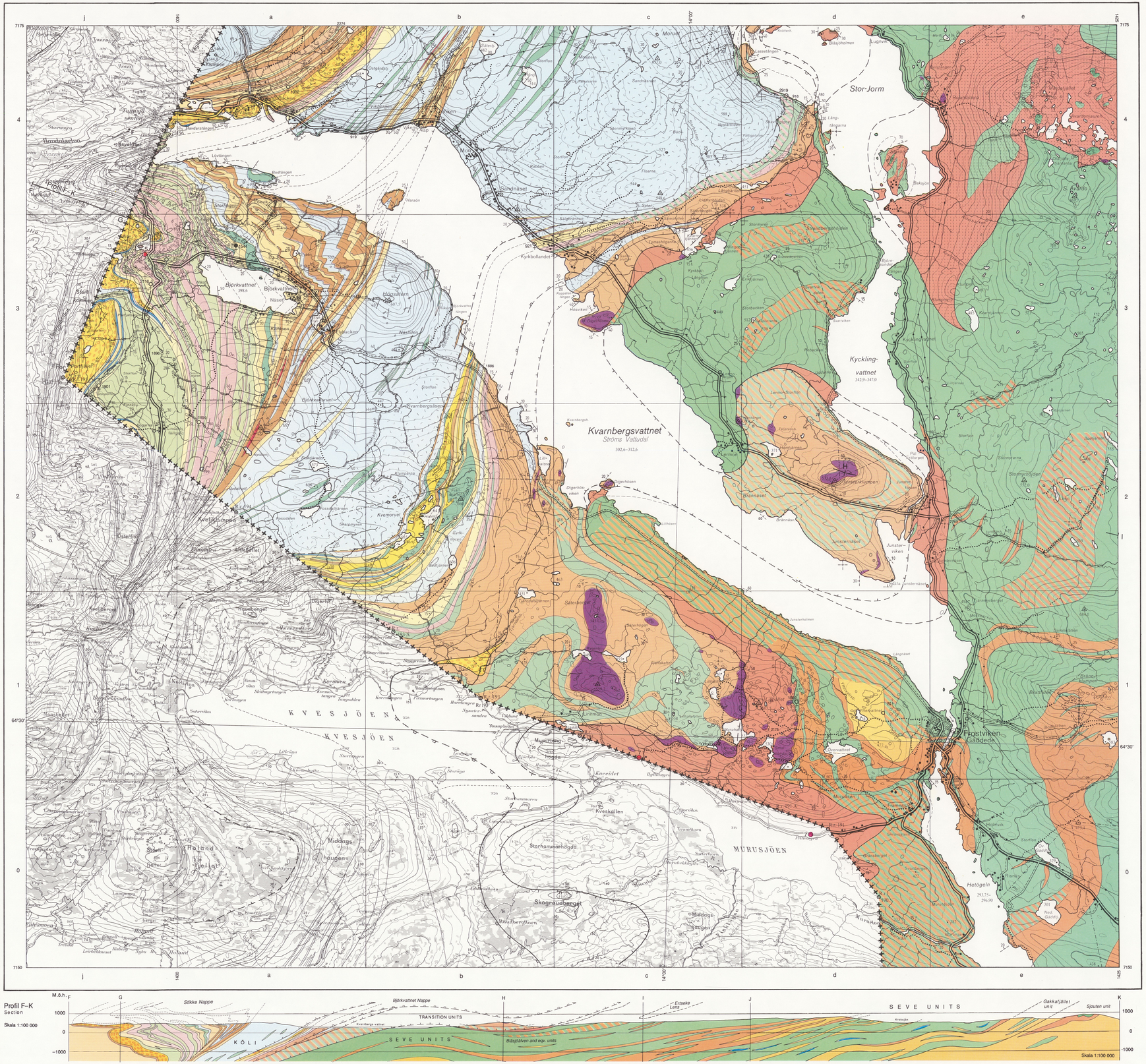
SGU Ser. Ai nr 43

BERGGRUNDSKARTAN

22 E FROSTVIKEN SV – 22 D PORTFJÄLLET SO

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING



KÖLIBERGARTER / *KÖLI ROCKS*

- Trondhjemit / Q = större lins av hydrotermalkvarts — *Trondhjemite / Q = hydrothermal quartz lens*
- Metagabbro (grönsten, amfibolit) — *Metagabbro (greenstone, amphibolite)*
- Ultramafiska bergarter (peridotit, serpentinit, täljsten) — *Ultramafic rocks (peridotite, serpentinite, soapstone)*
- Kvartskeratofyr, inkl. subvulkaniska intrusioner / kärvskiffrig — *Quartz keratophyre, incl. subvolcanic intrusions / Garbenschiefer*
- Grönskiffer, grönsten / agglomeratisk — *Greenschist, greenstone / agglomeratic*
- Amfibolit / kalkig, fragmentförande, kloritrik bergart — *Amphibolite / calcareous, fragment-bearing, chlorite-rich lithology*
- Tuffit / kärvskiffrig — *Tuffite / Garbenschiefer*
- Växellagring mellan kvartskeratofyr, grönskiffer och/eller tuffit — *Alternating quartz keratophyre, greenschist and/or tuffite*
- Kalksten eller marmor, i allmänhet kalcitisk — *Limestone or marble, generally calcitic*
- Kvartsit / kvartsitkonglomerat — *Quartzite / quartzite conglomerate*
- Gråvacka — *Metagreywacke*
- Kalkfyllit (Blåsjöfyllit, Brakkfjällsfyllit) / kärvskiffrig — *Calcareous phyllite / Garbenschiefer*
- Grafitfyllit — *Graphitic phyllite*
- Grå fyllit / kärvskiffrig / konglomeratisk — *Grey phyllite / Garbenschiefer / conglomerate*
- 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, kärvskiffrig — *Calcareous mica schist, Garbenschiefer*
- Grafitfyllit eller grafitskiffer — *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 (dunit, peridotit, serpentinit, täljsten) / d:o Ertseke-linsen — *Ultramafic rocks (dunite, peridotite, serpentinite, soapstone) / do. Ertseke Lens*
- Eklogit och retro-eklogit / d:o Avardo-enheten — *Eclogite and retro-eclogite / do. Avardo unit*
- Amfibolit, granatamfibolit, inkl. diabas, ofta fältspatströkornförande; mindre inslag av gnejs eller glimmerskiffer / d:o Ertseke-linsen — *Amphibolite, garnet amphibolite, incl. dolerite, often with feldspar phenocrysts; minor intercalations of gneiss or mica schist / do. Ertseke Lens*
- Marmor, i allmänhet kalcitisk, kalksilikatbergarter — *Marble, generally calcitic, calc-silicate rocks*
- Grafitskiffer — *Graphitic schist*
- Gnejs, högmetamorf (kyanit-sillimanit-kalifältspat) / d:o Avardo-enheten — *High-grade gneiss (kyanite-sillimanite-K-feldspar) / do. Avardo unit*
- Glimmerskiffer, gnejs, i allmänhet granat-biotit-muskovit(-fengit)-förande; mindre inslag av amfibolit — *Mica schist, gneiss, generally garnet-biotite-muscovite(-phengite)-bearing; minor intercalations of amphibolite*
- Kvartsit, fältspatkvartsit, meta-arkos, kvartsitisk gnejs / d:o 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; ofärgad ring i reglerad sjö = tillfällig blottning — *Observed outcrop; uncoloured symbol in lake = occasional exposure at low-water level*
- Förskiftring med gradtal för stupning — *Foliation, schistosity, dip in degrees*
- Lagring med gradtal för stupning — *Bedding, compositional layering, dip in degrees*
- Förkastning, ospecificerad rörelsezon — *Fault, undifferentiated*
- Mindre överskjutning — *Minor low-angle thrust*
- Överskjutning mellan huvudenheter — *Low-angle thrust separating major units*
- Överskjutning vid basen av Köli skollkomplexet — *Low-angle thrust at the base of the Köli 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 — *Chromium deposit (chromite); no. acc. to SGU mineral deposit register*
- Sulfidmalmsförekomst; numrering enl. ovan — *Sulphide deposit; number as above*
- Kismineralisering, större / mindre; numrering enl. ovan — *Sulphide mineralization, major / minor; number as above*
- Stenbrott, mineralförekomst, numrering enl. ovan — *Quarry, mineral deposit; number as above*
- Höjdkurvor, 20 m ekvidistans — *Contour lines, interval 20 metres*

Skala 1:50 000

0 1 2 3 4 5 km

KORTFATTAD BESKRIVNING

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

INLEDNING

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. Iapetus, det hav som utbildats i senprekambrisk tid mellan Europa och Nordamerika (-Grönland) och som eventuellt hade ungefär samma bredd som den nuvarande Atlanten, började då pressas ihop. Havsbottenskorpan pressades ner i subduktionszoner med samtidig utbildning av öbågar, både på den västra (amerikanska) och östliga (europeiska) sidan. Genom storstilade överskjutningar kom omfattande bergartskomplex att skjutas upp över den baltoskandiska urbergsskölden. Sådana enheter benämnes skoller och har transporterats flera hundratals kilometer åt öster eller sydost.

TEKTONISK INDELNING

Fjällberggrunden består i regel av en understa, tunn zon av rotfasta (autoktona) bergarter men i huvudsak av tektoniskt överskjutna (alloktona) enheter. Dessa kan indelas i den undre, mellersta, övre och översta skollberggrunden. Hela det nu aktuella området är beläget inom den övre skollberggrunden, som också benämnes Seve-Köli-skollan. Detta skollkomplex består av ett antal olika enheter men i många fall, i synnerhet inom Sevebergrunden, 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 ÅLDER

Utifrån tillgängliga data, jämförelser med andra områden och olika geologiska bedömningar kan man uppskatta bergarternas åldrar. Seven utgöres troligen av senprekambriska sediment med inslag av basiska magmabergarter som trängde upp vid lapetus-havets öppning. Radiometriska dateringar antyder att proterozoiska (urbergs-)bergarter från underlaget kan ingå. Köllibergarterna är med största sannolikhet underpaleozoiska, d.v.s. 600-400 miljoner år gamla (kambrium-ordovicium-silur). Välbevarade fossil saknas visserligen inom kartområdet, men en kalkstenshorisont i Havdalselva, Norge (22D, 4j), innehåller rikligt med crinoidé-(sjölilje-)fragment samt rester av obestämbara echinodermer (tagghudingar). Radiometriska åldersdateringar med U/Pb-metoden (utseparerade zirkoner) har utförts på subvulkaniska och intrusiva bergarter i Köli och givit åldrar på 468, 476 och 440 miljoner år för de tre undersökta bergartsleden. De två senare ingår i Sikkke-skollan och ger stöd för tolkningen att lagerföljden i denna skolla är inverterad (de yngre bergarterna ligger underst).

METAMORFOS

I samband med bergskedjeveckningen pressades bergarterna ned till relativt stora djup. Ökat tryck och förhöjd temperatur ledde till att de ursprungliga såväl sedimentära som vulkaniska bergarterna omvandlades genom den process som kallas metamorfos (omvandling). Sevebergarterna uppvisar i regel högre metamorfos än Köllibergrunden och föreligger i regel i amfibolitfacies. Mineralsammansättningen hos vissa bergarter (eklogiter) antyder att de utsatts för mycket höga tryck och temperaturer (14–18 kbar och 550-780°C) och varit nedpressade till mer än 50 km djup i jordskorpan. Köllibergarterna 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:

Glimmerskiffrar och gnejser uppstår en stor del av Seveområdena. Från början har de utgjorts av sandiga och lerhaltiga sediment, vilket lett till att den nuvarande mineralogin domineras av kvarts, något fältspat, glimrar (biotit och muskovit) samt granat. De mera högmetamorfa gnejserna uppvisar nybildad kalifältspat (mikroklin) samt indexmineralen kyanit och sillimanit.

Amfibolit är den dominerande bergarten inom stora delar av Frostvikenbladen. Sannolikt representerar amfiboliten basiska intrusioner och/eller vulkaniter. Ursprunglig pyroxen har ersatts av hornblände (amfibol), vilken gor bergarten dess bandade gröna utseende. Även andra mineral har omkristalliserat eller nybildats. Innehåll av epidot eller granat indikerar lägre resp. högre metamorfosgrad. Eklogit eller retro-eklogit (omvandlad, delvis nedbruten eklogit) uppträder i mindre kroppar. Högtrycksmineralogin i dessa bergarter domineras av pyroxen (omfacit) och Mg-rik granat (pyrop).

Fylliter är benämningen på de ursprungligen sedimentära bergartsled som dominerar Köllibergrunden. Beroende på om utgångsmaterialet varit ett sandigt, lerigt eller kalkigt sediment eller haft en alunskifferartad sammansättning benämnes de kvartsfyllit, grå fyllit, kalkfyllit, resp. grafitfyllit. Domineranде mineral förutom kvarts är oftast ljus glimmer (sericit, muskovit) och klorit. Dessa mineral kallas också fyllosilikat (därav namnet fyllit) och ger bergarten ett sidenglänsande utseende. I den undre delen av Köli, där metamorfosgraden ökar något, börjar biotit, granat och hornblände uppträda. Fyllitерna övergår därvid successivt till glimmerskiffrar eller, med ökande kalkhalt, till kärvskiffrar med utbildning av rosettformade hornbländeaggregat.

Grönskiffrar och kvartskeratofyrer är benämningar på de mafiska resp. felsiska metavulkaniska bergarterna i Köli. De förra domineras av Na-rik plagioklas (albit), Al-fattig hornblände (aktinolit) och klorit, medan de felsiska leden huvudsakligen består av kvarts och albit, i vissa lager även med strökorn av dessa båda mineral i en finkornigare mellanmassa. Både de felsiska men framför allt de mafiska leden är ibland boll- eller fragmentförande vilket antyder att de från början varit grövre vulkaniska (pyroklastiska) eller vulkanoklastiska produkter.

Intrusiva bergarter uppträder både i Seve- och Köliområdena. De kan indelas i ultramafiska, mafiska och felsiska (sura), men är alla mer eller mindre omvandlade (meta-). De förra innefattar duniter (oliviндominerade), peridotiter (olivin och pyroxen), serpentiniter (serpentin) och täljstenar (talkdominerade). De är i regel rödaktiga p.g.a. järnoxider och speciella lavar och kallas i folkmun ofta "rödberg". Gabbroida intrusioner torde ingå i Sevens amfibolitер men är klarast urskiljbara inom Köli, där de utgör ett karakteristiskt inslag i Sikkeskollans Blåsjöfyllit. Inom Köli uppträder dessutom smärre linser av felsiska intrusivbergarter (trondhjemit, "albitgranit").

(Fortsättning på kartans baksida.)

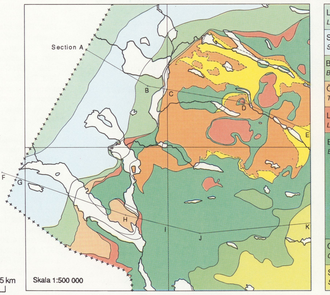
MALM- OCH MINERALFÖREKOMSTER / *ORE AND MINERAL DEPOSITS*

Nummer / *Number*	Namn / *Name*	Läge / *Location*	Halter* S%	Cu%	*Sulphur and metal contents** Zn%	Pb%	Au ppm	Ag ppm
OREC	Kisförekomster/ *Sulphide deposits*							
434	Jorpatjuolt	22E, 9d	29,2	0,14	2,37	0,07	0,1	10
783	Ankarvattnet	23E, 0f	18,4	0,45	5,48	0,37	0,2	17
921	Kyrkbollandet	22E, 3b	6,4	0,19	1,11	0,47	0,1	15
1544	Björkvattnet	22E, 3a	21,9	0,73	0,40	0,05	0,17	4
1889	Lilljfället	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	Portfjället	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	< 5
2013	Tången	22E, 6e	3,8	0,05	1,71	4,13	0,1	43
2116	Hålbäcksgruvan	22D, 3j	4,3	1,02	0,02	0,01	–	7
2117	Björkvattnet W	22D, 3j	31,9	0,01	0,02	0,01	–	< 5
2150	Jormlien	22E, 6c	11,0	0,40	4,75	–	0,1	9
2900	Snekenjaike	22E, 6h	16,6	14,0	0,2	<0,01	3,4	30
2919	Småvattsbränna	22E, 4d	26,1	0,05	12,08	0,13	–	5
OREC	Oxidförekomster/ *Oxide deposits*							
2954	Röfjällsgruvan	22E, 7f	Cr (kromit)/ *Chromite*					
2955	Lejargruvan	22E, 8h	Cr (kromit)/ *Chromite*					
ORED	Industrimineralförekomster/ *Industrial minerals*							
4176	Tangen	22E, 6f						
4177	Glimmergruvan	22E, 4g						
4178	Väktarklumpen	22E, 5f	Glimmer/ *White mica*					
4179	Väktarmonn	22E, 4f						
4180	Avardo	22E, 4f						

* Enstaka stuff, medelvärde av 2–5 malmprover eller utförd malmberäkning

* *Single analysis, mean of 2–5 ore samples or based on completed drilling programme*

STRUKTURELLA ENHETER / *STRUCTURAL UNITS*



- Leipikvattnet-skollan / *Leipikvattnet Nappe* — Köli Middle
- Stikke-skollan / *Stikke Nappe* — Köli Lower
- Björkvattnet-skollan / *Björkvattnet Nappe* — Köli Lower
- Övergångsenheter / *Transition units* — Köli Transition
- Lilljfället-gnejsen / *Lilljfället Gneiss* — Seve
- Blåsjöälven och motsv. enheter / *Blåsjöälven and eqv. units* — Seve
- *Gipsen*
- *Grutenvalle*
- *Tjokkola*
- Avardo unit / Avardo-enheten — Seve Ertseke Lens
- Lejaren-enheten / Lejaren unit — Seve
- *Sipmesjaure*
- *Sipmik-Väktaren*
- *Blåsjaure*
- *Jermesjaure*
- Gakkafjället-enheten / *Gakkafjället unit* — Seve
- Sjouten-enheten / *Sjouten unit* — Seve

KÖLI NAPPES — SEVE UNITS

Sammanställningen av de geologiska kartbladen (22D-)22E Frostviken samt design- och layoutarbeten har utförts av Ebbe Zachrisson, 1989-1990. Tomas Sjöstrand genomförde redan 1978–1980 en grundläggande utvärdering och hopkrining av ett omfattande karteringsmaterial från bl.a. E. Bakker, H. Berg, C. Biermann, M.S.L. Cohen, G. Juve, M.A. Kardoes, G. Kautsky, I. van der Molen, G. Nilsson, J. Remane, A. Reymer, H. van Roermund, G. Spoor, T. Sjöstrand, 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/Utrecht), åren 1970–1984. Boliden Mineral AB har bidragit med uppgifter beträffande Jormlienmalmen. Den geologiska korrelationen med angränsande delar av Norge bygger på NGU:s preliminära berggrunnskart 1:50 000 (kartbladen 1923 I, 1988; 1924, I-IV, 1986–1988).

Referens till kartorna: Zachrisson, E. och Sjöstrand, T., 1990: Berggrundskartorna (22D-)22E Frostviken, 1:50.000. - SGU Ai 41-44.

SGU Ser. Ai nr 43

BERGGRUNDSKARTAN

22 E FROSTVIKEN SV – 22 D PORTFJÄLLET SO

Topografiskt underlag enligt avtal med Lantmäteriverket. Geografiska längden är räknad från Greenwich. Gauss' projektion.
Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning, Lantmäteriverket 1990-05-17.

Printed in Sweden by OffsetCenter AB, Uppsala 1990.

GEOFYSIK

Regionala flygmätningar saknas, men omfattande elektromagnetiska markmätningar (slingram) har utförts över delar av Kölibergsgrunden. Mätningar finns från strax söder om Silesjaure till norra kartbladsgränsen för 22E NV, över ett område kring Björkvattnet (22E, 3–4a) samt över prospekteringsobjekten Lilfjället, Småvattsbränna (St. Jormsjön) och Kvarntjärnen (5–6d). Mätningarna lämnar i regel värdefull geologisk information, eftersom den ökade ledningsförmågan hos de grafitiska fylliterna och skiffrarna ger upphov till uthålliga anomalier.

MALMER OCH INDUSTRIELLA MINERAL

Ur malmgeologisk synpunkt har de lagerformigt uppträdande (stratabundna) *kismalmerna* tilldragit sig det största intresset alltsedan de första upptäckterna gjordes i början av 1900-talet. De klassas numera som exhalativt sedimentära, d.v.s. avsatta i samband med vulkanisk verksamhet genom lösningar som utfällts på havsbottnen eller i de närmast underliggande ännu ej konsoliderade bergarterna. Malmerna domineras i regel av kompaktartad svavelkis med varierande halter av zink, koppar och (i regel obetydligt) bly samt visst innehåll av silver och guld (se tabell på kartans framsida). Impregnations artade mineraliseringar förekommer också.

Ankarvattnetmalmen har undersökts av SGU (31 st borrhål) och beräknas innehålla 753 000 ton malm med halter enl. tabell. **Jormlienmalmen** ägs f.n. av Boliden Mineral AB. 103 borrhål har slagits och tonnaget uppskattas till 612 000 ton (halter, se tabell). Björkvattnetmalmen har upphorrats av SGU (30 st borrhål). Totala tonnaget uppgår till endast 132.000 ton med relativt låga metallhalter (se tabell). **Jorpatjuolt** (Ola Andersgruvan) har likaledes undersökts av SGU (5 st borrhål) men är obetydlig liksom övriga kismalmsanledningar som finns listade i tabellen eller inlagda på kartorna.

Några partier av de ultramafiska kroppar na har utmålslagts på grund av förhöjda halter av *krom* (i mineralet kromit), och förutsättningarna för *nickel(-kobolt)*-utvinning har undersökts, framför allt under 1970-talet. Ingendera av metallerna är dock med nuvarande förutsättningar ekonomiskt utvinningsbar, ej heller mineralen *magnesit* eller *talk*.

Glimmer, främst för användning inom den elektriska industrien, bröts under avspärrningsåren 1941–1945 i ett flertal små fyndigheter, 15–25 km NNE om Gäddede. Förekomsterna utgöres delvis av pegmatitgångar, delvis av lagerformade kroppar och linser av grovbladig glimmer i glimmerskiffer. Det ungefärliga 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 *Köli* 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 Köli rocks have been subdivided into three major tectonic units, the Lower, Middle and Upper Köli (Stephens 1980): The Lower Köli is interpreted to represent ensimatic arc-basin complexes that probably developed closer to the 'European side' of the Iapetus, whereas the Middle and Upper Köli nappes represent more exotic ensimatic arc-basin sequences which probably developed along the Laurentian ('American') side of Iapetus (Stephens and Gee 1985, Stephens 1988). All the Seve and Köli 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 lowermost complex of the map area. It is dominated by quartzite and feldspathic metasandstones and contains the Tjeliken 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 Fiskåfjället 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 Ertseke Lens (see below, and tectonic inset map) on all sides. Structurally underlying are the Jemesjaure 'Formation' (Van Roermund 1976), the Blerik 'Eenheid' (Biermann 1977), the Sipmesjaure Amphibolite (Sjöstrand 1978) and the Sipmik-Väktaren 'Formation' (Kardoes 1978); overlying are the Gipper Amphibolite (Winter 1974) and the Grutonvalle (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 **Ertseke 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 **Lejaren unit** including the Lejaren 'Formation' (Sjöstrand 1978), the Kröneke Quartzite (Winter 1974) and the Rieksvarto '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 780±50°C (Van Roermund 1985). Isotopic data from rocks of the Lejaren and Avardo units indicate 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).

ISOTOPIC AGES

No.	Location (sample)	Square	Method	Age (Ma) Metamorphism/ cooling	Intrusion	Provenance	Reference
1	L. Blåsjön	7e	Rb/Sr, K/Ar bi, mu, kfsp	418–438			Reymer 1979
2	Ankarede (suite 1)	6e–f	Rb/Sr w.r. (errorchrone)	(1140±325)			Reymer et al. 1980
3	Ankarede (suite 2)	7–8, f–g	Rb/Sr w.r. (errorchrone)	(930±110)			Reymer et al. 1980
4	Brattåsruet (81014)	7e	U/Pb zircon		488±5		Claesson et al. 1983
5	Björkvattnet (83047)	3j	U/Pb zircon		476±1 (min.)		Claesson et al. 1987
6	Viken (83048)	5b	U/Pb zircon		440±2		Claesson et al. 1987
7	Murusjaen (81011–12) (81011)	0d–1c	U/Pb zircon (convent.) Sm–Nd (T_{CHUR}, T_{DM})	423±26		1512±36 1430, 1780	Claesson 1987
8	St. Blåsjön (81013)	6e	U/Pb zircon (convent.) Sm–Nd (T_{CHUR}, T_{DM})	369±38		1449±47 1570, 1910	Claesson 1987
		6e	U/Pb zircon (ion probe)	423±5		1000–1700	Williams and Claesson 1987
9	Gäddede-Blåsjön (Seve) (Köli)	1–7, b–e	Ar/Ar hbl bi, mu hbl bi, mu	460–470 430±5 430±5 ~417			Dallmeyer and Gee 1988
10	Blomhöjden	3i	Sm–Nd		666±22		E. W. Mearns (pers. comm. 1989)

The **Lilfjället Gneiss** was defined by Sjöstrand (1978) in the area south of Kvarnbergsvattnet 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 (without eclogites or retro-eclogites), partly migmatitic with only subordinate amphibolite intercalations. Radiometric dating north of Murusjaen (Claesson 1987) has indicated a Caledonian metamorphism at 423±26 Ma and a Precambrian provenance (1512±36 Ma). The Lilfjället Gneiss also occurs as outliers ('Klippen') on top of the Ertseke 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 Lilfjället 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 consequence, the eclogite-bearing Ertseke 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 Köli rocks. Without detailed microscopical investigations it is often difficult to decide in the field whether the rocks represent the lower prograde part of the Köli, 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 Lilfjället Gneiss (Central Belt Seve) indicates that they might be correlated with the Svartsjöbäcken Schists (Trouw 1973) further north.

Köli units

The greenschist facies metamorphic rocks of the Upper Allochthon are referred to as Köli. 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 Köli and Middle Köli rocks are present within the area.

Lower Köli 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 Björkvattnet-Virisen (Kulling 1933); the term Björkvattnet Nappe has been applied as a regional name for this tectonic unit from Björkvattnet-Virisen 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 (Arenig?), which is consistent with the inferred stratigraphical age. The quartzite/marble horizon above the volcanic rocks has been correlated with the Voijta/Slåstal Formation of Ashgillian age in the type area.

In the map area, the tectonic contact at the top of the Björkvattnet Nappe has been demonstrated only between the lakes Ankarvattnet 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 Köli is represented by two different tectonic units in the present area. The **Stikke Nappe** derives its name from the Stekenjokk area (Stephens 1982) where the felsic-dominated Stekenjokk Quartz-Keratophyre forms a prominent formation. This unit can be followed continuously into and through the 22D-E map sheets, where, south of western Kvarnbergsvattnet, it has been named the Skogsbäcken 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 volcanites (Remdalen 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 Skogsbäcken 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 Köli **Leipikvattnet Nappe** (Zachrisson 1969). The thrust at its base is geologically significant around lake Leipikvattnet. 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 Leipikvattnet area are polymict conglomerates, coarse fragment-bearing metagreywackes and the Bjurälv 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. – Scriptie 2e 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, Köli Nappes, Swedish Caledonides. – GFF 105, 9–15.

Claesson, S., Stephens, M.B. and Klingspor, I., 1988: U-Pb zircon dating of felsic intrusions, Middle Köli 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 Köli Nappes of the Gäddede 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, 233–300.

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 769, 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-Blomhöjden area, Caledonides of W. Jämtland, Sweden. – Unpubl. map, 1:50 000. Univ. Leiden.

Kulling, O., 1933: Bergbyggnaden inom Björkvattnet-Virisen-området i Västerbottensfjällens centrala del. – GFF 55, 167–22.

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

Molen, I. van der, 1975: De geologie van het Ankarede-Selkentjakk 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 determinaitons. – Unpubl. thesis, Univ. Leiden, 123 pp.

Reymer, A.P.S., Boelrijk, 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 Ankarvattnet, Swedish Caledonides. – Lithos 19, 141–152.

Sillanpää, J., Annersten, H. and Sundblad, K., 1987: A garnet-hornblende zone in a calcareous phyllite from Ankarvattnet area, central Swedish Caledonides. – Univ. Uppsala, Dept. Mineral. Petrol., Res. Rep. 42, 22 pp.

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

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

Stephens, M.B., 1980: Occurrence, nature and tectonic significance of volcanic and high-level intrusive rocks 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 Stekenjokk 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 Ankarvattnet Zn-Cu-Pb massive sulphide deposit, central Swedish Caledonides. – Norges Geologiske Undersökelse 360, 211–227.

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

Sundius, N., 1952: Kvarts, 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: Veldwerkverslag 1976, Fiskåfjället. – Internal report, Univ. Leiden. SGU BRAP 88014, 20 pp.

– 1977: De geologie van het Ertseke-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 Tängen-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 Uredakke-fjället, Jämtland, Zweden. – 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-Köli 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.