K 640

Beskrivning till berggrundskartorna

25L Boden NV, NO, SV & SO

Martiya Sadeghi, Carl-Axel Triumf, Daniel Larsson,
Risto Kumpulainen & Benno Kathol

SGU Sveriges geologiska undersökning

ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-447-9

Omslagsbild: Klättrare på Sävastklinten.
Fotograf: Martiya Sadeghi

Författare: Martiya Sadeghi, Carl-Axel Triumf, Daniel Larsson,
Risto Kumpulainen och Benno Kathol
Granskad av: Claes Mellqvist och 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

Inledning 4
Bergarter 6
Arkeikum 6
Svekofenniska ytbergarter, ca 1,92–1,87 miljarder år 8
Sedimentära bergarter 8
Bälingebreccian (f.d. Bälingekonglomeratet) 14
Vulkaniska bergarter 14
Tidigsvekokarelska intrusivbergarter, ca 1,92–1,87 miljarder år 16
Tidigsvekokarelska intrusivbergarter, ca 1,88–1,84 miljarder år 18
Sen- till postsvekokarelska intrusivbergarter, ca 1,82–1,74 miljarder år 19
Sen- till postsvekokarelska intrusivbergarter, ca 1,84–1,77 miljarder år (Edeforssviten) 21
Gångbergarter 22
Metamorfos och omvandlingar 22
Strukturgeologi 24
Naturresurser 25
Petrofysiska egenskaper hos bergarter inom kartområdet 27
Tack 31

INLEDNING

Kartområdet 25L Boden omfattar delar av Bodens och Luleå kommuner i södra delen av Norrbottens län. Området präglas av ett typiskt landskap för det inre av Norrland med större höjdområden omgivna av flacka myr- eller moränlandskap. Genom området löper också Lule- och Råneälvens dalgångar (fig. 1).

Inom hela kartområdet är enbart ca 2,2 procent av berggrundsytan blottad. På denna yta har det gjorts 2 901 geologiska observationer vilket motsvarar ca 1,25 observationer i genomsnitt per kvadratkilometer. Geofysiska observationer som kan inkludera gammastrålningsspektrometri, mätning av magnetisk susceptibilitet, provtagning av bergarter för bestämning av petrofysiska egenskaper i laboratorium samt enklare observationer av geologi, har gjorts på 536 lokaler. I några av dessa har också markmätningar av magnetiskt fält eller VLF-fältet genomförts längs enstaka profiler. Berggrundsundersökningarna i kartområdet 25L Boden har utförts fältsäsongerna 2009–2012 med en begränsad kompletterande insats under 2015. För en sammanfattning av de fortlöpande fältaktiviteterna och undersökningsresultat inom kartområdet 25L Boden hänvisas till Kathol m.fl. (2010, 2011, 2012a, 2012b); där kommenteras också äldre undersökningar.

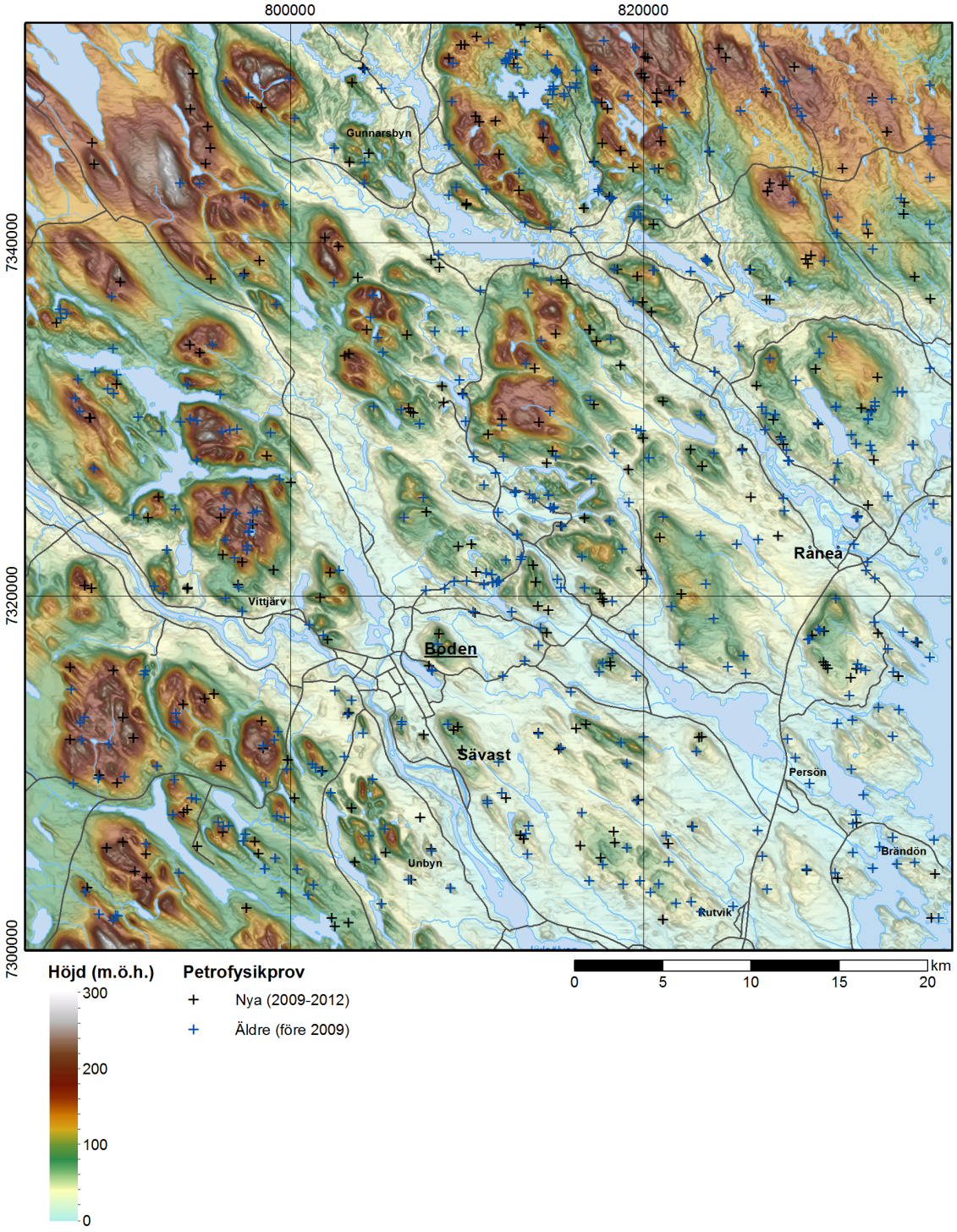
Den geologiska kartbilden inom kartområdet bygger till stor del på tolkningen av resultat från de geologiska och geofysiska observationerna och de geofysiska flygmätningarna och tyngdkraftsmätningarna. Samtliga koordinatangivelser i den här beskrivningen är enligt SWEREF99 TM.

Berggrunden inom det aktuella kartområdet är i sin helhet tidigare endast kartlagd i regional skala 1:400 000 (Ödman 1957). På basis av Ödmans karta sammanställdes områdets berggrundsgeologi översiktligt inom Nordkalottenprojektet (Silvennoinen m.fl. 1987), samt som en (opublicerad) digital karta i skala 1:250 000 (NBDIG).

Berggrunden inom kartområdet 25L Boden är variationsrik och består bland annat av bergarter med vulkaniskt ursprung, djupbergarter av varierande ålder och sammansättning samt områden som domineras av sedimentära bergarter särskilt i östra delen (fig. 2). De relativt nyupptäckta områdena med arkeisk berggrund (Mellqvist 1999) har också klargjort att den berggrundsgeologiska utvecklingen i området har varit mer komplex än vad som tidigare antagits. Utbredningen av de blottade arkeiska områdena sammanfaller med Haparandasvitens (1,88–1,89 miljarder år gammal) avgränsning mot sydväst (Mellqvist m.fl. 1999).

Huvuddelen av de bergartbildande processerna i kartområdet ägde i grova drag rum mellan 1,80 och 1,90 miljarder år sedan. I stora delar av kartområdet domineras berggrunden av både tidigsvekokarelska och sen- till postsvekokarelska intrusivbergarter. Till de förra räknas omvandlad granodiorit och underordnat granit, kvartsdiorit, diorit och gabbro. Dessa hänförs till den kalk-alkalina, ca 1,88–1,90 miljarder år gamla, Haparanda sviten. Bergarterna förekommer i kartområdets östligaste del och i den södra delen av kartområdet 25L Boden SO. En likaledes tidigsvekokarelsk association, av främst granit och i mindre utsträckning kvartsmonzonit, förekommer huvudsakligen i kartområdets sydvästra del upp till centrala delen av 25L Boden NV. Associationen räknas till den ca 1,88–1,84 miljarder år gamla pertitmonzonitsviten.

De sen- till postsvekokarelska intrusivbergarterna bildades för ca 1,84–1,77 miljarder år sedan. Bodensyeniten och Notträskgabbron tillhör de sen- till postsvekokarelska intrusivbergarterna som bildades för 1,81–1,78 miljarder år sedan baserat på nya dateringar (SGU, opublicerade resultat). Andra bergarter i kartområdet, såsom kvartsmonzonit, syenit till monzonit, kvartsdiorit, diorit och gabbro, räknas också till det som kallas Edeforssviten(Öhlander & Skiöld 1994). Edeforssvitens bergarter dominerar berggrunden i stora delar av främst kartområdena 25L Boden SV och SO och särskilt kring Bodens samhälle. Granit som tillhör Linasviten (Holmqvist 1905), som är i stort sett likåldrig med Edeforssviten, uppträder som mindre kroppar spridda över kartområdet.



Figur 1. Digital terrängmodell över kartområde 25L Boden. I figuren visas också läget av provtagna bergartsprov för bestämning av petrofysiska egenskaper i laboratorium.

Kartområdets svekofenniska ytbergarter (vulkaniska och sedimentära bergarter) representeras dels av ådergnejsomvandlade gråvackor med inlagringar av mafiska vulkaniter som hänförs till den Bottniska supergruppen och dels av huvudsakligen landavsatta felsiska och mafiska vulkaniter med inslag av vulkaniska sand- och siltstenar som har bildats för ca 1,89–1,90 mil-

jarder år sedan. Vulkaniterna är delvis ytterst välbevarade och består av ryolitiska till dacitiska, ställvis ignimbritiska vulkanoklastiter. Dessutom förekommer massflöden, lavaflöden och subvulkaniska intrusioner samt andesitiska till basaltiska vulkanoklastiter och lavor.

Kartområdets sedimentära bergarter påträffas i centrala och östra delen av kartblad. Allmänt kan nämnas att de sedimentära bergarterna är alla omvandlade i varierande grader av temperatur och tryck. Ursprungliga sedimentära karakteristika har iakttagits sparsamt och är bevarade inom isolerade kroppar, vanligtvis med diffusa övergångar till kraftigt omvandlade bergarter så att de ursprungliga dragen helt försvunnit och bandade migmatiter bildats som resultat. Klassificerar man dessa bergarter med utgångspunkt från sin nuvarande mineralogiska sammansättning varierar de från biotitförande glimmerskiffrar till granat- eller andalusitförande glimmerskiffrar. Följer man migmatitterminologin är de varierande typer av metatexiter och diatexiter. De äldsta paleoproterozoiska sedimentära bergarterna är förmodligen marint avsatta gråvackor och areniter. I östra delen av kartområdet uppträder ett större område med sedimentära bergarter som delvis har migmatitiserats. Enligt äldre litteratur (Ödman m.fl. 1949, Ödman 1957) har stråket räknats till Råneågruppen. Bergarterna härstammar från gamla slamsediment med omväxlande leriga och moiga skikt. I begränsade områden är de relativ välbevarade. I vissa områden är sedimentbergarterna genomvävda av lagergångar och små massiv av granodioriter som tillhör Haparandasviten (Ödman m.fl. 1949, Ödman 1957).

BERGARTER

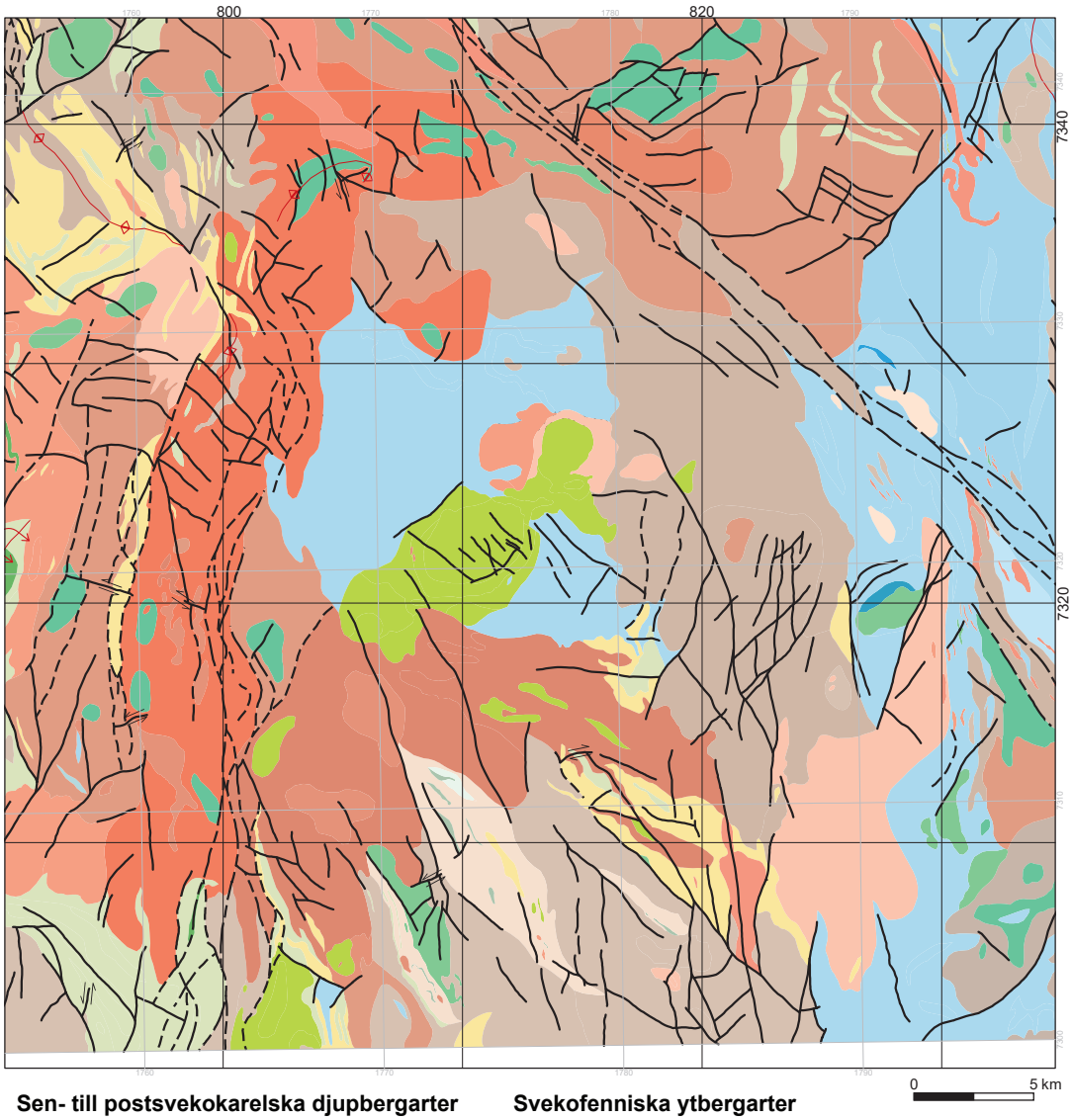
Arkeikum

Förekomsten av arkeisk berggrund inom kartområdet (fig. 2) upptäcktes i samband med tidigare karteringsarbeten och forskning (Lundqvist m.fl. 1996b, Mellqvist m.fl. 1999, Wikström & Söderman 2000a-b).

Arkeisk berggrund anses förekomma i flera lokaler i närheten av Boden: i Sunderbyområdet mellan Lindvallsmyran och Stor-Tranumyran, vid Gruvberget och vid Unbyn (fig. 3A–B) samt i Markbergsområdet. Uppträdandet av dessa rester av arkeiska bergarter varierar från några få decimeter till åtskilliga meter stora xenoliter till storskaliga tektoniska block i kilometerskala. De senare är tämligen opåverkade av yngre magmatism (Mellqvist 1999) i motsats till xenoliterna som uppvisar en magmatisk kontakt mot proterozoiska magmatiska bergarter. De blottade arkeiska bergarterna är porfyrisk granitgnejs, granodioriter till kvartsmonzoniter i enlighet med Q-P-diagrammet av Debon & LeFort (1982). Den största förekomsten av arkeisk berggrund är berggrundsenheten i Gruvberget-Sävastberget i höjd med Markberget.

Av speciellt intresse är att samtliga kända arkeiska bergarter på kartbladet har en foliationsriktning på 120 grader. Dessutom har en isotopstudie i samarium-neodymsystemet påvisat arkeiska bergarter i detta område. Sm-Nd analyser utfördes på porfyriska granitoider i syfte att jämföra med resultat från dateringslokalen vid Unbyn och resultat av analysen visar -10 till -12 ε Nd (T = 1,9 Ga) . Datering av den porfyriska granodioriten i Unbynsområdet visar ungefär 2,66 miljarder år (Sadeghi & Hellström 2018a). Mikroskopering av tunnslip visar att detta är en granit till granodiorit med en tydligt gnejsig struktur och megakristförande textur, lokalt med upp till 6 cm stora mikroklinkristaller. Ett prov (PEV100012) visar dock att megakrister har omkristalliserats och bildat en finkornig mosaik av fältspat. Mafiska mineral i provet domineras av olivgrön biotit.

De petrofysiska egenskaperna hos arkeiska bergarter inom kartområdet presenteras i tabell 1 (se avsnitt *Petrofysiska egenskaper* i slutet av rapporten). Observationer och prov tagna inom



Figur 2. Förenklad berggrundskarta över kartområdet 25L Boden. Ga = miljarder år (giga-annum).

Figur 3. A. Arkeisk granitoid med yngre granit (i ljust rosa) söder om Unbyn (RKN100114; 7303260/809224). Foto: Risto Kumpulainen. **B.** Omkristalliserad arkeisk gnejsig granit norr om Sävast på Gruvberget (PEV100012; 7312316/809094). Foto: Paul Evins

områden som klassificeras som granitisk gnejs dominerar i det statistiska underlaget. Medeldensiteten för proven i nämnda grupp är 2 677 + -26 kg/m^3 vilken är normal för bergarter med granitisk sammansättning. Den magnetiska susceptibilitetens logaritmiska medelvärde är omkring 0,013 SI. Königsbergsfaktorn (Q-värdet) är låg, medianvärdet är 0,13. Enligt gammastrålningsspektrometri är median för kaliumhalten 3,7 procent vilket är något lågt för normala graniter.

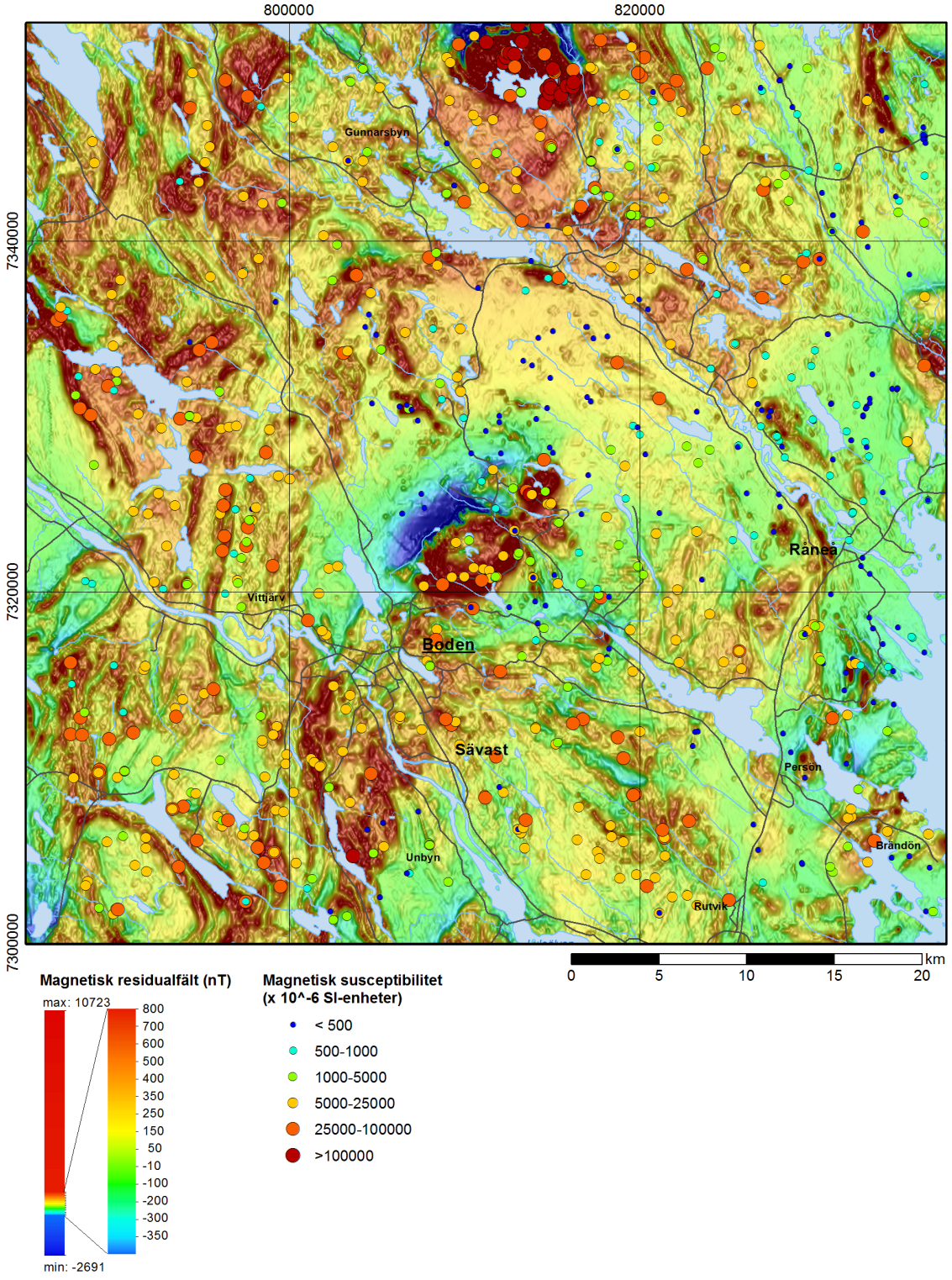
Svekofenniska ytbergarter, ca 1,92–1,87 miljarder år

Sedimentära bergarter

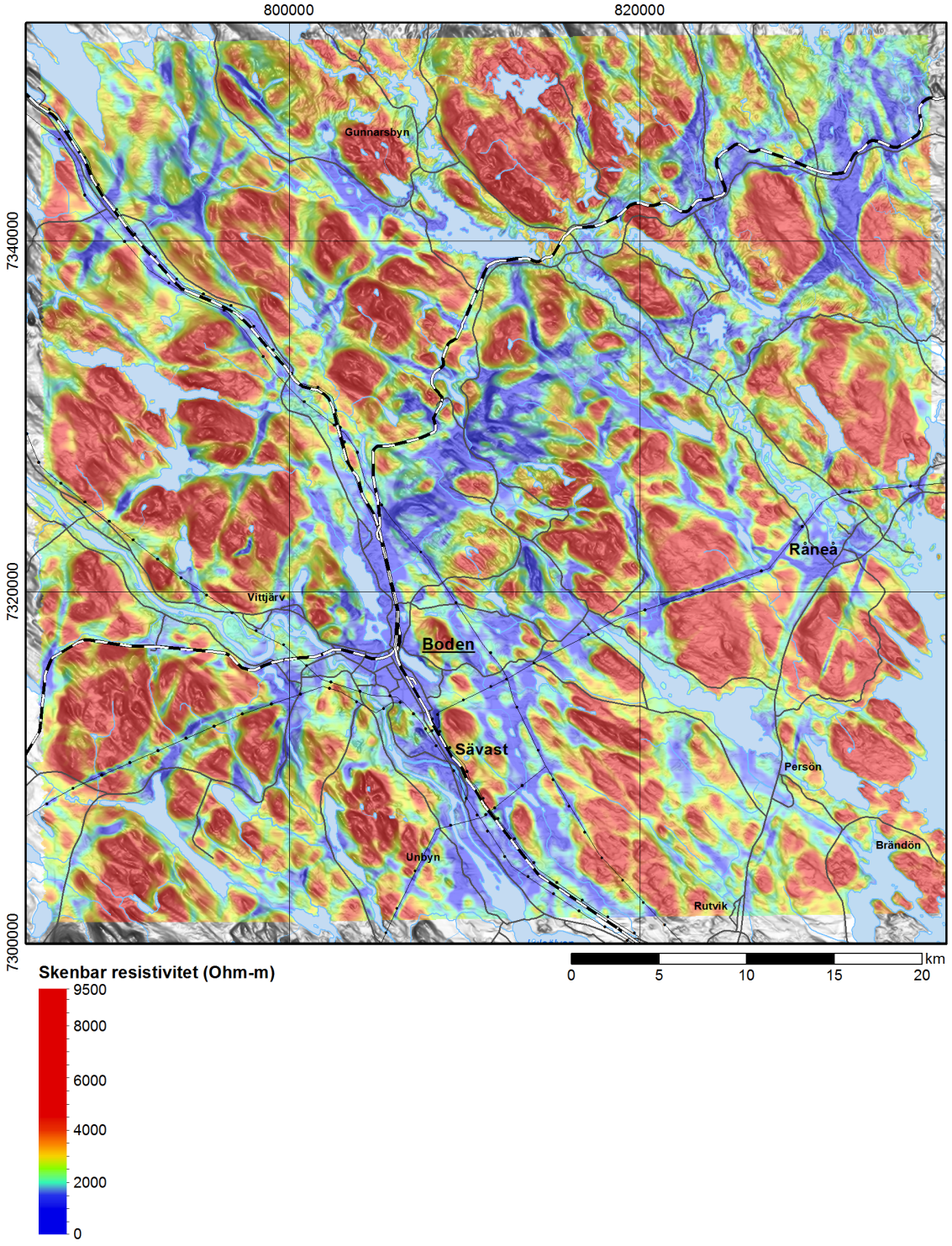
De sedimentära bergarterna inom kartområdet kan delas in i fyra olika bergartsassociationer. De beskrivs här, delvis med utgångspunkt från sin omvandlingsgrad och delvis från sin ursprungliga karaktär. Bergartsassociationerna är följande: (1) gråvacka, (2) slamsten, (3) sandstenar och slamstenar, samt (4) marmor, karbonatsten och dolomit.

Bergartsassociationen gråvacka består här av en växellagrande serie av grå, sandiga lager och lager av grå slamsten. Sandlagren synes dominera över slamstenskomponenten. Denna bergartsassociation förekommer mest i de centrala delarna av 25L Boden och är där omgärdad av granitoida bergarter. Dessa gråvackor har i dag en homogen sandig habitus och verkar sakna ursprungliga strukturer.

I de sedimentära bergarterna finns magnetkis observerad på flera håll inom kartområdet 25L Boden, liksom bandade anomalier i det magnetiska mönstret som är associerade till dem. De bandade anomaliernas maximala amplitud kan vara hög trots den låga magnetiska susceptibiliteten som uppmätts i laboratorium och på häll. Detta indikerar att remanent magnetisering ger ett väsentligt bidrag till totalmagnetiseringen. Några av dessa bandande magnetiska anomalier hänger samman med sänkt resistivitet i berggrunden vilket talar för att det är förekomst av magnetkis som avspeglas i mätresultaten. I området omedelbart öster om gabbrointrusivet vid Notträsk finns bandade magnetiska anomalier (fig. 4) som är associerade med elektriskt lågresistiva bergvolymer (fig. 5). Anomalikomplexet ligger inom berggrund med sedimentärt ursprung.



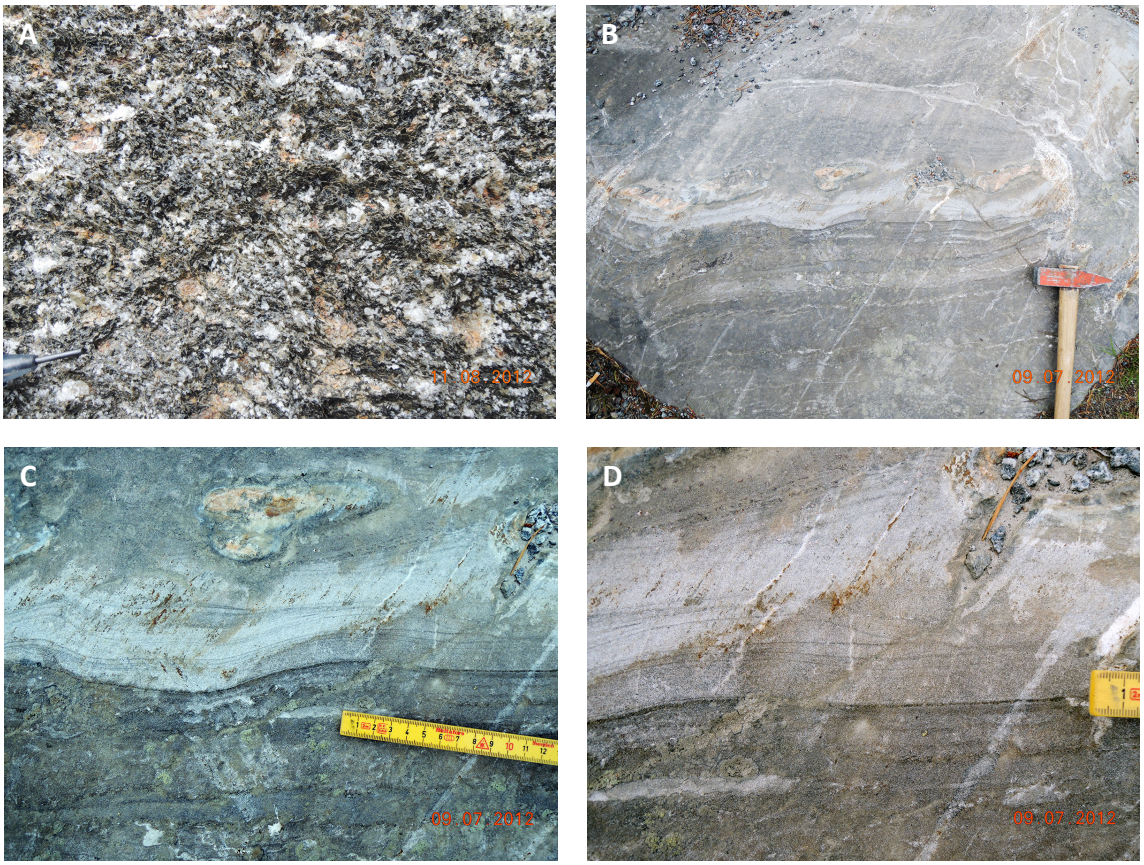
Figur 4. Magnetiskt totalfält (residual) över kartområdet 25L Boden. I bakgrunden visas lokaler där den magnetiska susceptibiliteten har bestämts på hällyta. Cirka 8 km ostnordost om Boden finns ett smalt nordsydligt strykande komplex av bandade positiva anomalier i det magnetiska totalfältet. Inom dessa finns rostiga hällar med magnetkis. De bandade anomalierna ligger strax öster om den tydliga magnetiskt positiva anomalin som är orsakad av Nottträskgabbron.



Figur 5. Beräkning av markvolymens skenbara resistivitet ur flygburen mätning av det elektromagnetiska fältet från VLF-sändare. Cirka 8 km ost-nordost om Boden finns ett smalt nordsydligt strykande tydligt anomalikomplex med sänkt resistivitet där rostiga hällar med magnetkis går upp i dagen.

Bergartsassociationen slamsten består huvudsakligen av slamsten med underordnade inslag av sand. Dessa bergarter dominerar området nordost om Råneälven och sträcker sig över kartbladsgränsen till kartbladet Kalix i öster. Denna slamsten innehåller vanligtvis bruna granater i storleksordning 5–10 mm i diametern (fig. 6A). De ursprungliga dragen är lokalt bevarade i strandhällar i byn Strömsund (några tiotals meter in på Kalixbladet, angränsande till ruta 4j) (fig. 6B–D), där den ursprungliga tunna skiktningen kan observeras. Här finns även några tunna lager med normal gradering (*graded bedding*, eng) och korsskiktning. Strukturerna påminner om sediment bildade i en turbiditisk miljö, där det klastiska sedimentära materialet transporterades av turbulenta slamströmmar.

Bergartsassociationen sandstenar och slamstenar förekommer i kartbladets östra delar, söder om Råneå och huvudsakligen öster om europaväg E4. Denna association är bäst exponerad i stora hällar längs stora kraftledningen sydost om toppen av Höträskkölen norr om Sundom. Söderut förekommer diatexitiska kvartsrika migmatiter som antas vara en sydligare kraftigt omvandlad variant av denna bergartsassociation. På Höträskkölen exponeras en ungefär nord-sydligt strykande och drygt 200 m tjock sekvens av denna bergarts-



Figur 6. A. Slamsten omvandlad till granat-biotit-glimmerskiffer, strax norr om Råneå. (RKN120122; 7329107/831731). **B.** Välbevarad, grå, slamsten med tunna lager av sand med parallellskiktning, normal gradering eller korsskiktning. Bergarten är skuren av läkta sprickor. Bergarten innehåller även tre skarnlinser, resultat av tidig diagenes, det vill säga omvandling av sedimentet till en bergart, söder om Strömsund (RKN120045; 7324485/836425). **C.** Förstoring av centrum av bild 5B. Notera antydan till rippelbildning och normal gradering (RKN120045; 7324485/836425). **D.** Förstoring av högra delen ovanför tumstocken av bild 5C visar en erosionsyta i bildcentrum och korsskikt i övre vänstra delen av bilden (RKN120045; 7324485/836425). Foto: Risto Kumpulainen.

association. Den kan betraktas som en egen stratigrafisk bergartsenhet i en stratigrafi som i övrigt utgörs av gråvackor och slamstenar och beskrivs här för första gången. Enheten blir yngre västerut. Den begränsas i väster av en pegmatitisk granit (7315856/830416). Åt öster och nedåt i stratigrafin ser den ut att övergå i en metatexitisk gråvackeberggrund som innehåller bruna granater (7315565/830601) som omvandlingsmineral. Denna bergartsassociation av sandstenar och slamstenar består av vita till ljusgrå, arkosartade, grovkorniga sandstenar med lagertjocklekar, normalt upp till 3–4 decimeter och i enstaka fall upp till ca 1 m. I de tjockaste lagren påträffas även de grövsta klastiska kornen. De innehåller även slamsor av losslitna sandstenslager. Sandstenslagren separeras av grå till mörkt grå slamstenslager som normalt är tunnare än sandlagren. Sandlagren varierar lateralt i tjocklek och kilar många gånger ut helt (fig. 7A). Några lager har fyllt ut erosionskanaler (fig. 7B), andra visar bevarade snedskikt i fronten av en liten dyn (fig. 7A) som stannat i sin vandring. Många sandlager är linsformiga (fig. 7C–D) och kan ingå som en del i undulerande korsskiktning (*hummocky-cross bedding*, eng; fig. 7E) eller representera trågformig korsskiktning (fig. 7D). I några fall har deformationsstrukturer som bildats i det ursprungliga blöta sedimentet blivit bevarade (fig. 7C).

De iakttagna strukturerna, lagrens geometri och deras sammansättning tyder på att just denna enhet (bergartsassociation) bildats i en vågpåverkad miljö i ett grundhav.

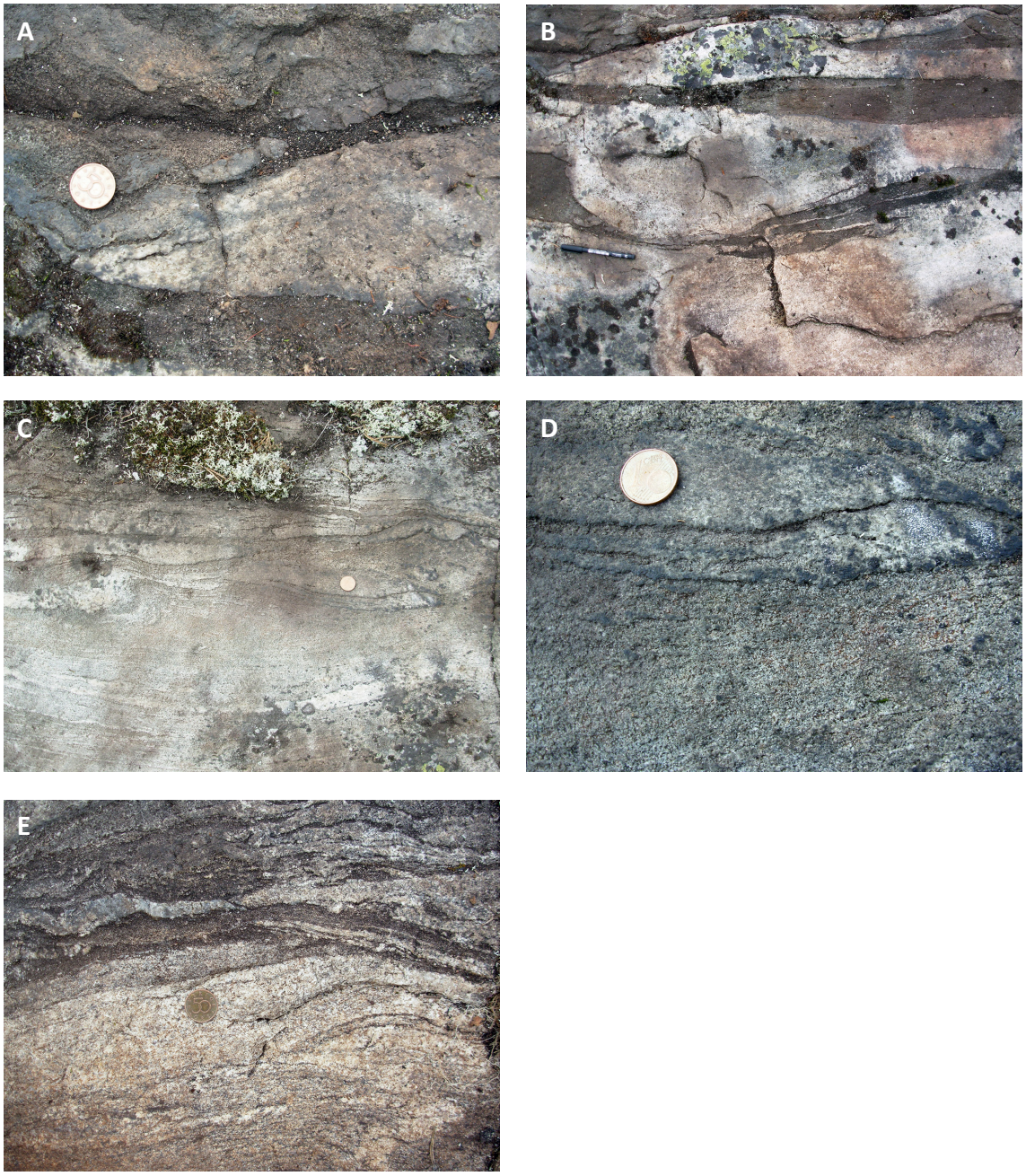
Kartan över det magnetiska totalfältet (fig. 4) indikerar att magnetiseringen är låg i områden som domineras av slamsten-siltsten-lersten och sandsten vilket också konfirmeras av låga uppmätta magnetiska susceptibiliteter på hällar och hos bergartsprov (tabell 1; avsnitt *Petrofysiska egenskaper*).

Bergartsassociationen marmor förekommer som två små isolerade förekomster i slamstensterräng vid byn Svedjan i Råneälvens dalgång. Associationen domineras av ljust grå marmor som består av dolomit och silikatsand, men innehåller även mörkare grå till grönaktiga silikatrika band, vanligtvis i centimeterskalan i tjocklek. Dessa två bergartskomponenter är veckade i ett komplicerat mönster beroende på karbonatbergarternas plastiska deformationsegenskaper.

Att dela upp den sedimentdominerade delen av berggrunden i Bodenområdet i enheter som på ett tydligt sätt har egna egenskaper som avviker från omgivande enheter är en osäker uppgift. Det är dels den relativt höga graden av omvandling, migmatitisering och delvis uppsmältning av ursprungsbergarterna, dels förekomsten av yngre intrusivbergarter som styckar upp den sedimentära terrängen i isolerade delområden som bidrar till svårigheterna. Ytterligare försvårande omständighet är veckningen av berggrunden. Därför blir även nomenklaturen, det vill säga namnsättning av de eventuella, iakttagbara berggrundsenheterna osäker. I tidigare arbeten har den ovan nämnda slamstensdominerade delen av berggrunden (slamstensassociationen) namnsatts som Råneågruppen (GSFNS 1987, Wikström 1993, 1995, 1996).

Bergartsassociationen gråvacka har antagits tillhöra Bottniska bäckenets sedimentära ifyllnad, Bottniska supergruppen. Det eventuellt genetiska sambandet mellan dessa två sannolikt mera omfattande berggrundsenheter är tills vidare oklar. Likaledes är förhållandet mellan Höträskkölens berggrundsenhet och den omgivande berggrunden oklart, men den ser ut att underlagras och överlagras av gråvackaliknande sedimentära bergarter.

Höträskkölen nordväst om Sundom består av typiska metatexiter. Västerut tillkommer i metatexiten kvarts-fältspatrika lager (upp till drygt 0,5 m tjocka) som tolkas som sandstenslager i den ursprungliga sedimentsekvensen. Sandstenslagren växellagrar med finkornigare enheter, slamstenar. Korsskiktning kan iakttas i både sandstenslagren och slamstenslagren. Andra strukturer är erosionsytor och erosionskanaler (fig. 7B) . Roxiberget, norr om Rånträsket, består av metatexiteiska till diatexitiska versioner av migmatiter med sedimentärt ursprung med granater.



Figur 7. A. Snedskikt i fronten av en migrerande dyn, vilket också visar riktningen mot yngre lager, det vill säga uppåt i bilden åt väster i verkligheten. Södra sluttningen av Höträskkölen norr om Sundom (RKN110088; 7315523/830529). **B.** Sandfylld erosionskanal i ett slamstenslager överlagrad av ett annat slamstenslager och dynfronten från bild 6a, södra sluttningen av Höträskkölen (RKN110088; 7315523/830529). **C.** Linsformiga, ljusgrå sandstenslager i en grå, dåligt sorterad, ojämnkornig sandsten. En av dessa ljusa sandstenslinser har deformerats i ett s-formigt veck i det blöta tillståndet av ursprungssedimentet, södra sluttningen av Höträskkölen (RKN110088; 7315523/830529). **D.** Förstoring av avsnittet höger om centrum i bild 6C visar trågformig korsskiktning i den dåligt sorterade sanden. Myntet visar avsnittets position på bild 6C. Även denna bild visar mot yngre lager åt väster. Södra sluttningen av Höträskkölen (RKN110088; 7315523/830529). **E.** Linsformiga tunna sandlager av ljust grå sandsten separerade av konvexa erosionsytor och tunna slamskikt. Dessa tillsammans bildar undulerande korsskiktning (hummocky-cross bedding, eng.). Yngre lager åt väster. Södra sluttningen av Höträskkölen (RKN110088; 7315523/830529). Foto: Risto Kumpulainen.

Figur 8. Bälingekonglomerat i Lillberget norr om Södra Ängesbyn består av inneslutningar och xenoliter av kalk-alkalina intrusiva bergarter i en folierad, finkornig omvandlat matrix (MSI100163; 7312060/823210) Foto: Martiya Sadeghi

Bälingebreccian (f.d. Bälingekonglomeratet)

Det så kallade Bälingekonglomeratet (Åhman & Ödman 1952) har spelat en viktig roll för tolkningen av den geologiska utvecklingen i Norrbotten. Inom kartområdet 25L Boden förekommer intrusivbreccior som kallades ”Bälingekonglomerat” i två områden, dels norr om Markberget vid Frängsträsket i kontakt med en arkeisk ögongnejs, dels i Lillberget söder om Ängesbyn i kontakt med ett omvandlat Haparandaintrusiv (fig. 8). ”Bälingekonglomeratet” består i huvudsak av mer eller mindre upplösta fragment av Haparandaintrusiv i en mellanmassa rik på biotit och mer underordnat hornblände. En omtolkning har gjorts av denna bergartsenhet (Wikström m.fl. 1996a) i Luleåområdet som resulterat i att den tolkats som en fluidiserad, subvulkaniskt bildad intrusion med utgångspunkt i en halvkristalliserad magmakammare av Haparandaintrusiv. En drivande kraft i utvecklingen anses ha varit intrusioner av heta, basiska smältor i magmakammaren vilket förorsakat en kraftig överhettning med en påföljande explosiv utveckling. Rörelser i magmakammaren anses vidare ha förorsakat den lokala rundningen av några fragment. Dessa bergarter ligger i anslutning till vulkaniska bildningar och deras utbredningsområde förefaller att nära sammanfalla med det arkeiska.

Vulkaniska bergarter

Uppträdandet av de vulkaniska bergarterna varierar mycket inom kartområdet 25L Boden. Ett område med basiska vulkaniter med kraftigt varierande utseende återfinns i den norra delen av det karterade området vid gränsen mot kartområdet 26L Pålkem. En del av dessa vulkaniter har uppfattats som lavor, eftersom möjliga kuddlavastrukturer har observerats på några ställen. I andra delar av området kännetecknas vulkaniterna av fragmentföring av olika slag och även av delvis uppbrutna skikt av en plagioklasporfyrisk vulkanit. De basiska vulkaniterna är ställvis fältspatporfyriska med biotit i grundmassan. På några ställen i området finns basiska vulkaniter med fragment och körtlar av amfibol. En del av de basiska vulkaniterna är lagrade, och mafiska mineral har omvandlat till klorit eller epidot.

I den västra delen av kartområdet uppträder stora mängder av ryolitiska till dacitiska vulkaniter. De är ställvis ignimbritstrimmiga och innehåller relativt välbevarade strökorn

av kvarts och fältspat. I området mellan Stasskölen och Petberget är de sura vulkaniterna något mer homogena och har bedömts bestå väsentligen av ignimbriter. I dessa bergarter förekommer dock på något ställe rikligt fragmentförande skikt och även sådana som kan tolkas som tuffitiska led.

Vid Gunnarsbyn och Röråkölen uppträder plagioklasporfyrisk vulkanit med basaltiska till andesitiska sammansättningar samt en hel del subvulkaniska intrusiv. På Timmerberget vid stugutrappan förekommer vulkanoklastisk ryolit till dacit som innehåller flisiga klaster (fig. 9A). En del av klasterna är pilspetsformiga vilket betyder att bergarten bildats under förhållandevis svala förhållanden, eftersom de flisiga klastformerna sannolikt skulle ha rundats av vid partiell uppsmältning i en het magma. Subvulkanisk grovporfyrisk andesit är den dominerande vulkaniska bergarten i området särskilt i norra delen av kartområdet 25L Boden NO. I den nordvästra delen av Fingalåsen uppträder ett vulkaniskt konglomerat med basiska vulkaniter som är ställvis fältspatporfyriska med biotit i grundmassan. Vid ett mindre antal lokaler uppträder plagioklasporfyrisk vulkanit. Vid några ställen i området finns basiska vulkaniter med fragment och körtlar av amfibol. Öster om Albergsmyran förekommer en andesit till basalt som uppvisar band eller lager med varierande fältspatströkornshalt, i vissa lager når halten nästan upp till 25 procent. I den västra delen av kartområdet uppträder ryolitiska till dacitiska vulkaniter. Dessa är ställvis ignimbritstrimmiga och innehåller relativt välbevarade strökorn av kvarts och fältspat (Sadeghi & Hellström, 2018b). I Södra Understberget förekommer en bandad ryolit till dacit. De vulkaniska bergarterna i den västra och södra delen av 25L Boden SV visar en sekvens (från botten till toppen) av 15 meter extrusiv andesit, upp till en meter mäktig gråvackalins, en ryolitisk lagergång och mer än 20 meter eruptiv ryodacit till dacit och amfibolit. Ryodaciterna till daciterna är mest omvandlade och innehåller små sulfidmineraliseringar. Subvulkanisk grovporfyrisk andesit är den dominerande bergarten i området (fig. 9B).

Petrofysiskt är utfallsrummen för de två vulkanitgrupperna (dacit-ryolit respektive basalt-andesit) ungefär de som kan förväntas (tabell 1; avsnitt *Petrofysiska egenskaper*). Det finns enstaka prov i de bägge bergartsgrupperna med höga remanenta magnetiseringar med Q-värden upp till 23 (dacit-ryolit) respektive 6,6 (basalt-andesit).

Modelleringar av data från tyngdkraftsmätningar indikerar att de basalt-andesitiska vulkaniterna vid och nordväst om Alträsket är relativt grunda, sannolikt under 1 000 m.

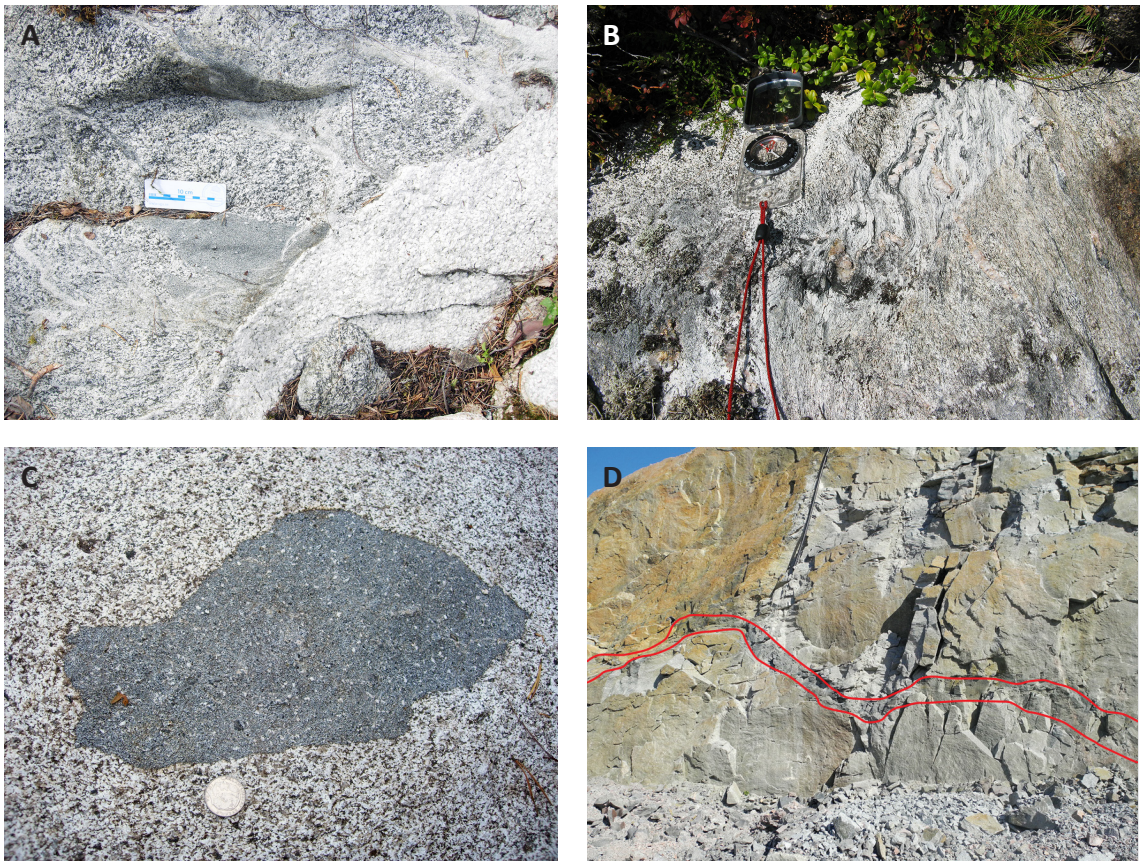
Figur 9. A. Den finkorniga porfyriska mellanmassan innehåller även spridda, mörkt grå, flisiga klaster av gråvacka(?) eller finkornig andesit. (RKN100056; 7311778/818637). Foto: Risto Kumpulainen. **B.** Lager av porfyrisk andesit med 1–2 cm stora euhedrala strökorn i en mörk finkornig grundmassa (PEV090227; 7317903/790083). Foto: Paul Evins

Tidigsvekokarelska intrusivbergarter, ca 1,92–1,87 miljarder år

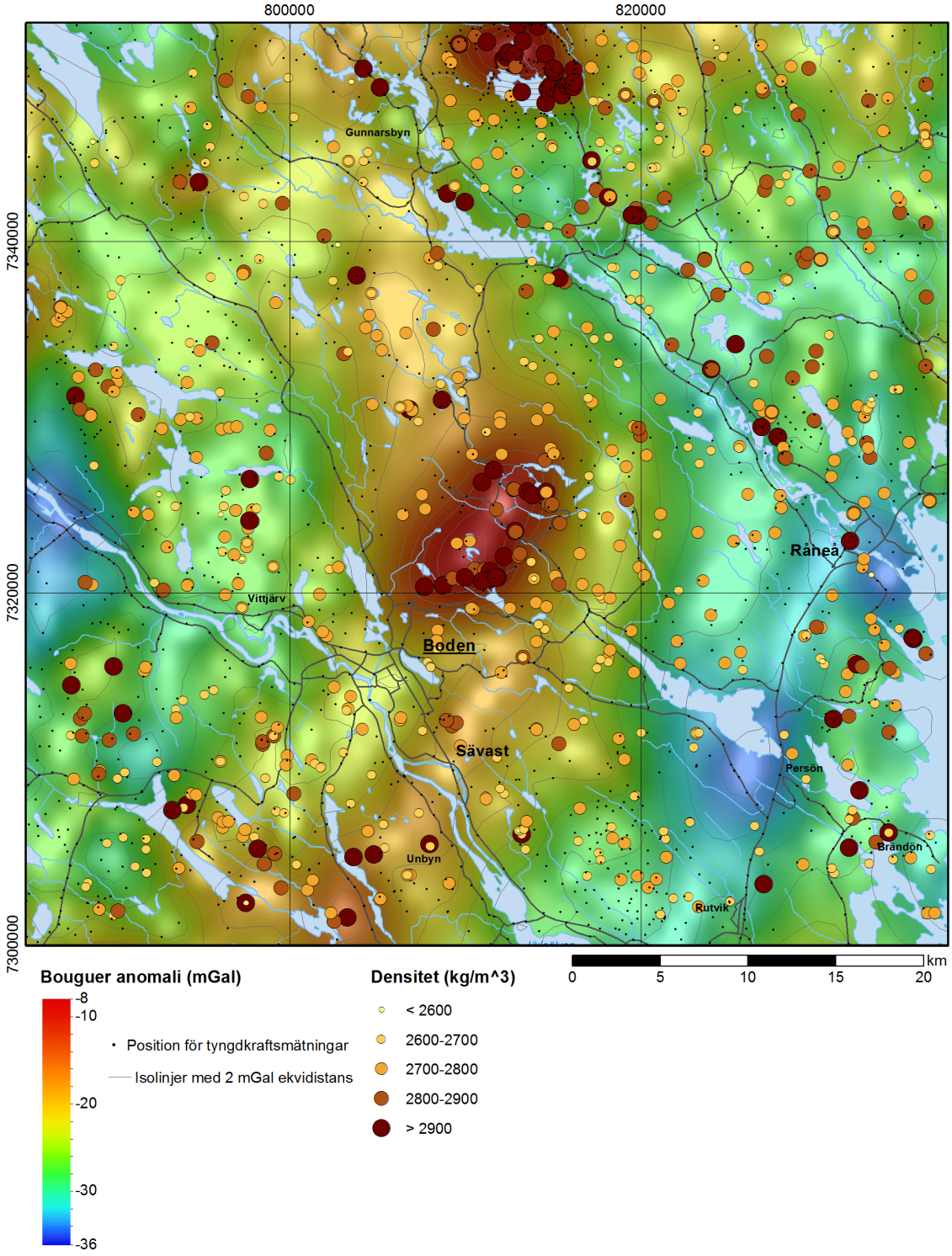
Tidigsvekokarelska, ca 1,92–1,87 miljarder år gamla intrusivbergarter är relativt vanliga i stora delar av det karterade området. De har traditionellt delats upp i ca 1 91–1 88 miljoner år gamla, grå, kalk-alkalina metagranodioriter till metadioriter till kvartsdioriter (Haparandasviten) och ca 1,88–1,84 miljarder år gamla, röda, mer alkalirika graniter till syenitoider (pertitmonzonitsviten). Haparandasvitens bergarter är relativt rika på mörka mineral, kalifältspatfattiga, jämnkorniga, massformiga eller svagt stängliga till penetrativt folierade (fig. 10A). Rundade, utdragna mafiska enklaver är vanligt förekommande i dem.

De basiska intrusivbergarterna i kartområdet sammanfaller vanligen med lokala, positiva tyngd-kraftsanomalier och positiva anomalier i magnetfältet. Dessa basiska intrusiv upptar en större yta än den som tidigare kartor visar. Basiska kroppar har bland annat upptäckts i norra delen av kartområdet, söder om Djuptjärnen samt i nordostsluttningen av Långbergshuvudet, strax sydväst om Niemisel. Den senare bedöms ha en längd av minst tre kilometer.

Den så kallade Gunnarsträsksgabbron tolkas ingå i Haparandasviten. Den detekteras tydligt i tyngdkraftsmätningar som en markerad positiv anomali på tyngdkraftskartan (fig. 11).



Figur 10. A. Kvartsdiorit till kvartsmonzodiorit; ådrad, enklavförande och folierad, i kontakt med grovkornig granit (MSI090056; 7339414/786752). Foto: Martiya Sadeghi. **B.** Kvartsdiorit – granodiorit, deformerad, skjuvband och zoner, krenulerad, genombruten av mafiska enheter, band/gångar mestadels parallellt med foliationen (CHB090277; 7327442/790224). Foto: Charlotta Brandt. **C.** Svagt folierad granodiorit, medelkornig till grovt medelkornig. Inneslutning av basaltisk andesit/amfibolit på upp till 50 × 20 cm i storlek. Hornblände strökorn är ca 1 mm och plagioklas strökorn är ca 1–3 mm. (SPN120230; 7329109/818659). Foto: Stefan Persson. **D.** Norramark bergtäkt; vid södra gränsen av kartområdet 25L Boden SO uppträder en granodiorit tillhörande i Haparandasviten med en del gångliknande bergarter (dacit/amfibolit) som har klippt foliationen i sviten vilket betyder att de är yngre än den regionala metamorfen (MSI110010; 7301804/821195). Foto: Martiya Sadeghi.



Figur 11. Tyngdkraftsfältet i form av terrängkorrigerad Bougueranomali med lokaler där bergartsprov tagits ur häll (fram t.o.m. 2012) för bestämning av petrofysiska egenskaper. I figuren redovisas densiteten.

Den ligger i den nordligaste delen av kartområdet och ingår i den tyngdkraftsrygg som löper genom hela kartområdet med ungefär nordsydlig riktning. Inom ryggen finns ytterligare ett tydligt maximum som är associerat med den så kallade Notträskgabbron i den centrala delen av kartområdet. I södra delen sammanhänger tyngdkraftsryggen med basiska vulkaniter.

Djupgåendet hos Gunnarsträskgabbron har modellerats i flera arbeten. Arkko (1986) har beräknat djupgåendet till ca 1,2 km. En modellering har också genomförts inom föreliggande karteringsarbete, med en densitet hos gabbrokroppen av 2 980 kg/m^3 i en omgivande berggrund med densiteten 2 640 kg/m^3, vilken gav ett djupgående av omkring 1,7 km. Detta djupgående ansluter också till resultatet hos Antal m.fl. (2013). Vidare har Antal m.fl. (2013) genomfört en alternativ modellering med en annan teknik, så kallad inversion, vilken gav ett djupgående av ca 4 km.

I stora delar av kartområdena 25LSO och NO består berggrunden av bergarter som tillhör Haparandasviten, så till exempel vid Sunderbyn, Östiberget och Sörnäsudden. Särskilt i Sunderbyområdet är granitoiderna sällan massformiga utan deformerade i olika grad och omkristalliserade (fig. 10B). I Sunderbyområdet, särskilt omkring Svanamyrberget, finns en kraftig anomali i det magnetiska totalfältet vilken härrör från bandad magnetit och en magnetitbreccia. Granitoiderna som tillhör Haparandasviten och som ligger i östra delen av kartområdet 25L Boden NV är i regel mindre deformerade och omkristalliserade jämfört med motsvarande bergarter belägna inom kartområdena 25L Boden SO och NO. I de senare områdena är bergarterna mer påverkade av migmatitisering och uppsmältning (fig. 10B).

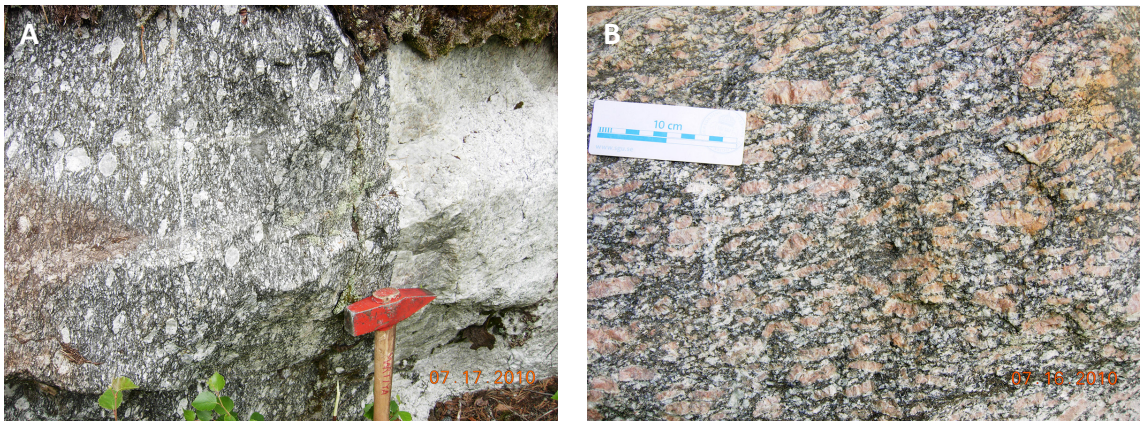
Mikroskopering av Haparandasvitens granitoider visar att sammansättningen varierar från monzogranit till kvartsdiorit med tyngdpunkt på granodiorit till kvartsmonzodiorit. De granodioritiska leden innehåller grov plagioklas, lokalt med tendens till magmatisk zonering, grov mikroklin, biotit- och hornblände samt accessoriskt epidot/klinozoisit, apatit, titanit samt zirkon i biotit. De kvartsmonzodioritiska leden är rikare på blågrönt hornblände, grön till olivbrun biotit och titanit. Ett prov är rik på plagioklas (lokalt kraftigt omvandlad), blågrönt hornblände samt två generationer biotit (olivgrön och blekbrun).

Det logaritmiska medelvärdet för den magnetiska susceptibiliteten för bergartsgruppen gabbroid-dioritoid är relativt hög, 0,03428 SI. Q-värdet hos gabbroid-dioritoidgruppen har medianvärdet 0,58. Dessa värden kan jämföras med kartområdets andra dominerande gabbroidgrupp dit Notträskgabbron hör (se avsnitt *Sen- till postsvekokarelska intrusivbergarter, ca 1,84–1,77 miljarder år (Edeforssviten)*), där är motsvarande värden 0,00455 SI respektive 4,1. Det visar att de magnetiska anomalierna kopplade till gabbroider-dioritoider inom Haparandasviten orsakas av magnetit medan gabbroider-dioritoider inom Edeforssviten, som Notträskgabbron tillhör, till stor del orsakas av magnetkis.

Tidigsvekokarelska intrusivbergarter, ca 1,88–1,84 miljarder år

Intrusivbergarter i pertitmonzonitsviten (PMS) uppträder som grå till rödgrå, lokalt gnejsiga ögonförande graniter. De är små- till grovporfyriska eller relikt grovkorniga. På en del ställen i kartområdet finns små partier med röda till grå, finkorniga metagraniter till metagranodioriter, vilka i många fall är associerade med de metagraniter och metasyenitoider som tillhör pertitmonzonitsviten. Dessa bergarter har blivit daterade vid Fällmyrberget i den östra delen av kartområdet 25L Boden NV och visat en ålder av 1 869 ± 8 miljoner år. Dessa bergarter uppträder också i norra delen av kartområdet i 25L Boden NO exempelvis vid Norberget och i en vägskärning vid Såg-Djupträsket som mindre volymer eller hybridiserade med vulkaniska bergarter.

Den östra delen av kartområdet 25L Boden SO, vid exempelvis Gussögrönnan, upptas av en porfyrisk granit (fig. 12A), som benämnts som Degerbergsgranit (Wikström 1989). Grani-



Figur 12. A. Grovporfyriskt folierad granit med elongerade fenokrister av alkalifälspat i kontakt med en ca meterbred gångliknande kvartsdiorit (MSI100141; 7301789/ 836301). **B.** Grovporfyriskt folierad/linjerad granit med alkalifälspatfenokrister i medelkornig grundmassa (MSI100120; 7305771/835609). Foto: Martiya Sadeghi.

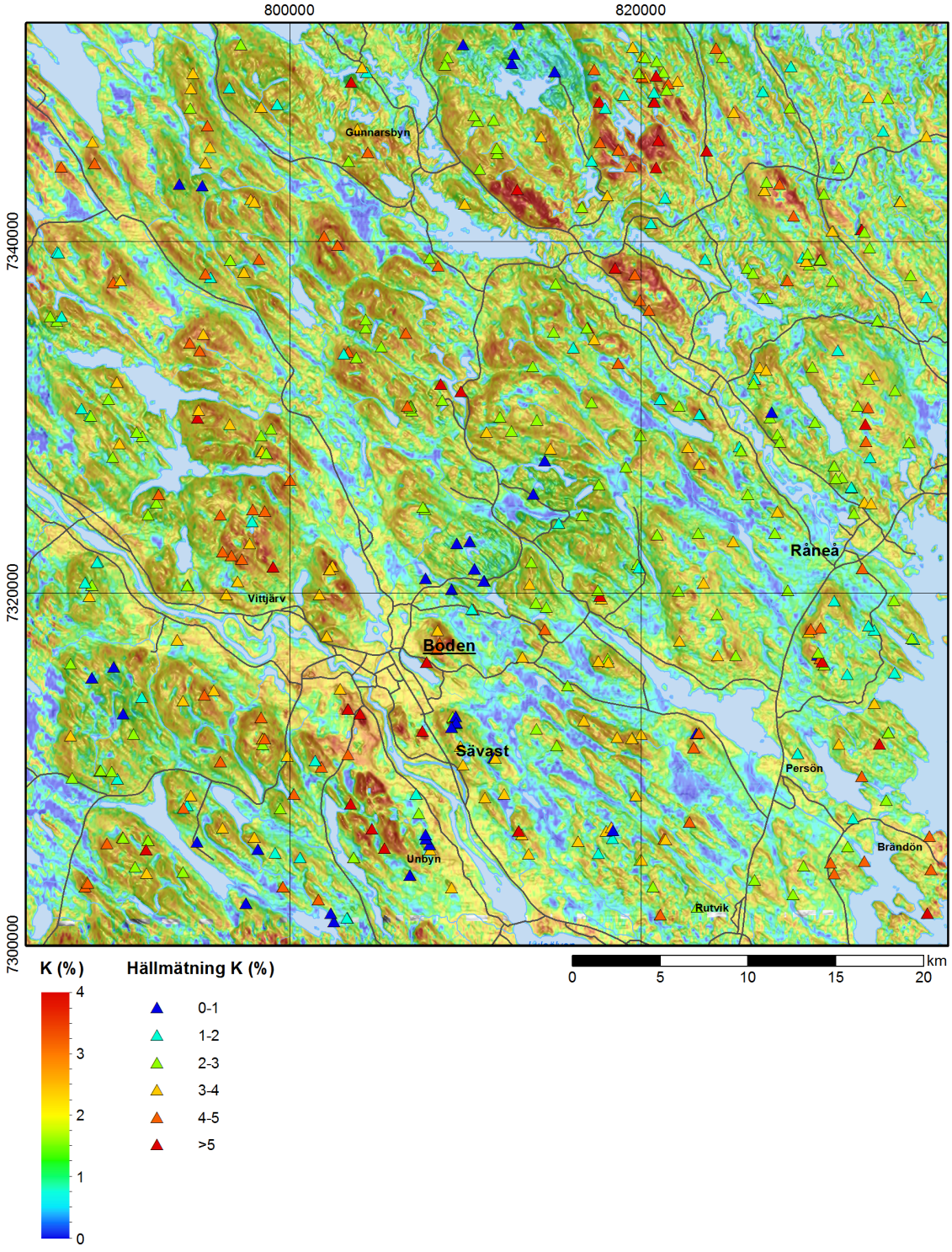
ten är vanligtvis ögonförande, folierad, grå till rödgrå, lokalt röd och uppvisar vittrade ytor. En U/Pb-datering av zirkoner från Degerbergsgraniten i Kalixområdet har gett 1 888 ± 17 miljoner år (Wikström m.fl. 1996b). Inom 25L Boden NV och SV finns stora områden med intrusiva bergarter som har tolkats tillhöra pertitmonzonitsviten, exempelvis mellan Vittjärvi och Karlberg och Sör-Holsterhuvudet (fig. 12B).

Baserat på modal analys av tunnslip så hamnar bergarterna i ett streckeisendiagram inom fälten monzogranit -och kvartsmonzonit. Mikroklinrika bergarter, där pertitisk kalifältspat bildar megakrister, visar karlsbadertvillingar. Plagioklas finns med sericitiserade kärnor (magmatisk zonering) samt även små mikrokliner med tvillingbildning. Hornblände, titanit och apatit är vanliga. Brun frisk biotit bildar aggregat vid korngränser mellan fältspater.

De tidigsvekokarelska intrusivbergarternas petrofysiska egenskaper framgår av tabell 1 (se avsnitt *Petrofysiska egenskaper*). En av bergartsgrupperna utgörs av syenitoid-granit och den finns endast företrädd inom ett litet område mellan vattendragen Niemiselet och Inre-Fälltträsket. Som väntat är kaliumhalten relativt hög vilket också går att se på kartan över kaliumkomponenten från den flygburna gammastrålningsspektrometrin (fig. 13). Av kartan framgår också att regionen kring denna anomali innehåller fler kaliumrika berggrundsenheter där de flesta dock klassificerats som granit.

Sen- till postsvekokarelska intrusivbergarter, ca 1,82–1,74 miljarder år

Sen- till postsvekokarelska, ca 1,82–1,74 miljarder år gamla intrusivbergarter uppträder också i kartområdet. Den så kallade Linasviten består av ljust röda till gråröda graniter och associerade pegmatiter som täcker en del av kartområdet. De är medel till grovkorniga men uppvisar också partier som är finkorniga. Delvis är de finkorniga till fint medelkorniga och ger då ett subvulkaniskt intryck. Denna typ av granit påträffades i norra delen av kartområdet väster om Gunnarsbyträsket och följer den stora nordvästliga deformationszonen vilken har påverkat graniten genom mylonitisering. Separata kroppar av granit till pegmatit är också associerade med de områden som är sedimentdominerade i östra delen av 25L Boden. Denna association påträffas dock inom hela kartområdet i form av små intrusiva kroppar eller som gångar.



Figur 13. Kaliumhalten i markytan som bestämts ur flygburen gammastrålningsspektrometri samt resultatet av gammastrålningsspektrometri på hällar.

Sen- till postsvekokarelska intrusivbergarter, ca 1,84–1,77 miljarder år (Edeforssviten)

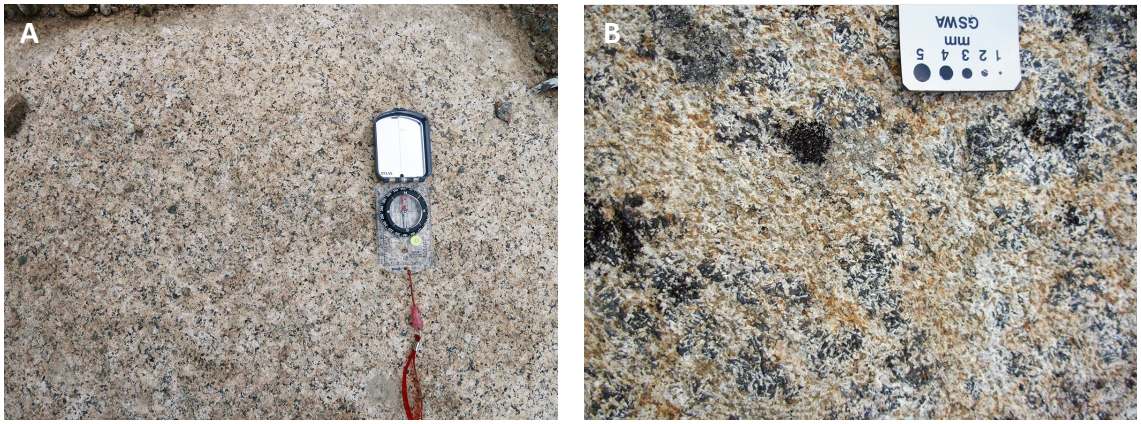
De sen- till postsvekokarelska intrusivbergarterna tillhörande Edeforssviten dominerar berggrunden i den centrala delen av kartområdet 25L Boden SV och SO. De yngre graniterna i området med en ålder runt 1 800 miljoner år varierar något i utseende. Dels förekommer de i större massiv, lokalt med övergångar till syenitiska eller monzonitiska sammansättningar och lokalt även sammanhängande med gabbrokroppar, dels som mer diffust avgränsade granitkroppar med övergångar i aplit och pegmatit och i nära samband med migmatitsering. I en del områden blir gränsdragningen mellan dessa bägge huvudformer otydlig. Röda färger är gemensamt för dessa graniter.

De felsiska leden utgörs vanligen av massformiga, medel- till grovkorniga, för det mesta jämnkorniga men ställvis små- eller små- till grovporfyriska graniter. Syenit-kvartssyenit till kvartsmonzonit förekommer i ett större område omkring Boden och kallas Bodensyenit (fig. 14A).

Notträskgabbron utgörs av en lagrad mafisk intrusion med ursprungligen lopolitisk form (Filén 1987). De primära pyroxenerna har i stor utsträckning omvandlats till amfibol (fig. 14B). Plagioklaserna är ställvis sericitiserade och uppvisar på många ställen typiska kumulattexturer.

Notträskgabbrons geometriska och petrologiska uppbyggnad har diskuterats i ett flertal arbeten bland annat Arvanitidis (1982), Widenfalk et al. (1985) och Filén (1987). Notträskgabbrons djupgående har modellerats i föreliggande karteringsarbete och resultatet indikerar att djupgåendet i de centrala delarna bör vara minst 3 km. Den sydvästliga utlöparen tunnar dock ut och har ett djupgående av omkring 1,5 km. Modelleringen har endast beaktat tyngdkraftsdata.

Mikroskopering av tunnslip visar att huvuddelen av intrusivbergarterna inom Edeforssviten faller inom sammansättningen för kvartsmonzonit till kvartsmonzodiorit. Det kvartsrikaste provet tangerar monzogranitfältet och innehåller mikropertitisk mikroklin samt listformad plagioklas. Mafiska mineral är ljust gulbrun till grön biotit som stora aggregat med poikilitiskt innesluten kvarts, grönt hornblände associerat med titanit, zirkon och apatit samt troligen klinopyroxen med påväxt av amfibol. De kvartsfattigare leden (monzonit–kvartsmonzodiorit) visar grov mikroklin, delvis som mikropertit, samt stora friska plagioklaser lokalt med sericitiserade kärnor. Mafiska mineral består av grön till gulgrön hornblände samt klinopyroxen. Accessoriskt finns titanit, zirkon och apatit.



Figur 14. A. Sydöst om Södra Understberget, väghäll med kvartssyenit; (CHB100212;7309787/ 802691). Foto: Charlotta Brandt. **B.** Olivingabbro; (PEV090187; 7320701/ 810043). Foto: Paul Evins.

Gångbergarter

Diabasgångarna öster om Timmerberget (7311357/819779) och väster om Timmerberget (7311442/819320) uppträder som flera nästan parallella gångar i riktning från nordväst till sydöst. Mindre gångar av diabas eller amfibolit (fig. 15A) har observerats i häll på några ställen i kartområdet. Ett fåtal hällobservationer av ibland högmagnetisk, stänglig amfibolit och diabas har gjorts. Dessa relationer tyder på att plastisk deformation skedde både före och efter gångsvärmens intrusion, men före bildningen av Linasvitens bergarter.

Pegmatit- och aplitgångar förekommer över hela kartområdet med en viss koncentration i de sedimentära gnejsområdena, framför allt i östra delen av kartområdet (fig. 15B).

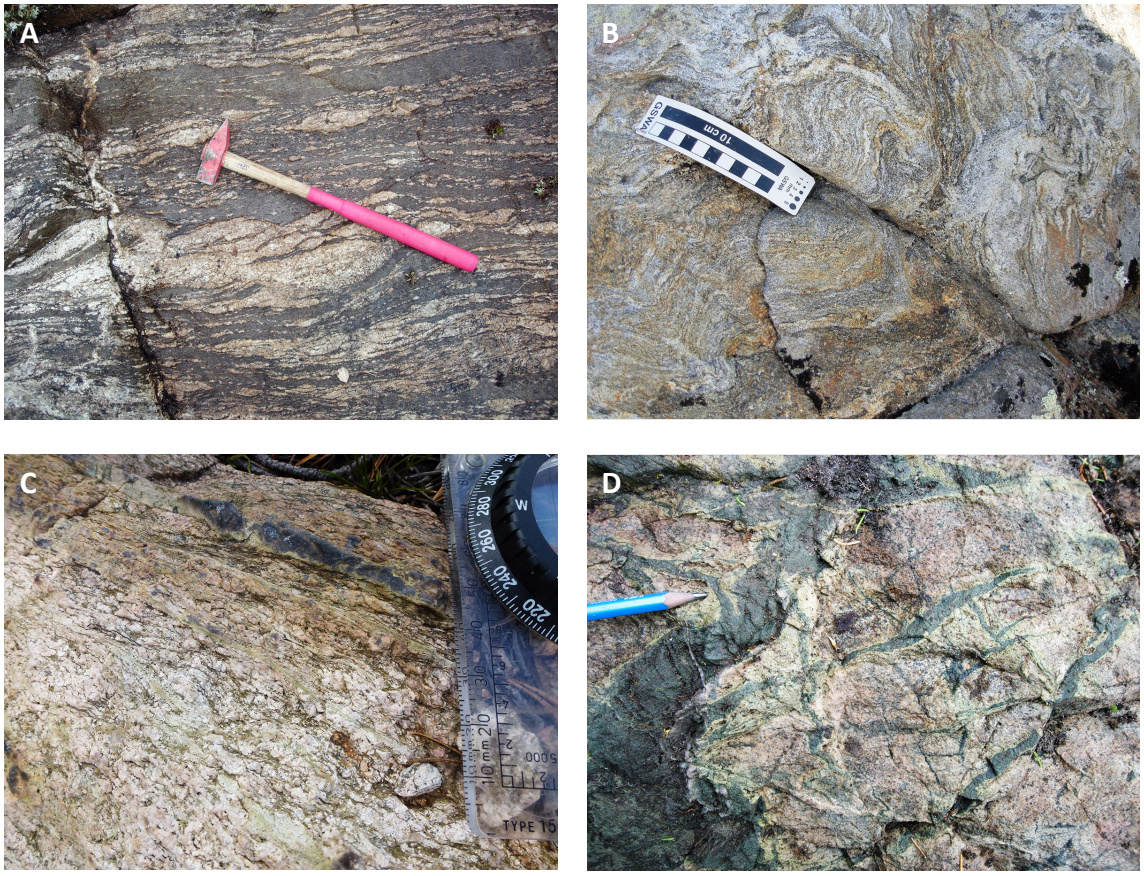
METAMORFOS OCH OMVANDLINGAR

Metamorfosgraden inom kartområdet 25L Boden är varierande från låg metamorfosgrad av granat-andalusitfacies till migmatisering från metatexit till diatexit (fig. 16A–B). Generellt varierar metamorfosgraden från lägre i den västra delen av kartområdet för att öka mot öster. Högre metamorfosgrad förekommer i den Bottniska supergruppen och Rånegruppen vilken ställvis yttrar sig i migmatitiserade gråvackor och paragnejser samt som förgnejsade vulkaniter. De sen- till postsvekokarelska intrusivbergarterna, särskilt i södra delen av kartområdet omkring Södra och Norra Sunderbyn, har högre metamorfosgrad jämfört med den västra delen.

Vulkaniter i området mellan Ängesbyn och södra Ängesbyn, kopplade till Bälingebreccian (se avsnitt *Bälingebreccian (f.d. Bälingekonglomeratet)*), visar hydrotermal omvandling vilken lett till bildning av både sericit och epidot samt omkristallisering. Omkristalliseringen skedde sannolikt när den omgivande Edeforsgraniten intruderade (fig. 16C). Granat har observerats i både Bottniska supergruppens och Rånegruppens paragnejser öster om Boden. Epidotomvandling är vanlig i framför allt de svekofenniska ytbergarterna och de tidigsvekokarelska intrusivbergarterna. Klorit uppträder i både ytbergarter och de tidigsvekokarelska intrusivbergarterna (fig. 16D).

Figur 15A. Amfibolitgångar i Grubberget (CHB090084; 7322041/ 798535). Foto: Charlotta Brandt. **B.** Norra väggen i Sunderbyns bergtäkt där aplitiska-granitiska gångar slår igenom äldre granodiorit (MSI100061: 7301883/821183). Foto: Martiya Sadeghi.

I en bergtäkt i Södra Sunderbyn, inom 25L Boden SO, finns kvartsdiorit till granodiorit, tillhörande Haparandasviten, med en stor mängd enklaver av diorit, där även de senare bedöms tillhöra Haparandasviten. Dessa bergarter har i efterhand klippts av mafiska gångar. I de mafiska gångarna, som i något skede har metamorfoserats till amfibolit, observeras diverse typer av hydrotermala omvandligar som K-fältspat-biotit, propylit-(epidot-aktinolit-klorit-kvarts-albit) och epidot. Omvandlingen kan antingen vara resultat av den hydrotermala aktivitet som efterföljde metamorfosen eller senare metasomatisk. Propylitiseringen förde med sig omfattande magnetitimpregnering i de minst omvandlade delarna och magnetit-pyritimpregnering i de mest påverkade. Bland dessa observeras även en mikroskopisk sulfiddisseminering (mest pyrit och kopparkis). Amfiboliten har i närheten till propylitomvandlingen utsatts för selektiv omvandlig. I dessa omvandlade delar är silikaterna i stort sett intakta medan magnetit bildad vid regional metamorfos har utsatts för sulfidisering och bildat pseudomorfer av pyrit-kopparkis på forna magnetitkorn. Dessa sulfider kan utgöra potentiella guldkällor.



Figur 16. A. Kvarts och fältspatrika ådror (leukosom) i metatexiten bildades ut i tonaliten. Metatexiten ser ställvis kvartsitisk ut i färsk yta (SPN120143; 7326844/ 826044). Foto: Stefan Persson. **B.** Isoklinalt veckat och migmatitiserat metasediment med bandning i centimeterskala. Axialplansfoliationen är välutvecklad i de biotitrikare banden. (PEV090173; 7323384/ 807345). Foto: Paul Evins. **C.** Granodiorit till kvartsdiorit i Haparandasviten. Skjuvad och omkristalliserad med många kvartsådror och mylonitiserade partier. (CHB111022; 7344153/ 811774). Foto: Charlotta Brandt. **D.** Skarnomvandlad plagioklasporfyrisk dacit. (JEH090020; 7345178/ 795511). Foto: Jan Ehrenborg.

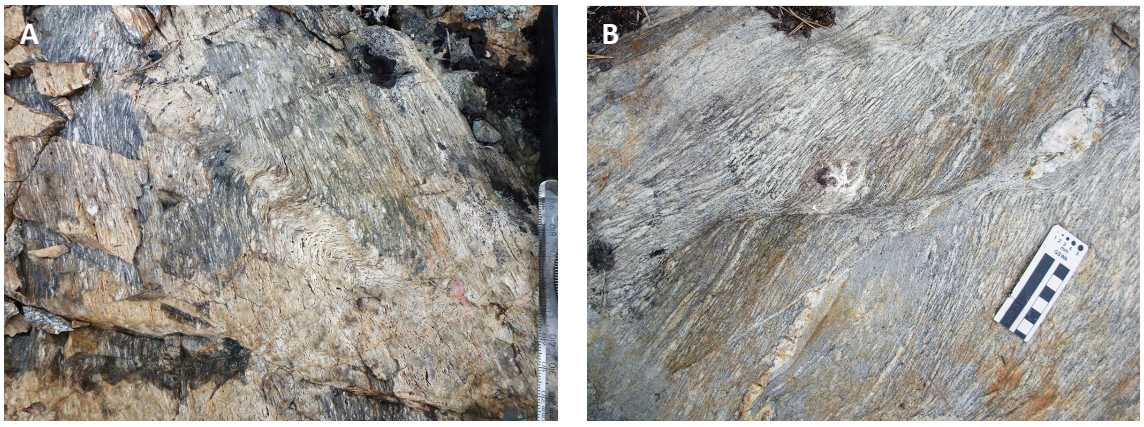
STRUKTURGEOLOGI

Spröda faser av berggrundens deformation inom kartområdet 25L Boden avspeglas delvis i terrängmodellen (fig. 1, se avsnitt *Inledning*). En av de dominerande deformationszonerna inom kartområdet representeras av den morfologiska enhet som utgörs av Råneå älvdal. Den breder ut sig mot nordväst från Råneå upp mot Gunnarsbyn. I älvdalen observeras såväl plastisk som spröd deformation i hällar vilket tyder på att deformationszonen har varit aktiv vid flera skeden och under olika spröd-plastiska förhållanden i jordskorpan. Denna reaktiverade deformationszon syns även i kartan över det magnetiska totalfältet (fig. 4, se avsnitt *Berggrund*) samt i kartan över den skenbara elektriska resistiviteten (fig. 5, se avsnitt *Berggrund*).

Inom Boden 25L NV och 25L SV observeras talrika magnetiska konnektioner i undulerande former. Dessa, tillsammans med flera observationer av plastisk deformation, indikerar att berggrunden innehåller enheter som en gång varit sammanhängande och plastiskt deformerade och som senare styckats upp av spröd deformation. Plastisk deformation i häll påträffas exempelvis på södra Bodsjöberget, vid Hundsjön och Österåker.

Ett system av nordväst- och sydoststrykande deformationszoner har även påverkat Linagraniten, vilket betyder att dessa deformationzoner är yngre än ca 1,78 miljarder år. Speciellt en stor, nordvästligt strykande deformationszon, vilken är parallell med Luleälven och väg 97, har förkastat Bodensyeniten med vänstervriden rörelse. Berggrunden i Boden 25L innehåller också deformationszoner av spröd karaktär, dessa är ganska jämnt spridda över hela kartområdet. Lokalt uppträder även spröd-plastiska deformationzoner (fig 17A–B).

De yngre zonerna, som i allmänhet inte är blottade, har konstruerats främst med utgångspunkt från det magnetiska anomalimönstret. De zoner som tolkats avgränsa arkeikum norr om Luleå till söder om Boden, verkar dock inte påverka Degerbergsgraniten vilket tyder på att de är äldre än denna granit



Figur 17. A. Skjuvad, veckad och mylonitiserad andesit till basalt (7344 840/ 0810 786) (CHB111035; 7344665/ 810994). Foto: Charlotta Brandt. **B.** Starkt folierade och transponerade kvartsådror och linser med anatektiskt material, vilket gör att bergarten tolkas som en stromatisk metatexit. Gnejsigheten, är isoklinalt veckad och dessutom senare skjuvad i ett konjugerande system som visar kompression i nordväst-sydostlig riktning (PEV10017206 ; 7319174/ 814547). Foto: Paul Evins.

NATURRESURSER

Endast ett fåtal mindre mineraliseringar är identifierade i berghäll och borrhål inom kartområdet. Viktigast av dessa är mineraliseringar i basiska bergarter som intruderat sulfidförande bergarter av sedimentärt ursprung. I en lagrad intrusion vid Notträsk (7321000/811800) finns nickel-mineraliseringar som varit kända sedan slutet av 1800-talet. Området började prospekteras på allvar efter 1975 då man i samband med ett vägbygge hittade gabbronorit med ådror av massiv magnetkis. Snitthalten av nickel, kobolt och koppar i mineraliseringen uppgår till 0,55, 0,08 respektive 0,17 procent (Hansson 1982, 1983). Nickel och kobolt förekommer huvudsakligen i pentlandit och violarit (Arvanitidis och Rickard 1980). Geofysiska markmätningar utfördes av LKAB 1979 i området närmast den ursprungliga fyndplatsen. Mätningarna följdes upp av borrningar 1983 då fem borrhål om totalt 380,4 meter borrades. Analyser av borrkärnorna gav en sektion på 11 meter som håller 0,81 procent koppar, 0,72 procent nickel, 0,07 procent kobolt och 0,12 ppm guld. Kända mineraliseringar förekommer i noritintrusionen som är sedimentkontaminerad (Hansson 1982, 1983). 1989 utförde SGAB borrningar i intrusionens inre delar, som består av olivingabbro. Dessa borrningar har påvisat lokalt anomala halter av platina, palladium och guld (Filén m.fl. 1989).

Vid Lillträsk, 6 kilometer nordväst om Råneå, förekommer en äldre skärpning (7328940/829770) i en nickel-koppar mineraliserad ultramafisk bergart. Halter mellan 0,5 och 0,7 procent nickel och 0,4 och 2,3 procent koppar har tidigare rapporterats (Liljequist och Gerdin 1980). Den mineraliserade ultramafiten innehåller disseminerad kopparkis och magnetkis och utgör sannolikt en del av en mafisk intrusion som intruderat sulfidrika metasediment. Ett mineraliserat prov taget från den gamla skärpningen (DLA120079) gav vid analys 0,30 procent koppar, 0,16 procent nickel och 780 ppm krom.

Sammanlagt 30 kopparkisförande block med magnetkis, nickel och koboltmineral har hittats vid sjön Degerselet under en blockletningskampanj utförd av Sveriges geologiska undersökning i slutet av 1970-talet. Kampanjen uppföljdes av geofysiska undersökningar med IP och magnetometri (Johansson 1980) och senare även med TEM av företaget Blackstone Ventures Inc. Mineraliseringar i fast klyft har inte lokaliserats.

Mindre wolframmineraliseringar i form av disseminerad scheelit förekommer i skarnomvandlade kalkhorisonter i vulkanoklastiska sediment och vulkaniter i ett nord-sydligt stråk mellan Stor-Alberget i söder (7305300/790500) och området runt Stor-Holberget i norr (7313700/790400). Mineraliseringarna som förekommer i nära association med pegmatiter och granodiorit har normalt halter mellan 0,1 till 0,2 procent wolfram. I området förekommer även mindre kopparmineraliseringar i vulkanit samt molybden- och guldmineraliseringar i pegmatit (Hansson 1983, Geo Management 1994).

Ett flertal kopparmineraliseringar i häll och block är sedan länge kända i ett område ostnordost om Svartlå vid gränsen mellan kartområdena 25K Harads NO och 25L Boden NV. Dokumentation är sparsamt förekommande och är begränsad till observationer gjorda under reguljär berggrundskartering (Kathol & Jönberger 2012) och granskning av mineraljaktsfynd. Under fältsäsongen 2012 togs prov av en kopparmineraliserad pegmatit för kemisk analys från Gruvbergets sydöstra sluttning (DLA120077; 7335774/786396). Mineraliseringen utgörs av sprickfyllnader med bornit (Cu_5FeS_4) i en pegmatitgång som i den kopparmineraliserade delen innehåller kalifältspat av typen amazonsten . Analysen gav 920 ppm koppar, 0,1 ppm guld och 1,46 ppm silver.

Strax norr om Kvarnträsket finns ett mindre gruvhål eller skärpning i en starkt rostvittrad, grafitförande metasedimentär bergart (7327913/815049). Sulfidmineralen utgörs av magnetkis och svavelkis. Sannolikt var det huvudsakligen grafiten som var av intresse. Våtkemisk analys

visar förhöjda halter av nickel, vanadin, molybden, uran och koppar. Prospektering har även utförts vid Kopparberget mellan Legoträsket och Hundsjön samt vid Brändberget nordväst om Kvarnträsket. Ett flertal skärpningar förekommer men några ekonomiskt intressanta halter av metall eller grafit har inte dokumenterats.

Mineralisering i häll bestående av löllingit ($FeAs_2$) som sprickfyllnad i gnejs förekommer enligt dokumentation vid Hällkölen ca 6 km sydost om Avafors vid Lillån (Carlsson 1982). Mineraliseringen har inte återfunnits men spår av provtagning i form av skärvor och block av gnejs och kvartsit finns i ett hällområde nära positionen som angavs av Carlsson (1982). Arsenikkis (FeAsS) finns som ådror och dissemination i en del av dessa block (7342248/834784). Sulfidmineraliseringar med anomala halter av koppar och guld är sedan äldre tid kända nära Markberget (7305873/813300), Svanamyrberget (7305100/818300) och Misund (7301680/821400) (Isaksson m.fl. 1995).

Vid Gruvberget strax sydost om Bodens tätort (7312800/809760) finns ett par äldre gruvhål eller skärpningar med kvarliggande varp. Rester av en amfibol- och magnetitrik bergart som sannolikt utgjort den brutna malmen förekommer i gruvvägg och i varp. I området runt Brändåsen (7306500/818000 samt 7304800/820 000) har ett antal hällar med järnmineraliseringar identifierats. Dessa består av ådror av massiv magnetit i granitoider.

Ett flertal nedlagda kvarts- och fältspatbrott i zonerade pegmatiter förekommer mellan Råneå och Sundom. Den största gruvan vid Högheden (7320870/833100) skall ensamt ha gett 6 748 ton fältspat (Sundius 1952). Flera av brotten är välbesökta av mineralsamlare. Vid Sörihällans brott och varp (7318162/832932) förekommer bland annat grov svart turmalin ($Na(Fe^{2+}_3)Al_6(Si_6O_{18})(BO_3)_3(OH)_3(OH)$, Beryll $Be_3Al_2(Si_6O_{18})$, monazit ($Ce(PO_4)$) och columbit ($FeNb_2O_6$). Vid Höträskkölen, ca 7 kilometer söder om Råneå, finns tre nedlagda pegmatitbrott (Sundius 1952) där radioaktiva mineral förekommer i pegmatit och i sprickor i leukogranit som till viss del utgör pegmatitgångarnas värdbergart. Där har gjorts fynd av mineral som tillhör euxenit-polykrasserien $(Y, Ca, Ce)(Nb, Ta, Ti)_2O_6 – (Y,U)_2(Ti,Nb)O_6$) och wölsendorfit ($(Pb, Ca)U_2O_7 \cdot 2H_2O$) (fig. 18). Scintillometermätningar visar generellt mellan 100 och 200 c/s i pegmatit och granit runt brotten vid Höträskkölen.

Figur 18. Fynd av wölsendorfit (rött mineral) i varp. Provet på bilden är placerat på leukogranit vid fältspatsbrott på Höträskkölen (DLA110009; 7316554/830110). Foto: Daniel Larsson.

Flera äldre skärpningar i grafitförande metasedimentära bergarter finns i ett ca 80 000 kvadratmeter stort område på Huvudköllandets sydsluttning, 15 kilometer nordost om Boden. De är huvudsakligen jord- eller vattenfyllda och övervuxna. Förekommande blottningar (7329300/813630) består av rostvittrad grafitskiffer eller kvartsit. Grafit har brutits, åtminstone under början av nittonhundratalet, vid Huvudköllandet eller Skatamark som området tidigare kallades för. Grafiten har använts till smörjning av vagnshjul (Tegengren 1924). Efter en utvärdering gjord av Sveriges geologiska AB (Gerdin m.fl. 1989) bedömdes identifierade grafitförekomster vid Huvudköllandet som alltför små och av för låg kvalitet för att motivera vidare undersökning.

Vid Tväråkölen (7333078/827055), 11 kilometer nordväst om Råneå, förekommer skärpningar i rostvittrad grafitskiffer som kan följas ca 40 m på Tväråkölens sydsluttning. Den mineraliserade zonen ser ut att vara 1–2 m bred och har ett sidoberg bestående av paragnejs. Gerdin m.fl. (1989) gjorde bedömningen att grafiten är något grövre än vid Huvudköllandet men i alltför liten volym i det väl blottade området för att motivera ytterligare undersökningar.

I samband med en undersökning av Prästholms kalkfyndighet (Paulinbrottet, 7330700/826700), utförd 1963 av Sveriges geologiska undersökning, undersöktes även en marmorförekomst ca 900 m sydost om kalkfyndigheten. Undersökningen som omfattade diamantborrning ledde fram till en rekommenderad brytning av marmor till byggnadssten (Larsson 1964). Brytning utfördes under slutet av 1960-talet. Brottet är i dag ungefär 25 × 25 m och vattenfyllt.

PETROFYSISKA EGENSKAPER HOS BERGARTER INOM KARTOMRÅDET

De geofysiska fältinsatserna från åren 2009–2012 och 2015 inom föreliggande kartering av 25L Boden har resulterat i nya data om bergarternas petrofysiska egenskaper samt en ökad förståelse för vad som orsakar de olika anomalikomplexen i magnetiskt totalfält, tyngdkraft, elektrisk resistivitet och gammastrålningspektrometri. Under 2015 genomfördes några begränsade fältkontroller vars resultat inte finns beskrivna explicit i tidigare publikationer, de är i stället inarbetade i den publicerade kartbilden och i de geodatabaser som framställts.

I tabell 1 presenteras de petrofysiska egenskaperna för olika bergartsgrupper inom kartområdet 25L Boden. Presentationen är baserad på data från olika undersökningsepoker. Dels från de prov som samlats in sedan 2009 och de mätningar på hällar som genomförts under samma period, dels från prov som samlats in före 2009, det vill säga innan föreliggande kartläggning av 25L Boden startade. Proven som är insamlade före 2009 är många till antalet men har tyvärr brister i spårbarhet. En del prov är tagna från block vars ursprungliga position i berggrunden inte kan härledas. Vidare är bergartsklassificeringarna i en del fall svåra eller omöjliga att översätta till den nu rådande bergartsnomenklaturen. I avsikt att rensa ut de prov som kunnat härröra från block har en översiktlig jämförelse gjorts av samtliga provlägen mot känd hällutbredning. De prov som inte sammanfallit med den kända hällutbredningen har tagits bort, dock med beaktande av den felmarginal som äldre positionsbestämningar innehöll, omkring upp till ett par hundra meter. Vidare har tveksamma bergartsklassificeringar utelämnats.

Tabell 1. Radiometriskt bestämda halter av kalium, uran och torium med gammastrålningsspektrometri på hällar samt petrofysiska egenskaper för bergarter i kartområdet 25L Boden.

Geologisk enhet	Bergarts-grupp	Antal prov	K (%) Medelv./ Median	K (%) Std. Avv.	K (%) Min/ Max	U (ppm) Medelv./ Median	U (ppm) Std. Avv.	U (ppm) Min/ Max	Th (ppm) Medelv./ Median	Th (ppm) Std. Avv.	Th (ppm) Min/ Max	Antal prov	Densitet Medelv. (kg/m³)	Densitet Std. Avv. (kg/m³)	Magnetisk susceptibilitet log. medel-värde (SI)	Magnetisk susceptibi-litet Std. Avv. [dekader]	Antal prov	Q-värde median	Q värde min/ max
Sen- till post-svekokarelska intrusivbergarter (1,82–1,74 Ga) Lina sviten	Granit	21	3,0/2,6	1,4	0,6/ 4,9	98/9,3	161	1,1/502	51/25	59	4,8/198	5	2 614	26	0,00020	1,334	4	0,69	0,26/ 0,92
Sen- till post-svekokarelska intrusivbergarter (1,84–1,77 Ga) Edefors sviten	Granit	18	4,2/4,1	0,6	3,5/ 5,5	6,1/5,5	3,3	0,8/12,4	20/22	6,7	4,5/26	1	2 658	NA.	0,00603	NA.	1	0,29	NA.
Sen- till post-svekokarelska intrusivbergarter (1,84–1,77 Ga) Edefors sviten	Syenitoid-granit	38	4,6/4,6	0,7	3,5/ 5,9	1,3/1,0	0,9	0,3/5,4	4,7/2,8	5,0	0,8/27	15	2 689	33	0,00727	0,571	14	0,37	0,08/ 3,0
Sen- till post-svekokarelska intrusivbergarter (1,8–1,77 Ga) Edefors sviten	Gabbroid-dioritoid	22	1,0/0,7	0,5	0,4/ 1,9	0,5/0,3	0,5	0,0/1,6	2,0/0,7	2,4	0,2/9,0	23	2 866	70	0,00455	0,656	23	4,1	0,05/ 15
Sen- till post-svekokarelska intrusivbergarter (1,84–1,77 Ga) Edefors sviten	Diabas	1	2,5	NA.	NA.	2,6	NA.	NA.	5,9	NA.	NA.	1	2 867	NA.	0,0579	NA.	1	0,38	NA.
Tidigsvekokarelska intrusivbergarter (1,88–1,84 Ga) Per-titmonzonitsviten	Granit	39	4,6/4,6	0,5	3,1/ 5,4	5,5/3,6	4,1	0,7/15,8	20/21	9,2	3,8/38	21	2 634	27	0,00150	0,846	10	0,13	0,06/ 0,39
Tidigsvekokarelska intrusivbergarter (1,88–1,84 Ga) Per-titmonzonitsviten	Syenitoid-granit	5	5,0/4,9	0,5	4,4/ 5,6	2,3/2,0	1,1	1,5/4,3	9,1/7,4	3,2	6,2/14	4	2 636	5	0,00347	0,913	4	0,12	0,07/ 0,25
Tidigsvekokarelska intrusivbergarter (1,88–1,84 Ga) Per-titmonzonitsviten	Grano-diorit-granit	3	4,0/4,2	0,3	3,7/ 4,2	3,1/2,8	0,6	2,7/3,8	10,2/9,7	1,3	9,1/12	1	2 771	NA.	0,00042	NA.	NA.	NA.	NA.

Tabell 1. Fortsättning.

Geologisk enhet	Bergarts-grupp	Antal prov	K (%) Medelv./ Median	K (%) Std. Avv.	K (%) Min/ Max	U (ppm) Medelv./ Median	U (ppm) Std. Avv.	U (ppm) Min/ Max	Th (ppm) Medelv./ Median	Th (ppm) Std. Avv.	Th (ppm) Min/ Max	Antal prov	Densitet Medelv. (kg/m³)	Densitet Std. Avv. (kg/m³)	Magnetisk susceptibilitet log. medel-värde (SI)	Magnetisk susceptibi-litet Std. Avv. [dekader]	Antal prov	Q-värde median	Q värde min/ max
Tidigsvekokarelska intrusivbergarter (1,88–1,84 Ga) Per-titmonzonitsviten	Monzo-diorit-grano-diorit	51	3,0/2,8	1,1	1,6/ 6,4	5,7/4,9	4,2	0,4/16	16,2/14,0	10,5	1,0/41	25	2 753	50	0,00318	0,757	20	0,16	0,04/ 2,2
Tidigsvekokarelska intrusivbergarter (1,88–1,84 Ga) Per-titmonzonitsviten	Gabbroid-dioritoid	17	2,1/1,9	1,1	1,0/ 4,7	1,3/1,1	0,7	0,0/2,3	4,2/2,7	3,5	1,0/13	13	2 888	59	0,00628	0,595	12	0,50	0,1/ 12
Tidigsvekokarelska intrusivbergarter (1,92–1,87 Ga) Haparanda och Jörn GI sviterna	Granit	39	4,2/4,6	0,9	2,2/ 6,0	2,9/2,6	1,4	1,1/7,0	16/16	7,9	4,3/31	10	2 616	27	0,00490	0,706	6	0,19	0,13/ 0,38
Tidigsvekokarelska intrusivbergarter (1,92–1,87 Ga) Haparanda och Jörn GI sviterna	Grano-diorit-granit	59	2,4/2,3	0,6	1,1/ 4,4	2,1/1,9	1,6	0,1/7,2	6,7/6,0	4,2	2,1/27	32	2 693	43	0,00309	0,865	23	0,16	0,05/ 35
Tidigsvekokarelska intrusivbergarter (1,92–1,87 Ga) Haparanda och Jörn GI sviterna	Tonalit-granodi-orit	75	2,5/2,4	0,8	0,1/ 3,9	2,2/2,3	1,3	0,2/5,9	8,9/7,3	4,7	1,4/20	25	2 717	30	0,00283	0,869	18	0,22	0,04/ 4,3
Tidigsvekokarelska intrusivbergarter (1,92–1,87 Ga) Haparanda och Jörn GI sviterna	Monzodi-orit-gran-odiorit	20	2,6/2,6	0,5	2,0/ 3,7	2,0/2,0	0,9	0,4/4,6	6,0/6,1	2,3	1,7/11	10	2 743	46	0,00820	0,723	10	0,14	0,04/ 0,34
Tidigsvekokarelska intrusivbergarter (1,92–1,87 Ga) Haparanda och Jörn GI sviterna	Gabbroid-dioritoid	22	1,3/1,1	0,8	0,3/ 2,7	1,1/1,0	0,9	0,0/3,0	3,7/3,4	2,6	0,4/9,3	30	2 957	104	0,03428	0,830	27	0,58	0,10/ 7,7
Svekofenniska ytbergarter (1,92–1,87 Ga) Vulkaniska bergarter	Dacit-ryolit	34	3,7/3,6	0,7	2,5/ 5,0	2,6/2,5	0,6	1,5/4,3	11,5/11,5	2,6	5,1/17,0	10	2 663	36	0,01531	0,756	10	0,15	0,08/ 23

Tabell 1. Fortsättning.

Geologisk enhet	Bergarts-grupp	Antal prov	K (%) Medelv./ Median	K (%) Std. Avv.	K (%) Min/ Max	U (ppm) Medelv./ Median	U (ppm) Std. Avv.	U (ppm) Min/ Max	Th (ppm) Medelv./ Median	Th (ppm) Std. Avv.	Th (ppm) Min/ Max	Antal prov	Densitet Medelv. (kg/m³)	Densitet Std. Avv. (kg/m³)	Magnetisk susceptibilitet log. medel-värde (SI)	Magnetisk susceptibi-litet Std. Avv. [dekader]	Antal prov	Q-värde median	Q värde min/ max
Svekofenniska ytbergarter (1,92–1,87 Ga) Vulkaniska bergarter	Basalt-andesit	43	1,9/2,0	0,7	0,3/ 3,3	1,8/1,5	1,0	0,4/4,2	4,3/3,1	3,1	0,8/11,8	21	2 855	73	0,01831	0,6979	19	0,18	0,06/ 6,6
Svekofenniska ytbergarter (1,92–1,87 Ga) Sedi-mentära bergarter	Gråvacka (vacka)	17	3,0/2,8	0,6	1,7/ 4,5	3,8/3,3	1,7	2,5/9,0	11/11	2,4	8/16	17	2 739	56	0,00068	0,689	13	0,25	0,08/ 68
Svekofenniska ytbergarter (1,92–1,87 Ga) Sedi-mentära bergarter	Sandsten	6	2,2/2,2	0,4	1,6/ 2,6	1,8/1,6	1,0	0,7/3,1	6,8/6,9	3,0	3,5/11	2	2 855	109	0,00055	0,108	1	0,17	NA.
Svekofenniska ytbergarter (1,92–1,87 Ga) Sedi-mentära bergarter	Marmor	3	0,3/0,3	0,0	0,3/ 0,4	0,5/0,5	0,5	0,0/1,1	0,5/0,7	0,5	0,0/0,9	1	2 597	NA.	0,00031	NA.	0	NA.	NA.
Svekofenniska ytbergarter (1,92–1,87 Ga) Sedi-mentära bergarter	Slamsten, lersten, siltsten	30	3,0/2,8	0,8	1,7/ 4,9	2,9/2,6	1,4	1,0/6,6	12/11	3,7	5,1/20	19	2 767	69	0,00045	0,18	12	0,17	0,05/ 2,3
Arkeikum (> 2,50 Ga)	Granitisk gnejs	7	3,8/3,7	0,2	3,5/ 4,2	0,8/0,8	0,4	0,3/1,3	27/30	7,5	13/35	9	2 677	26	0,01268	0,327	8	0,13	0,06/ 0,15
Arkeikum (> 2,50 Ga)	Amfibolit	1	0,7	NA.	NA.	0,0	NA.	NA.	0,2	NA.	NA.	0	NA.	NA.	NA.	NA.	NA.	NA.	NA.
Arkeikum (> 2,50 Ga)	Basalt-andesit	3	1,0/1,1	0,2	0,7/ 1,1	0,5/0,6	0,1	0,4/0,7	1,5/1,6	0,7	0,8/2,2	2	2 825	49	0,00964	0,0964	2	2,6	1,7/ 3,4

TACK

Vi vill tacka extrageologerna Charlotta Brandt, Jon Lundh, Jan Ehrenborg, Stefan Persson och Paul Evins, geofysiker Sven Aaro och extrageofysiker Christina Nysten för deras arbete med kartläggningen. Tack till Per Nysten för mikroskopering. Tack också till Claes Mellqvist och Ildikó Antal Lundin för granskningsarbetet.

LITTERATUR

Aaro, S. & Byström, S., 2001: Tyngdkraften och magnetfältet – två viktiga nycklar till Jordens inre. *Geologiskt forum 32*, 21–28.

Aaro, S., Johansson, P. & Jönberger, J., 2012: SGUs tyngdkraftsundersökningar – bakgrund, syfte och Gunnarsträskgabbron. Sveriges geologiska undersökning, *SGU-rapport 2012:2*, 30 s.

Antal Lundin, I., Sadeghi, M. & Bastani, M., 2013: 3D-modell av Gunnarsträskgabbron. Sveriges geologiska undersökning, *SGU-rapport 2013:16*, 20 s.

Arvanitidis, N., 1982: *The geochemistry and petrogenesis of the Notträsk mafic intrusion, northern Sweden*. Doktorsavhandling. Meddelanden från Stockholms universitets geologiska institution 253, 1–179.

Arvanitidis, N. & Rickard, D.T., 1980: Pentlandite and violarite in the Notträsk deposit, northeastern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 101*, 255–260.

Arkko, V., 1986: The Nordkalott project – geophysical aspects of large mafic intrusions in northern Sweden. *Sveriges geologiska undersökning BRAP 86401*, 79 s.

Carlsson, L., 1982: Guld i Norrbotten Del 2. *Sveriges geologiska undersökning BRAP 82040*, 133 s.

Debon, F. & Le Fort, P., 1982: A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. Transactions of Royal Society of Edinburgh, *Earth Sciences 73*, 135–149.

Filén, B., Ekström, M. & Lundmark, L.-G., 1989: Notträsk 1989 – Diamantborrning. *Sveriges Geologiska AB PRAP 89025*, 9 s.

Filén, B., 1987: PGE-prospektering 1986, Etapp II. *Sveriges geologiska AB PRAP 87003*, 28 s.

Gerdin, P., Hålenius, U., Karlberg, K. & Ranqvist, T., 1989: Grafit i Norrbotten. *Sveriges geologiska AB PRAP 8906*, 17s.

Geo Management AB, 1994: Mineraliseringar och industrimineralförekomster inom Bodens kommun. Geo Management AB, 126 s.

Geological Surveys of Finland, Norway and Sweden (GSFNS), 1987: *Geological Map, Pre-Quaternary rocks, Northern Fennoscandia (Nordkalotten). Scale 1:1 000 000*. Helsinki. ISBN 91-7158-370-.

Hansson, K-E., 1982: Årsrapport 1981: Projekt 4012, 4022. LKAB Prospektering AB KI 8208, 10 s.

Hansson, K-E., 1983: Årsrapport 1982: Projekt 4022. LKAB Prospektering AB KI 8308, 11 s.

Holmqvist, P.J., 1905: Studien 1982: Projekt 4022. LKAB Prospektering AB KIe-Qua Institution of Uppsala VII, 77–77a.

Isaksson, H., Martinsson, O. & Tunehed, H., 1995: Exploration Prospects in Northern Sweden No. 4. The Lower Lule River Valley Region. Au-Ag-Cu prospects. GeoVista AB, 7 s.

Kathol, B. & Jönberger, J, 2012: Berggrundskartan 25K Harads NO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning K 407*.

Kathol, B. & Weihed, P., (red.) 2005: Description of regional geological and geophysical maps of the Skellefte District and surrounding areas. *Sveriges geologiska undersökning Ba 57*, 1–197.

Kathol, B., Sadeghi, M., Aaro, S., Albrecht, L., Larsson, D. & Jönberger, J., 2010: Projekt Jäkkvik–Boden. *I* Delin, H. (red.): Berggrundsgeologisk undersökning – sammanfattning av pågående verksamhet 2009. Sveriges geologiska undersökning, *SGU-rapport 2010:2*, 17–42.

Kathol, B., Sadeghi, M., Aaro, S., Jönberger, J. & Larsson, D. 2011: Boden–Jäkkvik, berg. *I* Lundqvist, S. (red.): Berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående verksamhet 2010. Sveriges geologiska undersökning, *SGU-rapport 2011:6*, 37–69.

Kathol, B., Sadeghi, M., Triumf, C.-A., Larsson, D., 2012a. Berggrundsgeologisk undersökning, Jäkkvikk–Boden. Sammanfattning av pågående verksamhet 2011. Sveriges geologiska undersökning, *SGU-rapport 2012:5*, 41 s.

Kathol, B., Sadeghi, M., Larsson, D., Luth S., Nysten, P. & Triumf, C.-A., 2012b: Berggrundsgeologisk undersökning, Jäkkvik–Boden. Sammanfattning av pågående verksamhet 2012. Sveriges geologiska undersökning, *SGU-rapport 2012:25*, 44 s.

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.

Larsson, W., 1964: Om marmorförekomsten vid Prästholm i Råneå. Sveriges geologiska undersökning NF 63041, 10 s.

Lilljequist, R. Gerdin P., 1980: Lägesrapport för projekt norra Norrbotten under tiden 1979-07-01–1980-03-15, *Sveriges geologiska undersökning BRAP 83591*, 18 s.

Lundqvist, T., Bøe, R., Kousa, J., Lukkarinen, H., Lutro, O., Roberts, D., Solli, A., Stephens, M. & Weihed, P., 1996a: *Bedrock map of Central Fennoscandia. Scale 1:1 000 000*. Geological Surveys of Finland (Espoo), Norway (Trondheim) and Sweden (Uppsala).

Lundqvist, T., Vaasjoki, M. & Skiöld, T., 1996b: Preliminary note on the occurrence of Archaean rocks in the Vallen–Alhamn area, northern Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 828*, 32–33.

Mellqvist, C., 1999: *Proterozoic Crustal Growth along the Archaean Continental Margin in the Luleå and Jokkmokk Areas, Northern Sweden*. Doktorsavhandling 1999:24, Luleå Tekniska Universitet, Sverige, 15 s.

Mellqvist, C., Öhlander, B., Skiöld, T. & Wikström, A., 1999: The Archaean–Proterozoic Palaeoboundary in the Luleå area, northern Sweden: field and isotope geochemical evidence for a sharp terrane boundary. *Precambrian Research 96*, 225–243.

Mellqvist, C., Öhlander, B., Weihed, P. & Schöberg, H., 2003: Some aspects on the subdivision of the Haparanda and Jörn intrusive suites in northern Sweden. *GFF 125*, 77–85.

Perdahl, J.-A., 1995: Svecofennian volcanic arc rocks in the Luleå area, northern Sweden. *I* Perdahl, J.-A.: *Svecofennian volcanism in northernmost Sweden*. Doctoral thesis 1995:169D. Luleå University of Technology, Sweden.

Perdahl, J.-A. & Einarsson, Ö., 1994: The marine-continental transition of the Early Proterozoic Skellefte–Arvidsjaur volcanic arc in the Bure area, northern Sweden. *GFF 116*, 133–138.

Pettijohn, F.J., Potter, P.E. & Siever, R., 1972: *Sand and Sandstone*. New York, Springer-Verlag, 618 s.

Sadeghi, M. & Hellström, F., 2018a: U-Pb zircon age of an Archean granodioritic gneiss in the Boden area, northern Sweden. Sveriges geologiska undersökning *SGU-rapport 2018:03*., 12 s.

Sadeghi, M. & Hellström, F., 2018b: Age of migmatisation in the Boden area, northern Sweden. Sveriges geologiska undersökning *SGU-rapport 2018:02*. , 13 s.

Sadeghi, M. & Hellström, F. 2015: U-Pb zircon ages of ignimbritic and porphyritic metarhyolites in the Boden area, northern Sweden. Sveriges geologiska undersökning, *SGU-rapport 2015:15*, 15 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.

Skiöld, T., Öhlander, B., Markkula, H., Widenfalk, L. & Claesson, L.-Å., 1993: Chronology of Proterozoic orogenic processes at the Archaean continental margin in northern Sweden. *Precambrian Research 64*, 225–238.

Sundius, N., 1952: Kvarts, fältspat och glimmer samt förekomster därav i Sverige. *Sveriges geologiska undersökning C 520*, 231 s.

Tegengren, F.R., 1924: Sveriges ädlare malmer och bergverk. *Sveriges geologiska undersökning Ca 17*, 406 s.

Widenfalk, L., Elming, S.-Å. & Enmark, T., 1985: A multidisiplinary investigation of the Notträsk Gabbro, northern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 107*, 109–126.

Wikström, A., 1989: Berggrundskartan 25M Kalix SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai 45.*

Wikström, A.,1995: Berggrundskartan 25M Kalix NV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai 79*

Wikström, A.,1996: Berggrundskartan 25M Kalix NO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai 80*

Wikström, A., 1993: Berggrundskartan 25M Kalix SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai 81*

Wikström, A. & Söderman, J., 2000a: Berggrundskartan 24L Luleå NO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai 153.*

Wikström, A. & Söderman, J., 2000b: Berggrundskartan 24L Luleå SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai 155.*

Wikström, A., Mellqvist, C., Barbarin, B., 1996a: The Bälinge conglomerate in northern Sweden reinterpreted as a magmatic, hydraulic breccia. *Terra Nova 8*, 166–172.

Wikström, A., Skiöld, T. & Öhlander, B., 1996b: The relationship between 1.88 Ga old magmatism and the Baltic–Bothnian shear zone in northern Sweden. I: Brewer, T.S. (red.): Precambrian Crustal Evolution in the North Atlantic Region. *Geological Society Special Publication 112*, 249–259.

Åhman, E & Ödman, O.H., 1952: Konglomeratet på Bälingsberget i Nederluleå s:n. *Sveriges geologiska undersökning C 523,* 1–20.

Ödman, O.H., Härme, M., Mikkola, A. & Simonen, A., 1949: Den svensk-finska geologiska exkursionen i Tornedalen sommaren 1948. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 71*, 113–120.

Ödman, O.H., 1957: Beskrivning till berggrundskarta över urberget i Norrbottens län. *Sveriges geologiska undersökning Ca 41*, 1–151.

Öhlander, B. & Skiöld, T., 1994 : Diversity of 1.8 Ga potassic granitoids along the edge of the Archaean craton in northern Scandinavia: a result of melt formation at various depths and from various sources. *Lithos, Vol. 33, No. 4*, 1994, 265–283.