



KÖLBERGARTER / KÖL / ROCKS

- Trondhjemsit / Q = större lins av hydrotermalkvarts
Trondhjemsit / Q = hydrothermal quartz lens
- Metagabbro (grösten, amphibolit)
Metagabbro (greenstone, amphibolite)
- Ultramafiska bergarter (peridotit, serpentinit, täljsten)
Ultramafic rocks (peridotite, serpentinite, soapstone)
- Kvartskeratolyt, inkl. subvulkaniska intrusioner / kvartskliffing
Quartz keratophyre, incl. subvolcanic intrusions / Garbenschiefer
- Grönskiffer, grösten / agglomeratisk
Greenschists, greenstone / agglomeratic
- Amfibolit / kalkig, fragmenterande, kloritrik bergart
Amphibolite / calcareous, fragment-bearing, chlorite-rich lithology
- Tuffit / kvartskliffing
Tuffite / Garbenschiefer
- Växellagring mellan kvartskeratolyt, grönskiffer och/eller tuffit
Alternating quartz keratophyre, greenschist and/or tuffite
- Kalksten eller marmor, i allmänhet kalksilt
Limestone or marble, generally calcitic
- Kvartsit / kvartskonglomerat
Quartzite / quartzite conglomerate
- Gråvacka
Metagreywacke
- Kalkyllit (Blåsjöfyllit, Brakkfällsfyllit) / kvartskliffing
Calcareous phyllite / Garbenschiefer
- Gratitfyllit
Graphitic phyllite
- Grå fyllit / kvartskliffing / konglomeratisk
Grey phyllite / Garbenschiefer / conglomeratic
- Kvartsfyllit, ibland grafitisk
Quartz phyllite, sometimes graphitic
- Glimmerskiffer, kvarts-glimmerskiffer / konglomeratisk
Mica schist, quartz-mica schist / conglomeratic
- Växellagring mellan glimmerskiffer och amfibolit
Alternating mica schist and amphibolite

ÖVERGÅNGSBERGARTER / ROCKS IN TRANSITION UNITS

- Ultramafiska bergarter
Ultramafic rocks
- Amfibolit
Amphibolite
- Kalkhaltig glimmerskiffer, kvartskliffing
Calcareous mica schist, Garbenschiefer
- Gratitfyllit eller grafitisk
Graphitic phyllite or schist
- Glimmerskiffer, gnejs (muskovit-biotit-granat)
Mica schist, gneiss (muscovite-biotite-garnet)
- Växellagring mellan glimmerskiffer och amfibolit
Alternating mica schist and amphibolite

SEVEBERGARTER / SEVE ROCKS

- Ultramafiska bergarter (dunite, peridotit, serpentinit, täljsten) / do. Ertske-lins
Ultramafic rocks (dunite, peridotite, serpentinite, soapstone) / do. Ertske Lens
- Eklolit och retro-eklogit / do. Avarö-enheten
Eclogite and retro-eclogite / do. Avarö unit
- Amfibolit, granatamfibolit, inkl. diabas, ofta fältspatskornerande; mindre inslag av gnejs eller glimmerskiffer / do. Ertske-linsen
Amphibolite, garnet amphibolite, incl. diorite, often with feldspar phenocrysts; minor intercalations of gneiss or mica schist / do. Ertske Lens
- Marmor, i allmänhet kalksilt, kalksilikatbergarter
Marble, generally calcitic, calc-silicate rocks
- Gratitiskifer
Graphitic schist
- Gnejs, högetamorf (kyanit-sillimanit-kalifältpat) / do. Avarö-enheten
High-grade gneiss (kyanite-sillimanite-K-feldspar) / do. Avarö unit
- Glimmerskiffer, gnejs, i allmänhet granat-biotit-muskovit-fengit-förande; mindre inslag av amfibolit
Mica schist, gneiss, generally garnet-biotite-muscovite-fengite-bearing; minor intercalations of amphibolite
- Kvartsit, fältspatskvartsit, meta-arkos, kvartsitisk gnejs / do. Lejaren-enheten
Quartzite, feldspathic quartzite, meta-arkose, quartz-rich gneiss / do. Lejaren unit
- Växellagring mellan amfibolit och glimmerskiffer eller gnejs
Alternating amphibolite and mica schist or gneiss

BETECKNINGAR / SYMBOLS

- Radiometrisk åldersbestämning (se tabell)
Isotopic age determination (see Table)
- Fossil lokal
Fossil locality
- Häll, observerad yta av blottat berg; oförgad ring i reglerad sjö = tillfällig blottning
Observed outcrop; uncoloured symbol in lake = occasional exposure at low-water level
- Förskifring med gradtal för stupning
Foliation, schistosity, dip in degrees
- Lagring med gradtal för stupning
Bedding, compositional layering, dip in degrees
- Förkastning, specificerad förelsezon
Fault, undifferentiated
- Mindre överskjutning
Minor low-angle thrust
- Överskjutning mellan huvudenheter
Low-angle thrust separating major units
- Överskjutning vid basen av Köll skollkomplexet
Low-angle thrust at the base of the Köll Nappe Complex
- Gräns mellan enheter i Seve, av osäker karaktär
Contact between Seve units, stratigraphic or tectonic
- Bergartsgräns
Lithologic boundary
- Krommalmsförekomst, övergivet brott; nr enl. SGU:s förekomstregister
Chromite deposit (chromite); no acc. to SGU mineral deposit register
- Sulfidmalmsförekomst; numrerad enl. ovan
Sulfide deposit; number as above
- Kismineralisering, större / mindre; numrerad enl. ovan
Sulfide mineralization, major / minor; number as above
- Stenbrott, mineralförekomst, numrerad enl. ovan
Quarry, mineral deposit; number as above
- Höjdvärde, 20 m ekvidians
Contour lines, interval 20 metres

INLEDNING
(An English version is printed on the back of the map)

Berggrunden inom de fyra kartbladen (22D-22E Frostviken tillhör den kaledoniska fjällkedjan, som är resultatet av en bergskedjebildning för ca 520-400 miljoner år sedan. Lapetus, det som utbildades i senprekambrisk tid mellan Europa och Nordamerika (Grönland) och som eventuellt hade ungefär samma bredd som den nuvarande Atlanten, började då pressas ihop. Havsbottenkorpan pressades ner i subduktionszoner med samtidig utbildning av öbogar, både på den västra (amerikanska) och östliga (europeiska) sidan. Genom storåslade överskjutningar kom omfattande bergartskomplex att skiljas upp över den baltiska skolden. Sådana enheter benämns skollar och har transporterats flera hundratals kilometer åt öster eller syväst.

TEKTONISK INDELNING

Fjällberggrunden består i regel av en understa, tunn zon av roffasta (autoktona) bergarter men i huvudsak av tektoniskt överskjutna (alloktona) enheter. Dessa kan indelas i den undre, mellersta, övre och översta skollbergarten. Hela det nu aktuella området är beläget inom den övre skollbergarten, som också benämns Seve-Köll-skollan. Detta skollkomplex består av ett antal olika enheter men i många fall, i synnerhet inom Seveberggrunden, är karaktären av kontakterna dem emellan ej tillräckligt väl känd. En översikt av de strukturella enheterna inom området för de fyra nu publicerade kartbladen lämnas i nedanstående karta och diagram.

BERGARTERNAS ALDER

Utifrån tillgängliga data, jämförelser med andra områden och olika geologiska bedömningar kan man uppskatta bergarternas ålder. Seven utgörs troligen av senprekambriska sediment med inslag av basiska magmabergarter som trängde upp vid Lapetus-havets öppning. Radiometriska dateringar avvisar att proterozoiska (urberg-)bergarter från underlaget kan ingå. Köllbergarterna är med största sannolikhet underpaläozoiska, d.v.s. 600-400 miljoner år gamla (kambrum-ordovicium-ålder). Välbekända fossila skånska vasslerigen inom kartområdet, men en kalkstenshorisont i Havdalsveien (22D, 44), innehåller rikligt med crinoid- (spjölje-)fragment samt rester av obestämbara echnodermer (tagghudingar). Radiometriska åldersdateringar med UPb-metoden (ursäpnerades zirkonen) har utlöst på subvulkaniska och intrusiva bergarter i Köll och givit åldrar på 480, 470 och 440 miljoner år för de tre undersökta bergartslederna. De två senaste ingår i Stikka-skollan och ger stöd för tolkningen att lagerföljden i denna skolla är inverterad (de yngre bergarterna ligger under).

METAMORFOS

I samband med bergskedjebildningen pressades bergarterna ned till relativt stora djup. Ökat tryck och förhöjd temperatur ledde till att de ursprungliga svåva sedimentära och vulkaniska bergarterna omvandlades genom den process som kallas metamorfos (omvandling). Sevebergarterna uppvisar i regel högre metamorfos än Köllbergarterna och föreligger i regel i amfibolitfacies. Mineral sammansättningen hos vissa bergarter (eklogit) antyder att de utsattes för mycket höga tryck och temperaturer (14-18 kbar och 550-700°C) och varit nedpressade till mer än 50 km djup i jordskopan. Köllbergarterna föreligger däremot i grönskifferfacies, vilket motsvarar 4-8 kbar och 350-550°C.

BERGARTER

Beroende på utgångsmaterialet och som följd av variationer i deformation och metamorfos föreligger inom kartbladsområdet följande huvudbergarter:

Glimmerskiffer och gnejs uppträder i stor del av Seveområdet. Från början har de utgjorts av sandiga och lerhaltiga sediment, vilket lett till att den nuvarande mineralogin domieras av kvarts, något fältspat, glimrar (biotit och muskovit) samt granat. De mera högetamora gnejserna uppvisar nybildad kalifältpat (mikroklin) samt inddomnerade kyanit och sillimanit.

Amfibolit är den dominerande bergarten inom stora delar av Frostvikenområdet. Sannolikt representerar amfibolitiska intrusioner och/eller vulkaniter. Ursprunglig pyroxen har ersatts av hornblände (amfibol), vilken ger bergarten dess bandade gröna utseende. Även andra mineral har omkristalliserat eller nybildats. Innehåll av epidot eller granat indikerar lägre resp. högre metamorfograd. Eklolit eller retro-eklogit (omvandlad, delvis nedbruten eklogit) uppträder i mindre kroppar. Högröskvartsmineraller i dessa bergarter dominerar av pyroxen (omfackit) och Mg-rik granat (pyrox).

Fylliter är benämningen på de ursprungligen sedimentära bergartsled som dominerar Köllberggrunden. Beroende på utgångsmaterialet varit ett sandigt, lerigt eller kalkigt sediment eller haft en alunskifferad sammansättning benämns de kvartsfyllit, grå fyllit, kalkfyllit, resp. grafitfyllit. Dominerande mineral förutom kvarts är oftast ljusa glimrar (sericit, muskovit) och klorit. Dessa mineral kallas också fyllosilikat (därv namnet fyllit) och ger bergarten ett sidenslångans utseende. I den undre delen av Köll, där metamorfograden ökar något, börjar biotit, granat och hornblände uppträda. Fylliterna övergår därvid successivt till glimmerskiffer eller, med ökande kalkhalt, till kvartskiffer med utbildning av rosotformade hornbländaggregat.

Grönskiffer och kvartskeratolyter är benämningar på de mafiska resp. felsiska metavulkaniska bergarterna i Köll. De föra dominerar av Na-rik plagioklas (albit), Al-fattig hornblände (aktinolit) och klorit, medan de felsiska lederna huvudsakligen består av kvarts och abbit, i vissa lagar även med ströken av dessa båda mineral i en finkornig mellanmassa. Både de felsiska men framför allt de mafiska lederna är ibland boll- eller fragmenterande vilket antyder att de från början varit grova vulkaniska (pyroklastiska) eller vulkanoklastiska produkter.

Intrusiva bergarter uppträder både i Seve- och Köllområdena. De kan indelas i ultramafiska, mafiska och felsiska (sura), men är alla mer eller mindre omvandlade (meta-). De föra inneslutar rödbrä (olivindominerade), peridotit (olivin och pyroxen), serpentinit (serpentinit) och täljstenar (talkdominerade). De är i regel riktkärliga på g- och järnresurser och specialia lavar och kalks i foliumen öta "köllberg". Gabbroida intrusioner torde ingå i Sevens amfiboliter men är klarast urskiljbara inom Köllin, där de utgör ett karaktäristiskt inslag i Stikka-skollans Blåsjöfyllit. Inom Köllin uppträder dessutom smärre linor av felsiska intrusivbergarter (trondhjemsit, "albitgranit").

(Fortsättning på kartans baksida.)

MALM- AND MINERALFÖREKOMSTER / ORE AND MINERAL DEPOSITS											
Nummer	Namn	Läge	Ålder*	Sulphur and metal contents*							
Number	Name	Location	S*	Cu*	Zn*	Pb*	Au ppm	Ag ppm			
OREC: Kullförekomster / Subside deposits											
434	Jorptatlet	22E, 8d	28,2	0,14	2,37	0,07	0,1	10			
783	Ankarvatnet	23E, 0f	18,4	0,45	5,48	0,37	0,2	17			
921	Kyrkolländet	22E, 3b	6,4	0,19	1,11	0,47	0,1	15			
1544	Björkvatnet	22E, 3a	21,9	0,73	0,40	0,05	0,17	4			
1889	Liljället	22E, 1d	5,5	3,81	0,11	0,03	0,4	13			
1899	Bustadmyren	22E, 2a	5,2	0,40	2,42	0,09	-	7			
1901	Portfallet	22D, 3j	25,6	0,16	0,54	0,41	-	18			
1902	Backen	22E, 4a	27,4	0,02	0,01	<0,01	0,1	6			
2013	Tängen	22E, 6e	3,8	0,05	1,71	4,13	0,1	43			
2116	Hållbäckgruvan	22D, 3j	4,3	1,02	0,02	0,01	-	7			
2117	Björkvatnet W	22D, 3j	31,9	0,01	0,02	0,01	-	<	7		
2150	Jormien	22E, 6c	11,0	0,40	4,75	-	0,1	9			
2900	Siekentjärnen	22E, 6h	16,6	14,0	0,2	<0,01	3,4	30			
2919	Småvattnet	22E, 4d	26,1	0,05	12,08	0,13	-	6			
OREC: Oxidförekomster / Oxide deposits											
2954	Rofällgruvan	22E, 7f	Cr (kromit) / Chromite								
2955	Lejargruvan	22E, 8h	Cr (kromit) / Chromite								
ORED: Industrimineralförekomster / Industrial minerals											
4176	Tängen	22E, 6f	Gips								
4177	Glimmergruvan	22E, 4g	Glimmer / White mica								
4178	Väckarkumpen	22E, 5f	Glimmer / White mica								
4179	Väckarkumpen	22E, 4f	Glimmer / White mica								
4180	Avarö	22E, 4f	Glimmer / White mica								

* Enstaka stufv, medelvärde av 2-5 malmprov eller utförd malmbekräftning
* Single analysis, mean of 2-5 ore samples or based on completed drilling programme

STRUKTURELLA ENHETER / STRUCTURAL UNITS

- Lejarkvatnet-skollan
Lejarkvatnet Nappe
- Stikka-skollan
Stikka Nappe
- Björkvatnet-skollan
Björkvatnet Nappe
- Övergångsenheter
Transition units
- Liljället-gnejsen
Liljället Gneiss
- Blåsjöäven- och motsv. enheter
Blåsjöäven and eqv. units
- Gips
Gypsum
- Gråvacka
Greywacke
- Tjukkola
Thick shale
- Avarö-enheten
Avarö unit
- Lejaren-enheten
Lejaren unit
- Sjömejsaure
Sjömejsaure
- Björken
Björken
- Jemesjaure
Jemesjaure
- Gakkafället-enheten
Gakkafället unit
- Sjouten-enheten
Sjouten unit

Skala 1:500 000

Sammanställningen av de geologiska kartbladen (22D-22E Frostviken samt design- och layoutarbeten har utförts av Ebba Zachrisson, 1989-1990. Tomas Spöstrand genomförde mellan 1978-1980 en grundläggande avgränsning och höjning av ett omfattande kartmateriale från bl.a. E. Bakker, H. Berg, C. Biermann, M.S.L. Cohen, G. Juve, M.A. Kardos, G. Kautsky, I. van der Molen, G. Nilsson, J. Remane, A. Reymer, H. van Roermund, G. Spoor, T. Spöstrand, M.B. Stephens, K. Sundblad, M. Wilson, W.A. Winter och E. Zachrisson. Som framgår av denna förteckning har en väsentlig del av materialet insamlats och analyserats av holländska studenter och forskare under ledning av prof. H.J. Zwart (Univ. i Leiden/Ürecht), åren 1970-1984. Bollen Mineral AB har bidragit med uppgifter beträffande Jemesjauremalmen. Den geologiska korrelationen med angränsande delar av Norge bygger på NGU:s föreliggande berggrunnskart 1:50 000 (kartbladen 1923, 1988; 1924, 14V, 1988-1988).

Referens till kartorna: Zachrisson, E. och Spöstrand, T., 1990. Berggrunnskartorna (22D-22E Frostviken, 1:50 000 - SGU Ai 41-44.

SGU Ser. Ai nr 44
BERGGRUNDSKARTAN
22 E FROSTVIKEN SO

Topografiskt underlag enligt avtal med Lanntämmerverket. Geografiska längden är räknad från Greenwich/Gauss projektion. Godkänd ur sekretesssynpunkt för spridning. Lanntämmerverket 1990-05-17.
Printed in Sweden by OffsetCenter AB, Uppsala 1990.

GEOFYSIK

Regionala flygmätningar saknas, men omfattande elektromagnetiska markmätningar (slingmar) har utförts över delar av Källberggrunden. Mätningar finns från strax söder om Silesjaurer till norra kartbladsgränsen för 22E NV, över ett område kring Björkvatnet (22E, 3–4a) samt över prospekteringsobjekten Lillfjället, Småvatsbränna (St. Jormsjön) och Kvarnåmen (2E–5d). Mätningarna lämnar i regel värdefull geologisk information, eftersom den ökade ledningsförmågan hos de grafiska fylliterna och skifferna ger upphov till utåtlåga anomalier.

MALMER OCH INDUSTRIELLA MINERAL

Ur malmgolddisk synpunkt har de lagerformigt uppträdande (stratabundna) kiselmalmena bildriggt sig det största intresset alltsedan de första upptäckterna gjordes i början av 1900-talet. De klassas numera som exhalativ sedimentära, d.v.s. avsatta i samband med vulkanisk verksamhet genom lösningar som utfällts på havsbotten eller i de närmast underliggande ännu ej konsoliderade bergarterna. Malmena domineras i regel av kompaktkattat sveaviskis med varierande halter av zink, koppar och (i regel obetydlig) bly samt visst innehåll av silver och guld (se tabell på kartana framåt). Impreg-nationsartade mineraliseringar förekommer också.

Ankarvatnetmalmen har undersökts av SGU (31 st borrhål) och beräknas innehålla 753 000 ton malm med halter enl. tabell. **Jormleimmalmen** ägs f.n. av Bolden Mineral AB. 103 borrhål har slagits och tonnage uppskattas till 612 000 ton (halter, se tabell). Björkvatnetmalmen har upporratts av SGU (30 st borrhål). Totala tonnage uppgår till endast 132 000 ton med relativt låga metallhalter (se tabell). Jorpetjällott (Ola Andersgruvan) har likaledes undersökts av SGU (5 st borrhål) men är obetydlig liksom svirtiga kiselmalmsanledningar som finns listade i tabellen eller inlagda på kartorna.

Några partier av de ultramafiska kropparna har utmålslags på grund av förhöjda halter av krom (i mine-rallet kromit), och förutsättningsarna för nicke/(kobolt)-utvinning har undersökts, framför allt under 1970-talet. Ingerderna av metallerna är dock med nuvarande förutsättningar ekonomiskt utvinningsbar, ej heller mineralen *magnetit* eller *talk*.

Glimmer, främst för användning inom den elektriska industrien, bröts under avspärrningsåren 1941–1945 i ett lertal små fyndigheter, 15–25 km NNE om Gåddede. Förekomsterna utgöres delvis av peg-mattgångar, delvis av lagerformade kroppar och linser av grovbladig glimmer i glimmerarkiffer. Det ungelärliga läget av ett antal brutna fyndigheter har inlagts på kartorna och listats i tabellen.

DESCRIPTION

General geology

The bedrock within the four map sheets (22D–22E Frostviken forms part of the Scandinavian Caledonides. The rocks are late Proterozoic – early Palaeozoic in age, although the high-grade rocks in the east (Seve) may contain older Precambrian elements. Most Caledonian rocks in Scandinavia, and all the units in the present area, are allochthonous and have been thrust east- or southeast-wards onto the Baltoscandian platform. Regionally, the Caledonides are divided in ascending order into the Autochthon and the Lower, Middle, Upper and Uppermost Allochthons (Kulling 1972, Gee et al. 1985). All tectonostratigraphic units in the area belong to the Upper Allochthon, which is composed of higher-grade Seve rocks, metamorphosed under amphibolite-granulite facies conditions, locally with high-P assemblages (eclogites), and overlying Köll nappes composed of lower-grade, greenschist – lower amphibolite facies rocks.

The Seve rocks are dominated by quartz-rich metasedimentary units which were probably deposited along the western edge of the late Proterozoic – early Palaeozoic continent Baltica, and metabasic rocks which represent intrusions and extrusions related to the opening of the Palaeozoic Iapetus Ocean (Proto-Atlantic). Regionally, the Köll rocks have been subdivided into three major tectonic units, the Lower, Middle and Upper Köll (Stephens 1980). The Lower Köll is interpreted to represent ensimatic arc-basin complexes that probably developed closer to the European side of the Iapetus, whereas the Middle and Upper Köll nappes represent more exotic ensimatic arc-basin systems which probably developed along the Laurentian (‘American’) side of Iapetus (Stephens and Gee 1985, Stephens 1988). All the Seve and Köll units have a complex tectonic and metamorphic history (Dallmeyer and Gee 1988). The Seve units were affected by a Late Cambrian – Early Ordovician event, locally producing high-pressure assemblages, and all units were affected by Ordovician–Silurian deformation and metamorphism. The various complexes were successively brought together along the suture zone formed during collision of the continents Baltica and Laurentia in the Late Silurian – Early Devonian. At this time the Caledonian activity faded out.

Tectonostratigraphic units

The geological units distinguished on the maps are principally lithologic or lithostratigraphic in character. The map legend is identical for the four sheets although all rock types are not present on each individual map sheet. The rock sequence regionally forms a tectonostratigraphy where the different, generally NW-dipping units are separated by major and minor thrusts, as demonstrated by the structural inset map and its legend.

Seve units

About two thirds of the bedrock within the map area are composed by Seve rocks. It should be noted that several of the eastern units, dominated by quartzite or meta-arkose with mafic rock intercalations, were classified by Strömberg (1984) as part of the Middle Allochthon. The state of metamorphism, including the presence of eclogites and retro-eclogites in several units, the structural pattern, and regional comparisons and correlations argue for inclusion in the Upper Allochthon.

The **Sjouten** unit (Bakker 1978) is structurally the lowestmost complex of the map area. It is dominated by quartzite and felsidspatic metasandstones and contains the Tjalkien eclogites and several smaller eclogite and retro-eclogite bodies. The metamorphic conditions during eclogite formation have been estimated at 14.0±1.5 kb and 550±70°C (Van Roermund 1985). Less metamorphosed mafic rocks, also occur as dykes. Subordinate garnet-biotite-phengite schists are associated with the retro-eclogites.

The **Gakkafjället** unit (Van Roermund 1976) is used here in an extended sense as a name for several units dominated by quartzite or meta-arkose with mafic rock intercalations; the largest of which is called the Fiskafjället Amphibolite. The amphibolites are often garnetiferous, sometimes porphyritic with feldspar megacrysts; cross-cutting dolerites occur. On the 22E Frostviken map sheets, the Gakkafjället and Sjouten Formations are present only on the SE quadrangle.

The **Blåsjöälven** unit is a grouping of several amphibolite-dominated complexes, including the Blåsjöälven Formation (Sjöstrand 1978). They enclose the Ertsøke Lens (see below, and tectonic inset map) on all sides. Structurally underlying are the Jemesjåure ‘Formation’ (Van Roermund 1978), the Blerik ‘Eggit’ (Biermann 1977), the Sjömesjåure Amphibolite (Sjöstrand 1978) and the Sjömik-Väktaren ‘Formation’ (Kardoes 1978), overlying are the Cipper Amphibolite (Winter 1974) and the Gruntenvalle (Kardoes 1978) and Tjokkola (Van Roermund 1977) ‘Formations’. The amphibolites are locally garnet-bearing and metasedimentary intercalations of garnet-biotite-muscovite schist, quartzite and marble also occur.

The **Ertsøke Lens** occurs as a tectonic lens or a detached, recumbent, isoclinal fold-hinge within the above-mentioned amphibolites. It is composed of two lithologically distinct subunits. The Lejåren unit including the Lejåren Formation (Sjöstrand 1978), the Krönåke Quartzite (Winter 1974) and the Rieksvarv ‘Formation’ (Kardoes 1978) are high-grade quartz-rich gneisses, often unsuitable to develop characteristic index minerals; quartz-feldspar pegmatites occur. The **Avardo** unit (‘Formation’ acc. to Sjöstrand 1978) is a kyanite-sillimanite-K-feldspar gneiss which forms the host rock to most of the eclogites in the map area. Peak metamorphic conditions here have been estimated to be 18.0±1.0 kb and 700±50°C (Van Roermund 1985). Isotopic data from rocks of the Lejåren and Avardo units indi-

ISOTOPIC AGES					
No.	Location (sample)	Square	Method	Age (Ma)	Reference
			Metamorphism/ Intrusion cooling	Provenance	
1	L Blåsjön	7e	Rb/Sr, K/Ar bi, mu, fsp	418–438	Reymer 1979
2	Ankarede (suite 1)	6e–f	Rb/Sr w.r. (errorchron)	(1140±325)	Reymer et al. 1980
3	Ankarede (suite 2)	7–8, f–g	Rb/Sr w.r. (errorchron)	(930±110)	Reymer et al. 1980
4	Brattåsruet (B1014)	7e	U/Pbzircon	488±5	Claesson et al. 1983
5	Björkvatnet (B3047)	3j	U/Pbzircon	478±1 (m.m.)	Claesson et al. 1987
6	Viken (B3048)	5b	U/Pbzircon	440±2	Claesson et al. 1987
7	Murusjåen (B1011–12)	0d–1c (B1011)	U/Pbzircon (convent.) Sm–Nd (T _{con} , T _{old})	423±26 1430, 1780	Claesson 1987
8	St. Blåsjön (B1013)	6e	U/Pbzircon (convent.) Sm–Nd (T _{con} , T _{old})	369±38 1449±47 1570, 1910	Claesson 1987
		6e	U/Pbzircon (ionprobe)	423±5	Williams and Claesson 1987
9	Gåddede-Blåsjön (Seve) (Köll)	1–7, b–e	Ar/Ar		Dallmeyer and Gee 1988
			hbl	460–470	
			bi, mu	430±5	
			hbl	430±5	
			bi, mu	–417	
10	Blomhøden	3i	Sm–Nd	666±22	E. W. Meams (pers. comm. 1988)

cate Precambrian elements (Reymer et al. 1980, Claesson 1987, Williams and Claesson 1987). Caledonian metamorphism of the Avardo gneisses, dated by U/Pb zircon, has been calculated at 369±38 Ma with conventional (Claesson 1987) and at 423±5 Ma using ion microprobe methods (Williams and Claesson 1987).

The **Lillfjället Gneiss** was defined by Sjöstrand (1978) in the area south of Kvambergsvatnet and is present as isolated lenses at a level close to the top of the Seve units across the present map area. It is a kyanite-sillimanite-K-feldspar gneiss (with-out eclogites or retro-eclogites), partly migmatitic with only subordinate amphibolite intercalations. Radiometric dating north of Murusjåen (Claesson 1987) has indicated a Caledonian metamorphism at 423±26 Ma and a Precambrian provenance (1512±36 Ma). The Lillfjället Gneiss also occurs as outliers (Klippen) on top of the Ertsøke Lens (see 22E NE, and inset map) and is separated from this unit by amphibolite-dominated sequences which have been correlated with the Blåsjöälven ‘Formation’. Further north, the Lillfjället Gneiss might be correlated with the Marsfjället Gneiss (Trouw 1973), which in that area is the main unit of the Central Seve belt. As a con-

sequence, the eclogite-bearing Ertsøke Lens is placed at a structurally lower level, beneath the Central Belt, probably intercalated within the Eastern Schist and Amphibolite Belt of Trouw (1973).

Transition units

This term was used by Sjöstrand (1978) in describing various tectonic units of uncertain affinity between the Seve and the overlying Köll rocks. Without detailed microscopical investigations it is often difficult to decide in the field whether the rocks represent the lower prograde part of the Köll, or retrograded units at the top of the Seve. The rocks are dominated by mica schist (garnet-biotite-muscovite), often with large, fresh to completely retrogressed garnets, and foliated amphibolite or actinolitic schist. Graphitic schist, calcareous Garbenschiefer and quartz schist are intercalated, and ultramafic bodies occur frequently. The position of these units on top of the Lillfjället Gneiss (Central Belt Seve) indicates that they might be correlated with the Svartsjöbäcken Schists (Trouw 1973) further north.

Köll units

The greenschist facies metamorphic rocks of the Upper Allochthon are referred to as Köll. They represent the Cambro-Silurian sedimentary and volcanic eugeoclinal assemblages, deposited in exotic westerly areas, as opposed to the platformal and miogeoclinal sequences which are part of the late Precambrian - Silurian sequence of the Autochthon and Lower Allochthon, deposited on the Baltoscandian platform. Only Lower Köll and Middle Köll rocks are present within the area.

Lower Köll rocks form a continuous, up to 5 km wide zone diagonally through the map sheets. Definition of the character and limits of this unit is well-established further north in its type area around Björkvatnet-Visen (Kulling 1933); the term Björkvatnet Nappe has been applied as a regional name for this tectonic unit from Björkvatnet-Visen and southwards (Stephens 1982); no fossils have been found within the Frostviken map sheets. A U/Pb zircon dating (Claesson et al. 1983) of the subvolcanic trondhjemites of the mixed mafic and felsic volcanic rocks of the Tjopasi Group (Zachrisson 1969) has defined an age of 488±5 Ma (Arvedson 7), which is consistent with the inferred stratigraphical age. The quartzite/marble horizon above the volcanic rocks has been correlated with the Vojta/Slättal Formation of Ashgillan age in the type area.

In the map area, the tectonic contact at the top of the Björkvatnet Nappe has been demonstrated only between the lakes Ankarvatnet and Stora Blåsjön (Sundblad 1981). Further northeast and southwest, the thrust has been tentatively traced slightly above the above-mentioned quartzite/marble horizon, locally including some calcareous phyllites (Garbenschiefer) which may represent the Lövfjäll Phyllite (Kulling 1933). The presence of black phyllites (equivalents to the Broken Formation) and associated mafic volcanic rocks and intrusions makes this zone susceptible to tectonic dislocations.

Middle Köll is represented by two different tectonic units in the present area. The **Stikke Nappe** derives its name from the Stikenjøkk area (Stephens 1982) where the felsic-dominated Stikenjøkk Quartz-Keratophyre forms a prominent formation. This unit can be followed continuously into and through the 22D-E map sheets, where, south of western Kvambergsvatnet, it has been named the Skogsbläcken Volcanites (Sjöstrand 1978). The stratigraphical sequence of the Stikke Nappe is inverted. Thus, the Basalt-Quartz-Keratophyre Formation (Nilsson 1964) is structurally overlain, but stratigraphically underlain, by variable, dark, often graphitic phyllites and mafic volcanics (Bremdalen Group of Zachrisson 1969) and stratigraphically overlain by the underlying calcareous phyllites (Blåsjö Phyllite of Nilsson 1964). U/Pb zircon dating (Claesson et al. 1988) gives a minimum age of 476±1 Ma for the Skogsbläcken Volcanites and an age of 440±2 Ma for felsic, trondhjemitic intrusions in the (stratigraphically) lower part of the Blåsjö Phyllite. Thus, the age of the rocks in the Stikke Nappe is probably Ordovician.

The uppermost tectonic unit of the area, along the national border to Norway, is represented by the Middle Köll Leipikvatnet Nappe (Zachrisson 1969). The thrust at its base is geologically significant around lake Leipikvatnet. Although difficult to pin-point in the present map sheets, it has to be traced somewhere within the sequence of dark, often graphitic phyllites. A calcareous phyllite, the Brakkfjället Phyllite (Nilsson 1964), forms the major formation of the nappe. Characteristic rock types in the Leipikvatnet area are polymict conglomerates, coarse fragmentary wackes and the Bjurlåv limestone. Some of these units impinge on the northernmost edge of 22E NW.

LITERATURE

SGU = Sveriges geologiska undersökning
GFF = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar

Bakker, E., 1978: Geology of the Borgafjäll-Bågede area. – Scripte 2a bijvak. Internal report, Univ. Leiden. SGU BRAP 88009, 106 pp.

Biermann, C., 1977: Jaarverslag van de vakgroep Tektoniek, 1976. – Internal report, Univ. Leiden. SGU BRAP 88012, 31pp.

Claesson, S., 1987: Isotopic evidence for the Precambrian provenance and Caledonian metamorphism of high grade paragneisses from the Seve Nappes, Scandinavian Caledonides. I. Conventional U-Pb zircon and Sm-Nd whole rock data. – Contrib. Mineral. Petrol. 97, 196–204.

Claesson, S., Klingspor, I. and Stephens, M.B., 1983: U-Pb and Rb-Sr isotopic data on an Ordovician volcanic-subvolcanic complex from the Tjopasi Group, Köll Nappes, Swedish Caledonides. – GFF 105, 9–15.

Claesson, S., Stephens, M.B. and Klingspor, I., 1988: U-Pb zircon dating of felsic intrusions, Middle Köll Nappes, central Scandinavian Caledonides. – Norsk Geol. Tidsskr. 68, 89–97.

Dallmeyer, R.D. and Gee, D.G., 1988: Polyorogenic Ar/Ar mineral age record in the Seve and Köll Nappes of the Gåddede area, northwestern Jämtland, central Scandinavian Caledonides. – J. Geol. 96, 181–198.

Du Rietz, T., 1935: Peridotites, serpentinites and soapstones of northern Sweden. – GFF 57, 133–260. – 1938: The injection metamorphism of the Muruhatten region. – SGU C 416, 86 pp. – 1956: The content of chromium and nickel in the Caledonian ultrabasic rocks of Sweden. –GFF 78, 293–300.

Gee, D.G., 1975: A tectonic model for the central part of the Scandinavian Caledonides. – Am. J. Sci. 275A, 468–515.

Gee, D.G. and Zachrisson, E., 1979: The Caledonides in Sweden. – SGU C 789, 48 pp.

Gee, D.G., Kumpulainen, R., Roberts, D., Stephens, M.B., Thon, A. and Zachrisson, E., 1985: De skandinaviska Kaledoniderna. Tektono-stratigrafisk karta, 1:2 milj. – SGU Ba 36. (English version, SGU Ba 35.)

Kardoes, M.A., 1978: Geological map of the Blåsjön-Blomhøiden area, Caledonides of W. Jämtland, Sweden. – Ungaui, map. 1:50 000. Univ. Leiden.

Kulling, O., 1933: Berghjörgraden inom Björkvatnet-Visen-området i Västerbottensfjällens centrala del. – GFF 55, 167–22.

– 1972: The Swedish Caledonides. In de Sitter, L.U. (ed.): Scandinavian Caledonides. – Wiley Inter-science, London, 149–285.

Molon, I. van der, 1975: De geologie van het Ankarede-Selkenitjakk gebied. – Scriptie 1e bijvak. Internal report, Univ. Leiden. SGU BRAP 88016, 87 pp.

Nilsson, G., 1964: Berggrunden inom Blåsjöområdet. – SGU C 595, 70 pp. (English summary.)

Reymer, A.P.S., 1979: Investigations into the metamorphic nappes of the central Scandinavian Caledonides on the basis of Rb-Sr and K/Ar age determinations. – Unpubl. thesis, Univ. Leiden, 123 pp.

Reymer, A.P.S., Boeltjrik, N.A.I.M., Hebeda, E.H., Priem, H.N.A., Verdurmen, E.A.Th. and Verschure, R.H., 1980: A note on Rb-Sr whole-rock ages in the Seve Nappe of the Central Scandinavian Caledonides. – Norsk. Geol. Tidsskr. 60, 139–147.

Roberts, D. and Gee, D.G., 1985: An introduction to the structure of the Scandinavian Caledonides. In Gee, D.G. & Sturt, B.A. (eds.): The Caledonide Orogen – Scandinavia and Related Areas. – John Wiley & Sons, Chichester, 55–58.

Sillanpää, J., 1986: Mineral chemistry study of progressive metamorphism in calcareous schists from Ankarvatnet, Swedish Caledonides. – Lithos 19, 141–152.

Sillanpää, J., Ammersten, H. and Sundblad, K., 1997: A garnet-hornblende zone in a calcareous phyllite from Ankarvatnet area, central Swedish Caledonides. – Univ. Uppsala, Dept. Mineral. Petrol., Res. Rep. 42, 22 pp.

Sjöstrand, T., 1978: Caledonian geology of the Kvambergsvatnet area, northern Jämtland and central Sweden. – SGU C 735, 107 pp.

Spoor, G.J.P.M., 1972: Geologisch onderzoek van het gebied rondom Gåddede, Jämtland (N. Zveden). – Doktoraalscriptie, Internal report, Univ. Leiden. SGU BRAP 88008, 34 pp.

Stephens, M.B., 1980: Occurrence, nature and tectonic significance of volcanic and high-level intru-sions within the Swedish Caledonides. In Wones, D.R. (ed.): The Caledonides in the USA. – Virginia Polytechnic Inst. and State Univ., Dept. Geol. Sci., Mem. 2, 289–298.

– 1982: Field relationships, petrochemistry and petrogenesis of the Stekenjökk volcanites, central Swedish Caledonides. – SGU C 786, 111 pp.

– 1986: Stratigraphy and deformation in the massive sulphide-bearing Stikke Nappe, Upper Allochthon. In Stephens, M.B. (ed.): Stratabound sulphide deposits in the central Scandinavian Caledonides. – SGU Ca 60, 68 pp.

– 1988: The Scandinavian Caledonides; a complexity of collisions. – Geology Today 4, 20–26.

Stephens, M.B. and Gee, D.G., 1985: A tectonic model for the evolution of the eugeoclinal terranes in the central Scandinavian Caledonides. In Gee, D.G. & Sturt, B.A. (eds.): The Caledonide Orogen – Scandinavia and Related Areas. – John Wiley & Sons, Chichester, 953–978.

Strömberg, A. et al., 1984: Fjällkedjan. In Karta över berggrunden i Jämtlands län, 1:200.000. – SGU Ca 53.

Sundblad, K., 1980: A tentative ‘volcanogenic’ formation model for the sediment-hosted Ankarvatnet Zn-Cu-Pb massive sulphide deposit, central Swedish Caledonides. – Norges Geologiske Under-søekelse 360, 211–227.

– 1981: Element exchange in silicate-dominated rocks at the Ankarvatnet massive sulphide deposit, central Swedish Caledonides. – Medd. Stockh. Univ., Geol. Inst., 250, 40 pp.

Sundius, N., 1952: Kvarns, fältspat och glimmer samt förekomster därav i Sverige. – SGU C 520, 231 pp.

Trouw, R.A.J., 1973: Structural geology of the Marsfjällen area, Caledonides of Västerbotten, Sweden. – SGU C 689, 155 pp.

Van Roermund, H.L.M., 1976: Veldwerkerslag 1976, Fiskafjället. – Internal report, Univ. Leiden. SGU BRAP 88014, 20 pp.

– 1977: De geologie van het Ertsøke-Jerpetjakke gebied. – Scriptie 1e bijvak. Internal report, Univ. Leiden. SGU BRAP 88015, 106 pp.

– 1985: Eclogites of the Seve Nappe, Central Scandinavian Caledonides. In Gee, D.G. and Sturt, B.A. (eds.): The Caledonide Orogen – Scandinavia and Related Areas. – J. Wiley & Sons, Chichester, 873–886.

– 1989: High-pressure ultramafic rocks from the Allochthonous Nappes of the Swedish Caledonides. In Gayer, R.A. (ed.): The Caledonide Geology of Scandinavia. – Graham and Trotman, 205–219.

Van Roermund, H.L.M. and Bakker, E., 1984: Structure and metamorphism of the Tången-Inviken area, Seve Nappe, Central Scandinavian Caledonides. – GFF 105, 301–319.

Williams, I.S. and Claesson, S., 1987: Isotopic evidence for the Precambrian provenance and Caledonian metamorphism of high-grade paragneisses from the Seve Nappes, Scandinavian Caledonides. II. Ion microprobe zircon. U-Th-Pb. – Contrib. Mineral. Petrol. 97, 205–217.

Winter, W.A., 1974: Geologie van het Uredåke-fjället, Jämtland, Zveden. – Scriptie 1e bijvak. Internal report, Univ. Leiden. SGU BRAP 88019, 53 pp.

Zachrisson, E., 1969: Caledonian geology of northern Jämtland – southern Västerbotten. – SGU C 644, 33 pp.

– 1973: The westerly extension of Seve rocks within the Seve-Köll Nappe Complex in the Scandinavian Caledonides. – GFF 95, 243–251.

– 1986: Scandinavian Caledonides. Stratabound sulphide deposits. Map 1:1.5 M scale. – SGU Ba 42.