI-enheter (95-procent- och 5-procentvärdena är logaritmiska standardavvikelser och innebär i detta exempel att 5 % av värdena är högre än 912×10^{-5} SI-enheter och 5 % av värdena är lägre än 0×10^{-5} SI-enheter).

Svekofenniska, metamorfa ytbergarter, ca 1,96–1,86 miljarder år

Ungefär 20 % av hela kartområdets berggrund utgörs av svekofenniska ytbergarter. De förekommer särskilt rikligt på 26M Överkalix SV, där de utgör knappt 50 % av berggrundsytan, och finns inte alls på 26N Karungi. Klastiska metasedimentära bergarter, huvudsakligen metagråvackor (fig. 8) till metaareniter dominerar men omvandlade vulkaniter utgör ett betydande inslag, särskilt i de södra delarna av 26M Överkalix. Stora ytor av kraftigt omvandlade areniter till gråvackor finns på 26M Överkalix NO där delvis omfattande partiell uppsmältning skapat migmatiter med större och mindre inneslutningar av paragnejser roterade i granitisk leukosom (fig. 9). I migmatiterna finns lokalt, särskilt på 26M 8 h, rikligt med blåliga kristaller av cordierit och kärvar av ljusbeige sillimanit. I mindre omvandlade gråvackor hittas inte sällan skarniga led (fig. 10), granat, andalusit, sulfider och grafit, och på 26M Överkalix SV dessutom primärstrukturer (belastningsavtryck) som möjliggjort uppåtbestämningar i ett par fall.

I de metasedimentära bergarterna uppträder regelbundet linser av folierad amfibolit (fig. 11) som kan uppnå ett par hundra meters mäktighet. Amfiboliterna representerar troligen omvandlade såväl lavar och tuffer som lagergångar. Mycket ofta påträffas amfibolitiska bergarter som xenoliter i yngre intrusivbergarter. Basaltoider till andesitoider, samt underordnat omvandlad ryolit till dacit, med huvudsaklig utbredning i kartområdena 26M Överkalix SV och SO, har avsatts som lavar (fig. 12), tuffer, vulkanoklastiter och lagergångar. Lokalt har iakttagits brecciastrukturer och porfyrisk textur. Av dessa metavulkaniter har Storbergets vulkanitformation (26M 3–4 c) tidigare bedömts tillhöra Kiruna–Arvidsjaurgruppens vulkaniter (Sjöstrand m.fl. 1984). På Storberget finns inlagringar av metagråvacka mellan omvandlad ryolit och andesit till basalt men metavulkaniternas absoluta ålder är inte bestämd. Finkorniga, ofta hornbländeporfyrisk basaltoider till andesitoider är rumsligt nära förknippade med intrusioner av monzogranit till kvartsmonzonit i vilka de ofta ses som talrika inneslutningar.

1044 mätningar av den magnetiska susceptibiliteten på hållar av paragnejser till migmatit resulterade i medianvärdet 351×10^{-5} SI-enheter, 95-procentvärdet $3\,853 \times 10^{-5}$ SI-enheter och 5-procentvärdet 11×10^{-5} SI-enheter.



Figur 8. Ådrad metagråvacka. Foto: Christer Åkerman.



Figur 9. Migmatit med sönderslitna veck av paragnejs. Foto: Christer Åkerman.



Figur 10. Boudinierat band av kalksilikat i migmatitisk bergart. Foto: Christer Åkerman.



Figur 11. Veckning och lineation i amfibolit som ådrats av pegmatitgranit. Foto: Christer Åkerman.



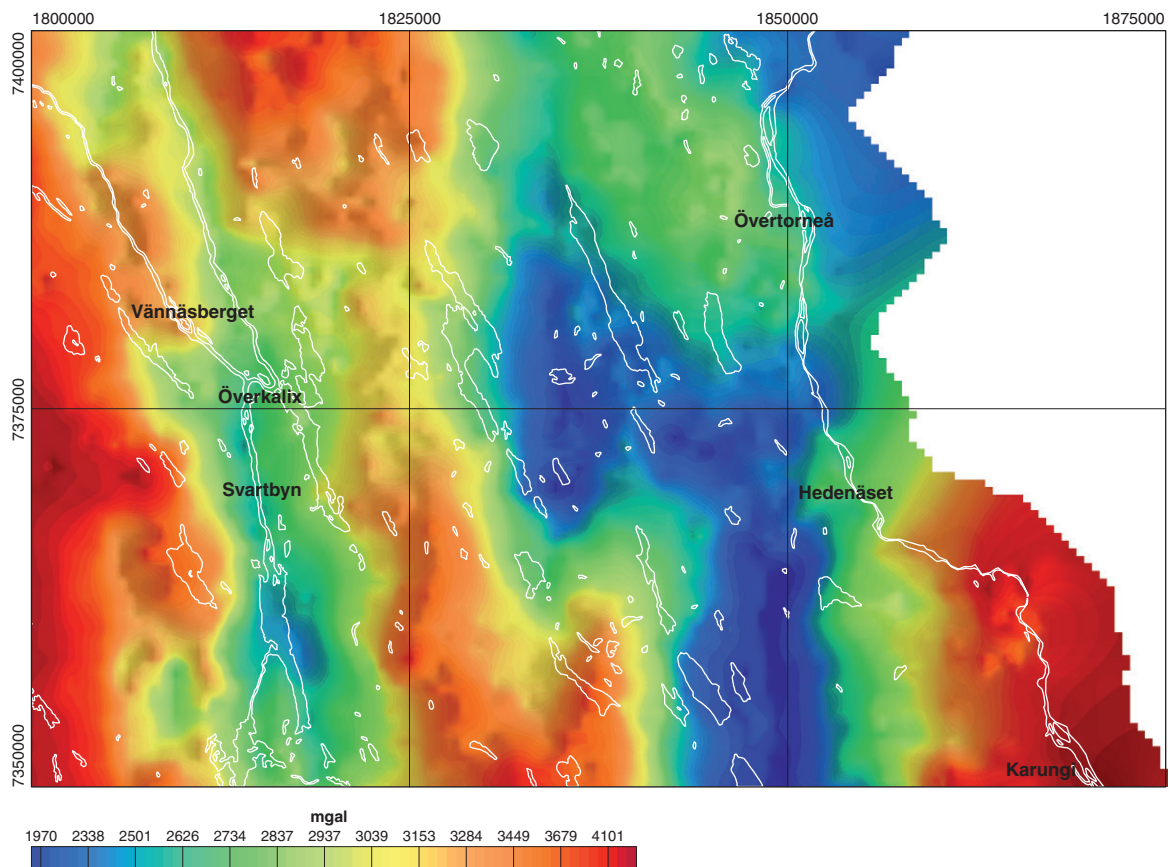
Figur 12. Uppbruten och breccierad basaltisk–andesitisk lava. Foto: Christer Åkerman.

Äldre magmatiska bergarter

Tidigsvekokarelska intrusivbergarter, ca 1,96–1,87 miljarder år, metamorfa

De tidigsvekokarelska (eller tidigorogena) intrusivbergarterna omfattar mer eller mindre deformerad och omvandlad ultramafit, gabbro, diorit, monzodiorit, kvartsmonzodiorit, kvartsdiorit, kvartsmonzonit, tonalit, granodiorit och granit, varav de flesta anses ingå i den så kallade Haparandsviten. Granodiorit och tonalit dominerar stort, ofta med inslag av kvartsdiorit, och i den stora intrusionen längst i sydost finns övergångar till granit och kvartsmonzonit. De innehåller vanligen glest förekommande, decimeterstora inneslutningar av fin- till medelkorniga, gabbroida bergarter. Gabbro och diorit bildar ofta tillsammans små massiv men de förekommer också åtskilda. Det stora gabbromassivet i södra kanten av kartområdet 26N Karungi SV är en extrapolering av känd gabbro strax söder om området. Gabbromassivet i området 26M 1–2 a är inte blottat utan har tolkats med hjälp av den magnetiska anomalikartan och tyngdkraftsdata (fig. 13). Ultramafiska bergarter förekommer mycket sparsamt. Små kroppar, 50–150 m i diameter, av hornbländit förekommer på några ställen och i området 26M 1 h finns en nickel- och kopparförande ultramafit som lagergång.

Intrusivbergarterna är i regel jämnkornigt medel- till grovkorniga, men i några mindre områden finns kalifältspatporfyrisk till ögonförande granodiorit till tonalit och kvartsdiorit till monzodiorit. Inom ett ca 17 km långt, nord–sydligt stråk mellan två stora deformationszoner i samma riktning, mitt på kartområdet 26M Överkalix NV, finns gnejsig, delvis hornbländeporfyrisk och delvis ögonförande granit, granodiorit och tonalit, delvis som fragment i en granitisk till granodioritisk bergart. Ögonen av fältspat



Figur 13. Bouguer-anomalikarta över undersökningsområdet. Kartan visar variationer i tyngdkraftsfältet uttryckt som bouguer-anomali (IGSN71) och baseras på mätningar med ett mätpunktsavstånd mellan 1,5–3 km.



Figur 14. Tonalitisk bergart breccierad av yngre pegmatitgranit. Foto: Christer Åkerman.

tolkas utgöra porfyroblaster som bildats i samband med deformation och diffusion. Det är möjligt att bergarterna i denna zon har ett nära samband med den fragmentförande granodiorit till kvartsdiorit som förekommer på 26M 9 e–f. Mindre än 50 m breda gångar av granodiorit till tonalit, kvartsdiorit till kvartsmonzonit, diorit till monzodiorit och gabbro finns på några ställen. Gångarna karaktäriseras ofta av hög magnetisk susceptibilitet. Stora volymer av framför allt granodiorit till tonalit förekommer som xenoliter i senorogen granit och pegmatit (fig. 14).

På två ställen har åldersbestämningar gjorts av tonalit–kvartsdiorit, dels vid Slättberget (26M 6 b), dels vid Koutojärvi (26M 0 j). De har gett åldrarna 1885 ± 7 respektive 1881 ± 6 miljoner år.

Sammanlagt 4 676 mätningar av den magnetiska susceptibiliteten på hällar av granodiorit, tonalit, kvartsdiorit och ortognejs som alla bedömts tillhöra Haparandasvitens bergarter gav medianvärdet 201×10^{-5} SI-enheter, 95-procentvärdet $2\,088 \times 10^{-5}$ SI-enheter och 5-procentvärdet 10×10^{-5} SI-enheter.

Svekokarelska intrusivbergarter, ca 1,88–1,86 miljarder år, metamorfa

Sviten av svekokarelska, ca 1,88–1,86 miljarder år gamla intrusivbergarter omfattar granitoider, syenitoider, dioritoider, gabbroider och ultramafiter. De skiljer sig mycket litet åldersmässigt från de tidigare svekokarelska intrusivbergarterna och skulle därför kunna ingå i den gruppen. Små kroppar av granit till monzonit är ganska vanligt förekommande och har påträffats i alla delar av karteringsområdet. Diffusa, gnejsiga inneslutningar av grovkornig kvartsmonzonit påträffas ofta i granit-pegmatitassociationens graniter och avslöjas vanligen genom sin högre magnetiska susceptibilitet. Större områden av kvartsmonzonitiska bergarter finns i kartområdet 26M Överkalix SO och SV, i det senare fallet nära ett massiv av gabbro till diorit som tolkats tillhöra samma svit. Till denna svit hänförs också en granodiorit som är blottad på Småtallberget och Anttjärnberget (26M 6–7 a) där den är homogen, medelkornig och svagt folierad. Dess magnetiska susceptibilitet är $150\text{--}550 \times 10^{-5}$ SI-enheter.

Påfallande ofta iakttas rikligt med fragment av basaltoider till andesitoider i massiv av kvartsmonzonit såsom fallet är på Svartberget. Övergångar mellan monzonitiska till monzodioritiska och syenitiska sammansättningar har noterats i flera områden inom 26M Överkalix SO. En karaktäristisk, grovt kalifältspatporfyrisk granit till kvartsmonzonit till monzonit bildar flera större massiv i kartområdet 26M Överkalix (fig. 15). Två av dessa massiv har daterats, dels en folierad kvartsmonzonit på Svartberget (26M 4 f) med åldern 1881 ± 7 miljoner år, dels en granit på Kattisberget (26M 9 a) som har åldern 1875 ± 11 miljoner år. Den väl blottade graniten på och runt Kattisberget saknar i stort pegmatiter, är oftast grovkornig, massformig, ljus grå till röd, biotitfläckig och har inte sällan decimeterlånga inneslutningar av finkornig och medelkornig metabasit och tonalit (fig. 16). Dess magnetiska susceptibilitet är $700\text{--}2\,000 \times 10^{-5}$ SI-enheter. Vid Träsk-Alkus (26M 4 f) har en finkornig till fint medelkornig, leukokratisk, aplitisk granit daterats till 1870 ± 6 miljoner år.

Diabas och andra gångbergarter av okänd ålder, metamorfa till ometamorfa

Smala, diabasliknande gångar har observeras inom kartområdena 26M Överkalix NV och NO samt 26N Karungi. Gångbergarten har oftast basaltisk sammansättning, ibland med ofitisk till subofitisk textur, men åtminstone i den östra delen av kartområdet påträffas även andesitiska till dacitiska gångar då bergarten ofta är något porfyrisk av hornblände eller plagioklas, i dacitgångar även av kvarts. Observerade diabaser i håll kan uppnå maximalt tio meters bredd och kan i bästa fall följas endast ett tiotal meter på grund av att gångarna i regel är deformerade och sönderbrutna. Enligt geofysiska markprofiler, prover och beräkningar, bör vissa diabaser vara uppemot 50 m breda, åtminstone de som slår igenom granodiorit och kalifältspatporfyrisk granit–monzonit i nordvästlig riktning i kartområdets västligaste del.

Gångbergarterna synes utgöra flera generationer då de dels har olika sammansättningar och riktningar, dels ofta uppträder som rundade xenoliter i såväl tidigare svekokarelska som sen- till postsvekokarelska intrusivbergarter. Även de bäst bevarade diabaserna, som är lokaliserade till mylonitzoner parallellt med



Figur 15. Grovt kalifältspatporfyrisk monzonit till syenitisk monzonit. Foto: Christer Åkerman.



Figur 16. Kattisbergets grovporfyrisk granit med tonalitiska fragment (7398006/1802354). Foto: Christer Åkerman.

nord–sydliga deformationszoner, är något deformerade och har penetrerats av tunna kvartsgångar. I området 26N 1b slår en diabassvärm igenom tidigsvekokarelsk tonalit till granodiorit.

Orsaken till de gånglika, nordnordvästliga anomalierna i området 26M 6–8 a är basiskt material som dock inte påträffats i fast klyft varför lokalt blockmaterial har analyserats. Både de nord–sydliga och nordnordvästliga magnetiska anomalierna i området 26M 6–8 a har lokaliserats och dokumenterats i håll med magnetprofiler och magnetiskt orienterade prov. Trots att låg susceptibilitet och låg remanent magnetisering har uppmätts för de nord–sydliga diabaserna framträder de relativt tydligt även på den äldre flygmätningen. I södra delen av området 26M 0 g har geofysiska markprofiler inte lyckats bekräfta den tolkade högmagnetiska diabasgång som redovisas på kartbladet 25M Kalix NO (SGU Ai 80) och som korrelerats med en magnetisk anomali som fortsätter in i området 26M Överkalix. Anomalin tolkas här som ett av flera magnetiska led i den karelska kvartsiten.

Totalt 94 mätningar av den magnetiska susceptibiliteten på hållar av diabas resulterade i medianvärdet 1042×10^{-5} SI-enheter, 95-procentvärdet $6\,960 \times 10^{-5}$ SI-enheter och 5-procentvärdet 30×10^{-5} SI-enheter.

Yngre magmatiska bergarter

Sen- till postsvekokarelska intrusivbergarter, ca 1,83–1,75 miljarder år (granit-pegmatitassociationen)

Av de sen- till postsvekokarelska bergarterna är pegmatitgranit den vanligaste i hela kartområdet, men medelkornig granit och mycket grovkornig pegmatit upptar var för sig betydande områden, framför allt inom området 26M Överkalix SV och NO. Att döma av fördelningen av granit-pegmatitassociationens bergarter förefaller det troligt att de stora, ungefär nord–sydligt orienterade deformationszonerna inom kartområdet (t.ex. Kalix älvdal), som ingår i den regionala, nord–sydligt orienterade Pajalaskjuvzonen, har tjänat som tillförselkanaler för senorogena magmor. Dessa har trängt in i äldre, befintliga bergarter som styckats upp och nu i stor utsträckning uppträder som inneslutningar och fragment i granit och pegmatit. Pegmatitgranit har påfallande ofta skriftgranitisk utformning och färgen varierar mellan grå och röd, även inom ett och samma hållområde. På berget Kiimavaara (26N 3a) finns talrika, ibland kvartsrika pegmatiter som ofta innehåller svart turmalin och lokalt beryll. Pegmatiter uppvisar inte sällan dissemination och sliror av magnetit (fig. 17).

Inom kartområdet 26M Överkalix NO finns homogen, medelkornig, röd, massformig till något folierad så kallad Linagranit (Ödman 1957) på t.ex. Luppioberget (26M 5j, fig. 18) och Orjasvaara (26M 7i). Zirkoner från ett prov från Luppioberget har daterats till $1\,783 \pm 11$ miljoner år, vilket innebär att denna granittyp utgör en sen fas i granit-pegmatitassociationens utveckling. Pegmatit kan stundtals, i topografiskt gynnsamma lägen, få väldigt stor utbredning i förhållande till sin volym, då bergarten ofta bildar subhorisontella, upp till 10 m tjocka gångar. Pegmatit slår igenom alla andra bergarter, inklusive medelkornig Linagranit (fig. 19), aplitiska graniter och även de diabaser som synes lokaliserade till de nord–sydligt orienterade plastiska skjuvzonerna.

Den magnetiska susceptibiliteten för pegmatitgranit är generellt sett relativt låg men distinkt högre än för pegmatit enligt 4 602 mätningar på hållar av pegmatitgranit som gav medianvärdet 147×10^{-5} SI-enheter, 95-procentvärdet $1\,380 \times 10^{-5}$ SI-enheter och 5-procentvärdet 0×10^{-5} SI-enheter samt 4 006 mätningar på hållar av pegmatit som gav medianvärdet 6×10^{-5} SI-enheter, 95-procentvärdet 365×10^{-5} SI-enheter och 5-procentvärdet 0×10^{-5} SI-enheter.



Figur 17. Centimeterstora magnetitkristaller i pegmatit. Foto: Christer Åkerman.



Figur 18. Bankning i senorogen granit, Luppioberget (7378967/1849247). Foto: Christer Åkerman.



Figur 19. Amfibolitisk lagergång konform med sidobergets Linagranit, men genomslagen av pegmatit. Foto: Christer Åkerman.

METAMORFOS

Metamorfosgraden inom kartområdet varierar avsevärt, framför allt i ost–västlig riktning men även i nord–sydlig riktning. Generellt ligger metamorfosgraden i de karelska och svekofenniska ytbergarterna samt i de tidigsvekokarelska och svekokarelska intrusivbergarterna i amfibolitfacies. De bäst bevarade bergarterna finns dels i sydost inom kartområdet 26N Karungi SV, dels i sydväst inom kartområdet 26M Överkalix SV, i båda fallen med delvis bevarade primärstrukturer. Där är metamorfosgraden låg till medelhög med indikatormineralen andalusit, staurolit, cordierit och granat. Inom övriga områden med ytbergarter och tidigsvekokarelska intrusivbergarter är metamorfosgraden medelhög till hög. I de södra och centrala delarna är metaareniter och metagråvackor delvis skiffriga, gnejsiga och förgrovade och innehåller sporadiskt granat, grafit, cordierit och sillimanit. I norra delen av kartområdet 26M Överkalix NO är areniter till gråvackor ofta kraftigt migmatitiserade och genomvävda av granitiskt till pegmatitiskt material (fig. 20). Typiska indikatormineral i detta område är sillimanit och cordierit vilka lokalt förekommer rikligt.

STRUKTURER

De generella strukturtrenderna styrs i mycket hög utsträckning av de nord–sydligt orienterade skjuvzoner som ingår i den storskaliga Pajalaskjuvzonen i samma riktning. Den mycket dominerande strukturen för större delen av kartområdet 26M Överkalix och som överpräglar primär lagring pendlar kring nord–syd, mellan N30°V och N30°E. Stupningen är brant, oftast mot väster. Undantag finns dock, t.ex. inom området 26M 0 f–g där bandning och foliation i den karelska kvartsiten indikerar en synform med öst–västlig strykning på axialplanet, och inom området 26M 8–9 c där kraftig deformation och partiell



Figur 20. Isoklinal, tät veckning i migmatit (7393706/1834531). Foto: Christer Åkerman.

uppsmältning av granitoider ägt rum utmed plan (överskjutning?) som stupar medelbrant till brant mot öster. I den nordostligaste delen av kartområdet har strukturerna en övervägande nordnordostlig riktning, i den sydostligaste delen en övervägande västnordvästlig riktning. I det senare fallet, inom kartområdet 26N Karungi SV, styrs riktningen av framför allt strukturer i karelska ytbergarter, som på finska sidan av Torneälven kan följas över 60 km i öst–västlig riktning och där ingår i ”Peräpohja skifferbälte” (Perttunen 1991, 2001, 2006).

De plastiska till spröda skjuvzoner i nord–sydlig riktning som dominerar strukturtrenderna inom kartområdet 26M Överkalix har observerats i fält som upp till 20 m breda zoner av proto- till ultramylonit och upp till 60 m breda zoner med kraftig deformation (fig. 21). Den totala bredden på deformationszonen i Kalix älvdal är 2–3 km enligt tolkningen av den magnetiska anomalikartan och tyngdkraftsmätningar. Tämligen ofta visar veckade bergarter, både i stor och liten skala, mycket flack till medelbrant sträcknings- till skärningslineation mot söder och sydväst (fig. 22). Z-veck och S-veck har noterats på åtskilliga ställen men någon slutlig analys därav har inte gjorts (fig. 23). Den magnetiska anomalikartans storskaliga veckmönster indikerar dextrala rörelser i den centrala delen av kartområdet, men tolkning av kinematik med hjälp av veck är vanskelig.



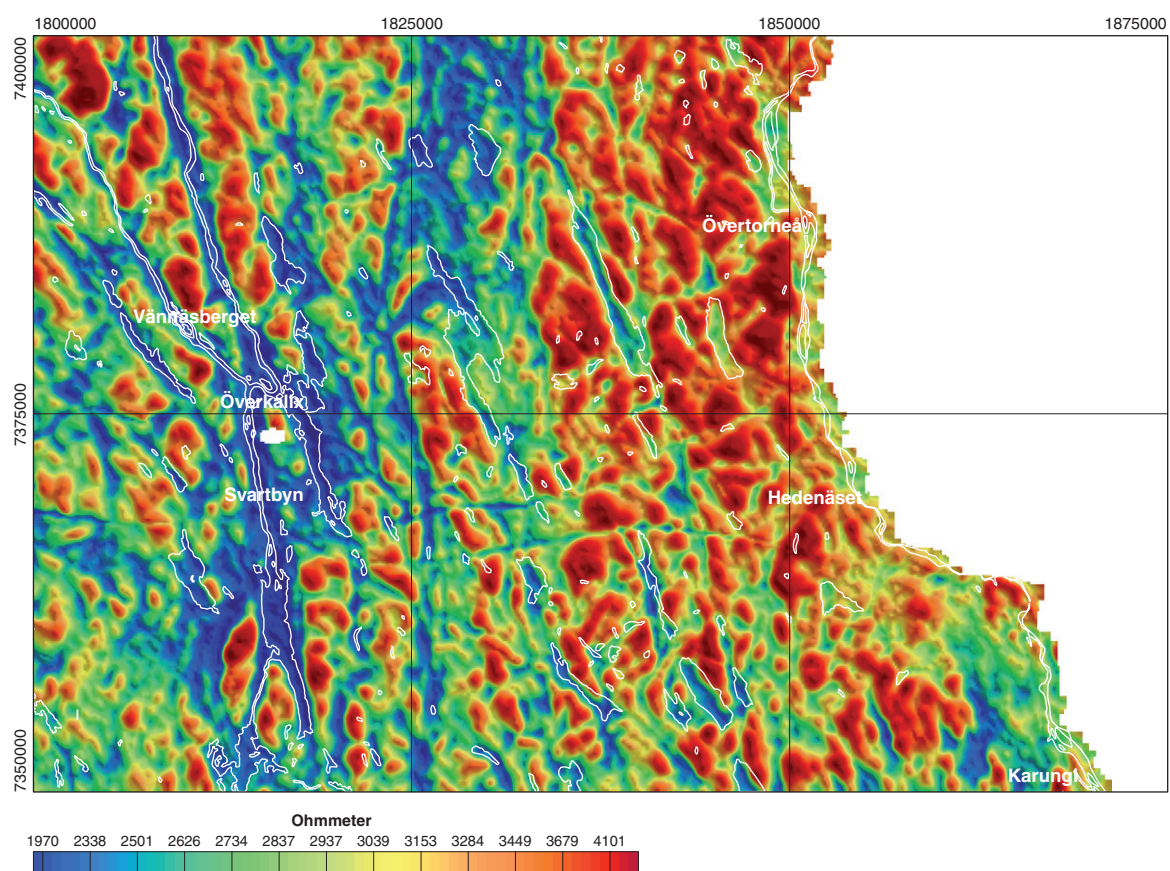
Figur 21. Protomylonitisk, porfyroklastisk granit. Foto: Christer Åkerman.



Figur 22. Medelflacka veckaxlar (145/40) för lineation i metaarenit (7391346/1838025). Foto: Christer Åkerman.



Figur 23. Z-veckning i migmatit till paragnejs. Foto: Christer Åkerman.



Figur 24. VLF-karta över undersökningsområdet. Kartan visar en riktningsoberoende skenbar resistivitet beräknad på mätningar från två VLF-sändare. Blå färg indikerar god ledningsförmåga. VLF- kartan baseras på flygburna mätningar utförda år 2007 och 2008 på ca 60 m flyghöjd med ett linjeavstånd på 200 m och öst-västlig flygriktning.

NATURRESURSER

Krossberg

Sex bergtäkter med produktion av krossberg var i drift inom karteringsområdet under fältarbetet åren 2005–2008. Bergtäkterna i Flakaberget (26M 6 c), Kivilaki (26M 7 j) och Lammivaara (26M 9 j) har brutits på röd, heterogen, sen- till postsvekokarelsk pegmatitgranit, varierande mellan massformig pegmatit, xenolitförande granit och gnejsig migmatit. I Stor-Lappberget (26M 5 c) har brutits sen- till postsvekokarelsk granit med mer eller mindre tydliga inneslutningar av kvartsmonzonit och lokalt en basaltisk gångbergart. I Tourevaara (26N 3 a) är det en röd, medel- till grovkornig monzogranit som använts. Slättåsens bergtäkt (26M 3 f) är anlagd i en mycket varierad berggrund bestående av kvartsit 40 %, svart amfibolit 30 %, granit 15 %, kalksilikatrik amfibolit 10 % och pegmatitgranit 5 %. Koiravaara (26M 4 i) har troligen startat som en moräntäkt men senare använts som stentäkt. I täktens golv syns håll av sen- till postsvekokarelsk pegmatitgranit.

Industrimineralförekomster

Raitajärvi grafitförekomst (26M 8 f) har undersökts av bl.a. SGU fram till början på 1980-talet med sammanlagt 20 diamanthåll, ett par skärpningar och 5–10 grävda diken med utgångspunkt från slingramsmätningar m.m. Grafiten är delvis av god kvalitet, men linserna av grafitiskiffer i värdbergarten av metastråvacka är alltför små och splittrade för att möjliggöra en ekonomisk brytning. Dessutom åtföljs grafiten av besvärande mycket sulfider, framför allt magnetkis. Isakgruvan (26M 5 f) har fram till år 2008 brutits på en mycket grovkornig, 20 m bred pegmatit bestående av mikroklin, kvarts och biotit. Det är framför allt kalifältspaten som på grund av sin renhet kunnat användas för tillverkning av porslin och glasyr, bl.a. i Italien. Enligt ägaren är förekomsten nu uttömd.

Ytterligare ett stenbrott inom området 26M 0 g och en skärpning inom området 26M 0 c har tagits upp på pegmatit respektive grafit men närmare detaljer rörande dessa förekomster är inte kända.

Metalliska mineralförekomster

Det finns för närvarande ingen pågående gruvdrift i kartområdet och såvitt känt har det bara funnits en gruva, Stora Pahtavaara (26M 0 i), i vilken brytning av kopparmalm för länge sedan upphörde. Malmen försåg Kalix kopparverk, beläget knappt 10 km söderut från fyndigheten, med råvara. Vid gruvan syns idag ett par runda, vattenfyllda hål som är knappt 10 m i diameter samt ansevärliga varphögar innehållande delvis rik kopparmineralisering. Kopparmalmen, bestående av kopparkis och bornit samt sekundära kopparmineral som azurit, förefaller vara knuten till ett diopsidskarn i kontakten mellan arenit-gråvacka och amfibolit. Kromglimmern fuchsit har iakttagits i området som består av karelska metasedimentära bergarter. Ett analyserat slumpprov från varpen visade bl.a. >1 % Cu, 9 ppm Ag och 248 ppb Au.

Ytterligare mineraliseringar i samma område av karelska metasedimentära bergarter finns norrut och åt nordväst. De innehåller kopparkis samt framför allt pentlandit och kopparkis. Boliden borrade i slutet på 1970-talet till början på 1980-talet femton diamanthåll på en förekomst benämnd Kukasjärvi som består av en nickel-kopparmineraliserad ultramafisk lagergång med nord-sydlig riktning. Fyndigheten beräknas innehålla 2,6 miljoner ton mineralisering med 0,4 % Ni och 0,4 % Cu, men nickelhalten i sulfidfas är alltför låg för att tekniskt och ekonomiskt vara intressant. Ytterligare en nickelfyndighet, Furuberget (26M 3 f), har undersökts av Boliden med fyra diamanthåll under samma tidsperiod. Pentlandit- och kopparkismineraliseringen hyses i detta fall av en differentierad mafisk lagergång innehållande ca 50 000 ton med 0,3 % Ni och 0,16 % Cu.

I Björk m.fl. (2006) och Antal m.fl. (2007, 2008) har rapporterats om några iakttagelser under fält-säsongerna och med anledning därav utförda kemiska analyser, bl.a. om kopparmineralisering i Kalix-grönstenar (26N 2 c), molybdenglans vid Slättberget (26M 6 b) och nickel-kopparmineraliserade block

inom området 26M 7 g. SGU undersökte 1969 ett koboltuppslag vid Miekojärvi. Blocken med koboltförande pyrit i metagråvacka kunde då inte spåras till fast klyft. En omfattande geokemisk provtagning av morän utfördes av NSG (Nämnden för statens gruvegendom) i början på 1980-talet. Man fick då bl.a. kopparförhöjningar i moränen i norra, centrala delen av kartområdet. Begränsade markmätningar och uppföljningar utfördes.

REFERENSER

- Antal Lundin, I., Björk, L., Carlsäter, M., Claeson, D., Hellström, F., Jonsson, E., Kero, L., Sadeghi, M. & Åkerman, C., 2007: Mellersta Norrbotten. I H. Delin (red.): Berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående verksamhet 2006. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden* 126, 28–66.
- Antal Lundin, I., Björk, L., Carlsäter, M., Claeson, D., Hellström, F., Jonsson, E., Kero, L., Sadeghi, M. & Åkerman, C., 2008: Mellersta Norrbotten. I H. Delin (red.): Berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående verksamhet 2007. *Sveriges geologiska undersökning SGU-rapport 2008:24*, 12–78.
- Bergman, S., Kübler, L. & Martinsson, O., 2000: Regionala geologiska och geofysiska kartor över norra Norrbottens län: Berggrundskarta (öster om kaledoniska orogenen). *Sveriges geologiska undersökning Ba 56:1*.
- Bergman, S., Kübler, L. & Martinsson, O., 2001: Description of regional geological and geophysical maps of northern Norrbotten County (east of the Caledonian orogen). *Sveriges geologiska undersökning Ba 56*, 110 s.
- Berthelsen, A. & Marker, M., 1986: 1.9–1.8 Ga old strike-slip megashears in the Baltic shield, and their plate tectonic implications. *Tectonophysics* 128, 163–181.
- Björk, L., Jonsson, E., Kero, L. & Åkerman, C., 2006: Mellersta Norrbotten. I H. Delin (red.): Berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående verksamhet 2005. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden* 123, 28–41.
- Hellström, F., Carlsäter Ekdahl, M. & Sandberg, S., 2006: Kartområdet 27L Lansjärv. I H. Delin (red.): Berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående verksamhet 2006. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden* 126, 41–50.
- Jonsson, E. & Kero, L., 2007: Kartområdena 27M Korpilombolo och 27N Svanstein. I H. Delin (red.), Berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående verksamhet 2006. *Sveriges geologiska undersökning Rapporter och meddelanden* 126, 50–58.
- Koistinen, T., Stephens, M.B., Bogatchev, V., Nordgulen, Ø., Wennerström, M. & Korhonen, J., 2001: Geological map of the Fennoscandian Shield, scale 1:2 000 000. *Geological Surveys of Finland, Norway and Sweden and the North-West Department of Natural Resources of Russia*.
- Lundholm, I., Nisca, D. & Pinto, R. 1985: Geotolkning Överkalixområdet. *Sveriges Geologiska AB PRAP* 85073.
- Lundqvist, T., 1994: Berggrunden. I C. Fredén (red): *Berg och jord*. Sveriges nationalatlas.
- Perttunen, V., 1991: Kemin, Karungin, Runkauksen ja Simon kartta-alueiden kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Kemi, Karunki, Simo, and Runkaus map-sheet areas. Suomen geologinen kartta 1:100 000. *Kallioperäkarttojen selitykset, lehti 2541 Kemi, 2542 + 2524 Karunki, 2543 Simo ja 2544 Runkaus*, 80 s.
- Perttunen, V. & Vaasjoki, M., 2001: U-Pb geochronology of the Peräpohja Schist Belt. I M. Vaasjoki (red.): Radiometric age determinations from Finnish Lapland and their bearing on the timing of Precambrian volcano-sedimentary sequences. *Geological Survey of Finland, Special Paper 33*, 45–84.
- Perttunen, V., 2006: Ylitornion kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Ylitornio map-sheet area. Suomen geologinen kartta 1:100 000. *Kallioperäkarttojen selitykset lehti 2613*.
- Radiation protection authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 2000: *Naturally occurring radioactivity in the Nordic countries – recommendations*. ISBN 91-89230-00-0, 81 s.
- Silvennoinen, A., Gustavson, M., Perttunen, V., Siedlecka, A., Sjöstrand, T., Stephens, M.B. & Zachrisson, E., 1987: Geological map, Pre-Quaternary rocks, northern Fennoscandia. Scale 1:1 000 000. *Geological Surveys of Finland, Norway and Sweden*.

- Sjöstrand, T., Berndtsson, A. & Nisca, D., 1984: Berggrundsbeskrivning och flygmagnetisk tolkning för Överkalix. *Sveriges Geologiska AB PRAP 84014*.
- Wikström, A., 1995: Berggrundskartan 25M Kalix NV. *Sveriges geologiska undersökning Ai 79*.
- Wikström, A., 1996: Berggrundskartan 25M Kalix NO. *Sveriges geologiska undersökning Ai 80*.
- Ödman, O.H., 1957: Beskrivning till berggrundskarta över urberget i Norrbottens län. *Sveriges geologiska undersökning Ca 41*, 151 s.

