K 690

Beskrivning till berggrundskartorna

25G AMMARNÄS NV, NO, SV & SO

Reinhard O. Greiling & Benno Kathol
med bidrag från Thomas Weidner,
Arne Thorshøj Nielsen & Jan Ove R. Ebbestad

SGU Sveriges geologiska undersökning

ISSN 1652-8336
ISBN 978-91-7403-497-4

Ändringar genomförda 11 augusti 2021

Sidan 50, figur 61. Fel figurtext utbytt till korrekt.

Omslagsbild: Vy från Guhkiestjåhkkas topp mot nord med Buorguoke i förgrunden och Ammarfjället i bakgrunden. Se figur 58 för geologiska detaljer.

Fotograf: Reinhard Greiling

Författare: Reinhard O. Greiling & Benno Kathol med bidrag från Thomas Weidner, Arne Thorshøj Nielsen & Jan Ove R. Ebbestad
Granskad av: Alexander Lewerentz
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

Sammanfattning **4**

Inledning **5**

Berggrundsgeologisk utveckling **8**

Bergarter **9**

Rotfasta sedimentära plattformstäcket 9

Undre skollberggrunden 10

Paleozoiska fossil från den undre skollberggrunden vid Vindelälven, Västerbottens län 16

Mellersta skollberggrunden 19

Stalonskollan 19

Adolfsströmsskollan 22

Ammarnäskomplexet 23

Sadenåiveskollan 27

Slussforsskollan 29

Seveskollkomplexet, undre Seveskollan 30

Kristallina bergarter 30

Neoproterozoiska sedimentbergarter 33

Övre skollberggrunden, undre Köliskollan 35

Kambriska till siluriska sedimentbergarter 35

Kambriska till ordoviciska vulkaniska bergarter 36

Metamorfos och omvandlingar **37**

Strukturer **37**

Skollgränser 37

Mindre strukturer 40

Regionala strukturer 43

Profiler **47**

Naturresurser **48**

Förvittring och karst **50**

Abstract **52**

Zusammenfassung **53**

Tack **54**

Referenser **54**

SAMMANFATTNING

Beskrivningen avser berggrunden inom kartområdet 25G Ammarnäs, som i nordost täcker delar av Arjeplogs kommun i Norrbottens län och i sydväst täcker delar av Sorsele kommun i Västerbottens län. Berggrunden i området består till övervägande del av så kallad fjällberggrund. Den vilar på en tunn zon av rotfasta sedimentära bergarter (kambriska sandstenar, siltstenar, alunskiffer) och byggs upp av ett stort antal tektoniskt överskjutna enheter, det vill säga bergarter som sköts upp över varandra och över urberget när bergskedjan bildades. Dessa bergartsenheter benämns skollor och delas in i den undre, mellersta och övre skollberggrunden.

Den undre skollberggrunden är blottad i Hemfjäll-Råvojaureområdet i kartområdets sydöstra del samt i nordost kring Gautojaure och fjället Kråhpiesvárrie. Den består av mindre skivor av överskjutna felsiska urbergsbergarter med överlagrande neoproterozoiska till kambriska sedimentbergarter såsom konglomerat, arkoser (Risbäcksgruppen), kvartsiter (Gärdsjöformationen) och alunskiffrar (Alunskifferformationen). Ett mindre fönster, det vill säga ett erosionshål där den underliggande berggrunden är blottad, med arkoser ligger vid Tjulån väster om Ammarnäs. Längre åt nordväst, i ett fönster kring Gávasjávrrie (Gavasjaure), blottas urbergsbergarter, konglomerat och arkoser. Alunskifferns trilobitfauna beskrivs av Weidner, Nielsen & Ebbestad.

Den mellersta skollberggrunden täcker den största delen av kartområdet och överlagrar den undre skollberggrunden. Den mellersta skollberggrunden består räknat nerifrån av Stalonskollan, Adolfsströmsskollan, Ammarnäskomplexet och Sadenåiveskollan.

Stalonskollan förekommer i kartområdets sydöstra del, i öster vid Dellikälven, längre norrut kring Gautojaurefönstret och även i ett litet fönster kring Kraddsele. Den byggs dels upp av paleoproterozoiska felsiska, mafiska och mylonitiska djupbergarter, dels av neoproterozoiska arkoser. Adolfsströmsskollan med kvartsiter och fyllitiska mellanlager påträffades kring Kråhpiesvárrie och Gautojaure. Ammarnäskomplexet består till största delen av gråvacka och underordnat av konglomerat. Komplexet täcker de centrala delarna av kartområdet och ett litet område väster om Gautojaurefönstret. Djupbergarter, som härstammar från urbergsunderlaget, omfattar paleoproterozoiska ultramafiska, mafiska och felsiska varianter samt mesoproterozoiska mafiska gångar. De förekommer som skivor i den dominerande neoproterozoiska Ammarnäsgråvackan. Sadenåiveskollan täcker området söder om Kråhpiesvárrie till området runt Dellikälven. Den förekommer också nordost om Ammarnäs och öster om Gávasjávrrie (Gavasjaure). Felsiska kristallina bergarter, meta-arkoser och metavulkaniter eller gnejser tar upp den största ytan, amfiboliter är underordnade. Slussforsskollan sträcker sig från Kraddseleområdet söderut och består mest av kvartsrik glimmerskiffer och underordnat gnejs.

I kartområdet representeras Seveskollkomplexet av den undre Seveskollan. Den dominerar områdets centrala och västliga delar med högfjällen kring Ammarnäs samt mindre utliggare nordväst och nordost om Kraddsele. Den undre Seveskollan består av kristallina bergarter som omfattar ultramafit, felsisk gnejs, amfibolit och mafiska gångar samt neoproterozoiska sedimentbergarter såsom glimmerskiffer och gnejs, marmor och kvartsit.

Den övre skollberggrunden representeras av den undre Köliskollan och uppträder i de nordvästra och sydvästra delarna av kartområdet. Kambriska till ordoviciska sedimentära bergarter (Seima- till Virisformationen) omfattar kvartsit, arenit, gråvacka och fyllit samt kalksten, marmor och kalksilikatbergarter. Mafiska och felsiska vulkaniter av Seimaformationen växellagrar i Stuor-Ájgart men är underordnade i andra områden.

Metamorfos och omvandlingar under bergskedjebildningen gav upphov till att nya mineral bildades i de olika skollenheterna. I den mellersta och övre skollberggrunden var metamorfosen i grönskifferfacies medan den nådde upp till amfibolitfacies i den undre Seveskollan. Strukturgeologiska element som observerades i kartområdet delas in i skollgränser, mindre strukturer såsom foliation, veck och sprickor samt regionala strukturer.

INLEDNING

Berggrunden inom kartområdet 25G Ammarnäs (fig. 1) består till övervägande del av skollberggrund som tillhör den kaledoniska orogenen (bergskedjebildningen). Med skollberggrund betecknas bergarter som sköts upp över varandra och över den svekokarelska orogenens berggrund, vanligen kallad urberget, när bergskedjan bildades. Endast i kartområdets sydöstligaste hörn förmodas det finnas en mindre förekomst av rotfasta sedimentbergarter under Vindelälven. En översikt över de strukturella enheterna inom kartområdena ges i figur 1 och i tabell 1. Skollberggrunden, även kallad fjällberggrunden, vilar i regel på ett tunt täcke av rotfasta sedimentära bergarter och byggs internt upp av ett stort antal tektoniskt överskjutna enheter (Greiling & Kathol 2021; Greiling m.fl. 2021a, b, c). I de aktuella områdena delas dessa enheter in i den undre, mellersta och övre skollberggrunden samt Seveskollkomplexet.

De tektoniskt sett lägsta enheterna tillhör den undre skollberggrunden. De är blottade i Hemfjäll-Råvojaure-området i kartområdets sydöstra del. Ett mindre fönster, det vill säga ett erosionshål i en skolla där den underliggande berggrunden är blottad, ligger vid Tjulån väster om Ammarnäs. Den undre skollberggrunden återkommer även inom områdets norra del, där den är blottad i Gautojaurefönstret och bygger upp fjället Kråhpiesvárrie. Gautojaurefönstret fortsätter norrut och österut in i de angränsande kartområdena 25H Arjeplog, 26H Jäkkvik och 26G Pieljekaise. Längre åt väster finns det ännu ett fönster kring Gávasjávrrie (Gavasjaure), som även det fortsätter norrut in i grannområdet 26G Pieljekaise.

I Hemfjäll-Råvojaure-området omges den undre skollberggrunden av den överliggande Stalonskollan, vilken är den lägsta enheten i mellersta skollberggrunden i kartområdets sydöstra del. Den är i sin tur överlagrad av Ammarnäskomplexet. I Kraddsele kommer Stalonskollans bergarter till ytan i ett litet fönster i Ammarnäskomplexet. I den östra delen av kartområdet dyker Stalonskollan upp igen vid Dellikälven och längre norrut kring Gautojaurefönstrets undre skollberggrund i kartområdets nordöstra del. Den överlagras av Sadenåiveskollan från Dellikälven och norrut. Omkring Gautojaurefönstret ligger även linser av Adolfsströmsskollan mellan Stalonskollan och Sadenåiveskollan. Längre mot väster överlagras Gavasjaurefönstrets undre skollberggrund successivt av Adolfsströmsskollan, Sadenåiveskollan och den undre Seveskollan.

Ammarnäskomplexet, som strukturellt ligger över Stalon- och Adolfsströmsskollorna, tar upp stora ytor i de centrala delarna av kartområdet. Det fortsätter mot sydost även en bit in till kartområdet 24G Umnäs NO och uppträder även väster om Gautojaurefönstret. Mot sydost överlagras Ammarnäskomplexet av Slussforsskollan, medan det mot sydväst, väst och norr överlagras av Seveskollan. I Biergienastjåhkka, nordost om Ammarnäs, ligger en mindre skiva av Sadenåiveskollan mellan Ammarnäskomplexet och Seveskollan. I kartområdets nordöstra del dyker Sadenåiveskollan upp igen under den undre Seveskollan och täcker en större yta även åt öster, i kartområdet 25H Arjeplog.

Den undre Seveskollan dominerar de västliga delarna av kartområdet. De mellersta och övre Seveskollorna påträffades inte i området. Undre Köliskollan i övre skollberggrunden överlagrar den undre Seveskollan i kartområdets nordvästra och sydvästra delar.

KARTERING

Kartområdet 25G Ammarnäs NV, NO, SV & SO täcker i nordost delar av Arjeplogs kommun i Norrbottens län och i sydväst delar av Sorsele kommun i Västerbottens län. Berggrundskartorna bygger på karteringsinsatser av Reinhard Greiling (2000–2017) med hjälp av Jens Grimmer (2007–2014) (Karlsruher Institut für Technologie, KIT) samt extrageologerna Jennifer

Rodriguez (2013) och Maximilian Zundel (2013). Förutom det ligger även en sammanställning av befintlig information till grund för kartan, med början i de regionala kartorna över fjällområdena i Västerbottens och Norrbottens län (Backlund & Quensel 1929, Kulling 1955, 1982) och relaterade arbeten (Kulling 1942, Quensel 1960). Backlund och Quensels karta från 1929 väckte internationellt intresse (Backlund 1935; Cloos 1935), men var mindre uppskattad av Kulling som valde att förenkla kartbilden för sin senare karta över Västerbottensfjällen (Kulling 1955). En del andra relevanta publikationer nämns i texten vid respektive tillfälle.

Från SGUs arkiv har också fältdagböcker och tillhörande hällkartor sedan 1970-talet tagits till vara: Lennart Björklund 1979, Stefano Febbroni 1999, Embaye Ferrow 1980, Fritz Kautsky 1979, Risto Kumpulainen 1980, 1992, Tomas Sjöstrand 1992, Michael B. Stephens 1978, Sam Sukotjo 1980, Thorbjörn Thelander 1978. Studentarbeten som finns i arkiven, främst från Karlsruhe men även från andra universitet, redogörs för i referensförteckningen.

Därutöver ingår resultat av karteringskurser från Karlsruher Institut für Technologie, vilka Reinhard Greiling och Jens Grimmer handledde mellan 2007 och 2014. Deltagare i karteringskurserna har varit:

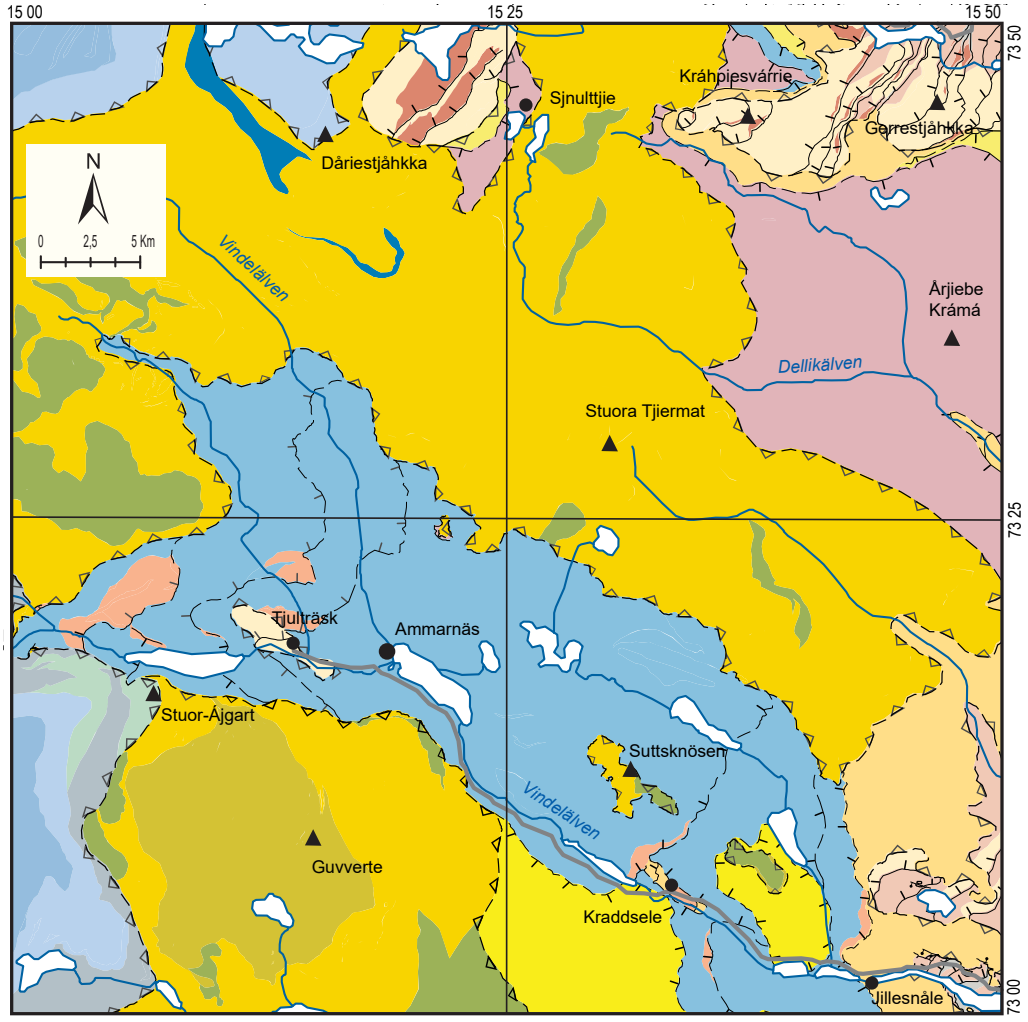
- 2007: Marie Albinger, Julia Beckert, Adolfo Castaneda, Sandra Eckardt, Katharina Fiege, Arabella Jankovic, Birte Mendel, Alexandra Muzelak, Michael Tobiasz, Andreas Waldow, Falk Winteroll
- 2009: Felice Perseke, Julio Valdés
- 2010: Nicolas Börsig, Michael Gabi, Manuel Grimm, Jan Hansen, Sebastian Held, Jonas Kaltenbach, Sebastian Most, Fabian Nitschke, Sebastian Potsch, Charlotte Schmidt
- 2011: Michael Kimmig, Daniel Spitz, Hannes Fisel, Evelyn Schickle, Friedrich Bayer, Julia Ruppert, Sebastian Sprengholz, Max Zundel
- 2012: Anna Ender, Maximilian Haase, Constantin Haug, Konstantin Herr, Sören Hinrichsen, Alexander Kugler, Inga Lutz, Gregory Mahnke, Julian Rolker, Sabine Sallen, Yefim Shtirkin, Katharina Storz, Christina Wenzel
- 2013: Verena Eichhorn, Christian Engelke, Anja Füger, Jim Garganese, Franziska Griger, Lea Grothaus, Philipp Holz, Luisa Laier, Marc Ohmer, Alexandra Roth, Alex Scheibelein, Freya Thoresen, Florian Walter
- 2014: Tim Biedermann, Alexander Hahn, Christiane Alexandra Keck, Philipp Lied, Philipp Maier, Markus Merk, Marcel Mescheder, Peter Moosherr, Samantha Meike Rehm, Christian Schares, Eliane Wagner, Christian Weippert, Tobias Zaege, Viktor Zelinski.

Magnetisk susceptibilitet i Ammarnäskomplexet och i den undre Seveskollan mättes av extrageologerna Jennifer Rodriguez och Maximilian Zundel.

Beckert (2009) och Winteroll (2009) rapporterar både magnetisk susceptibilitet och densitet i områden mellan Nedre Karsbäcken och Stuor-Ájgart, Rodriguez (2011) magnetisk susceptibilitet i Slussforsskollan och i den undre Seveskollan.

För kartområdet 25G Ammarnäs SO finns en geostrålningskarta som tydligt visar utsträckningen av alunskiffern kring Storvindelns övre ände (SGU 1980). Vidare finns magnetiska och gravimetriska anomalikartor, men de är inte tillräckligt detaljerade för att vara till hjälp i den geologiska karteringen.

Sedan 1962 har det gjorts en hel del geokemiska analyser av bergarterna i kartområdet. De är delvis publicerade av Gee m.fl. (2015), Grimmer m.fl. (2011, 2016), Kulling (1982) och delvis i studentarbeten som Back (1962) och Oberle (2011). Det finns även mindre isotopgeokemiska studier under prospekteringen för malmer (se avsnitt *Naturresurser*).



Undre Köliskollan

- Kalkfyllit, kvartsarenit, kalksten, konglomerat *Lövfjällsformationen inkl. Vojtja-, Slätdals- och Virisformationerna*
- Fyllit, kvartsit, gråvacka, kalksten *Gilliksformationen*
- Fyllit, kalksten *Seimaformationen*
- Basalt–andesit, grönsten *Seimaformationen*

Undre Seveskollan

- Karbonatsten, marmor
- Amfibolit, grönsten
- Kvartsit
- Glimmerskiffer, metaultrabasit, gnejs

Mellersta skollberggrunden *sensu stricto*

- Glimmerskiffer *Slussforsskollan*
- Felsisk gnejs, amfibolit *Sadenåiveskollan*
- Gråvacka, glimmerskiffer *Ammarnäskomplexet*
- Monzonit–granodiorit, metabasit, mylonit *Ammarnäskomplexet*
- Kvartsit med lager av fyllit *Adolfsströmsskollan*
- Meta-arkos, metabasit, monzodiorit–granodiorit *Stalonskollan*

Undre skollberggrunden

- Alunskiffer *Alunskifferformationen*
- Kvartsit, kvartsarenit, tillit *Gärdsjö- och Långmarksbergsformationerna*
- Krappesvarekonglomerat, arkos *Risbäcksgruppen*
- Granit–syenit

Rotfasta sedimentära plattformstäcket*

- Slamsten, lersten, siltsten *Grammajukkuformationen*
- Överskjutning i basen av mellersta skollberggrunden, undre Seveskollan och undre Köliskollan
- Överskjutning inom mellersta skollberggrunden
- Överskjutning inom undre skollberggrunden

* Enheten uppträder i kartområdets sydöstligaste hörn under Vindelälven.

Figur 1. Förenklad geologisk karta över kartområdet 25G Ammarnäs. Referenssystem och koordinater i RT 90 2,5 gon V.

Tabell 1. Översikt över de geologiska enheter som berörs av kartområdet 25G Ammarnäs och som finns i beskrivningen (se även Bergman m.fl. 2012, Greiling & Grimmer 2007; Greiling m.fl. 2018). Gärdsjöformationens enheter I–X efter Kumpulainen m.fl. (1981) och Thelander (1982).

Kaledonidernas större litotektoniska enheter	Skollenheter inom kartområdet	Vedertagna formations- eller gruppnamn inom de litotektoniska enheterna
Övre skollberggrunden	Undre Köliskollan	*Virisformationen* *Lövfjällsformationen* *Slätdalsformationen* *Brokenformationen* (saknas här) *Vojtjaformationen* *Gilliksformationen* *Seimaformationen*
Seveskollkomplexet	Undre Seveskollan	
Mellersta skollberggrunden (sensu stricto)	Slussforsskollan Sadenåiveskollan Ammarnäskomplexet Adolfsströmsskollan Stalonskollan	
Undre skollberggrunden	Blaikskollan och liknande	*Alunskifferformationen* *Gärdsjöformationen* (enheter I–X) *Långmarkbergsformationen* *Risbäcksgruppen*
Rotfasta sedimentära plattformstäcket		*Grammajukkuformationen**

* Enheten uppträder i kartområdets sydöstligaste hörn under Vindelälven.

BERGGRUNDSGEOLOGISK UTVECKLING

Fjällkedjans (Kaledonidernas) bergarter och den tunna, underlagrande zonen av odeformerade sedimentbergarter bildades för ca 900–450 miljoner år sedan (t.ex. Lindström m.fl. 2000, Gee m.fl. 2008, Lundqvist m.fl. 2011). I början av den tiden bildades riftzoner med sedimentbassänger i den stora kontinenten Rodinia, som därmed började brytas isär. Mellan Rodinias fragment utvecklades nya oceaner, särskilt Iapetushavet mellan kontinenterna Baltica (nuvarande Fennoscandia) och Laurentia (nuvarande Nordamerika). För ca 600 miljoner år sedan började Iapetushavet som gränsade till Baltica att minska i bredd. Havsbottenskorpan sjönk ner i subduktionszoner och kontinenterna Baltica, Laurentia (Nordamerika och Grönland) och eventuellt andra mindre fragment av kontinentalskorpa kolliderade med varandra och pressades ihop.

Under den utvecklingen som började för ca 500 miljoner år sedan, som kallas den kaledoniska orogenesen (bergskedjebildning), utsattes de berörda bergarterna för förhöjt tryck och temperatur inom jordskorpan. Detta orsakade en delvis intensiv omvandling av bergarterna (metamorfos) och deformation. Genom storskaliga överskjutningar kom samtidigt omfattande bergartskomplex att skjutas upp över urberget i den fennoskandiska urbergsskölden, vars västra randzoner samtidigt kraftigt deformerades. Sådana överskjutna bergartskomplex benämns skollor. De har transporterats upp till flera hundratals kilometer åt öster eller sydost. De översta skollorna har i regel transporterats längst, från områden väst och nordväst om Baltica, vilket innebär att de innehåller ”exotiska” fragment som bildades långt utanför kontinenten Baltica. De mellersta och undre enheterna är däremot mestadels uppbyggda av bergarter som med stor sannolikhet tillhört den västra kontinentalranden av Baltica.

Fjällberggrundens deformation, metamorfos och överskjutning mot öster och sydost på det fennoskandiska urbergsunderlaget inleddes för ca 500 miljoner år sedan och avslutades för ca 400 miljoner år sedan. Den därvid bildade kaledoniska fjällkedjan eroderades ner under

senare delen av paleozoikum. Ur topografisk synpunkt är den nuvarande fjällkedjan betydligt yngre och i huvudsak relaterad till den tertiära uppsprickningen av den tidigare kontinenten Pangaea för ca 65 miljoner år sedan, som ledde till bildandet av nuvarande Atlanten.

Utifrån påträffade fossil samt genom geologiska bedömningar och jämförelser med angränsande områden kan man bestämma eller uppskatta bergarternas ålder. I den undre skollberggrunden, som ibland innehåller medrivna rester av det kristallina urbergsunderlaget, dominerar senproterozoiska arkoser, överlagrande tillit samt senproterozoiska-tidigkambriska kvartsiter. Dessa överlagras av mellan- till senkambriska alunskiffrar. Vid Jillesnåle påträffades även tidigordoviciska fossil (se avsnitt *Paleozoiska fossil från den undre skollberggrunden vid Vindelälven, Västerbottens län*).

Berggrunden i de överlagrande skollorna (tabell 1) består huvudsakligen av meta-arkoser, kvartsiter och metagråvackor, troligen av senproterozoisk ålder, men innehåller även medrivna rester eller linser av det äldre kristallina underlaget.

Syenitiska bergarter i sådana linser, tillhörande den undre och mellersta skollberggrunden, har genom U–Pb-bestämningar av zirkoner daterats till mellan 1 798 ± 6 och 1 766 +15/-12 miljoner år (Greiling m.fl. 2002, Grimmer m.fl. 2016). Dessa skollors sedimentbergarter är sannolikt bildade i intervallet ca 900–650 miljoner år (Grimmer m.fl. 2011, Gee m.fl. 2015).

Undre Seveskollans glimmerskiffrar bildades troligen ur senproterozoiska sandstenar och skiffrar, medan inslagen av amfibolit vittnar om att mafiska magmor trängde upp i sandstens- och skifferlagerföljden vid Iapetushavets öppnande. U–Pb-zirkondateringar av Seveskollans metasedimentära bergarter söder om kartområdet visar att också dessa bergarter troligen avsatts för mindre än 1 000 miljoner år sedan (Williams & Claesson 1987).

Lagerföljden i den undre Köliskollan (Kulling 1933, Zachrisson 1969, Stephens 1977; fig. 1) uppbyggs av en undre enhet (*Seimaformationen*), som består av metavulkaniska bergarter, kalkstenar samt klastiska bergarter inkluderande olika fylliter, metagråvackor och konglomerat. Fossil av ordovicisk ålder tillhörande klassen Gastropoda förekommer i kartområdet 24F Tärna SV (Stephens 2001a). Söder om Tärnaområdet, i norra Jämtland, har vulkaniterna i *Seimaformationen* en U–Pb-zirkonålder av 488 ± 5 miljoner (Claesson m.fl. 1983). Den överlagrande *Gilliksformationen* byggs upp av klastiska metasedimentära bergarter. Dessa bergarter följs stratigrafiskt av kvartsit och kvart sitkonglomerat inom *Vojtjaformationen* samt en delvis fossilförande kalksten tillhörande Slätdalsformationen. Kalkstenen innehåller bland annat koraller, gastropoder, pelmatozoer och brachiopoder inklusive Holorhynchus giganteus Kiaer, vilka indikerar en senordovicisk (Ashgill) ålder (Stephens 2001a). Grafitfyllit i *Lövfjällsformationen* i den övre delen av lagerföljden inom kartområdet 24F Tärna SV innehåller graptoliter som indikerar avsättning under tidig silurisk (Llandovery) tid (Stephens 2001a). Kalkfyllit, metasandsten rik på fältspat, kvartsit och konglomerat tillhörande *Virisformationen* av silurisk ålder bildar de yngsta bergarterna i den undre Köliskollan.

BERGARTER

Rotfasta sedimentära plattformstäcket

Enligt undersökningar inom de österut angränsande kartområdena (Eliasson m.fl. 2003, Kathol & Weihed 2005, Bergman & Kathol 2018, Kathol & Larsson in prep.) fortsätter såväl det paleoproterozoiska kristallina urberget som det ediacariska till kambriska rotfasta sedimentära plattformstäcket en bit åt väster in i detta kartområde, men är dolda under Vindelälven. Enligt Eliasson m.fl. (2003), som också ger en beskrivning av dessa bergarter, representeras det kristallina urberget av Sorselegranit och det kambriska plattformstäcket av *Grammajukkuformationen*.

Undre skollberggrunden

Den undre skollberggrunden bildar de lägsta och östligaste överskjutna enheterna i de svenska Kaledoniderna och förekommer framför allt inom de östra delarna av kartområdet. Den är blottad där de överliggande skollorna eroderats bort. Vid Vindelälvens dalgång påträffas den i Hemfjäll–Råvojaure-området och vid Laisälven i Gautojaurefönstret (Kautsky 1940). Längre västerut är den undre skollberggrunden blottad i fönster vid Tjulån och kring Gávasjávrrie (Gavasjaure) (tabell 1). Bergarterna inom den undre skollberggrunden delas in i äldre kristallina och yngre överlagrande sedimentbergarter. De senare utgör den dominerande bergartstypen.

Svekokarelska kristallina bergarter underlagrar de yngre sedimentbergarterna i ett flertal delskollor i Gautojaurefönstret i den nordöstra delen av kartområdet och i Gavasjaurefönstret i den norra delen av kartområdet. I de sydöstra förekomsterna av undre skollberggrund har däremot inga kristallina bergarter observerats.

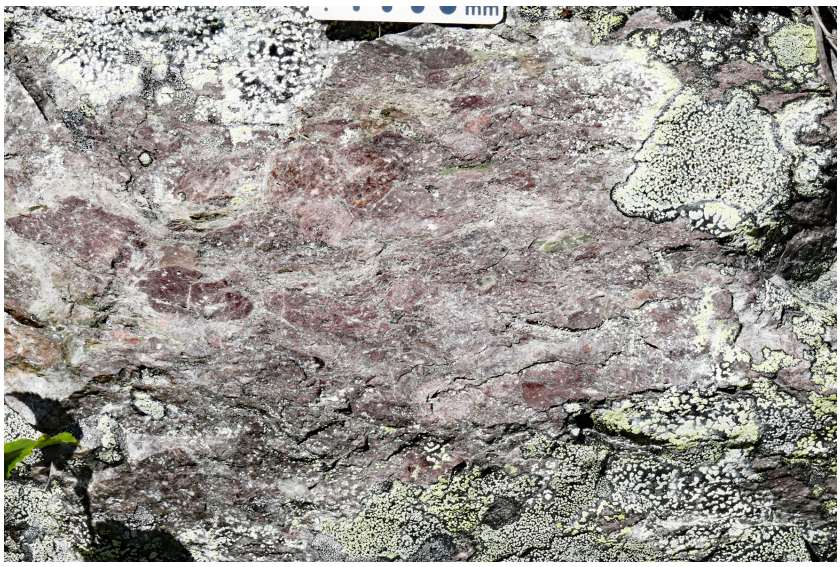
De kristallina bergarterna domineras av fältspat, mest röd ortoklas, med underordnad plagioklas, kvarts, biotit och magnetit. Mineralinnehållet tyder på en granitisk till syenitisk sammansättning, som är jämförbar med sammansättningen av de rotfasta bergarterna i det angränsande urbergsunderlaget. I motsats till de rotfasta bergarterna är granit och syenit i den undre skollberggrunden mycket starkt förskiffrad och biotit är omvandlad till klorit. Större ortoklaskorn bildar nu mörkrödgråa linser eller ögon. På grund av förskiffring och omvandling är det för det mesta svårt att i fält bestämma bergarternas karaktär och det behövs en sågad och slipad yta för att se några detaljer (fig. 2). Eftersom dessa bergarter uppvisar ett kompakt och grönaktig utseende i fält är det lätt att förstå att Kautsky (1940), som var den första att studera dessa bergarter i detalj, hänförde dem till en överlagrande skolla (hans Kaskajaurekomplex).

Neoproterozoiska till ordoviciska sedimentbergarter utgör den övervägande delen av den undre skollberggrunden. Konglomeratet vid Kráhpiesvárrie (Krappesvare) är den mest iögonfallande bergarten inom kartområdets undre skollberggrund. Liknande konglomerat bygger upp de största delarna av delskollorna i Gautojaurefönstret och i Gavasjaurefönstret men förekommer bara underordnat vid Råvojaure. Färgen är ljusbrun till djupröd och även de flesta fragmenten eller bollarna är rödaktiga (fig. 3). Konglomeraten är dåligt sorterade, och fragmentens storlek varierar från flera decimeter till flera millimeter, grundmassan har sand- och siltkornstorlek. De flesta fragmenten består av kristallina bergarter från urbergsunderlaget, såsom röda porfyriska vulkaniter, men klastiska sedimentbergarter är också vanligt före-

Figur 2. Starkt folierad granit-syenit med ”linser” av ortoklas (mörkt rödgrå), plagioklas (små, vita prickar), kvarts (ljusgråa prickar), biotit-klorit (svartgrå–mörkt gröngrå) och magnetit med hematit (grå). Sågad och slipad yta, 85 mm bred. Häll nedanför vägen vid nordöstra näset i Gautojaure (7348126/582833). Foto/scan: Reinhard Greiling.

kommande. I några konglomeratbollar, men även i den finkorniga grundmassan, förekommer magnetit som ger upphov till en karaktäristisk relativt hög magnetisk susceptibilitet. Magnetit är delvis omvandlad till hematit. Konglomeratens bildningssätt och ålder eller stratigrafiska position är inte definitivt klarlagda, mest sannolikt är att de avsattes under kryogenium för 850–635 miljoner år sedan (Kumpulainen & Greiling 2011). Konglomeraten bildar den basala delen av *Risbäcksgruppen* (Kumpulainen 1982).

Konglomeraten överlagras av arkoser som längre söderut dominerar den pretillitiska lagerföljden i den undre skollberggrunden (t.ex. Greiling & Zachrisson 1999). Arkoserna bildar den övre delen av *Risbäcksgruppen*. De är mestadels fältspatrika, relativt grova och delvis konglomeratiska. Innehållet av kalifältspat och hematit ger vissa av dem en rödaktig färgton, men även grå eller mörkare varianter är vanligt förekommande (fig. 4, se även fig. 48 i avsnitt *Strukturer*). Ljusare, kvartsitiska led ingår också. I äldre tid användes beteckningen ”sparagmit" för dessa neoproterozoiska bergarter.



Figur 3. Rött konglomerat med varierande kornstorlek mellan ca 1 dm och mindre än 1 mm. I de flesta partierna på bilden är konglomeratet matrixstött, men klaststödda partier förekommer också. Fragmenten består mest av kristallina bergarter från urbergsunderlaget såsom röda porfyriska vulkaniter. Skalan på bildens rand visar 1–5mm. Gájssienjuönnies sluttning mot Gautojaure (7345422/579575). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 4. Övervägande rödaktig arkos med mindre, ljust gröngråa lager. Gerrestjåhkkas nordsluttning (7345708/583020). Foto: Reinhard Greiling.

Tillit är beteckningen på förstenad morän i den neoproterozoiska lagerföljden. Dess förekomst indikerar att en istid har ägt rum för ca 600 miljoner år sedan. Tillitsekvensen sammanfattas under begreppet *Långmarksbergsformationen* (Gee et al. 1990). Inom kartområdet finns bara en mindre förekomst norr om Råvojaure (Grambow 2001).

Kvartsit utgör huvuddelen av den posttillitiska lagerföljden i den undre skollberggrunden och är huvudbeståndsdelen i *Gärdsjöformationen*. Den är lokalt mycket ren med mer än 98 procent kvarts, men i regel något fältspatförande. Till skillnad från Risbäckgruppens arkoser utgörs dock fältspaten nästan enbart av plagioklas, som vid vittring ofta ger vita fläckar. I vissa horisonter, främst i den undre delen, är kvartsiten grövre och ställvis konglomeratisk. De primära kornen är mest tydligt bevarade och ställvis finns även några sedimentstrukturer såsom korsskiktning kvar (fig. 5). Kvartsiter och grovkorniga sandstenar växellagrar med finsandstenar och siltstenar. I toppen finns även en karaktäristisk kalkhorizont som ställvis innehåller fosforitfragment.

Utvittring av de grova kvartskornen beror på att grundmassan mellan kornen delvis består av kalcit. En profil över den övre delen av *Gärdsjöformationen* visar omväxlande tjocka lager av grovkorniga sandstenar eller kvartsiter och några metertjocka lager av finsandsten och siltsten (fig. 6). Profilen ger en översikt över större delen av de näst översta enheterna (IX och toppen av VIII) av *Gärdsjöformationens* enheter I–X (Kumpulainen m.fl. 1981, Thelander 1982, Lundqvist m.fl. 1990, se även Tabell 1). Det framkommer tydligt att särskilt de kvartsitiska lagren sticker upp ur markytan, medan de finkornigare lagren knappast syns i naturliga hällar.

Figur 5. Kvartsitlager som är ca 2 dm tjocka. Den ljusa färgen är här gömd under en grå vittringsyta. Däremot syns tydligt att lagret ovanför hammaren visar korsskiktning. Vindelälvens strand väster om Hemfjäll (7299607/585484). Foto: Reinhard Greiling.

Bergarterna i de finkorniga lagren är finbandade och har en mörkgrå färg (fig. 7). Lagringen är oregelbunden och varierar mellan finsandsten och siltsten (fig. 8). I Gautojaurefönstret har dessa lager tidigare karterats som gråvackor och deras ålder tolkats som ordovicisk (Kautsky 1940, Lilljequist 1973). De antogs då överlagra kvartsiten och även alunskiffern i *Alunskifferformationen*. Under den aktuella karteringen visade det sig dock att denna lagerföljd av kvartsit, finsandsten, siltsten, lerskiffer och kalksten, tidigare beskriven som gråvackor, tillhör *Gärdsjöformationen* som ligger stratigrafiskt under alunskiffern. Överskjutningar under den kaledoniska orogenesen har resulterat i att skivor av kvartsit nu strukturellt överlagrar alunskiffern (se avsnitt *Strukturer*).

Figur 6. Sammanställning av foton över den övre delen av *Gärdsjöformationen* sett från sydsydost. Den västra (vänstra) randen ligger ca 10 m nedanför formationens topp och gränsen mot den överlagrande *Alunskifferformationen*. Profilen visar omväxlande tjocka lager av grovkorniga sandstenar eller kvartsiter och mindre, några meter tjocka, lager av siltsten. Det framkommer tydligt att särskilt de kvartsitiska lagren sticker upp ur markytan. Väghäll vid nordöstra udden i Gautojaure (7348118/582848). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 7. Växellagring av ljusgrå finsandsten och svartgrå siltsten som är karaktäristisk för de finkornigare delarna av *Gärdsjöformationen*. Väghäll vid östra änden av Gautojaure (7348106/583277). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 8. Växellagring av finsandsten och siltsten. Naturlig yta. Väghäll vid östra änden av Gautojaure (7348106/583277). Foto: Reinhard Greiling.

Gärdsjöformationens kvartsitsekvenser överlagras av alunskiffer som sammanfattas under namnet *Alunskifferformationen*. Den uppträder vid Vindelälvens norra strand mellan Hemfjäll och Jillesnåle i sydost samt kring Gautojaure och Märkberget i nordost. I vägskärningen söder om Viejenäs är gränsen mellan *Gärdsjöformationen* och den överlagrande *Alunskifferformationen* blottad (fig. 9). Figuren visar den översta delen av siltsten- och lerskiffersekvensen i *Gärdsjöformationens* enhet X till höger. En kalkstenslins (ovanför hammaren) representerar det översta ledet i formationen. *Gärdsjöformationens* enhet X överlagras av *Alunskifferformationens* alunskiffer (vänster om hammaren) med sin typiska vittringsyta.

Alunskiffern är en svart skiffer bildad av lersten eller siltsten med en halt av upp till 15 procent organiska ämnen (Andersson m.fl. 1985). Ställvis finns det också cm- till dm-tjocka mörkgrå siltstenslager och mörkgrå kalkstenslinser och -lager (se fig. 13). Alunskiffern innehåller även svavelkiskristaller (pyrit), där järnhalten kan orsaka rostig vittring (fig. 10). Ljusa vittringsfärger är också vanliga och tyder på bildning av alun (kaliumaluminiumsulfat) från bland annat svavelkis, som gav namnet till alunskiffern. Alunskiffern innehåller dessutom konkretioner som delvis har ett hårt, kiselrikt och svavelkisförande ”skal” med en mjuk, utvittrande kärna (fig. 11). Ställvis finns det också mörka kalkkonkretioner som kallas orsten. Eftersom alunskiffern är mjukare och därmed mindre kompetent än de omgivande bergarterna blev den starkt deformerad under den kaledoniska orogenesen (se fig. 46 avsnitt *Strukturer*). I mera kompetenta partier, särskilt i siltstenslagren och kalkkonkretionerna (se fig. 12, 13), är dock fossil bevarade.

Kulling (1982) rapporterade om förekomsten av en trilobit av mellankambrisk ålder som Gerhard Bexell funnit på ett berg öster om Gautojaure. Lokalen eftersöktes under den nuvarande karteringen, men inga fossil återfanns på det angivna berget. Däremot hittade Thomas Weidner fossil av samma art som de Bexell beskrev men på en annan plats, vid vägskärningen vid bergets fot strax söder om Viejenäs (Weidner 2017, pers. medd.). Det är därför troligt att platsangivelsen i Kulling (1982) är felaktig och att vägskärningen som Weidner beskrev även var Bexells fyndplats.

Figur 9. Gränsen av *Gärdsjö-formationens* siltsten med en kalkstenslins (ovanför hammarhuvudet) mot den överlagrande alunskiffern i *Alunskifferformationen* till vänster om hammaren. Väghäll vid Gautojaure strax söder om Viejenäs (7348587/582556). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 10. Alunskiffer med stora svavelkiskristaller (pyrit) i mitten (kvadratisk, ”guldfärgad” yta) och rostig vittring runt om-kring. Ljusa vittringsfärger vid övre vänstra hörnet tyder på bildning av alun (kaliumaluminiumsulfat) som gav namnet till bergarten. Storvindelns strand väster om Hemfjäll (7299822/585137). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 11. Konkretion i alun-skiffern med en mjuk, utvittrad kärna och ett hårt, kiselrikt och svavelkis-förande ”skal”. Storvindelns strand väster om Hemfjäll (7299822/585137). Foto: Reinhard Greiling.

Paleozoiska fossil från den undre skollberggrunden vid Vindelälven, Västerbottens län

Thomas Weidner[1], Arne Thorshøj Nielsen[2] & Jan Ove R. Ebbestad[3]

[1] Ravnholtvej 23, Rårup, 7130 Juelsminde, Denmark, to.we@paradis.dk
[2] Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen, Øster Voldgade 5–7, 1350 København K, Denmark, arnet@ign.ku.dk
[3] Evolutionsmuseet, Uppsala universitet, Norbyvägen 16, 752 36 Uppsala, Sverige, jan-ove.ebbestad@em.uu.se.

Översatt från engelska av Martin Svedberg och Jan Ove Ebbestad.

Detta avsnitt är baserat på rekognoserande fältarbete i området, utfört 2015 och 2017 av Thomas Weidner i samarbete med J. O. R. Ebbestad och A. T. Nielsen.

På den norra sidan av Vindelälven mellan Storsjö i öster och Jillesnåle i väst finns flera lokaler med kambro-ordovicisk alunskiffer. De är exponerade i bäckfåror längs flera hundra meter av Vindelälven nära Hemfjäll (fig. 12), i de branta klipporna mellan Storsjö och Jillesnåle direkt under den mellersta skollberggrundens lager samt i artificiella vägskärningar. Alunskiffern ansågs ursprungligen representera den rotfasta (autoktona) sekvensen, men skifferns överskjutna (alloktona) karaktär upptäcktes vid modern kartering av området.

Hittills har alunskiffern mellan Storuman och Torneträsk ansetts vara från miaoling (mellersta kambrium), men detta har inte bekräftats av fossil. Den nordligaste lokalen med trilobiter från mellersta kambrium är vid Kyrkberget precis norr om sjön Storuman. Alunskiffern norr om Storuman särskiljer sig från alunskiffern söder om Storuman, där den senare uppvisar rikligt med konkretioner av bituminös kalksten (orsten) innehållande en trilobitfauna från mellersta kambrium till tidiga ordovicium (miaoling, furong och undre ordovicium). I norr innehåller alunskiffern nästan inga kalkstenskonkretioner och eftersom fossil oftast hittas i sådana noduler, snarare än i den deformerade skiffern, förhindrar deras frånvaro att några biostratigrafiska slutsatser dras.

Under fältstudierna genomsöktes lokaler med större exponeringar av alunskiffer efter kalkstenskonkretioner. Fem lokaler hade konkretioner utan makrofossil, medan en stor kalkstenslins vid stranden vid Hemfjäll innehöll identifierbara trilobitlämningar. Totalt undersöktes

Figur 12. Skifferblottning vid Storvindelns norra strand väster om Hemfjäll (7299863/585051). Foto: Thomas Weidner.

kalkstenskonkretioner från sex lokaler i området och endast en visade sig innehålla trilobiter. De resterande kalkstenskonkretionerna ska undersökas för mikrofossil.

På stranden vid Hemfjäll (7299869/585036), hittades en ca 100 cm lång och 30 cm tjock kalkstenslins (fig. 13). I denna har hittills hittats ungefär 30 cephala (huvudsköldar) och pygidia (svanssköldar) från agnostoid-arten *Pentagnostus praecurrens* (Westergård, 1936) och två cranidia (mittdelen av huvudsköldarna) från släktet *Acadoparadoxides*.

Materialet är välbevarat men tektoniskt deformerat. Arten *Pentagnostus praecurrens* är karaktäristisk för den eponyma mellankambriska *Acadoparadoxides pinus-Pentagnostus praecurrens*-zonen, tillhörande *Acadoparadoxides (Baltoparadoxides) oelandicus*-superzonen (fig. 14). Alunskiffer av denna ålder bildar den understa delen av *Alunskifferformationen* i många delar av den undre skollberggrunden längre söderut. *Pentagnostus praecurrens* förekommer i skikt av samma ålder på Tåsjöberget i Ångermanland och i Vilhelminaområdet, varhelst zonen är exponerad. Arter av *Acadoparadoxides* associerade med *P. praecurrens* hittas också på Tåsjöberget.

Ungefär 10 m längre österut från den in situ påträffade kalkstenskonkretionen upptäcktes även mer än 20 mindre block av grå siltsten lösa på stranden, tveklöst kommande från alunskiffern. De innehöll några få dåligt bevarade cranidiafragment av en paradoxidid trilobit. Litologin liknar precis den siltsten som hittas i *Baltoparadoxides oelandicus*-superzonen av rotfasta och överskjutna alunskiffrar i Jämtland. Båda trilobitförekomsterna placeras i *Acadoparadoxides (Baltoparadoxides) oelandicus*-superzonen, som i flera svenska provinser är de äldsta lagren inom vad som traditionellt anses vara mellersta kambrium.

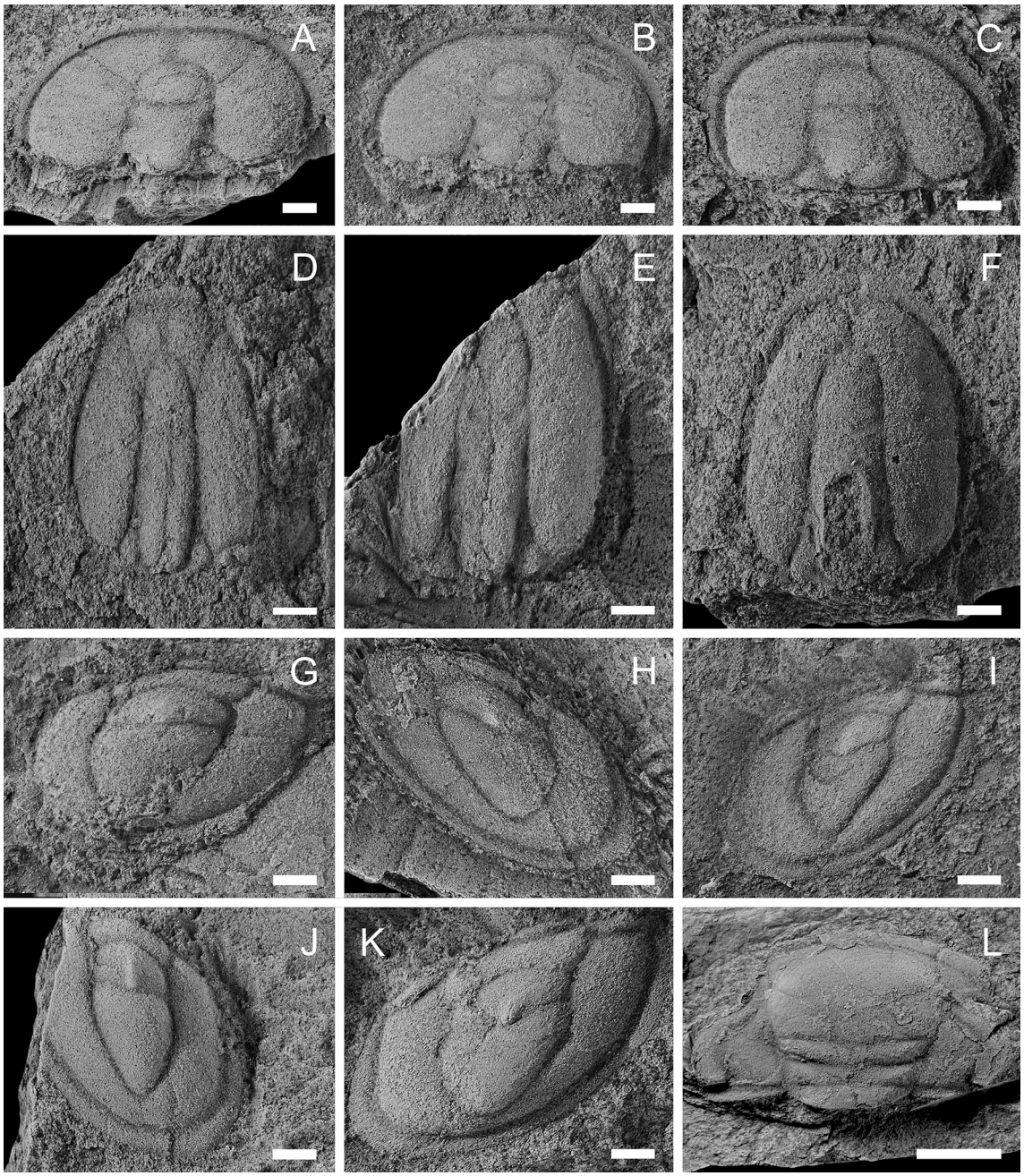
Längre österut (7299703/585302) hittades på stranden cirka 20 lösa, grå kalkstensblock med en vikt av upp till 3 kg. I dessa hittades en dålig bevarad glabella (mitthuvud) samt två thorax-delar (mellankroppen), en med 13 bevarade led och en med 6 bevarade led, av en trilobit inom överfamiljen olenelloider. Den är preliminärt identifierad som *Holmia lapponica* (Ahlberg & Bergström 1983). Kalkstenen kommer från den översta delen av den underkambriska *Gärdsjöformationen*. I den alloktona sekvensen av Kaledoniderna täcks *Gärdsjöformationen* direkt av *Alunskifferformationen*.

Ett svart kalkstensblock som hittades löst bredvid stigen i den övre delen av alunskifferblottningen vid Jillesnåle (7301461/583470) av Reinhard Greiling år 2004 innehöll inga makrofossil, men eftersom litologin skiljde sig från orstensmaterial hittat på andra platser i området lät man lösa upp blocket i ättiksyra för vidare undersökning av fossil. Detta utfördes vid Geologiska institutio-

Figur 13. Kalksten vid Storvindelns norra strand väster om Hemfjäll (7299869/585036). Foto: Thomas Weidner.

nen, Lunds universitet. Flera arter av acrotretida brachiopoder (armfotingar) hittades. Vanligast var *Pomeraniotreta biernatae* (Bednarczyk 1986), men blocket inkluderade också några dåligt bevarade eukonodonter (tänder av käklösa fiskar). *Pomeraniotreta biernatae* är känd från tidsåldrarna tremadoc i Sverige och Norge samt arenig i Polen (M. Streng, L.E. Holmer pers. medd. 2016).

Materialet som samlades under fältarbetet förvaras i de paleontologiska samlingarna vid Evolutionsmuseet, Uppsala universitet.



Figur 14. Trilobiter från Hemfjäll vid stranden av Storvindeln, Sorsele kommun, Västerbottens län. **A–K.** *Pentagnostus praecurrens* (Westergård, 1936). **A.** Cephalon (PMU 31618). **B.** Cephalon (PMU 31619). **C.** Cephalon (PMU 31628). **D.** Cephalon (PMU 31620). **E.** Cephalon (PMU 31621). **F.** Cephalon (PMU 31625). **G.** Pygidium (PMU 31624). **H.** Pygidium (PMU 31633). **I.** Pygidium (PMU 31630/1). **J.** Pygidium (PMU 31638). **K.** Pygidium (PMU 31631). **L.** *Acadoparadoxides sp.*, cranidium (PMU 31643). Skala för A–K är 1 mm, medan skala för L är 1 cm. Alla exemplar är samlade av Thomas Weidner och förvaras vid Evolutionsmuseet, Uppsala universitet. Foto: Jan Ove R. Ebbestad.

Mellersta skollberggrunden

Som framgår av tabell 1 är den mellersta skollberggrunden uppbyggd av flera olika skollor. Den understa är Stalonskollan, som överlagras av Adolfsströmsskollan i norr. Båda är överlagrade av Ammarnäskomplexet, som i sin tur täcks av Sadenåiveskollan i norr och Slussforsskollan i söder.

Stalonskollan

Stalonskollan överlagrar den undre skollberggrunden i kartområdets östra del kring Vindelälven, kring nedre Dellikälven och kring Gautojaurefönstret. Uppströms Vindelälven finns Stalonskollan i ett mindre fönster i Kraddsele, som här kallas för Blekselforsenfönstret eftersom de karaktäristiska bergarterna är särskilt tydlig vid Blekselforsen i Vindelälven. Bergarterna delas in i äldre kristallina bergarter och yngre överlagrande sedimentbergarter som domineras av arkos. De bildar flera delskollor med omväxlande kristallina bergarter och arkos.

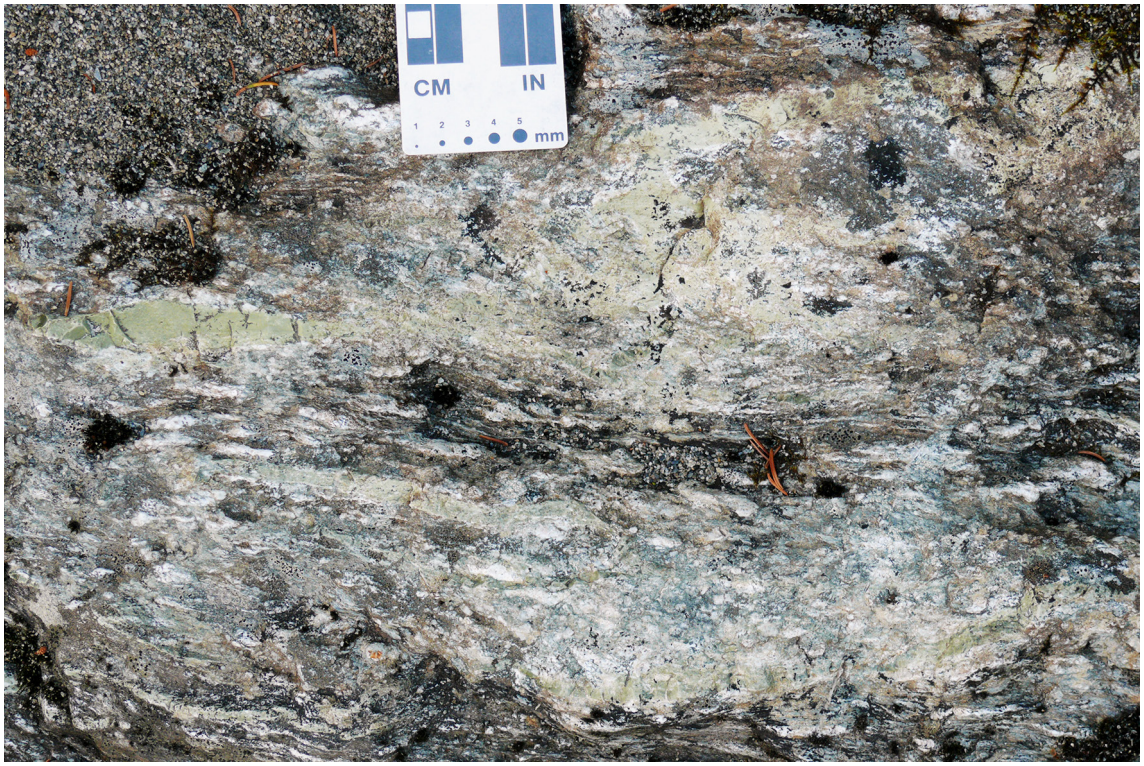
Svekokarelska kristallina bergarter med mafisk till felsisk eller granitoid sammansättning bildar flera skivor eller delskollor med överskjutningskontakter i bottnen mot mellanlagrande paket med sedimentbergarter. De kristallina bergarterna är således alloktona, det vill säga överskjutna urbergsbergarter. Särskilt väl bevarade monzoniter-syeniter finns i kartområdets norra del på sydsidan av Laisälven nordväst om Gautojaure. De är porfyriska och fältspatströkornen är omkring en centimeter stora och har delvis en zonering med mörk kärna och en vitvittrande rand (fig. 15). Vid nedre Dellikälven och vid Vindelälven ovanför Kraddsele i den västra delen av Blekselforsenfönstret är de felsiska kristallina bergarterna mer deformerade och visar en gnejsig struktur. Två åldersbestämningar med U–Pb-metoden på zirkon vid Harrvik (1 766 +15/-12 miljoner år, Greiling m.fl. 2002) och öster om Slussfors (1797 ± 5 miljoner år, Grimmer m.fl. 2016) visade att Stalonskollans kristallina bergarter bildades under paleoproterozoisk tid.

Nedanför Kraddsele i Blekselforsenfönstrets östra del förekommer mafiska till intermediära kristallina bergarter som mestadels är starkt deformerade och delvis mylonitiserade. De är bandade i millimeter- till centimetertjocka omväxlande ljus- och mörkgröna band (fig. 16). Mineralinnehållet domineras av klorit och glimmer, epidot, albit och underordnad kvarts. Dessa grönskifferaktiga myloniter inom Stalonskollan antas ha uppkommit ur gabbroida till intermediära bergarter som härstammer från urbergsunderlaget (Greiling & Zachrisson 1999).

Även band eller gångar av mafiska bergarter med ofitisk textur observerades (fig. 17). På grund av texturen och den alkalibasaltiska kemiska sammansättningen (Oberle 2011) tolkas dessa bergarter som diabaser. Diabaserna härstammar troligen från en stor gångsvärm kallad Central Scandinavian Dolerite Group (CSDG; Greiling m.fl. 2007).

Neoproterozoiska sedimentbergarter representeras uteslutande av meta-arkos, som i det här fallet betecknar en något omvandlad fältspatrik sandsten, vilken dominerar inom Stalonskollan (fig. 18). På grund av metamorfosen har de från början troligen rödaktiga sandstenarna antagit en grå-grönaktig färgton, men liknar litologiskt Risbäcksgruppens rödaktiga till rödgrå arkoser i den undre skollberggrunden. Ljusa, mer kvartsitiska led och konglomeratiska inlagringar ingår. Vid Råvuovárrie i kartområdets sydöstra del finns även partier med tunna finkorniga lager som växellagrar med tunna sandiga lager. I den äldre litteraturen använde man beteckningen 'sparagmit' även för dessa neoproterozoiska bergarter i den mellersta skollbergrunden.

Figur 15. Granodiorit-monzonit med finkornig mellanmassa och kantiga fältspatströkorn, som delvis visar zonering. Höjd nordväst om sjön Njalvad (7349962/574818). Foto: Reinhard Greiling.



Figur 16. Mylonitisk bergart av starkt förskiffrade urbergsbergarter med band och linser. Lägg märke till ljusgröna, utdragna linser av epidotrik material (t.ex. i mitten till vänster). Vindelälvens södra strand, sydost om Kraddsele (7326220/550862). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 17. Mafiska till intermediära kristallinbergarter med mylonitisk textur (till höger, bandad) skärs av en mafisk gång (till vänster, homogent grågrön). Gammalt stenbrott ca 1 km öster om Kraddsele (7304250/570827). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 18. Grovkornig arkos med tydliga, vitvittrande fältspatkorn. Dellikälvens södra strand nordost om Vidnak (7325831/587557). Foto: Reinhard Greiling.

Adolfsströmsskollan

Adolfsströmsskollan har sin typlokal och största utbredning strax norr om kartområdet kring sjön Iraft, men den sträcker sig in i det aktuella området vid Gautojaurefönstrets västra och södra begränsning där den dels ligger på den undre skollberggrunden, dels på Stalonskollan. På östsidan av Gavasjaurefönstret överlagrar den direkt den undre skollberggrunden.

Kvartsit och fyllit i växellagring i millimeter- till centimeterskala bildar Adolfsströmsskollan. Adolfsströmsskollan karaktäriseras av täta, flintaktiga, ljusgrå till gulgrå kvartsiter (fig. 19) som förutom kvarts även uppvisar mindre andelar av muskovit. Fylliter med rostiga vittringsfärger bildar mellanlagren med några millimeters till centimeters tjocklek (fig. 20). Fylliterna domineras av tunna lameller av muskovit och innehåller även kvarts samt mindre andelar av klorit. Kristallina bergarter från urbergsunderlagret har inte påträffats i Adolfsströmsskollan.

Figur 19. Ljusgrått till gult vittrande, flintaktig kvartsit. Söder om Sjnulttjie (7342957/560799). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 20. Ljusgrå kvartsit med mörkare, muskovitrika, fyllitiska mellanlager. Söder om Sjnulttjie (7342957/560799). Foto: Reinhard Greiling.

Ammarnäskomplexet

Ammarnäskomplexet bygger upp berggrunden i ett större område i kartområdets centrala delar samt ett mindre område väster om Gautojaurefönstret. Komplexet överlagrar Stalonskollan i öst och väster om Gautojaurefönstret i norr, medan det kring Tjulåfönstret ligger på Risbäcksgruppen av den undre skollberggrunden. Ammarnäskomplexet delas in i äldre kristallina bergarter och en överlagrande sedimentär sekvens som domineras av gråvacka. Båda enheterna bildar flera delskollor med omväxlande kristallina bergarter och gråvackesekvenser.

Svekokarelska kristallina bergarter bildar skivor med överskjutningskontakter mot sedimentbergarter, vilket är jämförbart med förhållandena i den underlagrande Stalonskollan. De kristallina bergarterna är således alloktona, det vill säga överskjutna urbergsbergarter. De kristallina bergarterna som helhet täcker större områden och domineras av djupbergarter med gabbroisk till granitoid sammansättning, men omfattar även en del ultramafiska kroppar, mafiska gångar och mylonitiska bergarter. Åldersförhållandena mellan olika bergartsled framgår tydligt av intrusivkontakter. De granitoida bergarterna uppvisar intrusionskontakter mot både de ultramafiska och de mafiska bergarterna. De ultramafiska bergarterna byggs upp av pyroxen, serpentin och mindre andelar magnetit. De är delvis jämnkorniga, men uppvisar delvis också centimeter- till decimeterstora fragment inom en mer finkornig mellanmassa (fig. 21). Vid Karsbäcken förekommer gångar av monzodiorit till granodiorit som intruderat de ultramafiska bergarterna. I åldersställning mellan ultramafiterna och dessa gångar uppträder dock gabbroiska metabasiter, vilka är medel- till grovkorniga med hornblände och plagioklas som huvudmineral samt mindre andelar klorit och epidot.

Även metabasiterna uppvisar intrusioner av monzodiorit till granodiorit. Dessa bergarter består av grovkorniga plagioklas- och ortoklaskorn med mindre andelar kvarts, biotit och klorit. Förutom intrusioner eller gångar med intrusionskontakter mot ultramafiter och gabbroiska djupbergarter finns även xenoliter av mafiska, finkorniga och förskiffrade bergarter (fig. 22). Två åldersbestämningar med U–Pb-metoden på zirkon, vid Karsbäcken 1 799 ± 10 miljoner år och Danejauratjeh, Dánájávrátje 1 787 ± 6 miljoner år (Grimmer m.fl. 2016), visade att monzodiorit–granodioriterna bildades under paleoproterozoisk tid.

Ställvis förekommer gångar av mafiska bergarter med ofitisk textur som slår igenom de andra urbergsbergarterna. På grund av texturen och den alkalibasaltiska kemiska sammansättningen

Figur 21. Ultramafisk bergart med starkt deformerade fragment som liknar konglomeratbollar. Karsbäcken vid Giehpiejuhkas mynning, nordväst om Ammarnäs (7320344/549678). Foto: Jens Grimmer.

Figur 22. Monzonitisk till granodioritisk djupbergart med xenolit av äldre, finkornigare mafisk bergart i mitten. Fältspat visar vita vittringsfärger, kvarts är ljusgrå, biotit och hornblände mörka. Stuora-Jårbåjvvie sydostsluttning, väster om Kraddsele (7305349/569118). Foto: Reinhard Greiling.

(Oberle 2011) tolkas dessa bergarter som diabaser. De är ställvis nästan odeformerade och över 10 m tjocka (fig. 23), men har också observerats som några decimeter tjocka fragment i förskiffrade sidobergarter. Back (1962) dokumenterar ytterligare gångar som är mindre än 1 m tjocka. Liksom diabaserna i Stalonskollan (se avsnitt *Stalonskollan*) är också de i Ammarnäskomplexet troligen en del av den stora gångsvärmen som kallas Central Scandinavian Dolerite Group (CSDG; Greiling m.fl. 2007), vilket betyder att även dessa gångar härstammar från urbergsunderlaget.

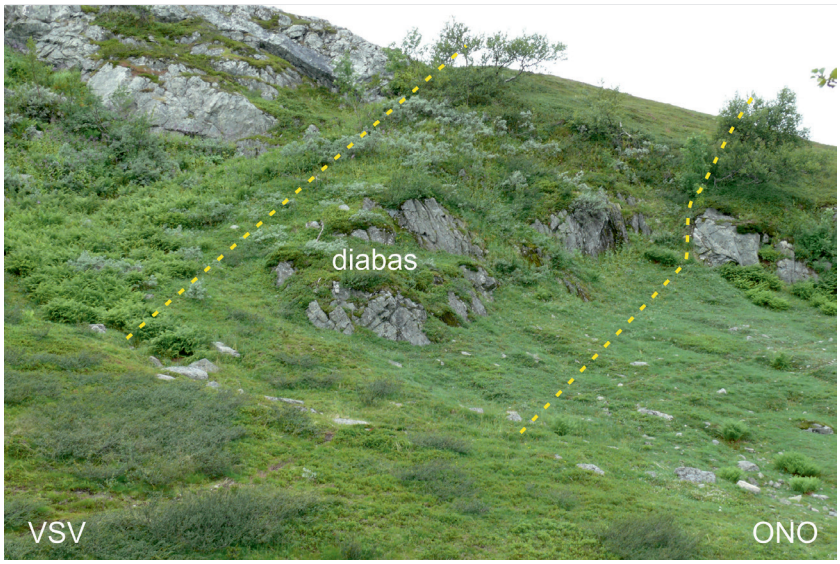
De kristallina bergarterna är på många ställen starkt deformerade och mylonitiserade, så att deras primära karaktär är helt överpräglad. Dessa mylonitiserade partier är tillräckligt stora för att visas som enskilda enheter på kartan. I motsats till Stalonskollan är myloniterna i Ammarnäskomplexet mera homogent nerkrossade och mindre bandade.

Neoproterozoiska sedimentbergarter i Ammarnäskomplexet består till övervägande delen av gråvackor som här benämns gråvackor av Ammarnästyp. Gråvackelagren är mestadels decimeter- till metertjocka med centimetertjocka mellanlager av ler- och siltsten (fig. 24). Ställvis är tjockleken ganska konstant över den blottade sekvensen, på andra ställen varierar lagertjockleken avsevärt (fig. 25). I allmänhet är de 1–2 mm stora primära mineralkornen välbevarade.

Förutom lagringen är graderad skiktning den vanligast förekommande bevarade sedimentstrukturen, i någon mindre utsträckning förekommer korsskiktning. Där deformationen och förskiffringen är mer intensiv syns graderingen inte direkt, utom den antyds genom att vinkeln mellan lagring och förskiffring succesivt minskar från den grövre och mer kompetenta bottnen mot den finkornigare toppen av de graderade lagren.

Trots att de mindre deformerade gråvackorna ser nästan opåverkade ut av senare omvandlingar är granat ganska allmänt förekommande som metamorft mineral. Detta är en karaktäristisk skillnad mot gråvackorna i den undre skollberggrunden. Även avsättningsåldern skiljer sig tydligt mellan de neoproterozoiska gråvackorna i Ammarnäskomplexet (Grimmer m.fl. 2011, Gee m.fl. 2015) och de ordoviciska gråvackorna som finns i den undre skollberggrunden, till exempel i det angränsande området 26G Pieljekaise (Kulling 1982, Thelander 2009) och i södra Västerbottensfjällen (t.ex. Zachrisson 1997).

På några ställen förekommer konglomeratlager i gråvackorna. Grundmassan i konglomeraten utgörs av glimmerskiffer, medan fragmenten är upp till decimeterstora och består av både kristallina bergarter och mjuka, mestadels svarta skiffrar. Särskilt skifferfragmenten, men



Figur 23. Diabasgång skärande genom monzodiorit till granodiorit. Vállienjuonás östsluttning (7318575/550073). Foto: Reinhard Greiling.

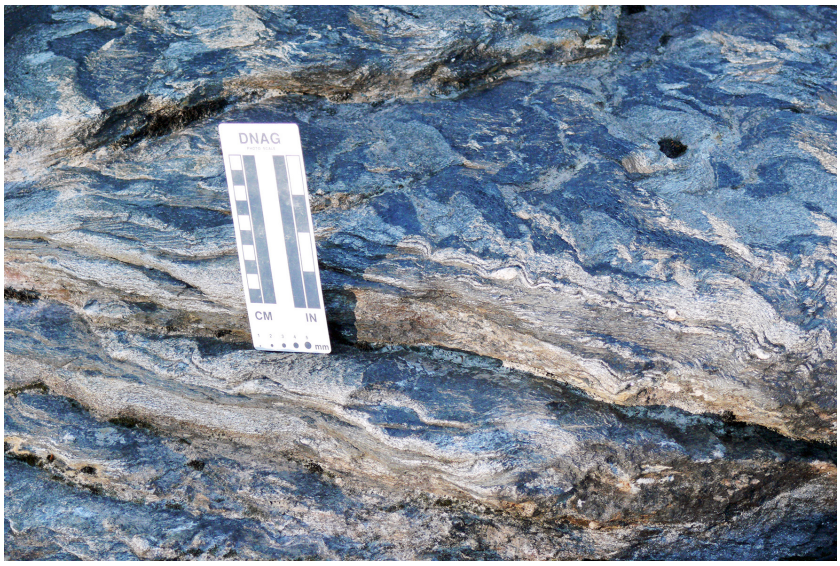
Figur 24. Gråvacka av Ammarnäskomplexet med cirka decimetertjocka turbiditbankar och tunna, finkorniga, glimmerrika mellanlager. Hammarens skaft är ca 50 cm lång (7317670/549970). Foto: Reinhard Greiling

Figur 25. Profil i Ammarnäskomplexets gråvackor med turbiditbankar av varierande tjocklek från några centimeter till flera decimeter och tunna, finkorniga, utvittrade mellanlager. Vindelälven vid Järnforsen nedanför Ammarnäs (7310060/559938), vy mot norr. Foto: Reinhard Greiling.

även de kristallina fragmenten, är delvis ganska starkt tillplattade och utdragna (fig. 26). De svarta skiffrarna innehåller granater, upp till några millimeter i storlek, som delvis är större än dem i gråvackorna. Konglomeratlagren nämndes redan av Kulling (1955) och Back (1964).

Grimmer m.fl. (2011) studerade åldern på detritiska zirkoner i gråvackorna. Författarna resonerar att de har en neoproterozoisk ålder och att de har bildats i en svekonorvegisk förlandsbassäng (se även Gee m. fl. 2015).

Under tidigare fältarbeten observerades glimmerrika sekvenser i gråvackorna på flera ställen norr om Vindelälven. Dessa sekvenser består av muskovit, biotit samt varierande andelar av kvarts och fältspat och underordnad granat; de visas som glimmerskiffer på den geologiska kartan 25G Ammarnäs SO (Greiling & Kathol 2021). Karteringen visar att dessa glimmerskiffrar förekommer som kilometerstora linser inom den delskolla av Ammarnäskomplexets gråvackor som sträcker sig mellan Ammarnäs och Djupfors. Vid Årjiele Biergienas observerades även en mindre kropp av glimmerskiffer med en skarp gräns mot gråvackorna (fig. 27). En skarp gräns mot Sadenåiveskollan (se avsnitt *Sadenåiveskollan*) har ej observerats här, vilket möjligtvis tyder på ett närmare samband mellan Ammarnäskomplexet och Sadenåiveskollan.



Figur 26. Konglomeratlager i Ammarnäskomplexet innehåller fragment som är starkt tillplattade, utdragna och även veckade. Både de svartgrå och de ljusgrå ”linserna” är fragment som ligger i en brungrå, glimmerrik grundmassa. Vindelälvens västra strand vid Rävfallet, ovanför Kungsledens gångbro (7330970/550521). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 27. Sekvensen ovanför hammaren visar en genomsnittlig lagertjocklek och ett representativt intryck för gråvackorna i Ammarnäskomplexet. Sekvensen nedanför består av tunnare, jämna lager med en mörkare vittringsfärg som innehåller rikligt med biotit. De är ställvis utbildade som glimmerskiffer. Årjiele Biergienas sydsluttning nordöst om Ammarnäs. (7321397/560946). Foto: Reinhard Greiling.

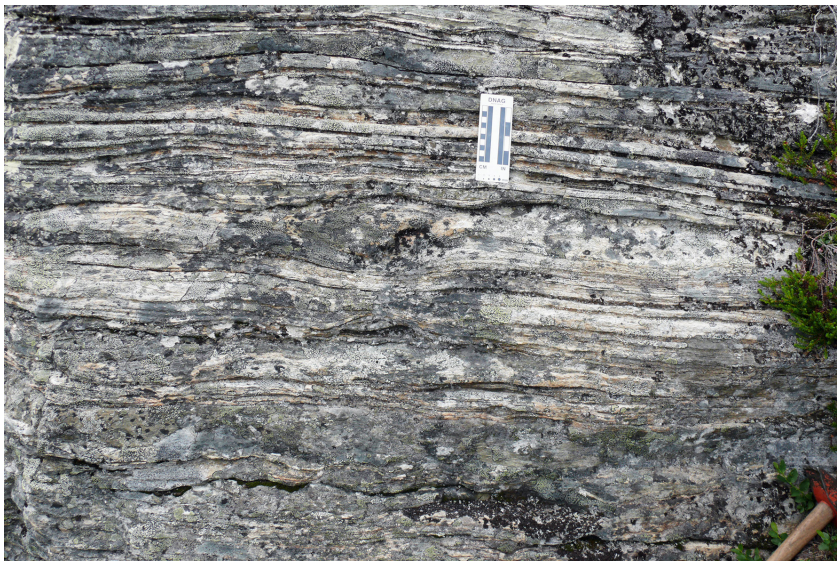
Sadenåiveskollan

Sadenåiveskollan täcker en större yta söder om Gautojaurefönstret i kartområdets nordöstra del och fortsätter därifrån in i grannområdena 26H Jäkkvik (Kathol m.fl. in prep.) och 25H Arjeplog (SGU kartdatabas). Söder om Gautojaurefönstret överlagrar den Stalon- och Adolfsströmsskollorna samt mindre förekomster av Ammarnäskomplexet väster om Gautojaurefönstret och norr om Ammarnäs. I ett mindre område öster om Gavasjaurefönstret ligger Sadenåiveskollan delvis direkt på den undre skollberggrunden. Sadenåiveskollan består främst av felsiska kristallina bergarter med underordnade amfibolitlager som båda antas härstamma från urbergsunderlaget.

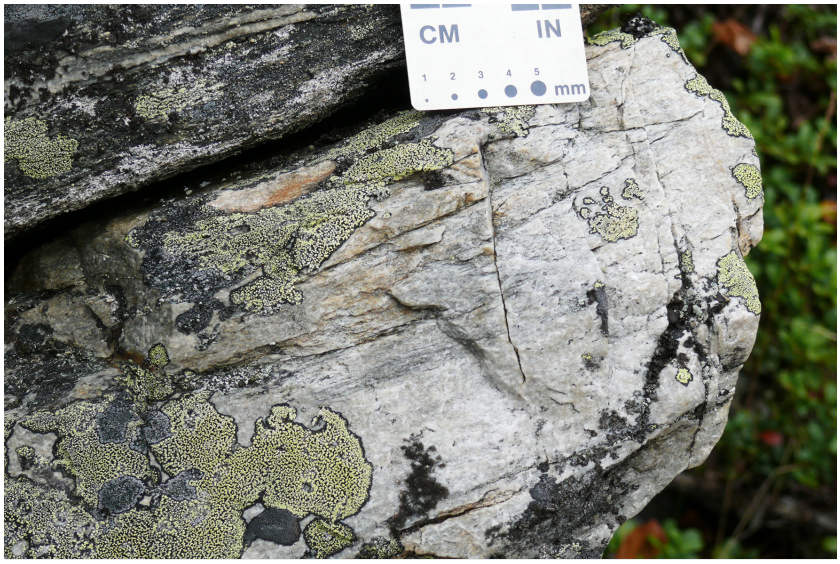
Felsiska kristallina bergarter bildar den största delen av den tektonostratigrafiska sekvensen i Sadenåiveskollan. De är felsiska gnejser med band eller lager i centimeter- till decimeterskala med några millimetertjocka mellanlager (fig. 28) och innehåller främst fältspat med varierande halter kvarts och mindre andelar biotit och muskovit. Ställvis varierar de felsiska lagren i kornstorlek från finkorniga till medelkorniga. Variationen antas vara en primär egenskap och antyder i så fall en primär lagring. De kvartsrika lagren tolkas som meta-arkos. Eftersom dessa inte kan skiljas ut på kartan nämns de här tillsammans med de andra felsiska bergarterna. Några partier visar några millimeterstora fältspatporfyroklaster i en finkornigare felsisk grundmassa (fig. 29) och tolkas som en metavulkanit. Glimmerrika mellanlager innehåller muskovit, biotit samt mindre andelar granat, klorit och epidot. De metamorfa mineralen liknar dem som finns i de glimmerrika linserna i Ammarnäskomplexet.

Några flera decimeter tjocka bankar av glimmerrika gnejser observerades vid nedre Dellikälven inom den vanliga felsiska gnejssekvensen. De innehåller ovanligt stora granater, upp till 5 mm i diameter (fig. 30), som i motsats till Seveskollans granatporfyroblaster är mindre deformerade och inte roterade under bildningen.

Amfibolit förekommer mycket sparsamt i Sadenåiveskollan. På några ställen bildar den bara decimeter- eller metertjocka mellanlager i de felsiska sekvenserna (fig. 28). Bara en förekomst är tillräckligt stor för att kunna visas på kartan. Den finns öster om Gálmiek och där kan amfiboliten följas några 100-tals meter i strykningsriktningen och tjockleken uppskattas till upp till 100 m. Amfiboliten vid Gálmiek uppvisar kompakta, decimetertjocka bankar och tunnare, mera förskiffrade lager (fig. 31). De viktigaste mineralen är hornblände och plagioklas med en mindre andel av granat.



Figur 28. Gnejsig bergart med övervägande fältspat- och kvartsrika band. Under skalan ett tjockare band med amfibolitisk sammansättning. Ájruoks östsluttning söder om Dellikälven (7327368/583652). Foto: Reinhard Greiling.



Figur 29. Fältspatrik, grovkornig, tät gnejs med troligen sedimentärt eller vulkaniskt ursprung. Lägg märke till millimeterstora, ljusa, utdragna, linsformade fältspatkorn. Nordöst om Sjnulttjie (7345134/562001). Foto: Reinhard Greiling.

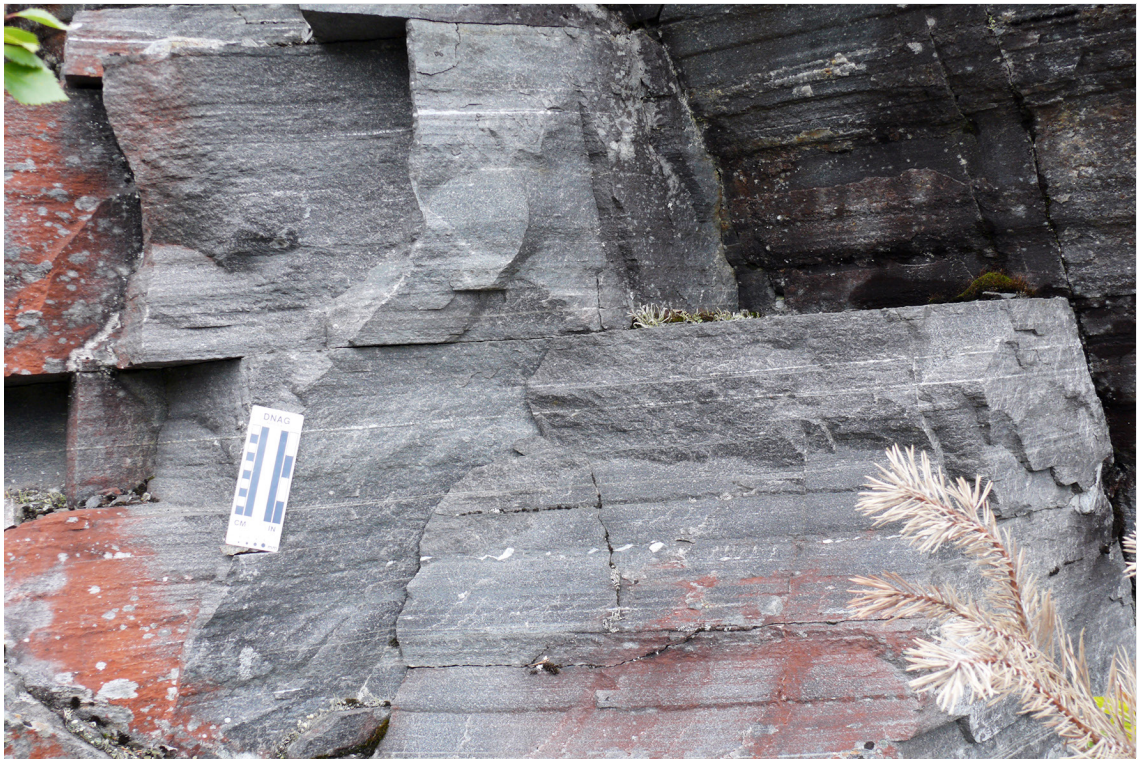
Figur 30. Gnejs med fältspat (vit), muskovit- och biotitaggregat (grå) och brunröda granatkristaller. Dellikälvens norra strand vid bron norr om Buölliemvárdduo (7329563/583141). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 31. Häll med tjockbankad, mörkgrön amfibolit i Sadenåiveskollan. Höjden öster om Gálmiek (7338412/574806). Foto: Reinhard Greiling.

Slussforsskollan

Slussforsskollan överlagrar Ammarnäskomplexets sydöstra del, där den täcker området sydväst om Kraddsele. Den bildar dessutom en klippe öster om Kraddsele. Skollan består nästan uteslutande av glimmerskiffer och gnejs.

Glimmerskiffer och gnejs bygger upp Slussforsskollan. Glimmerskiffrarna består framför allt av muskovit med varierande halter av biotit, kvarts, granat samt mindre karbonatmineral och hornblände. På vissa ställen finns även fältspatrika varianter med upp till 1 cm stora fältspatkorn. Dessa delar av sekvensen kan möjligen vara deformerade granitiska djupbergarter. Särskilt kring Kraddsele är glimmerskiffrarna mycket kvartsrika och liknar Offerdalskiffern (fig. 32). Dessa bergarter har också likt Offerdalsskiffern försökts utvinnas som natursten (se avsnitt *Naturresurser*). I motsats till liknande sekvenser i de överlagrande Seveskollorna finns i Slussforsskollan varken ultramafiska bergarter eller större kroppar av amfibolit.



Figur 32. Kvartsrik glimmerskiffer med intensiv förskiffring. Kraddsele stenbrott, Stor-Sandbergets nordnordvästsluttning (7303565/567884). Foto: Reinhard Greiling.

Seveskollkomplexet, undre Seveskollan

I kartområdet 25G Ammarnäs förekommer bara det strukturellt lägsta av de tre bälten som bildar Seveskollkomplexet i norra Västerbottens län, i äldre litteratur kallat östra bältet (Trouw 1973, Stephens 2001b). Detta bälte benämns numer undre Seveskollan (Gee m.fl. 2013). De överliggande centrala och västra bältena kilar ut strax söder om kartområdet. Den undre Seveskollan överlagrar de olika skollenheter som tillhör den mellersta skollberggrunden. Den undre Seveskollan består av en rad olika kristallina bergarter, vilka ligger i sekvenser av metasedimentära bergarter som glimmerskiffer och kvartsit. Den täcker stora områden både söder, norr och väster om Ammarnäskomplexet.

Kristallina bergarter

De kristallina bergarterna i den undre Seveskollan omfattar ultramafiska och mafiska bergarter såsom amfiboliter och diabaser samt felsiska gnejser. De ultramafiska bergarterna anses som fragment av jordmanteln och de felsiska gnejserna som fragment av en möjligen prekaledonisk jordskorpa. Däremot är amfiboliterna och diabaserna lika gamla eller yngre än de metasedimentära bergarterna. Undre Seveskollans kristallina bergarter avhandlas här i denna antagliga åldersföljd.

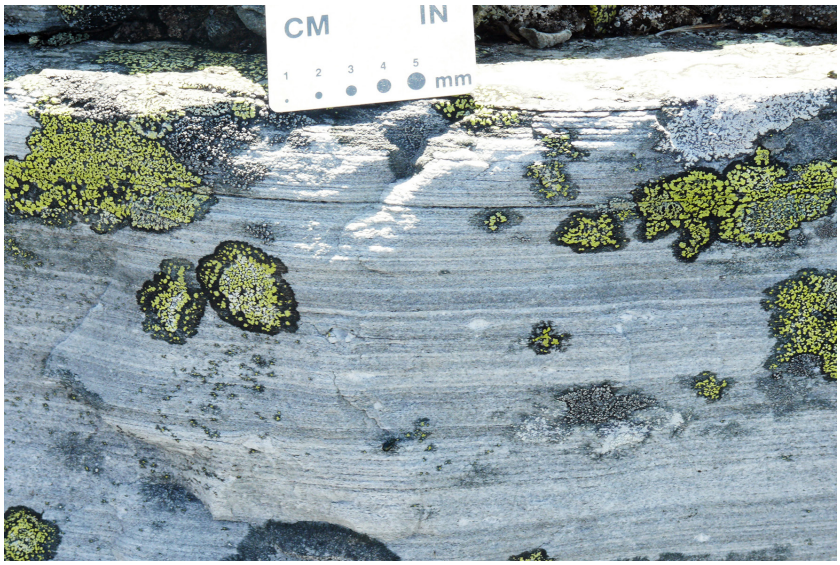
Ultramafiska bergarter uppträder som runda eller linsformade kroppar som varierar i storlek från tiotals till några hundratals meter. De utgörs av duniter (huvudsakligen bestående av olivin), peridotiter (olivin och pyroxen), serpentiniter (serpentin) eller täljstenar (talk). De finns spridda i Ammarfjället och kring Ruepsgájssie (fig. 33). Längre söderut har en mindre kropp påträffats nordöst om Ájvák. En talkförekomst finns nordväst om Ammarnäs på Ruepsgájssies nordostsluttning. Den ligger vid den övre kanten av ultramafitkroppen som visas i figur 33.

Figur 33. Kropp av ultramafiska bergarter med den typiska, mörkbruna vittringsfärgen. Ruepsgájssies nordostsluttning (7333403/546165). Foto Jens Grimmer.

Felsiska gnejser som till övervägande del består av kvarts och fältspat påträffades i några, tiotals meter tjocka, linser i Ruepsgájssies nordsluttning. Genom fältspatvittring är de nästan vita, men de visar en intensiv förskiffring och bandning med vita och ljusgrå band. Några större fältspatporfyroklaster bildar upp till centimeterstora ögon (fig. 34) vars storlek tyder på att bergarten primärt har varit grovkornig och därför en djupbergart. Förutom fältspat och kvarts förekommer muskovit och biotit som svarar för de grå banden. Någon åldersbestämning av gnejserna har ännu inte gjorts och det kan därför inte avgöras om gnejserna härstammar från det paleoproterozoiska urbergsunderlaget, som ortognejser i södra Västerbottensfjällens undre Seveskolla (Zachrisson m.fl. 1996), eller om de bildades av en yngre magmatism.

Amfibolit är en väsentlig bergartskompoment inom den undre Seveskollan. Amfiboliterna bygger upp höjderna i Ammarfjället och dominerar kartbilden nordväst om Ammarnäskomplexet. Sannolikt har amfiboliterna bildats ur basiska intrusioner och vulkaniter. De ligger delvis som lager i den sedimentära lagerföljden, men skär delvis också sedimentbergarternas bandning. Därför är amfiboliterna antingen lika gamla eller yngre än sedimentbergarterna. Ursprunglig pyroxen har ersatts av hornblände (amfibol), vilket i kombination med stark deformation gett amfiboliterna deras bandade och typiskt mörkgröna utseende (fig. 35). Även andra mineral såsom plagioklas samt epidot eller granat har omkristalliserat eller nybildats. Diabas förekommer i den undre Seveskollan norr om Ammarnäs.

Diabaserna bildar gångar i sedimentbergarterna med en tjocklek av en till flera meter. De är därför yngre än själva sidobergarten. Mineralinnehållet domineras av hornblände och plagioklas. I några gångar visar diabaserna en ofitisk textur som tydligt reflekterar det primära tillståndet. Diabaser i andra gångar har en fullständig omkristalliserad textur av sekundärt hornblände och plagioklas. Genom senare deformation är gångarna och förskiffringen i glimmerskiffern parallella (fig. 36). Trots rotationen av gångarna är den ofitiska texturen delvis bevarad. Diabasgångar har hitintills inte rapporterats från Seveskollan söder om Ammarnäs och ner till Ångermanälven, men de är mer allmänt förekommande i Norrbottens Seveskolla (t.ex. Thelander 2009).



Figur 34. Felsisk gnejs med upp till centimeterstora fältspatögon. Förmodligen handlar det om en starkt krossad och folierad djupbergart. Ruepsgájssies nordsluttning (7334773/543877). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 36. Diabasgång i glimmerskiffer i den undre Seveskollan. Gångens bredd syns mellan hammaren och skalan. Genom senare deformation är gången och förskiffringen i glimmerskiffern parallella. Nordväst om Ruepsgájssies topp (7334690/543738). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 35. Relativt finkornig, bandad amfibolit, till höger genomskuren av mindre förkastningar som är delvis ackompanjerade av kvartsådror. Strax ovanför den undre Seveskollans bas väster om Järnforsen (7313574/557471). Foto: Reinhard Greiling.

Neoproterozoiska sedimentbergarter

Sedimentbergarterna i den undre Seveskollan är alla metamorfa och föreligger idag som glimmerskiffer och gnejs samt marmor och kvartsit som ställvis växellagrar med varandra. Ålderssammansättningen av detritiska zirkoner tyder på att sedimenten avsattes under sen neoproterozoisk tid (kryogenium eller yngre; Williams & Claesson 1987).

Glimmerskiffer och gnejs utgör huvuddelen av den undre Seveskollan. Utgångsmaterialet har mestadels utgjorts av sandiga och lerhaltiga sediment, vilket lett till att den nuvarande mineralogiska sammansättningen domineras av muskovit, kvarts, någon fältspat, biotit och granat (fig. 37). Glimmerskiffrarna visar en bandning med mjukare, lättare vittrande glimmerrika lager och hårdare, kvartsrika lager (se fig. 47 i avsnitt *Strukturer*). Vid en ökad fältspathalt har glimmerskiffrarna en mer gnejsaktig karaktär. Förmodligen förekommer även inslag av felsiska vulkaniska bergarter i den primära lagerföljden. Lokalt finns övergångar till antingen kvartsit, marmor eller amfibolit. Ställvis uppvisar granat och delvis också hornblände större kristaller i sådana övergångszoner från glimmerskiffer till marmor eller amfibolit. Fragment av kristallina bergarter i glimmerskiffern, som tolkas som ursprungliga konglomeratbollar, observerades vid Ammarfjällets nordsluttning (Grimmer 2015) och ovanför Ájvák (Grimmer, pers. medd. 2017).

Marmor och underordnade kalksilikatbergarter, i allmänhet kalcitförande, är en typisk beståndsdel av undre Seveskollan i kartområdet. Dessa bergarter utgör enbart en underordnad komponent i kartområdets södra del, men tilltar i tjocklek mot norr i områdets nordvästra del och vidare norrut. De är särskilt vanliga kring fjället Riehkiere och vidare mot norr och nordväst (se fig. 55 i avsnitt *Strukturer*). Vid basen av den tjocka marmorsekvensen observerades några dolomitiska breccior vid Feällåbåvnnas östsluttning (Marklund 1952b). Även söder om Ruepsgájssie förekommer marmorlager (fig. 38). Marmorinlagringarnas stratigrafiska läge verkar vara nära den undre Seveskollans bas i den norra delen av området. I kartområdets södra del uppträder de mindre marmorförekomsterna nära skollans övre begränsning. Den färska marmorn är nästan vit (se fig. 64 i avsnitt *Förvittring och karst*), men genom vittring blir ytan successivt mörkare (fig. 38).

Figur 37. Glimmerskiffer och gnejs med mörka glimmer- och kvartsrika lager samt ljusa fältspatrikare lager. Brunröda granater bildar upp till en centimeter stora kristaller. Kvarts förekommer även i ådror parallellt med förskiffringen. Mieskattjåhkkas nordostsluttning (7327461/560768). Foto: Reinhard Greiling.

Kvartsit uppträder som mindre lager eller linser och karaktäriserar den undre Seveskollans basala enheter. Den förekommer på många ställen tillsammans med amfibolit, vilket syns särskilt tydligt i Vuovuosvárdduos östra brant. Dessa kvartsiter är ganska kraftigt deformerade och uppvisar tydliga linjära strukturer, vilka uppstod i samband med Seveskollans tektoniska transport (Rodriguez 2011). Norr om Ammarnäskomplexet förekommer bara mindre kvartsitlinser. Däremot dominerar kvartsit den undre Seveskollan runt Äjvesåjvvie söder om Ammarnäskomplexet i kartområdets sydöstra del. Kvartsiten ligger som ett täcke på platån mellan Tjulträsket i norr och Överst-Juktan i söder. I motsats till det amfibolitdominerade Ammarfjället förekommer amfibolit i mindre volym i det här området och morfologin är mera jämn (se fig. 53 i avsnitt Strukturer). Förutom kvarts innehåller kvartsiten muskovit och ibland mindre lager eller mörka band med viss biotithalt (fig. 39).

Figur 38. Marmorsekvens, ca 2 m tjock, i glimmerskiffer av den undre Seveskollan. Även om den färska marmorn är nästan vit så är den vittrade ytan ganska mörk, jämför bilden med karstkällan i avsnitt *Förvittring och karst* (fig. 64). Urtstjåhkkas östsluttning (7333447/543703). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 39. Kvartsit från Äjvesåjvvie med ljusa, kvartsrika och gråa, muskovitrikare band. Strax öster om Äjvesåjvvies topp (7309619/548562). Foto: Jens Grimmer.

Övre skollberggrunden, undre Köliskollan

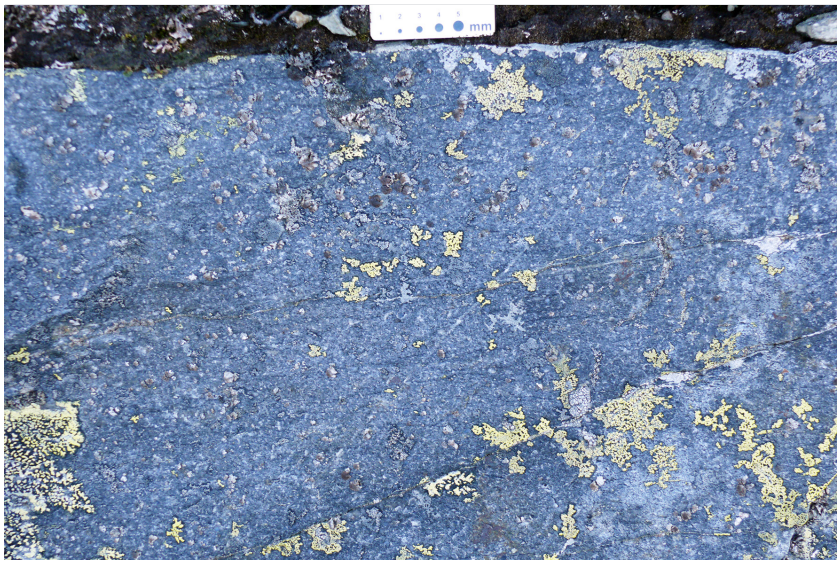
Köliskollkomplexets undre delskolla, det vill säga den undre Köliskollan, bildar de högsta tektonostratigrafiska enheterna i kartområdet och täcker större områden särskilt i kartområdets nordvästra och sydvästra delar. Genom jämförelser med angränsande områden (Tärna, Stephens 2001a, b) är det möjligt att uppskatta åldern på undre Köliskollans bergarter. En sekvens av kambriska till siluriska sedimentbergarter delas in i flera formationer som bygger upp undre Köliskollan (tabell 1). Den stratigrafiskt understa och äldsta är *Seimaformationen* med främst kvartsiter och areniter, men även kalkstenar och metavulkaniter. De överlagrande *Gilliks-, Vojtja- och Slätdalsformationerna* domineras av olika fylliter och areniter. De överlagras av *Brokenformationen* som dock inte finns dokumenterad i kartområdet. Den överlagras i sin tur av *Lövfjällsformationen* som uppträder vid kartområdets sydvästra och nordvästra delar. I det senare området är formationen mera fullständigt utvecklad och där finns också den högsta och yngsta enheten som kallas *Virisformationen*. I kartområdet domineras den undre Köliskollan av sedimentbergarter med mindre metavulkaniter i Seimaformationen. En detaljerad dokumentation av Kölibergarterna i kartområdets nordvästra del och en bit längre norrut publicerades av Marklund (1952b).

Kambriska till siluriska sedimentbergarter

Fyllit är benämningen på ett av de ursprungligen sedimentära bergartsled som är en viktig del av undre Köliskollan. Beroende på om utgångsmaterialet varit ett finsandigt, lerigt eller finkornigt kalkigt sediment eller haft en alunskifferartad sammansättning benämns de kvartsfyllit, pelitisk fyllit, kalkfyllit, respektive grafitfyllit. Dominerande mineral förutom kvarts är oftast ljus glimmer såsom sericit och muskovit samt klorit. Dessa mineral kallas också fyllosilikat (därav namnet fyllit) och ger bergarten ett sidenglänsande utseende. I den undre delen av undre Köliskollan, där metamorfosgraden är något högre, uppträder också biotit.

Kvartsit, arenit, fältspatrik sandsten och gråvacka utgör olika led av ursprungligen sandiga sediment. Kvartsit är en sandsten med mer än 95 procent kvarts. Vid högre halter av glimmer och plagioklas kallas bergarten fältspatrik sandsten. Gråvacka är en sandsten bestående av kvarts, fältspat, huvudsakligen plagioklas och glimmer med mer än 15 procent lerig grundmassa. Sedimentära strukturer, särskilt i de fältspatrika sandstenarna i den undre Köliskollan, indikerar avsättning av sedimenten som turbiditer, det vill säga som suspensionsflöden på havsbottnen. Konglomerat med klaster av varierande typer av sedimentära och magmatiska bergarter förekommer med de sandiga och fyllitiska leden i den undre Köliskollan. De mer kvartsrika lagren föreligger som grovkorniga kvartsiter med karaktäristiska ljusa eller ljusblåa kvartskorn (fig. 40). Särskilt nämnvärt är det basala kvartsitlagret i Gilliksformationen som uppträder både i nordväst, vid Feällåbåvnnas östsluttning och på Dåriestjåhkka (fig. 40) samt i sydväst på Buorguoke (se fig. 58 i avsnitt *Strukturer*).

Kalksten, marmor och kalksilikatbergart. Karbonatrika bergarter utgör en underordnad men viktig komponent i Köliskollorna. Dessa bergarter är i allmänhet kalcitförande och vissa led i den undre Köliskollan är fossilförande (Kulling 1933, Stephens 2001b). Kalkstenar bildar i allmänhet bara decimeter- eller högst metertjocka lager med övergångar till de omgivande fylliterna. Kalkstenarna är där glimmerrikare och glimmern uppträder särskilt på förskiffringsytor. Eftersom de är mjuka och lättvittrande bergarter är de dåligt blottade. Ett undantag är kalkstenen i bäckskärningen i Salviejuhka (fig. 41), där även under- och överlagrande fylliter syns.



Figur 40. Kvartsit med ljusa och ljusblåa korn som bildar det basala lagret i Gilliksformationen. Dåriestjåhkka, strax nordöst om toppen (7342674/552555). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 41. Kölisekvens med kalksten (ljus) och fyllit (grå, mörkgrå) i Seimaformationen. Salviejuhka sydväst om Målkietjåhkka (7319233/536874). Foto: Jens Grimmer.

Kambriska till ordoviciska vulkaniska bergarter

Mafiska och felsiska vulkaniter samt intrusiva bergarter bildar en väsentlig bergartskomponent i undre Köliskollans *Seimaformation* (Stephens 2001b). Dessa bergarter har omvandlats under ett tidigt stadium av avsättningen genom reaktion med varma vattenlösningar strax under den dåvarande jordytan (hydrotermal omvandling). Efter kaledonisk grönskiffermetamorfos domineras de mafiska bergarterna i Köliskollan nu av natriumrik plagioklas (albit), aktinolit, epidot och klorit. Vulkaniternas tjocklek varierar avsevärt. Sydväst om Stor-Tjulträsk finns över 100 m tjocka vulkanitkomplex som bygger upp Stuor-Ájgarts krön (Beckert 2009), men som kilar ut söderut efter några kilometer. På Feällåbåvnnas östsluttning i kartområdets nordvästra del, bildar vulkaniterna ett tunt lager vid basen av den undre Köliskollan. De uppvisar en växellagring med mörkgröna lager med albit, klorit, epidot och mera ljusa lager med albit, muskovit och kvarts som huvudmineral (se även Beckert 2009).

METAMORFOS OCH OMVANDLINGAR

I samband med den kaledoniska orogenesen (bergskedjebildningen) utsattes bergarterna för ökat tryck och förhöjd temperatur inom olika delar av jordskorpan, vilket ledde till att de deformerades och omvandlades genom den process som kallas metamorfos (omkristallisation och mineralnybildning). Den undre skollberggrunden karaktäriseras av ringa eller låg metamorfosgrad, vilken bäst kan definieras genom graden av kristallinitet hos lermineralet illit och delvis också klorit.

Den mellersta skollberggrunden uppvisar en högre grad av metamorfos och föreligger i grönskifferfacies och delvis lägre amfibolitfacies men har i regel också utsatts för retrograd metamorfos, det vill säga överprägling av senare metamorfa reaktioner som sker efter en minskning av metamorfosgraden. Det senare är relaterat till överskjutningen av skollorna till en högre nivå inom jordskorpan med minskade tryck- och temperaturförhållanden som följd. Stalonskollan visar albit, epidot, muskovit och biotit som de viktigaste metamorfa mineralen. Däremot tyder klorit med kvarts och muskovit i Adolfsströmsskollan på en något lägre metamorfosgrad. I Ammarnäskomplexet och i Sadenåiveskollan förekommer även små granatporfyroblaster vilket indikerar en något högre metamorf grad i övre grönskifferfacies eller lägre amfibolitfacies.

Bergarterna i den undre Seveskollan uppvisar högre metamorfosgrad än de i mellersta skollberggrunden och har i allmänhet nått amfibolitfacies med hornblände och granat som indexmineral. Bergarterna i undre Köliskollan visar grönskiffermetamorfos med främst albit, klorit, epidot.

STRUKTURER

Alla bergarter i kartområdet har transporterats genom överskjutningar till sina nuvarande lägen och utsatts för därvid relaterad deformation. Särskilt i de högre skollorna har deformationen börjat redan före skolltransporten och avslutats först efter att skollornas rörelser avstannat. För att göra de strukturgeologiska förhållandena mer översiktliga indelas beskrivningen här i tre avsnitt. Först beskrivs skollgränserna och deras utseende, sedan de mindre strukturerna inom skollorna och till sist ges en översikt över de större strukturerna i kartområdet.

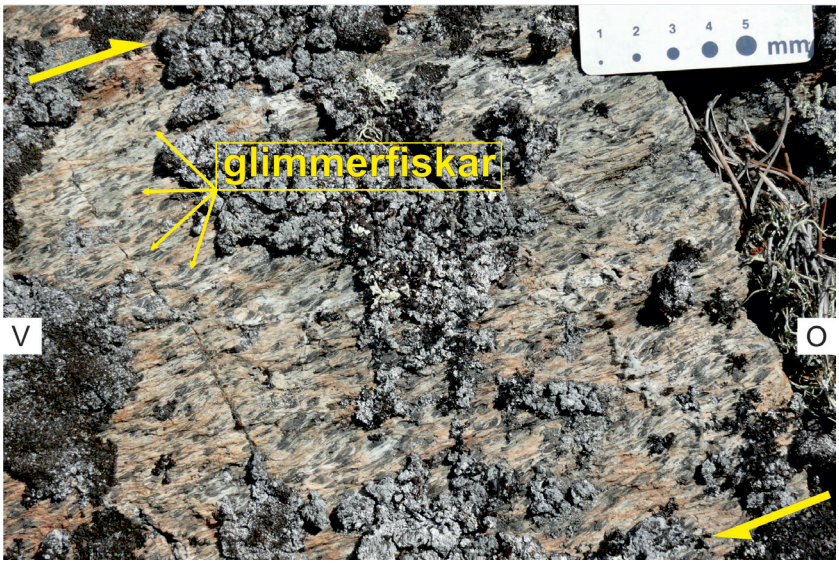
Skollgränser

Skollgränserna är dokumenterade både på kartorna och i tillhörande profiler (Greiling & Kathol 2021; Greiling m.fl. 2021a, b, c). Beroende på läget i skollstapeln och därmed sammanhängande tryck- och temperaturförhållanden under skollornas bildning och transport har skollgränserna en varierande karaktär. I undre skollberggrunden som utsatts för relativt låga tryck av några kilobar och temperaturer under 300° C är överskjutningarna spröda och bildar skarpt begränsade ytor, lokalt med ackompanjerande breccior (fig. 42). Detta gäller såväl i skollberggrundens botten och topp, som mellan delskollor.

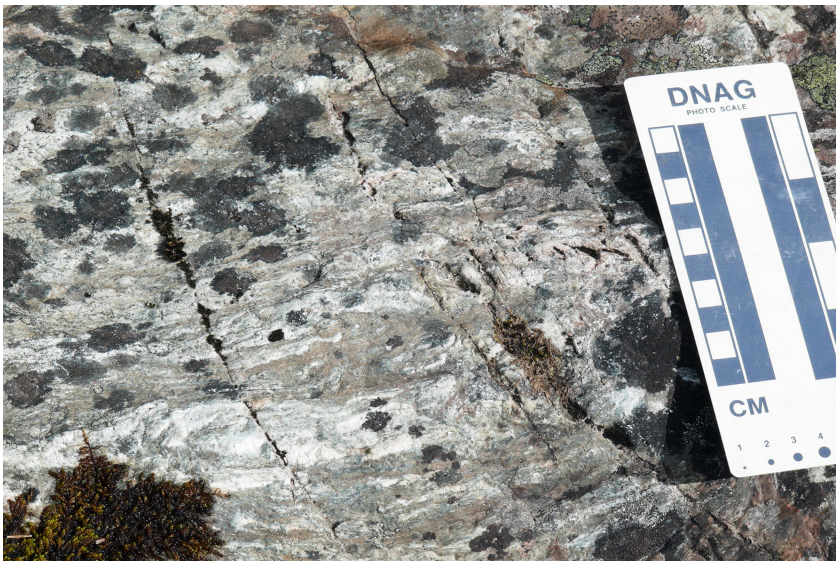
I den mellersta skollberggrunden var tryck och temperatur däremot högre och förorsakade en mer plastisk, mjuk deformation i respektive bergart och längs breda skjuvzoner som finns både vid den övre gränsen av den mellersta skollberggrunden och inom den. Dessa skjuvzoner karaktäriseras av starkt deformerade mineral och förskiffrade bergarter som kallas myloniter. Asymmetriska glimmermineral eller ”glimmerfiskar”, som uppstått under själva skjuvningen mellan till exempel Stalonskollan och det överskjutna Ammarnäskomplexet (fig. 43), gör det möjligt att bestämma skjuvningens och därmed skolltransportens riktning. I regel har transporten skett från västnordväst till ostsydost (mot ca 110°–140°).

En mera diffus mylonitisk bergart har uppstått mellan två delskollor inom Ammarnäskomplexet, där två paket med gråvackesekvenser skjutits över varandra (fig. 44).

Figur 42. Skollgräns mellan den undre skollberggrunden (nedan) och Stalonskollan (ovan). Hammaren sitter i nerkrossad alunskiffer som innehåller några linsformade kvartsitfragment. Den överlagras av folierad arkos tillhörande Stalonskollan. Luvllie-Tsåtsas nedre brant, strax norr om Jillesnåle (7301364/582938). Foto: Reinhard Greiling.



Figur 43. Glimmerfiskar i skjuvzonen mellan Stalonskollan och det överliggande Ammarnäskomplexet. Halvpilarna visar transportriktningen av den överliggande skollan mot ost. Strax nordväst om Jillesnåle kapell (7300418/579968). Foto: Reinhard Greiling

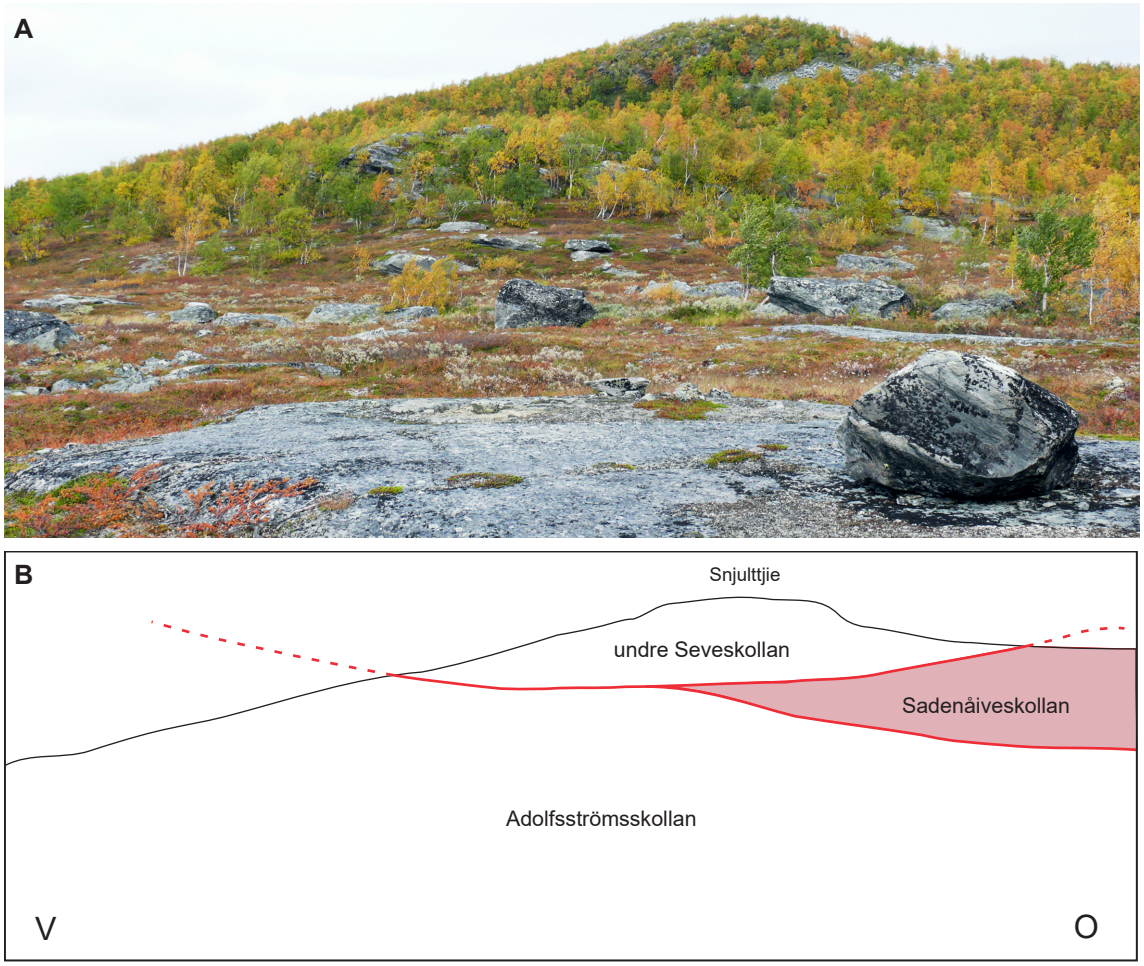


Figur 44. Mylonitisk gråvacka vid gränsen mellan två delskollor i Ammarnäskomplexet. Stuorajåbba, vid Kungsleden norr om Ammarnäs (7326220/550862). Foto: Reinhard Greiling.

Skollgränserna är på många ställen dåligt blottade och inte överallt tillgängliga för detaljerade studier (fig. 45).

Särskilt komplex är gränsen mellan den undre Seveskollan och den undre Köliskollan med olika faser av reversa och normala rörelser, det vill säga över- och avskjutningar. Den senare av dessa rörelser skedde före skolltransporten av Seveskollan och de underliggande skollorna (Greiling m.fl. 1998, Grimmer m.fl. 2015). För en detaljerad strukturgeologisk studie från ett särskilt väl blottat avsnitt i sydligaste Västerbottens län, se Kontny m.fl. (2012).

Transport av skollorna sker i regel från topp till botten. De högsta skollorna har först rört sig över ett underlag som sedan utvecklas till en underliggande skolla. Successivt bildas på det sättet den fullständiga skollstapeln som den föreligger idag. I en del av skollorna bildades flera delskollor med gemensamma överskjutningar i botten och på toppen. En sådan struktur kallas för duplex, för exempel se avsnitt *Mindre strukturer* och i profilerna (Greiling & Kathol 2021; Greiling m.fl. 2021a, b, c). Genom litologiska och mekaniska variationer inom skollorna kan det även hända att transportsekvensen blir lokalt något oregelbunden (eng. *out-of-sequence*). Ett exempel på detta observerades vid Vuomatjåhkkas nordvästsluttning mot Servvejuhka, där en reversförkastning (eng. *out-of-sequence thrust*) skär över gränsen mellan Ammarnäskomplexet och den undre Seveskollan och skjuter Ammarnäskomplexets bergarter en bit över den undre Seveskollans glimmerskiffrar.



Figur 45. A. Vy norrut från ett hällområde av Adolfsströmsskollans kvartsiter mot Sjnulttjie. Adolfsströmsskollan överlagras i öst (i bakgrunden, till höger) av Sadenåiveskollan, som kilar ut här. En klippa av den överlagrande undre Seveskollan, som är bevarad i kärnan på en mindre synform, bildar toppen av Sjnulttjie. **B.** Skiss över området i A. (7343770/560926). Foto: Reinhard Greiling.

Mindre strukturer

Deformationen är inte enbart begränsad till skollgränser utan berör berggrunden i hela skollstapeln, där den beroende på bergarternas mekaniska kompetens bildar veckstrukturer och förskiffring eller enbart veck. Mjuka bergarter som särskilt alunskiffern i den undre skollberggrunden (fig. 46), glimmerskiffrar i den undre Seveskollan (fig. 47) eller fylliter i den undre Köliskollan (fig. 41) karaktäriseras av en intensiv förskiffring. I alunskiffern förstörde den intensiva förskiffringen de flesta primära strukturerna och även fossil. Däremot finns det bevarade fossil i de mer kompetenta siltstensmellanlagren i alunskiffern (Weidner m.fl., se avsnitt *Paleozoiska fossil från den undre skollberggrunden vid Vindelälven, Västerbottens län*), men även inom siltstenarna dokumenterar fossilen den interna deformationen (fig. 14, särskilt D–F, J och K).

Figur 46. Häll i alunskiffer med intensiv förskiffring som troligen är orienterad subparallellt med den primära lagringen. Deformationen syns också vid den sigmoidala formen av den halvt vittrade konkretionen (inringad) ungefär mitt emellan hammarens skaft och den ljusa kompassen. Storvindelns strand väster om Hemfjäll (7299822/585137). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 47. Glimmerskiffer i den undre Seveskollan med cm- till dm-tjocka lager med varierande kvartshalt. I förgrunden syns ett nordostvergent veck som deformerar den äldre bandningen och förskiffringen. Vy mot nordväst; Låddiekes sydvästsluttning (7340192/569723). Foto: Reinhard Greiling.

I motsats till skiffrar visar mer kompetenta bergarter som till exempel kvartsiter, arkoser eller gråvackor oftast veckstrukturer (fig. 48; fig. 49).

Den undre skollberggrunden deformerades huvudsakligen i samband med skollstapelns slutgiltiga överskjutning, varvid delskollor och flera *duplex* utvecklades i den undre skollberggrunden (se avsnitt *Regionala strukturer*). Deformationen i den mellersta skollberggrunden och de överlagrande skollorna av Seve- och Köliskollkomplexen är mera komplicerad med flera faser av deformation som började redan före skolltransporten. Till exempel kan en äldre förskiffring vara överpräglad av en yngre veckning (fig. 47).

En senare deformationsfas, som ägde rum efter skollornas platstagande, ledde till spröd deformation även i den mellersta skollberggrunden med utveckling av sprickor i exempelvis gråvackan i Ammarnäskomplexet (fig. 50). Sprickorna är delvis frampreparerade genom differentiell erosion (se även fig. 60 i avsnitt *Förvittring och karst*). De är nu läkta, det vill säga fyllda med kvarts och även klorit och föreligger som ådror. Kvartskristallerna eller -fibrerna sitter

Figur 48. Småveck i arkos av Risbäckgruppen i den undre skollberggrunden. Tjulåfönstret, tillfälligt stenbrott väster om Ammarnäs (7316570/550583). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 49. Veck i gråvacka av Ammarnäskomplexet, strax under överskjutningskontakten mot den undre Seveskollan. Vy mot nordost, jämför fig. 57. Utsnittet är ca 30 m brett; Skebleskalet, Urtstjåhkkas sydsluttning (7332036/541128). Foto: Reinhard Greiling.

mer eller mindre lodrätt på sprickornas väggar (fig. 51), vilket tolkas som att kvartsen växte när sprickan öppnades under extension.

Sprickorna är orienterade nordost–sydväst och extensionsriktningen är då nordväst–sydost, ungefär parallellt med skollornas transportriktning. Sprickorna är ordnade i rader med en riktning i ostnordost (en echelon) och geometrin som helhet visar att det fanns en begränsad sinistral horisontalförskjutning.

Efter skolltransporten bildades även normalförkastningar kring övre Storvindeln, vilka är orienterade i sydost–nordvästlig riktning. De syns i kartbilden och har observerats i mindre skala i häll. Där syns också en lineation på förkastningsytorna, som visar att det handlar om normalförkastningar utan någon komponent av horisontella rörelser. Normalförkastningarna begränsar undre skollberggrunden kring Hemfjäll och bildar en slags horststruktur.

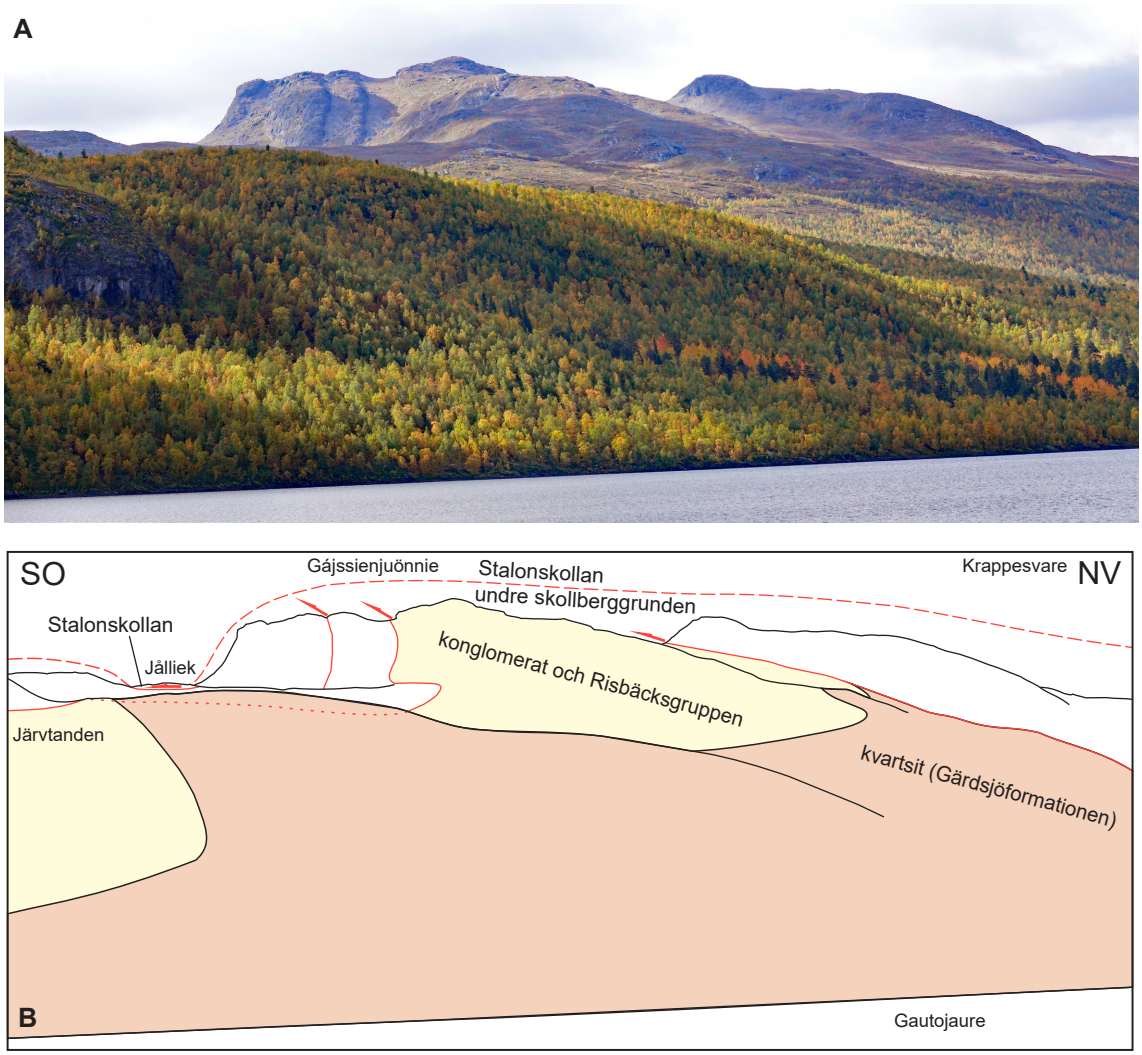
Figur 50. Rader med sprickor i Ammarnäskomplexets gråvacka. I förgrunden till vänster framkommer den vita sprickfyllnaden (pil). Sprickorna ligger på rad. Raderna med sprickor tolkas som mindre ”skjuvzoner”. En av dem är markerad med halvpilar, som visar skjutningsriktningen (se text). Vy mot västsydväst, ungefär parallellt med ”skjuvzonen”. Vindelälvens östra strand vid Selfallet (7319294/554555) Foto: Reinhard Greiling.

Figur 51. Detalj av spricka med fyllnad av både kvarts (vit) och klorit (grönsvart). Ställvis syns kristaller av kvarts som sitter ungefär lodrätt på sprickans rand (pil). Vindelälvens östra strand vid Selfallet (7319294/554555). Foto: Reinhard Greiling.

Regionala strukturer

Strukturellt sett bildar den undre skollberggrunden kärnor av två antiformartade stråk som sträcker sig i västnordväst–östsydöstlig riktning genom kartområdet. Den södra antiformen sträcker sig från Hemfjäll i öst över Kraddsele till Ammarnäs och Tjulträsken i väst. Den norra går från Gautojaurefönstret i öst över Kråhpiesvárrie med en sänka eller synform tvärstruktur vid Årjiebe Jeärtta till Gavasjaurefönstret i väst. I de här antiformerna bildar den undre skollberggrunden ett antal *duplex*, till exempel kring Hemfjäll och Råvojaure samt i Gautojaure- och Gavasjaurefönstren (fig. 52), som troligen är orsaken till de nämda regionala antiforma strukturerna.

Även Stalonskollan vid Kraddsele och Ammarnäskomplexet karaktäriseras av ett antal *duplex* som resulterar i de två regionala antiformerna inom kartområdet. Dessa bildar tvärstrukturer som är orienterade nästan vinkelrätt mot den regionala strykningsriktningen i fjällkedjan, vilken i regel är nordnordöst–sydsydväst. Bortsett från dessa strukturer och deras närmaste



Figur 52. A. Kråhpiesvárrie söder om Gautojaure med några av den undre skollberggrundens delskollor. Vy över Gautojaure mot sydväst. **B.** Tolkningsskiss som visar överskjutningarna med röda linjer. Bergarterna i en delskolla i den undre skollberggrunden är markerade med samma färger som på kartan för att visa dess interna geometri. Både morfologin i fält och perspektivet i bild bidrar till att den upplevda tjockleken i förgrunden är överdriven. I bakgrunden skymtar Jålliek med den överlagrande Stalonskollan. Foto: Reinhard Greiling.

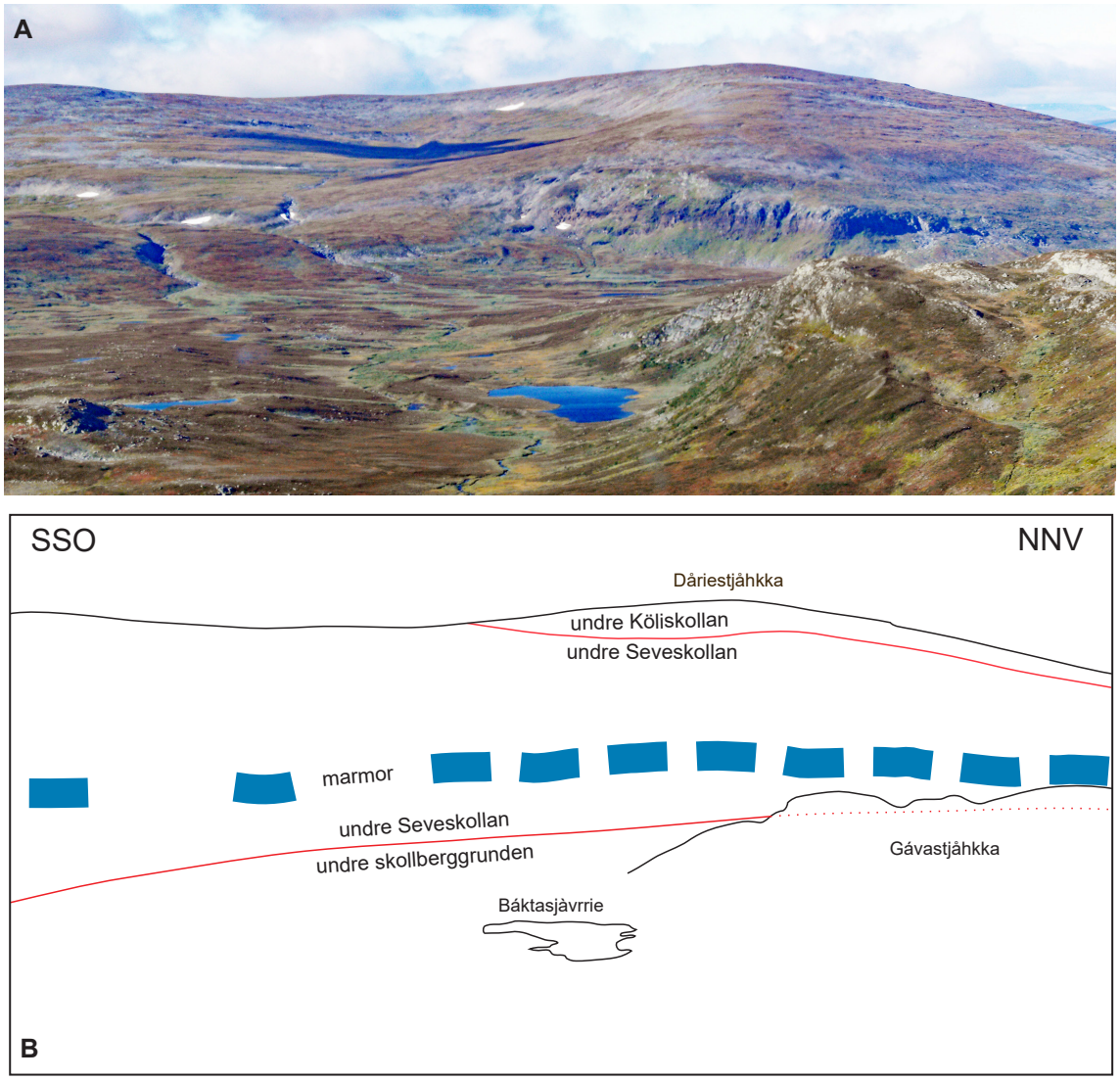
omgivning ligger skollorna relativt flackt med en svag stupning mot väst, som till exempel den undre Seveskollan söder om Ammarnäsfönstret. Den ligger subhorisontellt (fig. 53) med lätt undulerande lagring och en svag stupning mot väst (fig. 54).

Även längre västerut stupar den undre Seveskollan sakta mot väst, där den överlagras av den undre Köliskollan. I den nordvästra delen av kartområdet finns det även några öppna veck med veckaxlar som stryker i den vanliga kaledoniska strykningsriktningen nordnordöst–sydsydväst. Där bildar den undre Köliskollan kärnan av två synforma strukturer, vilka urskiljs som östra och västra synformen. Väster om Gavasjaurefönstret ligger den undre Seveskollan direkt på den undre skollberggrunden. Vid Dåriestjåhkka och norrut (fig. 55) överlagras den undre Seveskollan av den undre Köliskollan som bildar kärnan av den östliga, mot norr dykande, synformen.

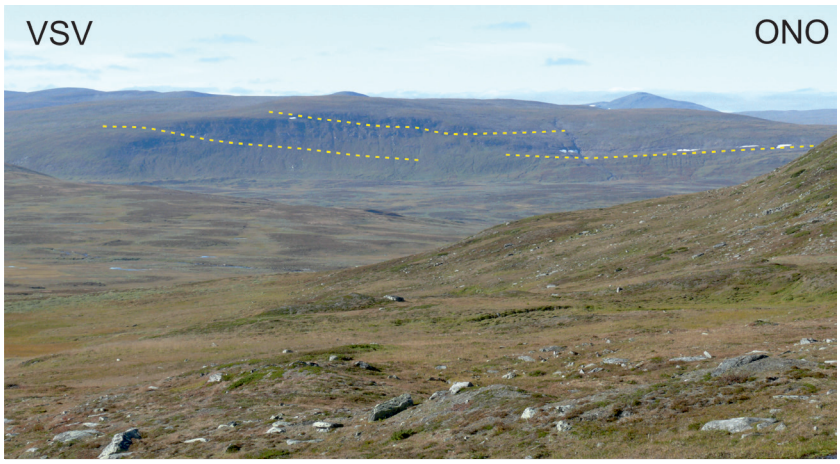
Längre mot väster följer en mindre antiformstruktur och sedan den västliga synformen med sin kärna kring Feällåbåvnna (fig. 56).

Figur 53. Äjvesåjvvies kvartsitplatå som sträcker sig från Äjvesåjvvie i norr (till höger) till Meähttjieruvssá i söder (vänster) visar den ljusa kvartsiten med mellanlagrade, mörka amfiboliter. Vy mot väst från Rijbuovárdduo (7311041/557183). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 54. Kvartsitplatåns södra erosionsrand vid Várdduo. Kvartsiten (ljusfärgad, på toppen) ligger med svag stupning åt väst över lägre enheter i den undre Seveskollan. Mittibergets sydsluttning, gården Ájvák och Ájvákjuhka i förgrunden, i bakgrunden skymtar Guvertfjället (jämför fig. 53). Vy är mot norr från Hemberget på sydsidan av Överst-Juktan (7292475/552474). Foto: Reinhard Greiling.



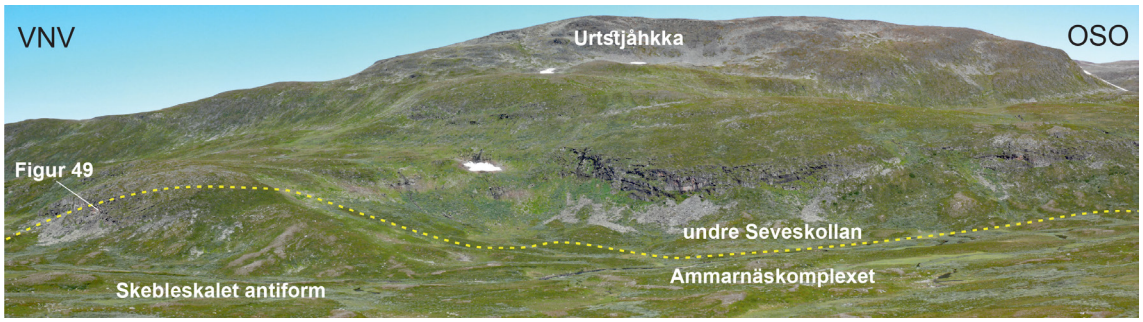
Figur 55. A. Vid Gávastjåhkka ligger den undre Seveskollan direkt på den undre skollberggrunden. Lägg märke till branten med mörkbruna färger som representerar tjocka marmorbankar. På Dåriestjåhkkas topp överlagras den undre Seveskollan av den undre Köliskollan. (7344561/559276). Foto: Reinhard Greiling. **B.** Tolkningsskiss av området i A.



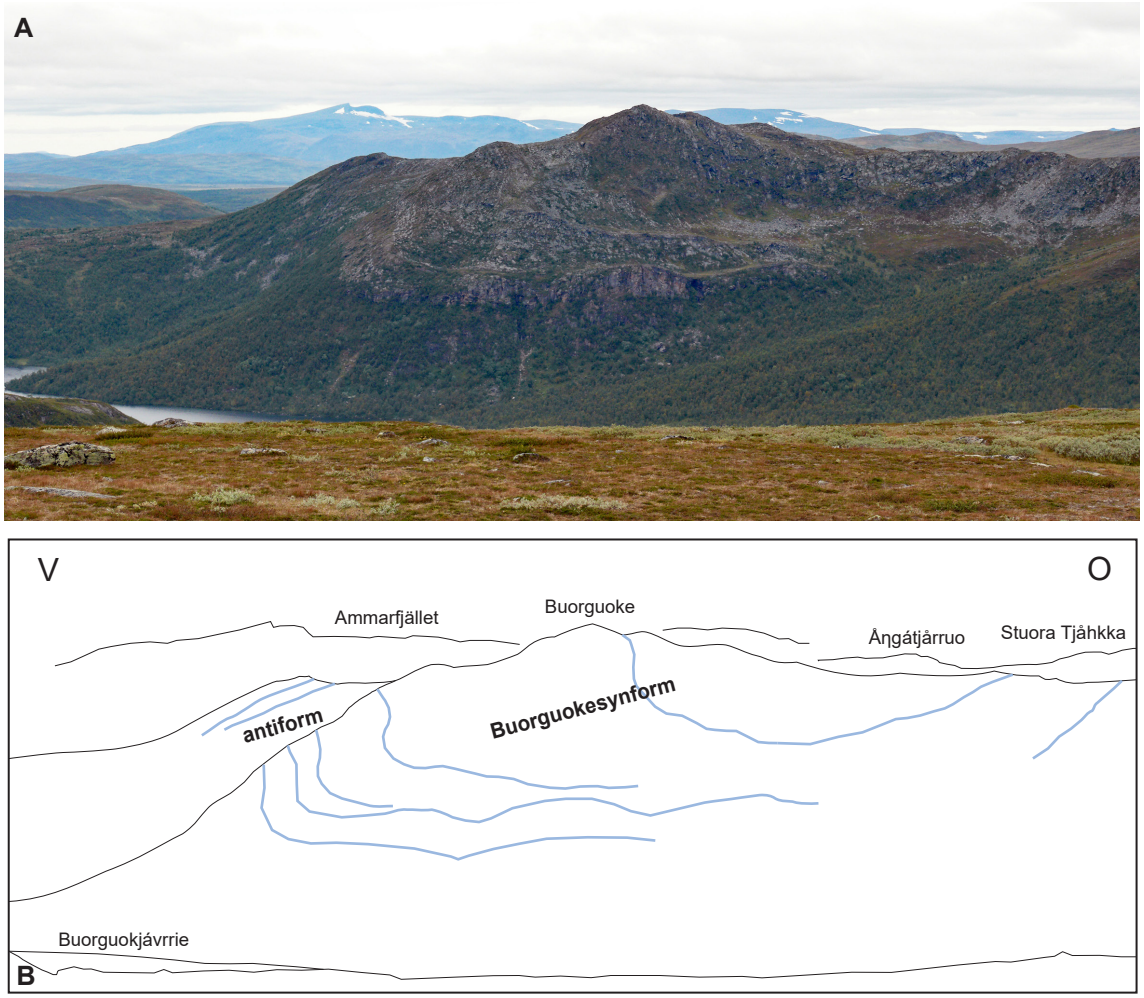
Figur 56. Kölisekvens i Feällåbåvnnas sydostsluttning i kartområdets nordvästra hörn, sett från Dåriestjåhkkas västsluttning (7341547/550706). Feällåbåvnna ligger i kärnan av den flacka västliga synformen, där de yngsta och stratigrafiskt högsta bergarterna i den undre Köliskollan är bevarade. De gula linjerna markerar lagringen. Foto: Reinhard Greiling.

I södra förlängningen av antiformstrukturen, mellan den östra och den västra synformen i den nordvästra delen av kartområdet, uppträder en antiformstruktur i Skebleskalet som har Ammarnäskomplexets gråvackor i sin kärna och som omramas av den undre Seveskollan (fig. 57).

I sydväst fortsätter den undre Köliskollan från kartområdet 24F Tärnaby i sydväst (Stephens 2001b) med den vanliga kaledoniska strykningsriktningen nordnordost–sydsydväst in i kartområdet 25G Ammarnäs. Mot norr går skollan dock imaginärt upp i luften över en ungefär öst–västligt orienterad antiform bildad av Ammarnäskomplexets *duplex* väster om Tjulträsken. Ett mer intensivt veckat avsnitt av den undre Köliskollan har observerats i kartområdets sydvästra hörn, omkring Buorguoke (fig. 58), med en flera kilometer stor synform som här kallas Buorguokesynformen. Synformens västra skänkel är brantare än den östra, vilket betyder att synformen uppvisar östlig vergens som troligen står i samband med skolltransporten i östlig riktning. Figur 58 visar de olika lagren i synformen med varierande tjocklek. Eftersom synformen inte karterades i detalj är det oklart om denna variation bara är en perspektiveffekt eller har geologisk betydelse, till exempel som primär variation eller deformationseffekt.



Figur 57. Antiformstruktur vid Skebleskalet med Ammarnäskomplexets gråvackor överlagrade av den undre Seveskollan. Läget för vecket i figur 49 är markerat. Vy mot nordnordost från Buvråjvvies nordostsluttning över Skebleskalet till Urtstjåhkkas sydsluttning (7330732/541544). Foto: Reinhard Greiling.



Figur 58. A. Kölisekvens av *Gilliksformationens* bergarter i Buorguoke. Den basala kvartsitleden bildar en tydlig brant ovanför den skogsklädda sluttningen ner mot sjön. Vy mot nord från Guhkiestjåhkkas topp, med Ammarfjället i bakgrunden (7297774/540700). Foto: Reinhard Greiling. **B.** Tolkningsskiss som med blå linjer visar några exempel av lagringen vilken dokumenterar en synformstruktur som här kallas Buorguokesynformen. Övergången till antiformen i väst är gömd bakom fjällryggen som går ner från Buorguoke till Buorguokjávrrie.

PROFILER

Profilerna (Greiling & Kathol 2021; Greiling m.fl. 2021a, b, c) är ritade så att de berör, om möjligt, alla skollenheter i kartområdet. Profil 25G SO visar nederst den rotfasta berggrunden som är blottad på båda sidorna av Storvindeln strax öster om kartområdet (Eliasson m.fl. 2003). Den överlagras av den undre skollberggrunden som bildar en *duplex* bestående av flera delskollor. Där den undre skollberggrunden kilar ut mot väst följer den mellersta skollberggrunden med Stalonskollan, Ammarnäskomplexet och Slussforsskollan från öst till väst. Även Stalonskollan kilar ut mot väst, men dyker upp igen i Blekselforsenfönstret vid Kraddsele där den bildar en duplex med flera delskollor. Längst åt väster överlagras Ammarnäskomplexet av Seveskollan som bildar en isolerad utliggare eller klippe. Profilen antyder där att Slussforsskollan kilar ut mot nordväst över Blekselforsenfönstret.

Profil 25G SV fortsätter mot väst och visar ytterligare två delskollor av Ammarnäskomplexet. De underlagras av den undre skollberggrunden i Tjulåfönstret (Kulling 1955; fönstret kring Tjulån). Västerut överlagras Ammarnäskomplexet av den undre Seveskollan och den

undre Köliskollan. Seveskollan blir tunnare från Stuor-Ájgart mot väst, men tilltar i tjocklek igen vidare mot sydväst. Även om de underlagrande skollorna bildar flacka veckstrukturer ligger Seveskollan som helhet relativt flackt (fig. 53) med en svag stupning mot väst (fig. 54). Köliskollan byggs upp av både metasedimentära och metavulkaniska bergarter. De senare visar sin största tjocklek just i profilen mellan Stuor-Ájgart och Vuomatjåhkka. Det framgår av profilerna att den mellersta skollberggrundens enheter kilar ut mot väst.

I profilen 25G NO är höjdläget för den basala överskjutningen taget från trakten kring Laisvall i grannområdet i öst, där Marklund (1952a) och Lilljequist (1973) dokumenterade dess läge i borrhål. Den är basen till undre skollberggrunden som dominerar profilen över nästan 10 km och är blottad i Gautojaurefönstret (Kautsky 1940) där den bildar en *duplex* med talrika delskollor (fig. 52). I motsats till de södra profilerna finns här stora volymer av kristallina urbergsbergarter i delskollornas bottnar. Litologiskt domineras den undre skollberggrunden dock av konglomerat, som föreligger i stora kroppar med något oregelbunden geometri. Mot väst överlagras den undre skollberggrunden succesivt av Stalonskollan, Adolfsströmsskollan, Ammarnäskomplexet och Sadenåiveskollan. Stalonskollan och Ammarnäskomplexet kilar ut västerut, medan de andra två fortsätter till profilens västände där de dyker upp igen under den överlagrande undre Seveskollan. Seveskollan bildar på så sätt kärnan till en flack synklinal. Antiklinalen som fortsätter västerut till profil 25G NV bildas genom en duplex i den undre skollberggrunden.

Profil 25G NV visar att även Adolfsströmsskollan och Sadenåiveskollan kilar ut mot väst på östra sidan av Gavasjaurefönstrets undre skollberggrund. Den senare representeras av en *duplex* med tre delskollor som litologiskt liknar dem i Gautojaurefönstret, men lagerföljden räcker här bara upp till Risbäcksgruppens arkoser. Mot väst överlagras den undre skollberggrunden direkt av den undre Seveskollan (fig. 55), som i sin tur överlagras av den undre Köliskollan och tillsammans med den bildar kärnan till en flackt liggande synform här kallad den östra synformen. Väster om synformen dyker Seveskollan upp i en lika flack antiform. Antiformen följs mot väst av den undre Köliskollan som igen bildar en flack synform (fig. 56), som kallas västra synformen. I dess kärna är de yngsta Kölibergarterna blottade, vilka också är kartområdets yngsta bergarter.

NATURRESURSER

SGU för ett register över malmer och mineraliseringar, vilka i fjällkedjan har beteckningen OREC och i urberget ORED. Register förs också över förekomster av industriella mineral och bergarter med beteckningen ORED. Sulfidförande kvartsgångar i den undre Seveskollans glimmerskiffer observerades i Guoletsbäcken (Kuotellsjokk, OREC02727) och i Gilvenvuonajuhka (Kilvevuonajokk, OREC02882), vilka båda är bifloder till Vindelälven norr om Ammarnäs (Johansson 1979). Gångarna innehåller kvarts med disseminerad magnetkis, blyglans och kopparkis. Blyglansen i dessa kvartsgångar är av kaledonisk uppkomst och ålder (Johansson 1984). Utöver det vetenskapliga intresset har förekomsten ingen ekonomisk betydelse idag. Det samma gäller även en kvartsgång med blyglans i Ammarnäskomplexets kristallina bergarter nordväst om Lill-Tjulträsket, som Jens Grimmer (pers. medd. 2010) observerade under karteringen.

I kartområdet 25G Ammarnäs är uttaget av naturresurser begränsat till sten och mineral. Under ett vägbygge anlades ett tillfälligt stenbrott vid Tjulträsk (undre skollberggrunden) där Risbäckgruppens arkoser (fig. 48) bröts och användes som ballastmaterial. Ett annat stenbrott öster om Kraddsele är fortfarande tillgängligt (fig. 59). Där bryts myloniter i Stalonskollan (fig. 17).

Ett annat stenbrott ligger sydväst om Kraddsele (ORED05388), där man har brutit kvartsrika glimmerskiffrar av Slussforsskollan (fig. 32) för användning som natur- eller byggnadssten.

Litologiskt är de jämförbara med Offerdalsskiffern. Förekomsten har undersökts geologiskt vid två tillfällen (Larsson 1965 och Shaikh 1973; i den sista finns en felstavning angående läget: VNV istället för VSV om Kraddsele). Öppna veck i stenbrottet (fig. 60) försvårade enligt uppgift brytningen (Shaikh 1973) och kan vara en förklaring till varför stenbrottet inte längre är aktivt.

Talk och täljsten förekommer i den undre Seveskollan i samband med ultramafiska kroppar (fig. 33) och särskilt vid deras kontakt mot sidobergarterna. I Ruepsgájssieområdet har enligt uppgift talk och täljsten brutits. Den har använts av lokalbefolkningen för tillverkning av öppna spisar, kaminer och som brynen för att slipa knivar (Annica Grundström, Ammarnäs, pers. medd. 2018-02-06). Talkförekomsten (ORED27953), som kan uppgå till upp till 200 000 kubikmeter (Hansen & Kaltenbach 2010), ligger högt upp på fjället och långt från vägar. Även marmorförekomster i den undre Seveskollan till exempel vid Ruepsgájssie och Urtstjåhkka (fig. 38) är en möjlig naturresurs, men ligger långt från vägar. I SGUs mineralresursdatabas nämns det dessutom tre nedlagda kalkstensbrott nordost om Vuomatjåhkka (Vuometjåkke, ORED04722), i sydvästsluttningen av Vuoráktjåhkka (Vuorektjåkka, ORED04718) och sydväst om Gastavárátje (Gastevaratje, ORED04721).

Figur 59. Stenbrott där Stalonskollans myloniter bröts och krossades för att användas vid ett vägbygge. Norr om bilvägen ca 1 km nedanför Kraddsele (7304250/570827). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 60. Del av stenbrottet sydväst om Kraddsele med förskiffringen i öppna veck (7303583/567885). Foto: Reinhard Greiling.

FÖRVITTRING OCH KARST

På några ställen har Ammarnäskomplexets gråvackor en viss karbonathalt, vilket leder till att de vittrar fortare än omkringliggande bergarter. Särskilt tydligt syns detta i Vindelälven vid Selfallet norr om Ammarnäs. Som dokumenterat i avsnittet Strukturer, har sprickor bildats i gråvackan som läkts med bland annat kvarts som motstår den kemiska vittringen. Detta resulterar i att kvartsådrorna sticker fram över gråvackans eroderade yta (fig. 50). I lokalt språkbruk kallas de framvittrade partierna ”drakryggar”. Nära älvfåran blir drakryggarna mindre, eftersom den mekaniska erosionen igenom älven med dess sedimentfrakt överväger (fig. 61).

Karbonatvittringen i den undre Seveskollans marmorbergarter ger upphov till ännu tydligare karstfenomen. Ulfstedt (1977) observerade möjliga doliner vid Buojdastjåhkkas sydluttning. De kan dock inte relateras till marmorbergarterna på den geologiska kartan. Nedanför Ruepsgájssie observerades en tjärn (fig. 62) som avvattnas genom ett slukhål (fig. 63). Några hundra meter sydost och nedanför tjärnen finns relaterade karstkällor (fig. 64).

Till sist kan det nämnas att även normalförkastningarna i Hemfjällsområdet, som stryker västnordväst–ostsydost, har betydelse för vittringen och morfologin. De stora branterna på Storvindelns båda sidor, som framkommer särskilt tydlig i grannområdet 24H Sorsele mot sydost (Ransed & Wahlroos 2007), är parallella med förkastningarna.

Figur 61. Drakryggar vid Vindelälven. Vindelälvens västra strand vid Selfallet (7319294/554555). Foto: Reinhard Greiling

Figur 62. Tjärnen vid Ruepsgájssies sydvästsluttning, ovanför Vajjáju-hka, har inget utlopp på ytan. Pilen visar utloppets läge, se figur 63. Ammarfjällets amfibolitmassiv i bakgrunden. (7334896/543277). Foto: Reinhard Greiling.

Figur 63. Sjöns vatten rinner ner in i berget (7333560/543699). Jämför med figur 62. Foto: Reinhard Greiling.

Figur 64. Karstkälla, som är en av Vajjájuhkas källor. Lägg märke till de eroderade marmorlagren med en färsk, nästan vit yta. (7333351/543777). Foto: Reinhard Greiling.

ABSTRACT

This report describes the Caledonian bedrock within the map area 25G Ammarnäs, which covers parts of the Arjeplog Municipality in Norrbotten County in the northeast and parts of the Sorsele Municipality in Västerbotten County in the southwest. The Caledonian bedrock comprises numerous overthrust units, representing the Lower, Middle and Upper Allochthons. They rest upon a thin autochthonous cover consisting of Cambrian sandstones, siltstones and alum shales.

The Lower Allochthon is exposed in the Hemfjäll and Råvojaure areas in the southeast, and in the northeast around Lake Gautojaure and the Kråhpiesvárrie hills. It comprises minor slices of felsic basement rocks with overlying Neoproterozoic to Cambrian sedimentary rocks: conglomerates and arkoses (Risbäck group), quartzites and siltstones (Gärdsjö formation) and alum shales (Alum shale formation). A minor window with arkoses occurs at River Tjulån, west of Ammarnäs. Farther northwest, a window around Lake Gávasjávrrie (Gavasjaure) exposes basement rocks, conglomerate and arkoses. Weidner, Nielsen & Ebbestad describe the trilobite fauna of the alum shale.

The Middle Allochthon covers the largest part of the map area and comprises, from below, the Stalon nappe, the Adolfsström nappe, the Ammarnäs complex, and the Sadenåive nappe. The Stalon nappe occurs in the southeast, in the east at Dellikälven, around the Gautojaure window farther north, and in a small window around Kraddsele. It is composed of Palaeoproterozoic mafic, felsic and mylonitic intrusive rocks, as well as Neoproterozoic arkoses. The Adolfsström nappe with quartzites and phyllitic interlayers has been observed around Kråhpiesvárrie and Gautojaure. The Ammarnäs complex is dominated by greywackes and subordinate conglomerates. It covers the central parts of the map area and a minor area west of the Gautojaure window. Basement-derived intrusive rocks comprise Palaeoproterozoic ultramafic, mafic and felsic varieties, as well as Mesoproterozoic mafic dykes. They form slices within the dominating Neoproterozoic Ammarnäs greywackes. The Sadenåive nappe occurs between the area south of Kråhpiesvárrie and the area around Dellikälven. It has also been observed northeast of Ammarnäs and east of Gávasjávrrie (Gavasjaure). Felsic crystalline rocks, meta-arkoses and meta-volcanic rocks or gneisses make up the largest area, whereas amphibolites are subordinate. The Slussfors nappe reaches from Kraddsele southwards and mostly consists of quartz-rich mica schist and subordinate gneiss.

In the map area, the occurrence of the Seve nappe complex is restricted to the lower Seve nappe, which dominates the central and western parts of the area with the high mountains around Ammarnäs and northwards, but also occurs as minor outliers north and northwest of Kraddsele. Crystalline rocks comprise ultramafic rock, felsic gneiss, amphibolite and mafic dykes. Neoproterozoic sedimentary rocks are mica schist and gneiss, marble and quartzite.

The Upper Allochthon is in the area represented by the lower Köli nappe, which crops out to the northwest and the southwest. Cambrian to Ordovician sedimentary rocks (Seima to Viris formations) comprise quartzite, arenite, greywacke and phyllite, together with limestone, marble and calc-silicate rock. Mafic and felsic volcanic rocks within the Seima formation alternate at Stuor-Ájgart hill but are subordinate elsewhere.

Metamorphism and alteration led to the formation of new minerals in the various nappe units. In the Middle and Upper Allochthons, the metamorphic grade was greenschist facies, while amphibolite facies was reached in the lower Seve nappe. Structural elements observed in the map area are divided into nappe boundaries, minor structures such as foliation, folds and fractures, as well as regional structures.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Beschreibung umfasst die Gesteine des kaledonischen Gebirges in dem Gebiet des Kartenblattes 25G Ammarnäs, das im Nordosten Teile der Gemeinde Arjeplog der Provinz Norrbotten und im Südwesten der Gemeinde Sorsele der Provinz Västerbotten abdeckt. Die Gesteine des kaledonischen Gebirges ruhen auf einer dünnen Zone autochthoner Sedimentgesteine (kambrische Sandsteine, Siltsteine, Alaunschiefer) und bauen sich intern aus einer großen Anzahl tektonisch überschobener Einheiten auf, die von unten nach oben als das Untere, Mittlere und Obere Allochthon zusammengefasst werden.

Das Untere Allochthon ist in Hemfjäll und Råvojaure im Südosten sowie um den See Gautojaure und den Gebirgsstock des Kråhpiesvárrie im Nordosten verbreitet. Es besteht aus kleineren Spänen felsischer Grundgebirgsgesteine mit auflagernden neoproterozoischen bis kambrischen Sedimentgesteinen wie Konglomerat und Arkose (Risbäcksgruppe), Quarzit und Siltstein (Gärdsjöformation) und Alaunschiefer (Alaunschieferformation). Ein kleines Fenster mit Arkosen liegt am Tjulån, westlich von Ammarnäs. Weiter nordwestlich, in einem Fenster um den See Gávasjávrrie (Gavasjaure), stehen Grundgebirgsgesteine, Konglomerate und Arkosen an. Die Trilobitenfauna des Alaunschiefers beschreiben Weidner, Nielsen & Ebbestad.

Das Mittlere Allochthon hat flächenmäßig die größte Ausbreitung im Kartengebiet und besteht, von unten nach oben, aus der Stalondecke, der Adolfsströmsdecke, dem Ammarnäskomplex, der Sadenåivedecke und der Slussforsdecke. Die Stalondecke kommt im Südosten des Gebietes vor, im Osten am Dellikälven, weiter nördlich um das Gautojaurefenster und auch in einem kleinen Fenster um Kraddsele. Sie baut sich aus paläoproterozoischen felsischen, mafischen und mylonitischen Tiefengesteinen und neoproterozoischen Arkosen auf. Die Adolfsströmsdecke mit Quarziten und phyllitischen Zwischenlagen ist um die Berge Kråhpiesvárrie und den See Gautojaure verbreitet.

Der Ammarnäskomplex besteht zum größten Teil aus Grauwacken mit untergeordneten Konglomeraten und deckt die zentralen Teile des Kartengebietes sowie einen kleineren Bereich westlich des Gautojaurefensters. Tiefengesteine umfassen paläoproterozoische ultramafische, mafische und felsische Varianten sowie mesoproterozoische mafische Gänge. Sie bilden tektonische Späne in den dominierenden, neoproterozoischen Ammarnäsgrauwacken. Die Sadenåivedecke nimmt das Gebiet südlich von Kråhpiesvárrie bis zum Dellikälven ein. Kleinere Vorkommen treten nordöstlich von Ammarnäs und östlich von Gávasjávrrie (Gavasjaure) auf. Felsische kristalline Gesteine, Metaarkosen, Metavulkanite und Gneise haben den größten Anteil, Amphibolite sind untergeordnet. Die Slussforsdecke erstreckt sich vom Gebiet um Kraddsele nach Süden und besteht überwiegend aus quarzreichem Glimmerschiefer und untergeordnet Gneis.

Die untere Sevedecke repräsentiert den Seve Deckenkomplex im Kartengebiet und dominiert dessen zentrale und westliche Teile mit dem Hochgebirge rund um Ammarnäs und kleineren Klippen nordwestlich und nordöstlich von Kraddsele. Kristalline Gesteine umfassen Ultramafit, felsischen Gneis, Amphibolit und mafische Gänge. Neoproterozoische Sedimentgesteine sind Glimmerschiefer und Gneis, Marmor und Quarzit.

Die untere Kölidecke repräsentiert das Obere Allochthon im Nordwesten und Südwesten des Gebietes. Kambrische bis ordovizische Sedimentgesteine (Seima- bis Virisformationen) bestehen aus Quarzit, Arenit, Grauwacke und Phyllit sowie Kalkstein, Marmor och Kalksilikat. Mafische und felsische Vulkanite in der Seimaformation bilden Wechsellagen auf dem Berg Stuor-Ájgart, sind aber in den anderen Gebieten untergeordnet.

Metamor-phose und Umwandlung führten zur Bildung von neuen Mineralen in den einzelnen Deckeneinheiten. In dem Mittleren und dem Oberen Allochthon herrschte dabei Metamor-phose der Grünschieferfazies vor, reichte aber bis zur Amphibolifazies in der unteren Sevedecke. Die in dem Kartengebiet beobachteten strukturgeologischen Elemente sind Deckengrenzen, kleinere Strukturen wie Foliation, Falten und Frakturen sowie regionale Strukturen.

TACK

Vi vill tacka Alexander Lewerentz (SGU) för att ha granskat den här beskrivningen och levererat värdefulla kommentarer och förslag på ändringar. Lina Rönnåsen (SGU) tackas för redigeringen av beskrivningen och för många värdefulla kommentarer under redigeringsarbetet.

REFERENSER

Ahlberg, P. & Bergström, J., 1983: Lower Cambrian trilobites from southern Swedish Lapland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 104*, 241–246.

Andersson, A., Dahlman, B., Gee, D.G., Snäll, S., 1985: The Scandinavian alum shales. *Sveriges geologiska undersökning Ca 56*, 50 s.

Back, F.G., 1962: *Berggrunden inom Tjulträskområdet, Ammarnäs, Västerbottens Län*. Uppsala universitet. 68 s. + 33 fig., karta saknas.

Back, F.G., 1964: An intraformational conglomerate in the Ammarnäs Complex, Sorsele, Västerbotten. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 85*, 428–430.

Backlund, H., 1935: Zur Tektonik des nordschwedischen Hochgebirges. Erläuterung eines Kartenausschnitts. *Geologische Rundschau 26*, 429–432.

Backlund, H. & Quensel, P., 1929: Karta över berggrunden inom Västerbottens fjällområde. *Sveriges geologiska undersökning Ba 21.*

Beckert, J., 2009: *Strukturgeologie und Gesteinsmagnetik des westlichen Ammarnäs-Komplexes zwischen Suláive und Stor-Aigert*. Diplomarbeit, Universität Karlsruhe, 71 s.

Bednarczyk, W., 1986: Inarticulate brachiopods from the Lower Ordovician in northern Poland. *Annales Societatis Geologorum Poloniae 56*, 409–418.

Bergman, S. & Kathol, B. (red.), 2018: Synthesis of the bedrock geology in southern Norrbotten County, northern Sweden. *Rapporter och meddelanden 144*, Sveriges geologiska undersökning, 243 s.

Bergman, S., & Stephens, M.B., Anderson, J., Kathol, B. & Bergman T., 2012: Bedrock map of Sweden, scale 1:1 million. *Sveriges geologiska undersökning K 423.*

Claesson, S., Klingspor, I. & Stephens, M.B., 1983: U–Pb and Rb–Sr isotopic data on an Ordovician volcanic-subvolcanic complex from the Tjopasi Group, Köli Nappes, Swedish Caledonides. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 105*, 9–15.

Cloos, H., 1935: Vorbemerkung (till Backlund 1935). *Geologische Rundschau 26*, 429.

Eliasson, T., Greiling, R.O. & Triumf, C.-A., 2003: Berggrundskartorna 24H Sorsele NV & SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai 187 & 188*.

Gee, D. G., Kumpulainen, R. & Karis, L. 1990: Fjällrandens berggrund. *I:* Lundqvist, T., Beskrivning till berggrundskartan över Västernorrlands Län. *Sveriges geologiska undersökning Ba 31*, 206–237.

Gee, D.G., Fossen, H., Henriksen, N. & Higgins, A. K., 2008: From the Early Paleozoic Platforms of Baltica and Laurentia to the Caledonide Orogen of Scandinavia and Greenland. *Episodes 31*, 44–51.

Gee, D.G., Janák, M., Majka, J., Robinson, P., van Roermund, H., 2013: Subduction along and within the Baltoscandian margin during closing of the Iapetus Ocean and Baltica-Laurentia collision. *Lithosphere 5*, 169–178, doi: 10.1130/L220.1.

Gee, D.G., Andréasson, P.-G., Lorenz, H., Frei, D., Majka, J., 2015: Detrital zircon signatures

of the Baltoscandian margin along the Arctic Circle Caledonides in Sweden: The Sveconorwegian connection. *Precambrian Research 265*, 40–56.

Grambow, C., 2001: *Das Råvovare-Konglomerat: Geologischer Rahmen und regionale Vergleiche (Kaledoniden in Västerbotten, Schweden) kombiniert mit einer Kartierung der umgebenden Gesteine des Unteren-, Mittleren- und Oberen Allochthons*. Diplomarbeit, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, 111 s.

Greiling, R.O. & Grimmer, J.C., 2007: Köli Nappes in the north-central Swedish Caledonides – new views on stratigraphy and structural evolution. *GFF 129*, 141–153.

Greiling, R.O. & Kathol, B., 2021: Berggrundskartan 25G Ammarnäs SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning K 682*.

Greiling, R.O. & Zachrisson, E., 1999: Berggrundskartorna 23G Dikanäs NV & SV, skala 1:50:000. *Sveriges geologiska undersökning Ai 122 & 123*.

Greiling, R.O., Garfunkel, Z. & Zachrisson, E., 1998: The orogenic wedge in the central Scandinavian Caledonides: Scandian structural evolution and possible influence on the foreland basin. *GFF 120*, 181–190. doi.org/10.1080/11035899801202181

Greiling, R.O., Stephens, M.B. & Persson, P.-O., 2002: Crystalline basement rocks in the Lower and Middle Allochthons, Västerbotten, Sweden: Palaeoproterozoic U-Pb zircon ages from the north-central Swedish Caledonides. I: Bergman, S. (red.): Radiometric dating results 5. *Sveriges geologiska undersökning C 834*, 31–42.

Greiling, R.O., Grimmer, J.C., de Wall, H. & Björk, L., 2007: Mesoproterozoic dyke swarms in foreland and nappes of the central Scandinavian Caledonides: structure, magnetic fabric, and geochemistry. *Geological Magazine 144*, 525–546. doi: 10.1017/S0016756807003299.

Greiling, R.O., Kathol, B. & Kumpulainen, R.A., 2018: Nappe units along the Caledonian margin in central Scandinavia (Grong-Olden to Nasafjället): definition, distinction criteria, and tectonic evolution. *GFF 140*, 66–89. doi:10.1080/11035897.2018.1453864.

Greiling, R.O., Grimmer, J.C. & Kathol, B., 2021a: Berggrundskartan 25G Ammarnäs NO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning K 681*.

Greiling, R.O., Grimmer, J.C. & Kathol, B., 2021b: Berggrundskartan 25G Ammarnäs NV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning K 683*.

Greiling, R.O., Grimmer, J.C. & Kathol, B., 2021c: Berggrundskartan 25G Ammarnäs SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning K 684*.

Grimmer, J.C., 2015: FIGURE 2.33 Asymmetric sheared granite pebble in mylonitic garnet-micaschists. *I*: Mukherjee, S. (red.) *Atlas of Structural Geology*. Amsterdam etc. (Elsevier), s. 65.

Grimmer, J.C., Greiling, R.O. & Gerdes, A., 2011: The Ammarnäs Greywacke Complex in the central Scandinavian Caledonides: an allochthonous basin fragment in the foreland of the Sveconorwegian orogen? *Terra Nova 23*, 270–279. doi: 10.1111/j.1365-3121.2011.01009.x

Grimmer, J.C., Glodny, J., Drüppel, K., Greiling, R.O. & Kontny, A., 2015: Early- to Mid-Silurian extrusion wedge tectonics in the central Scandinavian Caledonides. *Geology 43*, 347–350. doi: 10.1130/G36433.1.

Grimmer, J.C., Hellström, F.A: & Greiling, R.O., 2016: Traces of the Transscandinavian Igneous Belt in the central Scandinavian Caledonides: U-Pb zircon dating and geochemistry of crystalline basement rocks in the Middle Allochthon. *GFF 138*, 320–335. doi: 10.1080/11035897.2015.1063537

Hansen, J. & Kaltenbach, J., 2010: Talk- und Speckstein-(talk och täljsten), Kartierung 2010 Ruopsgaise (Schweden). *NIBA – Natursten i Botnia-Atlantica, delrapport*, Geopartner AB, Vilhelmina, 1–23.

Johansson, Å., 1979: Rapport om kvartsgångarna i området runt Guoletsjaure (norr om Ammarnäs). *Sveriges geologiska undersökning BRAP81565*, 4 s.

Johansson, Å., 1984: Fluid Inclusion and Stable Isotope Studies on Some Caledonian Sulfide-Bearing Veins in Sweden. *Economic Geology 79*, 1736–1748.

Kathol, B. & Larsson, D., in prep.: Berggrundskartorna 26H Jäkkvik, skala 1:50:000. Sveriges geologiska undersökning.

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*, 197 s.

Kautsky, F., 1940: Das Fenster von Gautojaure im Kirchspiele Arjeplog, Lappland. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 62*, 121–147.

Kontny, A., Engelmann, R., Grimmer, J.C., Greiling, R.O., & Hirt, A., 2012: Magnetic fabric development in a highly anisotropic magnetite-bearing ductile shear zone (Seve Nappe Complex, Scandinavian Caledonides). *International Journal of Earth Sciences, 101*, 671–692, doi: 10.1007/s00531-011-0713-8.

Kulling, O., 1933: Bergbyggnaden inom Björkvattnet-Virisen-området i Västerbottensfjällens centrala del. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 55*, 167–422.

Kulling, O., 1942: Grunddragen av fjällkedjerandens bergbyggnad inom Västerbottens län. *Sveriges geologiska undersökning C 445*, 320 s.

Kulling, O., 1955: Den Kaledoniska fjällkedjans berggrund inom Västerbottens län. *I*: S. Gavelin & O. Kulling (red.): Beskrivning till berggrundskarta över Västerbottens län. *Sveriges geologiska undersökning Ca 37*, 101–296.

Kulling, O., 1982: Översikt över södra Norrbottensfjällens kaledonberggrund. *Sveriges geologiska undersökning Ba 26*, 295 s.

Kumpulainen, R., 1982: The Upper Proterozoic Risbäck Group, northern Jämtland and southwestern Västerbotten, central Swedish Caledonides. University of Uppsala, Institute of Geology, Department of Mineralogy and Petrology, Research Report 28, 60 s.

Kumpulainen, R.A. & Greiling, R.O., 2011: Chapter 60. Evidence for late Neoproterozoic glaciation in the central Scandinavian Caledonides. *I:* E. Arnaud, G.P. Halverson & G. Shields-Zhou (red.): The Geological Record of Neoproterozoic Glaciations. *Geological Society, London, Memoirs 36*, 623–628.

Kumpulainen, R., Nystuen, J.P. & Thelander, T., 1981: Late Precambrian stratigraphy (including tillites) within the Caledonian Front from central-west Sweden to south-eastern Norway. *Excursion B8. Uppsala Caledonide Symposium.*

Larsson, W., 1965: Om skifferförekomsten i Kraddsele. Norrlandsfonden, Luleå ID: 143-1964, 3 s.

Lilljequist, R., 1973: Caledonian geology of the Laisvall area, southern Norrbotten, Swedish Lapland. *Sveriges geologiska undersökning C 691*, 43 s.

Lindström, M., Lundqvist, J. & Lundqvist, T., 2000: *Sveriges geologi från urtid till nutid*. Studentlitteratur, Lund, 491 s.

Lundqvist, J., Lundqvist, T., Lindström, M., Calner, M. & Sivhed, U., 2011: *Sveriges geologi från urtid till nutid*. Studentlitteratur AB, Lund, Upplaga 3:1, 628 s.

Lundqvist, T., Gee, D.G., Kumpulainen, R. & Karis, L., 1990: Beskrivning till berggrundskartan över Västernorrlands Län. *Sveriges geologiska undersökning Ba 31*, 429 s.

Marklund, N., 1952a: A Study in a Caledonian Major Thrust Plane. *Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala 34*, 205–221.

Marklund, N., 1952b: A Cambro-Ordovician Type-section in the Sarvas Region S. E. of

Nasafjäll, Lapland, and Problems suggested thereby. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 74*, 353–384.

Oberle, R., 2011: *Strukturgeologische Kartierung und geochemische Untersuchung des Gebietes Kraddsele in Västerbotten in den schwedischen Kaledoniden*. Bachelorarbeit, Karlsruher Institut für Technologie, 69 s.

Quensel, P., 1960: Beskrivning till karta över berggrunden inom Västerbottens fjällområde. *Sveriges geologiska undersökning Ba 21*, 53 s.

Ransed G. & Wahlroos J.-E., 2007: Jordartskartan 24H Sorsele, skala 1:100 000. *Sveriges geologiska undersökning K 42*.

Rodriguez, J.A., 2011: *Kaledonische Deckeneinheiten zwischen Vindelälven und Vuovosvardo, Nordschweden, mit Schwerpunkt auf der Anisotropie der magnetischen Suszeptibilität*. Bachelorarbeit, Karlsruher Institut für Technologie, 39 s.

SGU, 1980: Geo - Strålningskarta 25G Ammarnäs SO. Sveriges geologiska undersökning.

Shaik, N.A., 1973: Skifferförekomst i Kraddsele, Sorsele kommun. *Sveriges geologiska undersökning BRAP00573*, 3 s.

Stephens, M. B., 1977: Stratigraphy and relationship between folding, metamorphism and thrusting in the Tärna-Björkvattnet area, northern Swedish Caledonides. *Sveriges geologiska undersökning C 726*, 146 s.

Stephens, M.B., 2001a: Berggrundskartan 24E Joesjö SO / 24F Tärna SV, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai 161*.

Stephens, M.B., 2001b: Berggrundskartan 24F Tärna SO & NO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai 162 & 163*.

Thelander, T., 1982: The Torneträsk Formation of the Dividal Group, northern Swedish Caledonides. *Sveriges geologiska undersökning C 789*, 41 s.

Thelander, T., 2009: Beskrivning till berggrundskartan Kaledoniderna i norra Sverige. *Sveriges geologiska undersökning K 222*, 1–51.

Trouw, R.A.J., 1973: Structural geology of the Marsfjällen area, Caledonides of Västerbotten, Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C 689*, 155 s.

Ulfstedt, A.-C., 1977: Geomorfologiska kartbladet 25 G Ammarnäs – beskrivning och naturvärdesbedömning. Statens Naturvårdsverk SNV PM 859, 1–55.

Westergård, A.H., 1936: Paradoxides œlandicus beds of Öland. *Sveriges geologiska undersökning C 394*, 66 s.

Williams, I.S. & Caesson, S., 1987: Isotopic evidence for the Precambrian provenance and Caledonian metamorphism of high-grade paragneisses from the Seve nappes, Scandinavian Caledonides. ll. Ion microprobe zircon U-Th-Pb. *Contributions to Mineralogy and Petrology 97*, 205–217.

Winteroll, F., 2009: *Strukturgeologie und Gesteinsmagnetik des westlichen Ammarnäs-Komplexes zwischen Stubebakte und Lill-Aigert*. Diplomarbeit, Universität Karlsruhe, 70 s.

Zachrisson, E., 1969: Caledonian geology of northern Jämtland – southern Västerbotten. *Sveriges geologiska undersökning C 644*, 33 s.

Zachrisson, E., 1997: Berggrundskartan 22F Risbäck SO, skala 1:50 000. *Sveriges geologiska undersökning Ai 105*.

Zachrisson, E., Greiling, R.O. & Persson, P.-O., 1996: Recognition of basement rocks in the metamorphic Seve Nappe: the U-Pb zircon age of the Nuortenjuone Gneiss, Upper Allochthon, central Swedish Caledonides. *I:* T. Lundqvist (red.): Radiometric dating results 2. *Sveriges geologiska undersökning C 828*, 57–71.