

Reino Kesola

Näätämön kartta-alueen kallioperä

Summary: Pre-Quaternary rocks of the Näätämö
map-sheet area

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS
GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

ESPOO 1995



SUOMEN GEOLOGINEN KARTTA — GEOLOGICAL MAP OF FINLAND
1 : 100 000

Kallioperäkarttojen selitykset,
Lehti 3934+4912+4914
Explanation to the maps of Pre-Quaternary rocks,
Sheet 3934+4912+4914

Reino Kesola

NÄÄTÄMÖN KARTTA-ALUEEN KALLIOPERÄ

Summary: Pre-Quaternary rocks of the Näätämö map-sheet area

Geologian tutkimuskeskus — Geological Survey of Finland

Espoo 1995

Kesola, R., 1995. Näätämön kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Näätämö map-sheet area. *Geological map of Finland 1 : 100 000. Explanation to the map of Pre-Quaternary rocks, sheet 3934+4912+4914 Näätämö.* 88 pages, 34 figures and 14 tables.

The Näätämö map-sheet area is situated in the northernmost Lapland area. The bedrock of the Näätämö map-sheet area can be divided into two major stratigraphic units. The older unit consists of Archaean basement gneiss complexes: the Garsjøen, Suorre-Tievja, and Moresveijohka complexes. The younger unit comprises metavolcanic rocks and gneisses of the Opukasjärvi Group which overlies the basement gneiss complexes.

The basement gneiss complexes consist of banded gneisses and cross-cutting granitic or granodioritic veins. The basement gneiss complex has been strongly migmatized. In addition to the migmatite-dominated area, there is an area the main lithologies of which are mica gneiss, quartzofeldspathic gneiss, amphibolite, and hornblende gneiss. The gneisses are cut by diabases and pegmatites. The Opukasjärvi Group consists of cycles of volcanic and epiclastic material. The lower, Kistapelveuobmi and Laavvuvaara Formations, are characterised by volcanic rocks. The volcanic and sedimentary rocks of the middle, Silisvarri Formation alternate both laterally and vertically. The uppermost Silisjoki Formation consists of paragneisses. The formation's age has not been determined. K-Ar determinations have given ages of metamorphism 1811- 1695 Ma. Mafic metavolcanic rocks are banded or massive basalts and andesites. Volcanic structures are rare. The amygdaloidal rocks occur in the northern part of the group. Rare volcanic structures are agglomerate and volcanic breccia. Metasedimentary rocks are mica gneiss, quartz feldspar gneiss, felsic tuffite, black schist, and quartzite.

Granitic areas with different characteristics are seen within of the Garsjøen complex. The largest single granite massif, which sharply cuts the surrounding gneisses, is located on the western and northern sides of the Näätämö village (Pirivarri granite; 2604 Ma). A small tonalite pluton occurs on the northern side of the Silisvarri hill. The Luossajavri gabbro pluton (1931 Ma) occurs in the northern part of the area, and is invaded by the Tšuomasvarri ultramafic layered intrusion. Small ultramafic lenses and dyke-like bodies occur, too.

The paper is in Finnish, with figure and table captions and a summary in English.

Key words (GeoRef Thesaurus, AGI): areal geology, explanatory text, bedrock, Proterozoic, Archaean, Utsjoki, Inari, Lapland, Finland.

Reino Kesola
Geological Survey of Finland
P.O. Box 1237
SF-70211 Kuopio, Finland

ISBN 951-690-592-7

Vammalan Kirjapaino Oy 1995

Kesola, R., 1995. Näätämön kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Näätämö map-sheet area. *Suomen geologinen kartta 1 : 100 000. Kallioperäkarttojen selitykset, lehti 3934+4912+4914 Näätämö.* 88 sivua, 34 kuvaa ja 14 taulukkoa.

Näätämön karttalehtialueen kallioperä on jaettu kahteen stratigrafiseen pääyksikköön. Vanhimpana yksikkönä ovat arkeiset pohjagneissikompleksit. Pohjagneissikomplekseista käytetään Garsjøenin, Suorre - Tievjan ja Moresveijohkan kompleksinimitystä. Pohjagneissikompleksien päällä ovat Opukasjärven ryhmän metavulkaniitit ja gneissit.

Pohjagneissikompleksien kivilajit ovat harmaita ja raitaisia gneissejä, joita leikkaavat graniittiset ja granodioriittiset suonet. Pohjagneissialueen kivet ovat voimakkaasti migmatiittituneet. Pohjagneissikompleksissa on kuitenkin alueita, joilla kiille- ja kvartsimaasälpägneissit ja metavulkaniitit ovat säilyneet migmatiittituumisen vaikutukselta. Gneissejä leikkaavat diabaasit ja pegmatiittit.

Opukasjärven ryhmälle on tyypillistä useiden vulkaanis-sedimenttisten syklien sarja. Opukasjärven ryhmän alimmat, Kistapelvuobmin ja Laavvuvaaran muodostuman kivet on pääasiassa metavulkaniitteja. Keskimmaiselle, Silisvarrin muodostumalle on tyypillistä vulkaanisten ja sedimenttisyntyisten kiven vuorottelu sekä stratigrafisessa vaaka- että pystyleikkauksessa. Ryhmän ylin muodostuma on Silisjoen muodostuma, jonka kivilajit ovat metasedimenttejä. Muodostumille ei ole saatu ikää. Ainoastaan erään metamorfoosivaiheen iäksi K-Ar-menetelmällä on saatu 1811 - 1695 Ma.

Mafiset metavulkaniitit ovat pääasiassa raitaisia tai massiivisia metabasaltteja ja andesiitteja. Vulkaanisia rakenteita on vähän. Manteleita on ryhmän pohjoisimmissa vulkaniiteissa. Agglomeraatti ja vulkaaninen breksia ovat harvinaisia. Sedimenttisyntyiset kivet ovat pääasiassa kiillegneissia, kvartsimaasälpägneissia, felsistä tuffiittia, mustaliusketta ja kvartsiittia.

Graniitit ovat Garsjøenin pohjagneissikompleksin alueella. Suurin plutoni, joka leikkaa ympäröiviä gneissejä, on Pirivaaran graniitti (2604 Ma). Luossavarrin gabro (1931 Ma) on kartta-alueen pohjoisosassa. Edellä mainittua gabroa, jossa on myös dioriittisiä osia, lävistää Tšuumasvarrin ultramafinen kerrosintruusio. Kartta-alueella on myös pieniä ultramafisia pahkuja ja juonia. Silisvarrilla on pieni tonaliitti-intruusio.

Teksti on suomenkielinen. Kuvien, taulukoiden ja tiivistelmien teksti on myös englanniksi.

*Reino Kesola
Geologian tutkimuskeskus
Väli-Suomen aluetoimisto
PL 1237
70211 Kuopio*

SISÄLTÖ — CONTENTS

Alue ja tutkimusvaiheet	7
Pinnanmuodot	7
Maastotyöt ja tutkimusvaiheet	9
Aikaisemmat tutkimukset	11
Kallioperän yleispiirteet	11
Stratigrafia	13
Pohjagneissikompleksit	14
Garsjøenin kompleksi	16
Suorre-Tievjan kompleksi	17
Moresvejohkan kompleksi	20
Opukasjärven ryhmä	21
Kistapelvuobmin muodostuma	22
Laavvuvaaran muodostuma	23
Silisvarrin muodostuma	23
Silisjoen muodostuma	24
Kivilajit	25
Pohjagneissikompleksien kivilajit	25
Garsjøenin kompleksin kivilajit	25
Raitaiset gneissit	25
Kiillegneissit	27
Kvartsimaasälpagneissit	29
Mafiset metavulkaniitit ja sarvivälkegneissit	29
Graniitit	30
Suorre - Tievjan gneissikompleksin kivilajit	33
Moresvejohkan gneissikompleksin kivilajit	33
Opukasjärven ryhmän kivilajit	34
Mafiset metavulkaniitit	34
Ultramafinen liuske	40
Felsiset metavulkaniitit	40
Karret	46
Kvartsiitit ja sertit	47
Mustaliuske	48

Kiille- ja kvartsimaasälpagneissit	48
Granaatti-stauroliittikiillegneissi	50
Proterotsooiset intrusiivikivet	55
Luossajavrin pyrokseenisarvivälkegabbro ja hypersteenidioriitti	56
Ultramafiset syväkivet	58
Silisvarrin tonaliitti	62
Juonet	64
Diabaasijuonet	64
Graniittijuonet	64
Pegmatiittijuonet	65
Luossavarrin ultramafinen juoni	67
Metamorfoosi ja tektoniikka	68
Taloudellisia aiheita	72
Geologisia tutustumiskohteita	73
Summary: Pre-Quaternary rocks of Näämön map sheet area	75
Introduction	75
Stratigraphy	75
Basement gneiss complex	76
The Opukasjärvi Group	76
The Kistapelvuobmi Formation	78
The Laavvuvaara Formation	79
The Silisvarri Formation	79
The Silisjoki Formation	80
Proterozoic Intrusive Rocks	80
Luossajavri gabbro and hypersthene diorite	80
Silisvarri tonalite	81
Dykes	81
Diabase dykes	81
Granite dykes	82
Pegmatite dykes	82
Metamorphic and tectonic features	82
Economic geology	84
Representative localities	85
Kirjallisuutta — Literature	87

ALUE JA TUTKIMUSVAIHEET

Pinnanmuodot

Näätämön (3934+4912+4914) karttalehtialue on Lapissa aivan Suomen pohjoisimmassa osassa Sevettijärven ja Pulmankijärven välisellä alueella. Inarin ja Utsjoen kunnan raja on kartta-alueen keskellä. Karttoitusalueen itäraja yhtyy Suomen ja Norjan väliseen rajaan. Varangerin vuono on noin 40 kilometrin päässä. Alueen eteläosassa virtaa Näätämöjoki. Karttalehtialueen luoteisosasta Pulmankijärveltä on maanteitse matkaa Rovaniemelle noin 500 kilometriä.

Maaston pinnanmuodoille ovat luonteenomaisia loivasti kumpuilevat tunturit, mäenselänteet sekä pitkät jokilaaksot. Korkeimmat tunturit ovat pyöreälakisia ja pinta-alaltaan useita neliökilometrejä. Karttoitusalueen korkein kohta on Tšuumasvarrin tunturin laella (435 metriä merenpinnasta). Matalimmat alueet ovat Pulmankijoen laaksossa (n. 40 m mpy) ja Näätämöjoen laaksossa (n. 90 mpy). Suurin osa alueesta on välillä 150 ja 250 metriä merenpinnan yläpuolella. Maisemalle luonteenomaisia ovat runsaslukuiset järvet, pienet lammikot, suot ja purot (kuva 1).

Karttoitusalue on puurajan pohjoispuolella. Vain muutamia yksittäisiä mäntyjä on alueen eteläosissa ja Pulmankijoen laaksossa. Yleisimpiä kasveja ovat variksenmarja, suopursu ja tunturi- ja vaivaiskoivut. Kasvillisuuden rehevyyteen vaikuttaa maaperän ja kallioperän koostumus. Tunturikoivua on usein suojaisissa notkelmissa ja niillä alueilla, joilla maaperässä on runsaasti emäksisistä kivistä lähtenyttä magnesium- ja kalsiumpitoista kiviainesta. Tšuumasvarrin ultramafisen kallioperän päällä kasvaa runsaasti lapinvuokkoa. Tuulelta suojattomat ja happamien gneissien alueet ovat hyvin karuja.

Suurin osa karttalehtialueesta on asumatonta luonnontilaista erämaata. Asutusta on vain alueen kaakkoisosassa Näätämön kylässä, jossa on myös karttoitusalueen ainoa autotie.

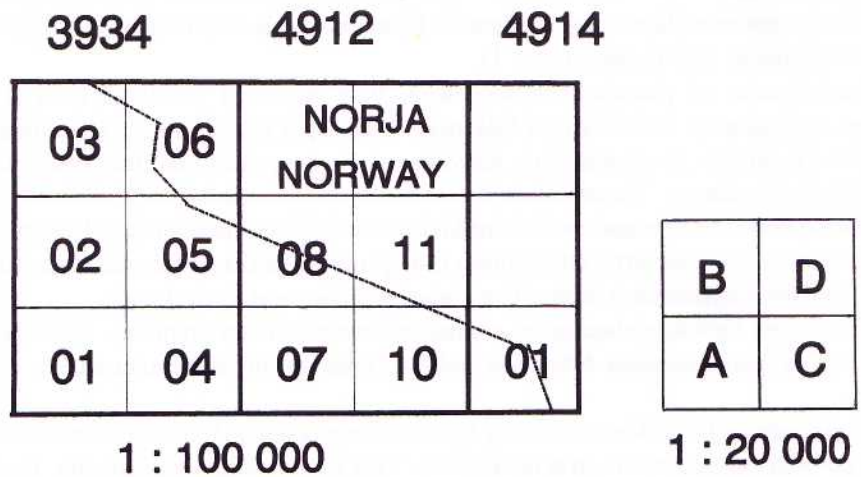
Topografisiin karttoihin on merkitty hyvin vähän paikannimiä. Suuretkin mäenselänteet, purot ja osa järvistäkin ovat nimettömiä. Vain suurimmilla tunturialueilla, järvillä ja joilla on nimet. Siitä seuraa, että karttalehtiselityksessä ei ole ollut mahdollista nimetä kuvattavia kohteita aina sopivilla paikannimillä. Tämän vuoksi on selitystekstissä käytetty paikannimien tilalla karttalehtijaotusta (kuva 2) tai koordinaatteja.



Kuva 1. Karttoitusalueen maisemaa Kistapeljavrrikin itäpuolella heinäkuussa 1983.
Taustalla on Isokivennokan tunturialue.

*Fig. 1. View looking northeast from Kistapeljavrrik in July 1983.
The Isokivennokka hills are on the background.*

Kistapeljavrrik, Inari. 3934 05, x = 7744,100, y = 3556,630.



Kuva 2. 1 : 100 000 ja 1 : 20 000 karttojen lehtijaot, joita on käytetty paikanmäärittäyksissä.
Fig. 2. Division on the 1 : 100 000 and 1 : 20 000 maps, used for location of observations.

Maastotyöt ja tutkimusvaiheet

Näätämön karttalehtialueen maastotyöt aloitettiin vuonna 1983 ja ne päättyivät kesällä 1991. Kesällä 1988 kenttätöaika käytettiin Lapin vulkaniittiprojektin tutkimuksiin Taika-Lapin alueella.

Vuosittain tehokas maastotyöaika rajoittui lyhyeksi, koska lämpimintä kesää kesti vain hetken. Kartoittajat majoittuivat pääasiassa vaellusteltoissaan, joissa asuttiin tavallisesti juhannuksesta elokuun puoliväliin asti.

Maastotöihin osallistuivat kirjoittajan lisäksi Hannu Kairakari (1983), Vesa Kortelainen (1983), Petri Peltonen (1984), Carita Forsberg-Heikkilä (1984 - 1987), Kirsi-Marja Niskala (1984, 1988), Pentti Heikkilä (1985 - 1987), Marita Portin (1988), Petri Virransalo (1988), Reijo Lampela (1988), Jukka Välimaa (1988 - 1989), Christoph Zwicky (1989 - 1990), Antti Mäkelä (1990 - 1991), Jarmo Kankkunen (1990), Jukka Eskelinen (1991), Jukka Jokela (1991) ja Vesa Perttunen (1991).

Kartan laadinnassa käytettiin maastohavaintojen tulkinnan lisäksi aerogeofysikaalisiin mittauksiin perustuvia kuvatulokintakarttoja (kuva 3). Näätämön karttalehtialueella on vähän kivilajeja, jotka aiheuttavat sähköisiä häiriöitä mittauksissa. Tämän vuoksi sähköisiä anomalioita kuvaavat kartat ovat lähes tyhjiä. Sensijaan magneettiset tulkintakartat ovat olleet käyttökelpoisia, ja niiden avulla voitiin piirtää kartalle eri kivilajien jatkuminen hyvin paljastuneilta alueilta peitteisille alueille. Suurimmat siirrokset näkyvät hyvin kuvatulokintakartoissa, ja ne on myös piirretty kallioperäkartalle.

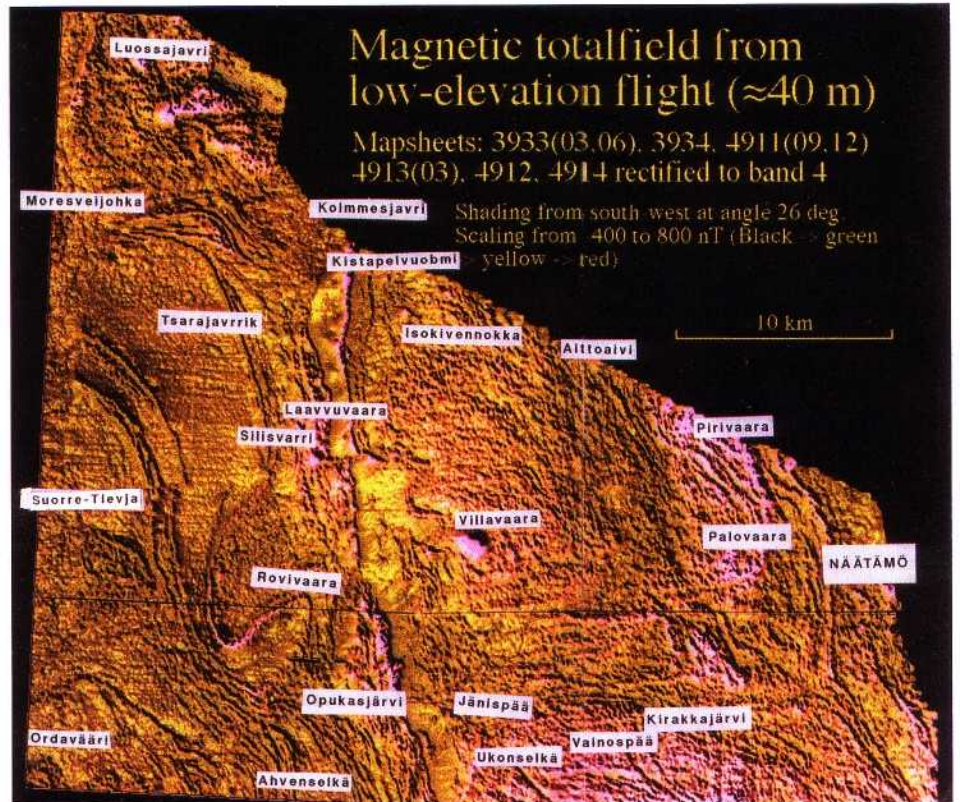
Lapin vulkaniittiprojektin aikana otettiin kartoitusalueelta n. 350 näytettä, joista on teetetty myös ohuthieet ja kemialliset analyysit. Kemiallisten analyysien tuloksia on käsitelty Lapin vulkaniittiprojektin raportissa (Kesola 1991). Kallioperäkartan selitykseen on tästä analyysiaineistosta kerätty taulukoihin kivilajeille tyypillisimmät analyysitulokset. Kuvassa 4 on analyysinäytteiden ja valokuvien ottopaikat.

Kartoitusalueelta on tehty kaksi opinnäytettä. Kartoitusalueen pohjoisimmasta osasta (3934 03+06) on Carita Forsberg-Heikkilä (1989) tehnyt pro gradun Tšuomasvarrin ultramafisesta intrusiosta ja sitä ympäröivästä gabrosta. Opukasjärven vulkaniittivyöhykkeen keskeltä (3934 04 ja 05) Christoph Zwicky (1991) Bernin yliopistosta on tehnyt diplomityön, joka käsittelee proterotsooisia metamorfoosivaiheita K-Ar-ikämäääritysten avulla.

Kesällä 1994 tehtiin ekskursio Norjaan Polmakin alueelle. Siellä oli nähtävissä useita satoja metrejä paksuina patjoina ne kivilajit, jotka Suomen puolella on luettu kuuluviksi Kistapelvuobmin muodostumaan. Kistapelvuobmin muodostuman stratigrafista muodostuma-määrittelyä juodutaan vielä muuttamaan.

Geologian tutkimuskeskuksen isotooppilaboratorio on tehnyt zirkonista U-Pb-määrittäyksiä. K-Ar-määrittäykset C. Zwicky on tehnyt Bernin yliopistossa. Kemialliset analyysit on teetetty Rautaruukki Oy:n laboratoriossa Raahessa.

Käsitelmän muokausvaiheessa olen saanut rakentavia neuvoja Pohjois-Suomen aluetuomiston geologeilta V. Perttuselta, P. Rastaalta ja E. Hanskilta. Geologi G. Waller on kääntänyt englanninkieliset osat. Parhaat kiitokseni sekä maastotyössä että kirjoitusvaiheessa avustaneille henkilöille.



Kuva 3. Geofysikaalisesta matalalentoaineistosta tulostettu magneettisen totaalikentän kuvatulkintakartta. Kuvassa on myös Näättämön karttalehden (3934+4912+4914) eteläpuolelta Sevettijärven karttalehti-alueita (kuvassa Ordavääri, Opukasjärvi, Jänispää, Ukonselkä ja Kirakkajärvi) (3933 03, 06 ja 09; 4911 09 ja 12; 4913 03 ja 06). Kuvan alaosassa Ukonselän, Kirakkajärven ja Jänispään alueella on Vainospään graniitin aiheuttama voimakas anomalia (punainen). Pirivaaran ja Palovaaran alueella on Pirivaaran graniitin aiheuttama anomalia (punainen). Luossajavri-sanan kaakkoispuolella näkyy Tšuomasvarrin ultramafinen kerrosintruusio voimaakkaana anomaliana (punainen). Kolmmesjavrin, Siisvarrin, Rovivaaran alueella näkyvät voimakkaat (punaiset) pitkät anomaliat ovat pääasiassa felsisiä ja mafisia metavulkaniitteja, joihin liittyy magnetiitti-pirotetta.

Fig. 3. Imaged picture based on the magnetic total field from low-altitude flight (40 m). In the picture are the area of the Näättämö map-sheet (map-sheets 3934+4912+4914) and the part of the Sevettijärvi map-sheets (map-sheets 3933 03, 06 ja 09; 4911 09 ja 12; 4913 03 ja 06). On the area of Ukonselkä, Kirakkajärvi and Jänispää the high magnetic anomalies (red) caused by the Vainospää granite. The Pirivaara granite causes positive anomalies (red) too. To the south-east of Luossajavri the positive anomalies are caused by the Tšuomasvarri ultramafic layered intrusion. On the area of Kolmmesjavri, Siisvarri, Rovivaara positive anomalies are caused by the felsic metavolcanic rocks and garnet staurolite mica gneiss with little magnetite.

Aikaisemmat tutkimukset

Kartoitusalue kuuluu K. Meriläisen tekemään 1 : 400 000-mittakaavaiseen kivilajikarttaan, joka on julkaistu vuonna 1965. Taka-Lapin geologiaa Meriläinen (1976) on käsitellyt monin tavoin julkaisussaan ja siinä on myös kuvattu Opukasjärven (nykyisin kartoissa: Opukasjärvi) liuskejaksoa. Meriläisen kanssa käydyt keskustelut ja ekskursiot ovat selventäneet kartoitusalueen geologisia kysymyksiä. Kartoitusalueen itäosaan rajoittuvalla Norjan puoleisella alueella on Prospektering A/S ja Norjan geologian tutkimuslaitos (NGU) tehneet geologisia tutkimuksia (Siedlecka et al. 1985). Valtakunnanrajan kohdalla kivilajien korrelaatiosta on keskusteltu Prospektering A/S:n projektin vetäjän B. Lieunghin kanssa. Kallioperäkarttaa tehtäessä on ollut käytössä NGU:n tuottaman Kirkkonien kallioperäkartan 1 : 250 000-mittakaavainen oikovedos (Heim ym. 1992).

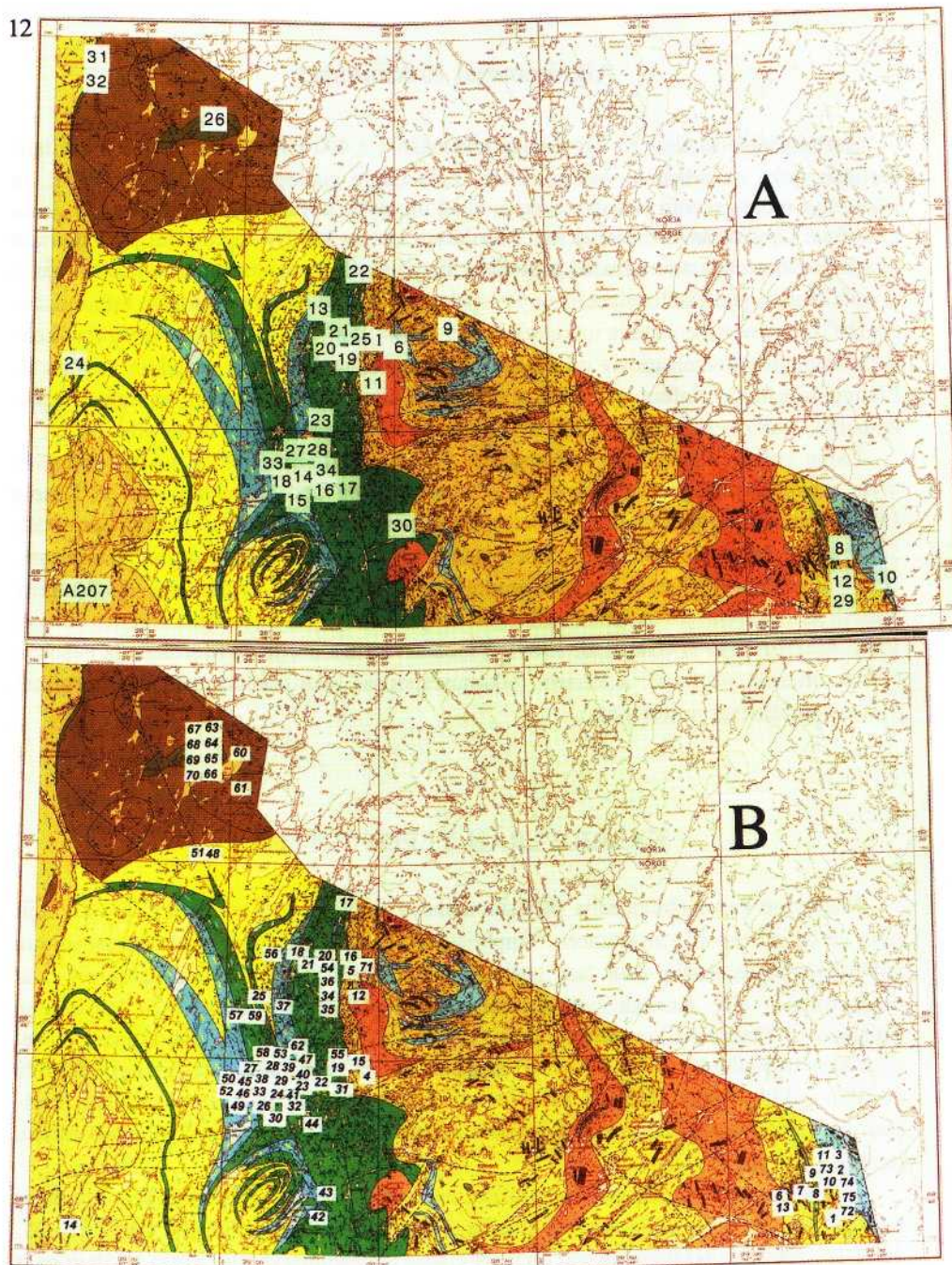
Lapin vulkaniittiprojektin tutkimuksista (Kesola 1991) on raportti, jossa käsitellään myös kartoitusalueen stratigrafiaa ja metavulkaniittien geokemiaa (Hanski ja Kesola 1990). Vulkaniittiprojektin toimesta kairattiin karttalehtialueella kuusi syväkairausreikää. Seitsemäs syväkairausreikä tehtiin Geologian tutkimuskeskuksen malmiryhmän toimesta.

Opukasjärven ryhmän metavulkaniitteja, stratigrafiaa ja evoluutiota on käsitelty useissa julkaisuissa, joissa nämä vulkaniitit on yhdistetty Petsamon alueen kiviin (Bugge 1980, Marker 1985 ja Gaal et al. 1989). Tšuoamasvarrin alueelta on Mertanen ja Pesonen (1992) ottaneet näytteitä ja tehneet tutkimusraportin, joka sisältää paleomagneettisten mittausten tulokset ja tulkinnat.

KALLIOPERÄN YLEISPIIRTEET

Näätämön karttalehtialueella paljastumatiheys vaihtelee sen eri osissa. Eri kivilajit ovat myös eri tavoin paljastuneet. Ympäristöään kestävämmät gneissit ovat useammin näkyvissä paljastumilla, kun taas gneissejä helpommin rapautuvat mafiset kivet ovat maapeitteiden alla. Karttalehtialueen heikoimmin paljastuneet alueet ovat länsiosassa Silisjoen ja Tšarajavrrikin länsipuolella (3934 01 ja 02). Parhaiten paljastuneet alueet ovat karttalehtialueen (3934 04 ja 05) keskellä, missä ovat kallioperäkarttaan vihreällä värillä merkityt metavulkaniitit. Paikoin paljastumia on niin paljon, ettei kallioperäkarttaan ole ollut mahdollista merkitä jokaista paljastumaa, koska kartan luettavuus monin paikoin olisi ollut vaikeaa.

Kivilajivaihtelu, kivilajien stratigrafiset lateraalimuutokset ja useat tärkeät kontaktit ovat nähtävissä hyvin paljastuneilla alueilla. Metavulkaniittien itäpuolelta (4912 07, 08, 10 ja 11; 4914 01) Näätämöön asti on laaja-alaisia paljastumaryhmiä, joissa kivilajit ovat migmatiitteja ja gneissejä. Näiden välisillä alueilla on peitteisiä alueita, joilla on vain harvassa muutaman neliömetrin paljastumia. Opukasjärven ryhmän metavulkaniitit on aikaisemmin kuvattu amfiboliitteina, koska primäärirakenteita on vain hyvin vähän ollut nähtävissä ja amfiboliiteille tyypillinen suuntautuneisuus on näille kiville tyypillistä.



Kuva 4. A = kuvien (1 - 34) ja isotooppiajoitusnäytteen (A207) ottoapaikat. B = analyysinäytteiden ottoapaikat 1 - 75 (taulukot 3 -14).

Fig. 4. A = Photos and sample of isotopic dating (A207) sites in the Näätämö map-sheet (cf. Figures 1 - 34). B = The sampling sites 1 - 75 (cf. tables 3 - 14).

Metavulkaniiteista on löydetty manteleita, murskaleita ja heitteleitä, joita on voitu pitää primäärirakenteina. Hävityt kivien kerroksellisuuden piirteet ovat usein kallion pinnalla näkyvää koostumusvaihtelua, joka on samansuuntaista kuin kallioperäkartaan merkityt gneissien sekä mafisten ja felsisten metavulkaniittien kivilajivaihtelun pääsuunnat. Paljastumalla ja ohuthieissä kivien havaitaan hyvin usein isokliinisesti poimuttuneen. Tämän vuoksi havainnot yksittäisistä primäärikerroksista ovat hyvin epävarmoja. Kivien deformatuminen ja voimakas uudelleenkiteytyminen on hävittänyt raekoon vaihteluun perustuvan kerroksellisuuden, ja samalla ovat tuffiteille ja tuffeille tyypilliset kerrosrakenteet hävinneet.

STRATIGRAFIA

Näätämön karttalehtialueen stratigrafista jaottelua on kuvattu Geologian tutkimuskeskuksen tutkimusraportissa nro 107 (Kesola 1991). Kallioperä on jaettu kahteen suurempaan stratigrafiseen yksikköön (taulukko 1, kuva 5): pohjagneissikomplekseihin ja Opukasjärven ryhmään.

Kallioperäkartalla pohjagneissikompleksit on merkitty pääasiassa vaaleanruskealla värillä. Vanhimpana yksikkönä on Garsjøenin (4912, 4914), Suorre-Tievjan (3934 01) ja Moresveijohkan gneissikompleksit (3934 02 ja 03), joita on pidetty arkeeisina. Norjalaisessa julkaisuissa vuonna 1985 (Siedlecka et al. 1985) Garsjøenin kompleksin muodostivat vain Näätämön (4914 01) alueeseen rajoittuvat gneissit. Myöhemmin vuonna 1992 Garsjøenin kompleksia (Heim et al. 1992) on laajennettu Norjassa niin, että myös Suomen puolella Isokivennokan (4912 05 ja 08) gneissit on luettava Garsjøenin kompleksiin. Vielä vuonna 1985 nämä Isokivennokan gneissit luettiin Čappeskaidin gneissikompleksiin.

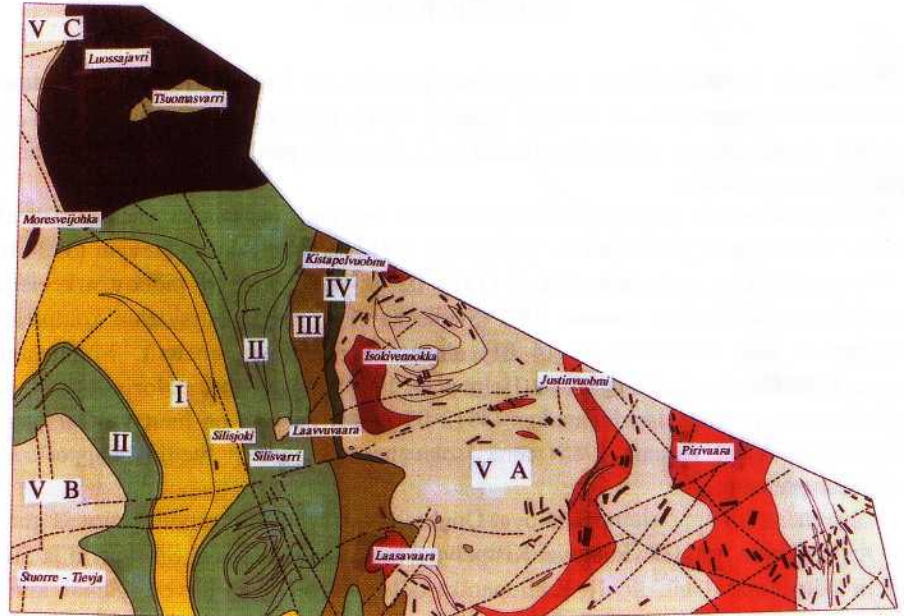
Pohjagneissikompleksien päällä ovat Opukasjärven ryhmän metavulkaniitit ja gneissit. Opukasjärven ryhmään kuuluvat Kistpelvuobmin, Laavvuvaaran, Silisvarrin ja Silisjoen muodostumat (taulukko 1). Kallioperäkartalla näiden Opukasjärven ryhmän kivilajien värit ovat voimakkaampia kuin gneissikompleksiin luettavien kivien väri. Monessa julkaisussa Opukasjärven ryhmän stratigrafiaa on verrattu Petsamon alueen proterotsooiisiin kiviin, mutta tällä hetkellä ei ole perusteita kyseiseen korrelointiin. Tiettyjä kivilajisarjojen stratigrafisia yhtäläisyyksiä on, jos tarkastellaan vulkaniittien ja sedimenttien vuorottelua. Kuitenkin molemmilla alueilla kyseessä on tyypillinen vulkaanis-sedimenttisen sarjan kehittyminen, jolla taas ei ole mitään tekemistä kivien ikäkysymyksen kanssa. Opukasjärven kivien iästä tiedetään vain sen verran, että ne ovat poimuttuneet ennen 1931 ± 2 Ma, koska pääpoimutusrakenteita leikkaa tämän ikäinen Luossavarrin gabro. Opukasjärven ryhmän kivet ovat laajalla alueella hyvin paljastuneena. Näätämön karttalehtialueen länsipuolella (3932) on Kuorboavin tunturilla mafisia metavulkaniitteja, jotka ovat todennäköisesti yhdistettävissä Opukasjärven metavulkaniitteihin (Meriläinen 1976, Kesola 1991).

Syväkiviä on ainakin kahta eri ikäryhmää. Arkeiset graniitit ovat gneissikompleksien

keskellä. Luossavarrin gabro ja Tšuomasvarrin ultramafinen kerrosintruusio ovat prote-rotsooisia. Opukasjärven ryhmän kiviä leikkaava Silisvarrin tonaliitti on myös todennäköisesti proterotsooinen.

Pohjagneissikompleksit

Kartta-alueen eri gneissikomplekseille on annettu eri nimet (taulukko 1), koska ne alueellisesti ovat erillään toisistaan. Kuitenkin nämä kolme gneissikompleksia kuulunevat samaan arkeaiseen kompleksiin eli Opukasjärven ryhmän kivet ovat yhden ja saman pohjagneissikompleksin päällä.



Kuva 5. Näätämön karttalehtialueen litostratigrafinen kartta.
Fig. 5. Lithostratigraphic map of the Näätämö map-sheet area.

Opukasjärven ryhmä <i>Opukasjärvi Group</i>	Pohjagneissikompleksi <i>Basement gneiss complex</i>
I Silisjoen muodostuma <i>Silisjoki Formation</i>	V A Garsjøenin gneissikompleksi <i>Garsjøen gneiss complex</i>
II Silisvarrin muodostuma <i>Silisvarri Formation</i>	V B Suorre-Tievjan gneissikompleksi <i>Suorre-Tievja gneiss complex</i>
III Laavvuvaaran muodostuma <i>Laavvuvaara Formation</i>	V C Moresveijohkan gneissikompleksi <i>Moresveijohka gneiss complex</i>
IV Kistapelveobmin muodostuma <i>Kistapelveobmi Formation.</i>	

Taulukko 1. Stratigrafiset yksiköt ja niiden litologia.
 Table 1. Stratigraphic units and their lithology.

O p u k a s j ä r v e n r y h m ä — O p u k a s j ä r v i G r o u p		
MUODOSTUMA <i>FORMATION</i>	KIVILAJI	<i>LITHOLOGY</i>
I Silisjoen muodostuma <i>Silisjoki Formation</i>	Kvartsimaasälpagneissejä Kiillegneissejä	<i>Quartz-feldspar gneisses</i> <i>Mica gneisses</i>
II Silisvarrin muodostuma <i>Silisvarri Formation</i>	Mafisia metavulkaniitteja Felsisiä metavulkaniitteja Kiillegneissejä Kvartsimaasälpagneissejä Mustaliusketta Karsia	<i>Mafic metavolcanic rocks</i> <i>Felsic metavolcanic rocks</i> <i>Mica gneisses</i> <i>Quartz-feldspar gneisses</i> <i>Black schists</i> <i>Skarn rocks</i>
III Laavuvaaran muodostuma <i>Laavuvaara Formation</i>	Mafisia metavulkaniitteja Ultramafisia liuskeita Karsia Serttejä	<i>Mafic metavolcanic rocks</i> <i>Ultramafic schists</i> <i>Skarn rocks</i> <i>Cherts</i>
IV Kistapelvuobmin muodostuma <i>Kistapelvuobmi Formation</i>	Mafisia metavulkaniitteja Kiillegneissejä Felsisiä metavulkaniitteja Karsia Kvartsiittia	<i>Mafic metavolcanic rocks</i> <i>Mica gneisses</i> <i>Felsic metavolcanic rocks</i> <i>Skarn rocks</i> <i>Quartzite</i>
P o h j a g n e i s s i k o m p l e k s i — B a s e m e n t g n e i s s c o m p l e x		
KOMPLEKSI <i>COMPLEX</i>	KIVILAJI	<i>LITHOLOGY</i>
V A. Garsjøen	Migmatiittia Kiillegneissejä Kvartsimaasälpagneissejä Amfiboliittia Graniittia	<i>Migmatite</i> <i>Mica gneisses</i> <i>Quartz-feldspar gneisses</i> <i>Amphibolite</i> <i>Granite</i>
V B. Suorre-Tievja	Migmatiittia Gneissejä	<i>Migmatite</i> <i>Gneisses</i>
V C. Moresveijohka	Migmatiittia Gneissejä	<i>Migmatite</i> <i>Gneisses</i>

Migmatiittutumisen vuoksi ei pohjagneissialueella ole voitu tehdä tarkempaa stratigrafista jakoa, vaan gneissit ja niihin liittyvät graniitit on nimetty komplekseiksi. Kompleksien kivilajit ovat graniittisten tai granodioriittisten suonien leikkaamia raitaisia gneissejä. Migmatiittien lisäksi on alueita (4914 01), joilla pääkivilajina ovat (yli 50 %) kiille-, kvartsimaaämpä- ja sarvivälkegneissejä sekä amfiboliitteja.

Garsjøenin kompleksi

Nimi: Garsjøen-nimi kompleksille on annettu norjalaisten Kirkkoniemen kallioperäkartalla käyttämän yksikkönimen mukaan (Heim et al. 1992).

Rajat: Kartoitusalueen itäosan (4912 ja 4914) alueen gneissit ja graniitit kuuluvat Garsjøenin kompleksiin. Gneissikompleksi rajoittuu länsiosassa Opukasjärven ryhmän mafisiin metavulkaniitteihin Isokivennokan (3934 05), Rousajärven ja Laasavaaran länsipuolella. Kompleksi jatkuu itäosassa Norjan puolelle.



Kuva 6. Garsjøenin pohjagneissikompleksin loivasti poimuilevia paragneissejä Isokivennokan länsipuolella. Kallion pinnalla näkyvä raitaisuus (5 cm - 1 m) on erilaisten gneissien vaihtelua. Kuva on otettu kaakosta luoteeseen päin. Kuvassa on kalliojyrkänteellä mittakaavana V. Kortelainen.

Fig. 6. Gently dipping paragneisses of the Garsjøen basement gneiss complex to the west of the Isokivennokka hill. Banding (5 cm - 1 m) on the rocks shows variation of the gneisses. The view looking from southeast to northwest. On the photo V. Kortelainen is standing on the cliff.

Isokivennokka, Inari, 3934 05, x = 7744,400; y = 3557,590.

Kivilajit: Gneissikompleksin kivilajit ovat pääasiassa erityyppisiä, osaksi migmatiittituneita gneissejä. Opukajärven ryhmän metavulkaniittien ja Garsjøenin gneissien kontaktivyöhykkeellä migmatiitit ovat harvinaisia (3934 05 ja 4912 07). Sensijaan tällä alueella on erilaisia kiille-, sarvivälke-, silmä-, kvartsi-maasälpagneissejä (kuva 6, 8 ja 9) sekä ohuita, n. 0,5 m:n paksuisia arkosiittikerroksia. Nämä paragneissit ovat pohjagneissikompleksin ja Kistapelvuobmin muodostuman kontaktin kanssa yhdensuuntaisia koko karttalehtialueella (3934 05 B ja C, 3934 04 C, 4912 08 A ja B, 4912 07 A ja B). Näätämön (4914 01) alueella on myös paragneissejä, joita voidaan seurata maastossa useiden kilometrien matkalla.

Graaniittisia syväkiviä tavataan Kârggaš'en (4912 08), Isokivennokan (3934 04 ja 05; 4912 07 ja 08), Laasavaaran (3934 04 ja 4912 07) ja Justinvuobmin (4912 07, 10 ja 11) ja Pirivaaran (4912 10, 11 ja 4914 01) alueilla. Justinvuobmin ja Kârggaš'en graniitti Norjan puolella kuuluvat samaan Gæččoi'vin graniittimassiiviin (Heim ym. 1992). Kvartsiraitaiset rautamuodostumat (BIF) kuuluvat tähän kompleksiin oleellisesti. Tällainen n. 5 metrin paksuinen rautamuodostuma (kuva 10) on Näätämössä (4914 01).

Ikä: Näätämön alueella (4914 01 ja 4912 10) poimuttuneita ja osittain uudelleen sulaneita gneissejä leikkaa Pirivaaran graniitti, jonka zirkonin ikä on 2604 ± 21 Ma. Kompleksin itäosasta Isokivennokan eteläpuolelta (3934 04) on tehty K-Ar-menetelmällä ikämäärytyksiä (Zwicky 1991), jotka kuvaavat proterotsooista metamorfoosivaihetta. Gneissien biotiitin ikä on saatu 1703 ± 22 Ma ja 1723 ± 22 Ma.

Suorre - Tievjan kompleks

Nimi: Karttalehtialueen lounaisosassa (3934 01) on Suorre-Tievjan gneissikompleksi (tievja = hiekkakumpu), joka on nimetty alueen korkeimman vaaran (324 metriä meren pinnan yläpuolella) mukaan.

Rajat: Gneissikompleksi rajoittuu itäosassaan Tšuoñajjärven, Havgaluobbalin ja Peälljekeähtševâddan alueille. Kompleksin länsipuolella (3932 07 ja 10) ovat Kuorboivin metavulkaniitteja (mantelikiviä) ja paragneissejä, joita on pidetty Opukajärven ryhmään kuuluvina kivinä (Kesola 1991). Matalilla ja soisilla mailla on laajoja alueita, joilla on hyvin vähän paljastumia.

Kivilajit: Suorre-Tievjan alueen gneissit ovat ulkoasultaan samankaltaisia kuin kartta-alueen itäosan Garsjøenin kompleksin gneissit. Kompleksin päällä Skiehtšarasoivin ja Peälljekeähtševâddan alueella on Opukajärven ryhmään kuuluvia paragneissejä ja metavulkaniittivälikerroksia. Suorre-Tievjan gneissit ovat voimakkaasti migmatiittituneita ja poimuttuneita graniittigneissejä tai voimakkaasti suuntautuneita silmägneissejä.

Ikä: Kompleksin graniitin zirkonista on tehty ikämäärytys (2502 ± 8 Ma). Titaniitin ikä on 1997 Ma (kuva 7). Roavvi Tievjan (nimi nykyisin Suorre Tievja) näyte (A 207, x = 7731,730, y = 3542,070) on pilsteinen porfyroblastinen graniitti.

Ennakoiva ikätulos on julkaistu (Meriläinen 1976), mutta ilman analyysituloksia. Konkordiadiagrammi perustui tässä julkaisussa seitsemään zirkoni-fraktioon ja yhteen

titaniittianalyysiin. O. Kouvo on jatkanut Roavvi Tievjan näytteen analysointia. Tässä karttalehtiselityksessä on julkaistu saadut analyysitulokset (taulukko 2), diagrammi (kuva 7) ja analyysituloksien tarkastelu.

Graniitin zirkonit ovat omamuotoisia ja kirkaspintaisia. Pituus / poikkileikkaus-suhde L / B vaihtelee 3 - 6, mutta joukossa tavataan hyvin pitkiä yksilöitä, joiden L / B-suhde on jopa 8. Zirkoneissa tavataan epähomogeenisuutta. Esimerkiksi eräät kiteet ovat rosopintaisia. Selvä harmaa (uraanirikas) kuori on kasvunopeuden takia tavanmukaisesti erittäin paksu kiteiden päissä, mutta raskaimmassa fraktiossa (+4.6) tämä uraanin rikastuma näkyy aniharvoissa kiteissä. Joukossa on taittuneita kiteitä, jotka ovat kasvettuneet takaisin yhteen. Pieniä tummia kiteitä nähdään sulkeumina ja eräissä kiteissä on vieras kiteytymisydin. Kiteet ovat yleensä omamuotoisia, mutta särmät eivät ole teräviä normaalilla tavalla paitsi fraktiossa +4.6, missä ne ovat täydelliset. Hivenmineraalien joukossa tavataa molybdeenihohdetta ja fluoriittia.

Analyysitulokset on koottu oheiseen taulukkoon (taulukko 2). ^{238}U -pitoisuus vaihtelee rajoissa 289 - 1580 $\mu\text{g/g}$. Huomattavan puhtaita fraktioita tavallista lyijyä ajatellen ovat vain fluorivedystä puhdistetut I ja J sekä booraksityönä totaalizirkonista tehty A.

Vaikka joukossa on hyvinkin diskordantteja fraktioita kuten B ja C (3.8 - 4.1 ja korkea uraani), isotooppisuhteita osoittavat pisteet muodostavat hyvin tarkan isokronin. Poikkeavia (esim. ksenokrystisiä) fraktioita ei tavata. Yläleikkaus konkordiakäyrällä antaa radiometriseksi iäksi 2502 ± 8 Ma (2 sigma eli 2×3.88 Ma). Alaleikkaus on jonkin verran ylhäällä, mutta se ei osoita samanlaista analogiaa kuin reomorfiset juonet tai sellaiset episodiset tapaukset kuin Kotalahti (KL 3241), missä alaleikkaus yhtyy suurin piirtein titaniitin ikäarvoon.

Korostettakoon vielä, että niin kirkkaat kuin sameat (ei korkea U) kiteet tavataan samalla isokronilla. Myöskään harmaa uraanirikas kuori ei aiheuta poikkeamaa. Eräässä yhteydessä tämä kuori on separoitu esille ja analysoitu. Tulosta osoittava piste pysyi siinäkin tapauksessa samalla isokronilla.

Arkeisessa kallioperässämme titaniitit ovat yleensä zirkonien kanssa konkordantit. Tämä Taka-Lapin alue, Inarijärven pohjoispuolella (Meriläinen 1976, s.108 - 109: Näätämo, A115; Roavvi Tievja, A207; Partakko, A270; Akulahti, A212; Turvejärvi A272) on kuitenkin poikkeus, koska titaniitit yleensä antavat noin 1.9 Ma ikätuloksen, vaikka zirkonin iät ovat arkeisia.

Taulukko 2. Zirkonien ja titaniitin analyttiset U—Pb-tulokset ja radiometriset iät.
 Table 2. Analytical data and radiometric ages for zircons and titanite.

Näyte n:o Sample n:o	Fraktio Fraction (g/cm ³) Ø = raekoko grain size µm	Pitoisuus Concentration µg/g		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$ mitattu measured	Lyijyn isotooppikoostumus Isotopic composition of lead ²⁰⁶ Pb = 100			Atomisuhteet ja radiometriset iät, Ma Atom ratios and radiometric ages, Ma		
		²³⁸ U	²⁰⁶ Pb radiog.		204	207	208	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$
A	T; (booraksi- sulate) (borax fusion)	513.6	116.76	3983	.00366	14.773	17.443	0.2628 ±18 1503	5.335 ±60 1874	0.1473 ±12 2314
B	3.8 < d < 4.1 Ø < 53	1580	204.14	851.7	.07942	13.219	31.489	0.1494 ±10 897	2.506 ±32 1273	0.1217 ±10 1981
C	3.8 < d < 4.1	1295	192.83	712.2	.1327	14.566	33.323	0.1721 ±11 1023	3.042 ±25 1418	0.12826 ±58 2074
D	d > 4.1; magn. Ø < 53	656.8	131.88	1563	.04556	14.941	19.479	0.2321 ±14 1345	4.592 ±36 1747	0.14353 ±50 2270
E	d > 4.1; EM Ø < 53	507.3	120.81	1946	.03617	15.437	17.922	0.2752 ±17 1567	5.682 ±41 1928	0.14974 ±46 2343
F	Ø > 160 samea cloudy	587.7	118.91	2208	.02648	14.753	17.471	0.2339 ±14 1354	4.647 ±38 1757	0.14412 ±65 2277
G	Ø > 160 kirkkaat transparent	396.6	101.42	2051	.02597	15.533	16.901	0.2956 ±18 1699	6.195 ±51 2003	0.15201 ±65 2368
H	titaniitti titanite	32.48	10.056	318.1	.27956	16.041	19.293	0.3578 ±24 1971	6.06 ±12 1984	0.1228 ±19 1997
I	d > 4.6; HF murskattu crushed	289.3	91.25	6132	.015387	16.071	16.424	0.3646 ±19 2003	7.981 ±43 2228	0.158765 ±94 2442
J	d > 4.6; HF ei murskattu uncrushed	312.3	93.76	7518	.012202	15.864	16.043	0.3469 ±18 1919	7.514 ±40 2174	0.157091 ±68 2424

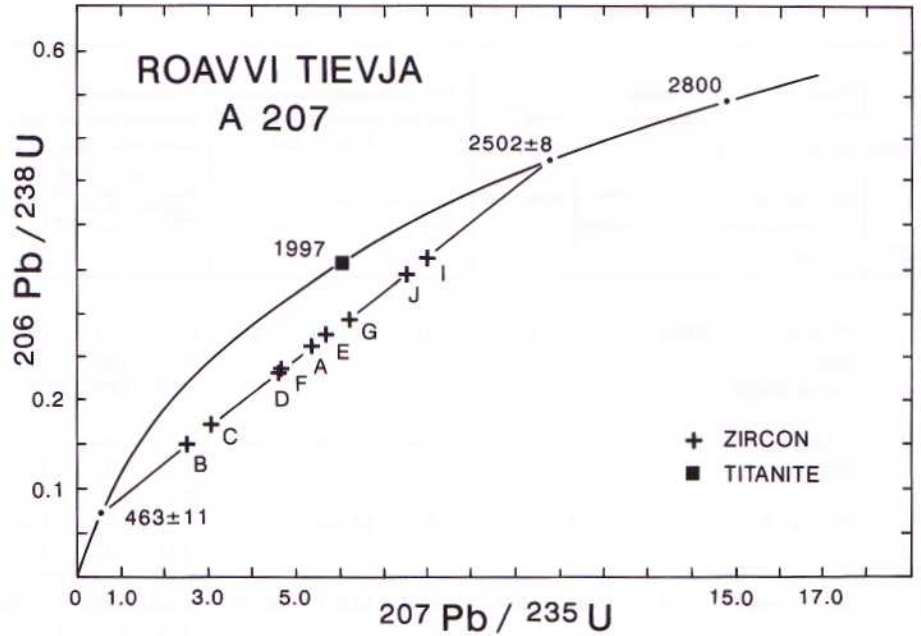
$$\lambda(^{238}\text{U}) = 1.55125 \times 10^{-10}/\text{a}$$

$$\lambda(^{235}\text{U}) = 9.8485 \times 10^{-10}/\text{a}$$

atomisuhte — atomic ratio

$$\frac{^{238}\text{U}}{^{235}\text{U}} = 137.88$$

HF = puhdistettu fluorivetyhapossa
preleached in HF



Kuva 7. Konkordiadiagrammi Roavvi Tievjan graniitin titaniitille ja zirkonifraktiolle.
Fig. 7. Concordia plot for zircon fractions and one titanite from Roavvi Tievja.

Moresveijohkan kompleks

Nimi: Kartoitusalueen luoteisosassa on Moresveijohkan gneissikompleksi, joka on nimetty alueella virtaavan Moresveijohkan mukaan. Tämän kompleksin itäpuolella on Luossajavrin gabro.

Rajat: Gneissikompleksi rajoittuu Luossajavrin gabron länsipuolelle (3934 03 A ja B). Gabron ja gneissikompleksin välissä on Luossavarrin ultramafinen juoni. Luossavarrilta ja Roavvevarrilta kompleksi jatkuu Moresveijohkan länsipuolelle (3934 02 A ja B). Geofysikaalisilta kartoilta näkyy Opukasjärven ryhmän kivilajien ja Moresveijohkan kompleksin gneissien välinen siirroskontakti.

Kivilajit: Kivilajit ovat pääasiassa harmaita ja raitaisia gneissejä, joiden koostumus vastaa kvartsidioriittia. Luossavarrin ja Roavvevarrin alueella on tummia sarvivälke- ja kiillegneissijäänteitä, joiden leveys voi olla useita kymmeniä metrejä. Kivilajeiltaan tämä kompleksi eroaa Suorre-Tievjan ja Garsjøenin kompleksien gneisseistä. Moresveijohkan kompleksin gneissit eivät ole niin voimakkaasti migmatiittituneet ja poimuttuneet kuin muiden kompleksin kivet. Lisäksi Moresveijohkan gneissit ovat tummempia kuin muiden kompleksien gneissit.

Opukasjärven ryhmä

Nimi: Opukasjärven ryhmä on nimetty Sevettijärven pohjoispuolella olevan Opukasjärven mukaan (3933). Meriläinen (1976) on käyttänyt Opukasjärven ryhmän kivistä nimitystä Apukasjärven liuskevyöhyke.

Rajat: Näätämön karttalehtialueelta Opukasjärven ryhmän kivet jatkuvat karttalehtialueen pohjoisosasta, Kistapeljohkan alueelta (3934 05), Norjan puolelle aina Tenolle asti. Karttalehtialueella ovat useat eri muodostumien ja pohjagneissikompleksin kontaktit nähtävissä, ja täten eri yksiköt ovat melko tarkkaan rajattavissa paljastumien perusteella. Lapin vulkaniittiprojektin työn yhteydessä selvitettiin paljastumien ja geofysikaalisten karttojen avulla Opukasjärven ryhmän kivilajien jatkuvuutta eri alueille. Karttalehtialueen eteläosasta Iisakkijärveltä Opukasjärven ryhmän metavulkaniitit jatkuvat Sevettijärven kylän (4911 08) länsipuolelta lounaaseen noin kaksikymmentä kilometriä aina Supruun asti (3933 04). Suprun läheltä Naittujärveltä M. Iljina on tehnyt pro gradu-työnsä alueen metavulkaniiteista. Näätämön karttalehtialueen länsipuolella Muortisvarrin ja Peälljেকেştéväddan alueelta (3934 01 ja 02) ryhmän kivilajit jatkuvat länteen (3932 07, 10, ja 11; 3931 09 ja 12). Opukasjärven ryhmälle tyypillinen kivilajiseuranto mantelikivineen tavataan Kuorboavilta, joka on yli kymmenen kilometriä karttalehtialueen länsipuolella.

Tyypialue: Opukasjärven ryhmän muodostuman poikkileikkaus on parhaiten paljastuneena Näätämön karttalehtialueella Isokivennokan, Laavvuvaaran, Silisvarrin, Silisjoen ja Skiehtšarasoaivin välisellä vyöhykkeellä.

Paksuus: Ryhmän suurimmaksi paksuudeksi on arvioitu maanpintaleikkauksen avulla kolme kilometriä.

Kivilajit: Karttalehtialueen ulkopuolella Ahvenselässä (3933 05) (Kesola 1991) ja Norjassa Polmakin eteläpuolella (Siedlecka et al. 1986) Opukasjärven ryhmän alimmissa osissa on pohjakonglomeraattia. Karttalehtialueelta ei ole löydetty pohjakonglomeraattia, vaikka alimman muodostuman kontaktivyöhykkeessä on useita paljastumia.

Kallioperäkartalla (3934 01, 02, 04 ja 05) Opukasjärven ryhmän kivet on vihreällä värillä merkityjä mafisia metavulkaniitteja, keltaisella värillä merkityjä kvartsimaasälpägneissejä ja sinisellä värillä merkityjä kiillegneissejä.

Opukasjärven ryhmän alimmissa Kistapelvuobmin ja Laavvuvaaran muodostumissa ovat tyypillisiä vulkaanista toimintaa ilmentävät mafiset ja felsiset metavulkaniitit. Ryhmän ylimmässä Silisjoen muodostumassa ovat tyypillisiä sedimenttisyntyisiä gneissit. Keskimmaisessä Silivarrin muodostumassa ovat tyypillisiä sekä vulkaanista toimintaa ilmentävät kivet että rapautumistuotteista syntyneet metasedimentit, jotka ovat nykyisellään gneissejä.

Ikä: Opukasjärven ryhmän kivilajeille ei ole toistaiseksi saatu ikää, koska otetuissa näytteissä ei ole ollut riittävästi zirkonia. Metamorfoosivaihetta kuvaavat K-Ar-määrityksen tulokset ovat antaneet ikä 1811 - 1695 Ma (muskoviitti, biotiitti ja sarvivälke). Karttalehdellä on ryhmän kivet merkitty paleoproterotsooisiksi, mutta yhtä hyvin ryhmän kivet voivat olla myöhäisarkeisia. Näätämön karttalehtialueen metavulkaniitteja on julkaisuissa pidetty sekä paleoproterotsooisina tai arkeisina (Marker 1985) tai milloin arkeisina, milloin paleoproterotsooisina.

Opukasjärven ryhmän kivet ovat poimuttuneet avoimeksi pohjois-eteläsuuntaiseksi synklinoriumiksi, jota leikkaa Luossajärven gabro (1931 Ma). Pääpoimutusvaihe on ollut ennen 1931 Ma-ikäisen Luossajärven gabron intrudoitumista.

Kistapelvuobmin muodostuma

Nimi: Opukasjärven ryhmän alin muodostuma on Kistapelvuobmin muodostuma, joka on nimetty Kistapeljohkan latva-alueen mukaan (3934 05 D).

Rajat: Muodostuman alaosa on Garsjøenin kompleksin päällä. Muodostuman päällä on puolestaan Laavvuvaaran muodostuma. Muodostuman paksuusvaihtelua lateraalisuunnassa kuvastaa muodostuman kaventuminen hyvin ohueksi eteläosassaan Laavvuvaaran itäpuolella. Muodostuma loppuu Rousajärven lounaispuolella (4912 07). Sensijaan muodostuma jatkuu Norjan puolelle ja on paksuimmillaan Polmakin alueella. Vulkaniittien itäkontakti Garsjøenin kompleksin gneissien kanssa on suurimmaksi osaksi kivilajikontakti (kontakti nähtävissä kahdella paljastumalla ja kairansydämessä). Norjan puolella on kontaktissa polymiktisiä konglomeraatteja (Siedlecka et al. 1986). Kesällä 1994 tehtiin Polmakin alueelle ekskursion, jolloin oli mahdollisuus tutustua muodostuman alakontaktissa olevaan arkoosiin ja karbonaattikiveen. Polmakin alueella metavulkaniitit ja -sedimentit (kvartsiitti, karbonaatti sekä mafiset ja felsiset metavulkaniitit) ovat paksuja ja ne ovat selvästi erotettavissa toinen toisistaan. Melezhik ja Sturt (1994) ovat jakaneet Polmakin alueella Suomen puolella nimetyn Kistapelvuobmin muodostuman jatkeet useisiin eri muodostumiin.

Tyypialue: Kistapelvuobmin muodostuma on parhaiten nähtävissä Kuollepäästimsielgin (kuolle = kala) ja Isokivennokan välillä (3934 05 D).

Paksuus: Muodostuman paksuus on 0 - 300 metriä. Paksuimmillaan muodostuma on Norjan rajalla. Rousajärven länsipuolella (4912 07) muodostuma ohenee ja päättyy.

Kivilajit: Muodostuma on vulkaanis-sedimenttinen yksikkö. Kivilajit ovat pääasiassa mafisia metavulkaniitteja (alkalisia ja kalkki-alkalisia basalttisia andesiitteja ja andesiitteja), joissa on hyvin vähän näkyvissä primaareja vulkaanisia rakenteita. Muodostuman yläosan jäsenet ovat sedimenttisyntyisiä: granaatti-stauroliittikiillegneissia, felsisiä metavulkaniitteja (ryoliittisia ja trakyandesittisiä tuffeja ja tuffiitteja), karsia, karbonaattikiviä, kvartsiitteja ja sertejä. Näiden ylimpien jäsenten lateraalivaihtelua voidaan seurata maastossa hyvien paljastumaolosuhteiden vuoksi. Muodostuman ylimpiin jäseniin kuuluva granaatti-stauroliittikiillegneissi on hyvä johtohorisontti, koska sitä voidaan seurata paljastumalta paljastumalle 12 kilometrin matkan Norjan rajalta (3934 05) aina Rousajärvelle (4912 07) asti. Granaatti-stauroliittikiillegneissi ja siihen liittyvät felsiset metavulkaniitit sisältävät magnetiittia pirootteena ja fragmenttina, ja tämä kivilaji näkyy voimakkaana anomaliana geofysikaalisilla kartoilla (kuva 3). Karret ja kvartsiitit ovat paikallisia, vaikka paljastumilla näillä kivilajeille on saatu pituutta paikoittain useita satoja metrejä. Myös felsiset metavulkaniitit (kuvat 19, 20 ja 21) ovat tässä muodostumassa myös paikallisia.

Ikä: Muodostuman ikää ei ole määritetty. Granaatti-stauroliittikiillegneissistä on tehty K-Ar-ikiä, jotka ovat biotiitille 1733 Ma ja muskoviitille 1741 Ma ja 1717 Ma (Zwicky 1991). Nämä iät edustavat proterotsooisen metamorfoosivaiheen ikää, eivätkä siis muodostuman todellista ikää.

Laavuvaaran muodostuma

Nimi: Laavuvaaran muodostuma on nimetty kartoitusalueella (3934 05 C) olevan Laavuvaaran mukaan.

Rajat: Muodostuman alla on Kistapelvuobmin muodostuma. Muodostuman päällä on Silisvarrin muodostuma.

Tyypialue: Laavuvaaran muodostuma on parhaiten paljastunut Laavuvaaran ja Kistapeljavrrikin (3934 05 A) välisellä alueella.

Paksuus: Paksuus on noin 500 - 900 metriä. Muodostuman paksuudessa on vaihtelua. Muodostuma on pohjoisosastaan kapeampi kuin eteläosastaan.

Kivilajit: Muodostumassa on ala- ja keskiosassa mafisia metavulkaniitteja (kalkki-alkalisia ja tholeiittisia basalttisia andesiitteja ja trakyandesiitteja) samoin kuin alempana sijaitsevassa Kistapelvuobmin muodostumassa. Muodostuman pohjoisosassa Kistapeljavrrikin alueella mantelikivet ovat yleisiä, kun taas muodostuman eteläosassa mafiset metavulkaniitit ovat raitaisia tai massamaisia (mahdollisesti massamaisia laavoja). Laavuvaaran muodostuman yläosan jäsenten kivilajit ovat mustaliuskeita, karsia, granaatti-stauroliittikiillegneissejä, ultramafisia liuskeita, kvartsiitteja, sertejä ja felsisiä metavulkaniitteja (ryoliitteja). Eri alueilla muodostuman ylimpien jäsenten kivilajit ovat erilaisia. Tämä johtuu stratigrafisesta lateraalivaihtelusta. Laavuvaaran muodostuman ylimmät jäsenet muodostavat yhteensä muutaman sadan metrin paksuisen osan, jossa mafinen vulkanismi on tullut paikalliseksi, mutta sedimenttien kerrostuminen on alkanut lisääntyä runsaasti.

Ikä: Muodostumasta ei ole ikämääritystä. Rousajärven länsipuolella mafista metavulkaniittia leikkaa pegmatiittijuoni, joka on myös poimuttunut vulkaniittien kanssa (kuva 30).

Silisvarrin muodostuma

Nimi: Silisvarrin muodostuma on nimetty samannimisen vaaran mukaan (3934 04 B).

Rajat: Muodostuman alaosa rajoittuu Laavuvaaran muodostumaan Kuollepäästintšielgillä, Kistapeljavrrikilla, Laavuvaaran länsipuolella ja Lyöttijärven alueella. Lännessä muodostuma rajoittuu Suorre-Tievjan gneissikompleksiin. Silisvarrin muodostuman päällä on Silisjoen muodostuma.

Tyypialue: Paras poikkileikkaus on muodostumasta Silisvarrin ja Laavuvaaran

alueella (3934 05 B).

Kivilajit: Muodostumalle on tyypillistä vulkaanisten ja sedimenttisyntyisten kivien vuorottainen vaihtelu sekä stratigrafisessa poikkileikkauksessa että lateraalisuunnassa.

Stuorrab Kolmmesjavrin alue (3934 02 ja 05): Muodostumassa vuorottelevat eri tyyppiset, hiukan karbonaattia ja epidootia sisältävät kiillegneissit, ja niiden välissä on ohuita (2 - 10 metriä) mafisia metavulkaniittivälikerroksia. Alaosassa on myös ohuita felsisiä metavulkaniittikerroksia ja karsia.

Silisvarrin alue (3934 04): Muodostuman alaosassa ovat vallalla mafiset metavulkaniitit: kalkkialkaliset basaltit ja basalttiset andesiitit). Muodostuman keskiosassa pääkivilajit ovat tholeiittisia basalteja, basalttisia andesiitteja, felsisiä metavulkaniitteja (pääasiassa ryoliitteja) sekä vähässä määrin dasiitteja ja andesiitteja. Keskiosassa mafisten metavulkaniittien väliin tulee yhä enemmän felsisiä metavulkaniittivälikerroksia (kuva 18 ja 34) sekä muutamia kiillegneissivälikerroksia.

Maddib Silisvarri: Pääasiassa eri tyyppisiä kiille- ja sarvivälkegneissejä, joiden välissä myös mafisia metavulkaniittivälikerroksia.

Ikä: Muodostumalle ei ole saatu ikämääritystä. K-Ar-menetelmällä on saatu biotiitille iäksi 1706 Ma ja 1715 Ma. Muskoviitin iäksi on määritetty 1774 Ma sekä sarvivälkkeen iäksi 1811 Ma ja 1745 Ma (Zwicky 1991).

Silisjoen muodostuma

Nimi: Silisjoen muodostumalle on annettu nimi tämän muodostuman itäosassa virtaavan Silisjoen mukaan (3934 04 ja 05).

Rajat: Silisjoen muodostuma on Opukasjärven ryhmän ylin muodostuma, joka muodostaa suuren synklinoriumin keskiosan. Tämän muodostuman alla on Silisvarrin muodostuma.

Tyypialue: Tyypialue on Silisvarrin länsipuolella Silisjoella (3934 04 B).

Kivilajit: Muodostuman kivilajit ovat yksinomaan kvartsimaasälpä- ja kiillegneissejä (kuva 24). Metavulkaniitteja ei kuulu tähän muodostumaan.

Ikä: Muodostuman ikää ei tunneta. K-Ar-ikämääritys antaa gneissien biotiitille iäksi 1708 Ma (Zwicky 1991).

KIVILAJIT

Pohjagneissikompleksien kivilajit

Gneissikompleksien kivilajit ovat pääasissa raitaisia ja harmaita gneissejä, kiillegneissejä ja migmatiitteja (taulukko 3 ja 4). Raitaisten gneissien välissä on graniitteja, joiden kontaktit ympäröiviin gneisseihin ovat vähittäisiä, lähinnä leveitä (100 - 500 m) migmatiittivyöhykkeitä. Graniitit ovat suurimmaksi osaksi hiukan deformatuneita tai raitaisuus osoittaa gneissiytymisen merkkejä. Migmatiittiytyminen on ollut monivaiheista. Vanhimmat neosomiset suonet ovat vaaleita, ja niiden koostumus vastaa tonaliittista - trondhjemmiittistä ainesta. Nämä vaaleat suonet muodostavat yleensä konformin raitaisuuden tummissa paleosomeissa. Kallioperäkartaan on merkitty graniitiksi myös ne raitaisten gneissien alueet, joilla migmatisoivan granitoidisen aineksen osuus paljastumalla on yli 50 %.

Pienten graniittialueiden kivilajit muistuttavat relikteineen hyvin paljon migmatiittia. Migmatiitin ja graniitin tyyppinen vyöhyke ulottuu Justinvuobmista (4912 11) Savuslampien ja Harripuljon (4912 10) kautta Raanuvaaralle (4912 10). Tämän Suomen puolella olevan pitkänomaisen graniitin osa (n. 10 x 10 km², Gæççoi'vin graniitti) on Norjan alueella (Heim et al. 1992). Graniitteja on Pirivaarassa, Harrijoella, Laasavaarassa ja Isokivenokalla. Graniitit ovat punertavia, porfyyrisiä ja voimakkaasti suuntautuneita, ja niiden kontaktit ympäröiviin gneisseihin ovat voimakkaasti migmatiittiytyneet. Ainoastaan Pirivaaran graniitin on havaittu paljastumalla terävästi leikkaavan gneissejä.

Garsjøenin kompleksin kivilajit

Raitaiset gneissit

Gneissikompleksin kivilajit ovat suurimmaksi osaksi vaaleanharmaita, raitaisia, heterogeenisiä ja voimakkaasti deformatuneita gneissejä (kuva 8), joista useinkaan ei voida sanoa, onko kyseessä para- vai ortogneissi (kuva 9). Gneissien migmatiittiytymisen aste vaihtelee eri kompleksien välillä ja niiden sisällä. Graniittijuonet ja -suonet ovat yleisiä.



Kuva 8. Garsjøenin pohjagneissikompleksin raitaista gneissiiä. Päämineraalit ovat plagioklaasi (oligoklaasi) ja kvartsi. Laatan pituus on 10 cm.

Fig. 8. Banded gneisses of the Garsjøen basement gneiss complex. Minerals are plagioclase (oligoclase) and quartz. Tag is 10 cm.

Puollimvarri, Inari, 4914 01, x = 7733,360, y = 4464,570



Kuva 9. Garsjøenin pohjagneissikompleksin massamaista gneissiiä.

Fig. 9. Homogeneous gneiss of the Garsjøen basement gneiss complex.

Kuva - Photo by J. Eskelinen)

Isokivennokka, Inari, 4912 08, x = 7745,280; y = 4445,050

Kallioperäkartalla on merkitty graniittijuonten ja -suonten merkillä ne alueet, joilla suonia on runsaasti. Kaksi kilometriä Näätämön kaakkoispuolella, Rajajärvellä, on gneissien seassa rautamuodostumalle tyypillisiä kiviä, joissa kerrokset ovat magnetiittia tai gruneriittia (kuva 10). Kivessä on myös runsaasti granaattia. Kallioperäkarttaan tämä paikka on merkitty magnetiitin merkillä. Puollimvarrin itärinteellä on puoli metriä leveä ruosteinen vyöhyke, jossa kiven mineraalit ovat kvartssia, kiisuja ja granaattia (taulukko 3, analyysi 11). Tämä kiisuinen vyöhyke on Rajajärven rautamuodostuman pohjoisella jatkeella.

Vaihtelevan kokoiset ($\varnothing = 1 - 10$ m), kiillegneissi- ja amfiboliittijäänteet ovat tyypillisiä kompleksien kiville. Kallioperäkartalla nämä jäänteet on kuvattu sinisillä ja vihreillä liekeillä. Paikoin paljastumilla kiillegneissin ja amfiboliitin osuudet kasvavat niin suuriksi, että alueet on merkitty yhtenäisellä sinisellä tai vihreällä värillä. Puollimvarrin länsiosissa mafisen metavulkaniitin länsipuolella on harmaiden gneissien välissä vaaleaa gneissia, joka rapautumispinnaltaan muistuttaa arkosiittia. Gneissin vaaleus johdetaan kiven suuresta kvartsi- ja plagioklaasimäärästä.

Monin paikoin raitaisissa gneississa on kalimaasälpäporfyroblasteja. Voimakkaasti suuntautuneet maasälpäporfyriset gneissit ovat silmägneissejä (kuva 11). Näitä silmägneissejä tavataan paljastumarjanteina vyöhykkeellä, joka on Opukasjärven metavulkaniittien ja Garsjøenin kompleksin kontaktivyöhykkeessä Isokivennokan ja Laavuvuorin alueella (3934 04 ja 05), sekä kartta-alueen lounaisreunassa Suorre-Tievjan alueella (3934 01).

Kiillegneissit.

Sinisellä värillä on merkitty kiillegneissejä, joita on pieninä epämääräisinä osueina granodioriittivaltaisten graniittigneissien joukossa. Suurimpia kiillegneissia sisältäviä alueita on Näätämön koillispuolella (4914 01), Isokivennokan itä- ja koillispuolella (4912 08) sekä kapeana vyöhykkeenä kartan eteläreunassa Villavaaran lounaispuolella (4912 07).

Kiillegneissit ovat tyypillisesti voimakkaasti suuntautuneita tai liuskeisia ja poimuttuneita. Raekooltaan ne ovat pieni- tai keskirakeisia. Kiven rapautumispinta on harmaa, mutta tuore pinta on tumma. Vaalean mineraaliaineksen vaeltaminen omiksi raidoikseen saa kivet usein näyttämään suonigneisseiltä. Kiillegneissien kontaktit niitä ympäröiviin raitaisiin gneisseihin ovat yleensä niin vähittäin vaihtuvia, että tarkkaa rajanvetoa eri kivilajien välillä on ollut vaikea tehdä.

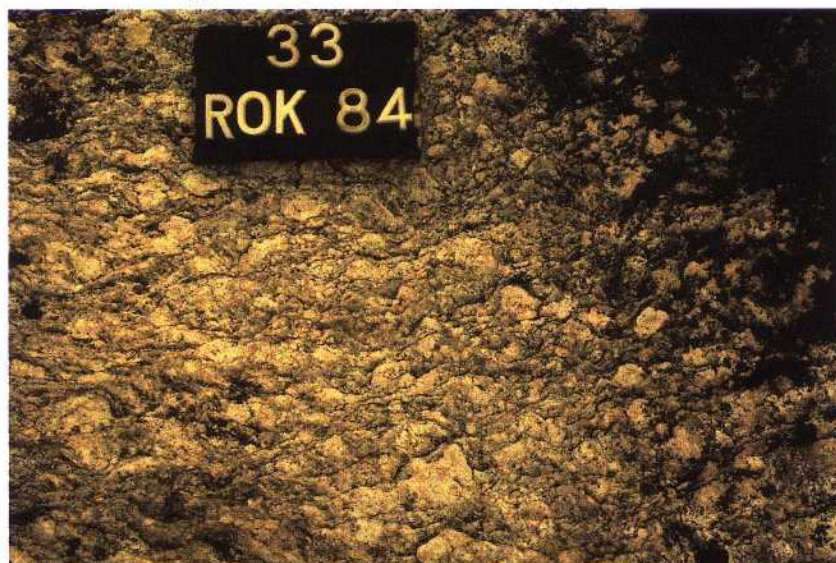
Kiillegneissin päämineraalit ovat kvartsi, plagioklaasi (An_{25-35}), biotiitti ja muskoviitti. Plagioklaasi on usein serisiittiytynyttä. Aksessorisia mineraaleja ovat sarvivälke, kalimaasälpä, epidootti, granaatti, kloriitti ja zirkoni. Granaatti on hyvin yleinen aksessorinen mineraali. Näätämön kylän koillispuolella (4912 01) kiillegneisseissä on poikiloblastisia, paikoin helisiittisiä granaattiporfyroblasteja sekä fibroliittista sillimaniittia.



Kuva 10. Migmatiitin (vaalea) keskellä poimuttunutta magnetiitti- ja gruneritiipitoista kiveä (tumma). Garsjøenin pohjagneissikompleksi. Laatan pituus 10 cm.

Fig. 10. Magnetite- and grunerite-bearing rock (dark) folding in the migmatite (light). The Garsjøen basement gneiss complex. Tag is 10 cm.

Rajajärvi, Inari, 4914 01, x = 7731,480; y = 4467,140



Kuva 11. Garsjøenin pohjagneissikompleksin silmägneissiiä. Laatan pituus 5 cm.

Fig. 11. Augen gneiss of the Garsjøen basement gneiss complex. Tag is 5 cm.

Isokivennokka, Inari, 3934 05, x = 7742,450, y = 3556,670.

Kvartsimaasälpagneissit

Gneissikompleksien kivissä on myös jäänteitä arkoosisista sedimenttikerroksista, jotka nykyasussaan ovat enemmän tai vähemmän graniittiutuneita kvartsimaasälpagneissejä. Eniten näitä kiviä on Näätämön ja Isokivennokan kiillegneissien ja sarvivälkegneissien yhteydessä (4914 01). Kvartsimaasälpagneissit on merkitty karttaan keltaisilla liekeillä.

Kivien graniittiutuminen näkyy rapautumispinnan punertavana värinä muuten vaalean harmaissa kivissä. Mikroskoopissa graniittiutuminen erottuu kalimaasälvän mobiloitumisena ja myrmeikiittirakenteina kvartsin kanssa. Kvartsin ja kalimaasälvän lisäksi päämineraalina on plagioklaasia, joka on yleensä voimakkaasti serisiittytyntä. Reunoiltaan repaleinen biotiitti on yleensä aksessorisena mineraalina, mutta toisinaan kivissä tavataan myös kiillerikkaita raitoja. Muita aksessorisia mineraaleja ovat mm. opaakit, epidootti, kloriitti ja apatiitti.

Mafiset metavulkaniitit ja sarvivälkegneissit

Tummat amfiboliittiset raidat ja jäänteet (kuva 12) muodostavat merkittävän osan Näätämön - Isokivennokan välisen gneissikompleksialueen paleosomiaineksestä (4912 07, 08 ja 10). Amfiboliittisten jäänteiden koko vaihtelee haamumaisista raidoista aina satakunta metriä paksuihin yhtenäisiin vyöhykkeisiin, jotka ovat mahdollisesti voimakkaan mobiloitumisen kohteeksi joutuneita vulkaniitteja. Toisaalta on myös amfiboliitteja, jotka diabaasin tavoin leikkaavat ympäröiviä kiviä.

Näätämön alueella Puollimvarrin tunturille (4914 01) on karttaan merkitty vaaleanvihreällä värillä mafista metavulkaniittia, jota on tavattu yli 100 metrin levyisenä vyöhykkeenä yhden kilometrin matkalla. Tästä raitaisesta ja tummanvihreästä metavulkaniitista ei ole löydetty vulkaanisia rakenteita. Kivi on massamaista vyöhykkeen keskosassa, mutta reunaosissa vulkaniitti on enemmän raitaisen sarvivälkegneissin kaltaista.

Migmatiittiutumisen vaikutus on usein ollut amfiboliittijäänteissä niin läpikotaista, että amfiboliittisten jäänteiden vaaleat mineraalit on kulkeutuneet lähes kokonaan trondhjemittiseen neosomiainekseen. Tämän ilmiön vuoksi amfiboliittijäänteet ovat hyvin tummia. Migmatiitteja, joissa on runsaasti tummia amfiboliittijäänteitä, on mm. Rousajärven ja Tsaktšaluobbalin (4912 07), Koivuvaaran, Suopumavaaran ja Harrijärven (4912 10) välisellä alueella.

Puollimvarrin ympäristössä (4914 01) migmatiittiutumisen intensiteetti on ollut pienempi ja sarvivälkettä sisältävät kivet ovat paremmin säilyneitä. Kallioperäkartalla näitä kiviä on kuvattu sarvivälkegneissien symbolilla.

Rakenteeltaan amfiboliitit ja sarvivälkegneissit ovat yleensä granoblastisia ja raekooltaan keskirakeisia. Sarvivälkkeen määrän kasvaessa rakenne muuttuu granoblastis - nematoblastiseksi. Päämineraaleina ovat sarvivälke ja vaihtelevasti serisiittyntynyt plagioklaasi (An₂₀₋₄₃). Aksessorisia mineraaleja ovat opaakki, biotiitti, kvartsi, kloriitti, titaniitti ja zirkoni.



Kuva 12. Amfiboliittia, jota leikkaa pegmatiittijuoni. Amfiboliitissa on myös gneisseille tyypillistä vaaleiden mineraalien segregoitumista suoniksi. Garsjøenin pohjagneissikompleksi.

Fig. 12. Amphibolite cutting by the pegmatite dyke. Amphibolite is veined by light minerals. The Garsjøen basement gneiss complex.

Näätämö, Inari, 4914 01, x = 7731,420; y = 4465,210

Graniitit

Pinta-alaltaan suurin, Pirivaaran graniittiplutoni (4912 10 ja 4914 01, taulukko 3, analyysi 6 ja taulukko 4, analyysi 13) muodostaa heterogeenisen kokonaisuuden, jossa porfyiriset karkearakeiset sekä tasarakeiset ja pegmatiittiset osueet vaihtelevat porfyyrin tyypin ollessa kuitenkin vallitsevana. Kalimaasälpähajarakkeet ovat usein suuntauneina, pitkänomaisina rakeina. Pohjagneissejä esiintyy graniitissa yleisesti sulkeumina, jotka paikoin näkyvät vain haamumaisena raitaisuutena.

Pirivaaran graniitin päämineraalit ovat kalimaasälpä, plagioklaasi, kvartsi ja biotiitti. Kalimaasälpä (mikrokliini) ja plagioklaasi ovat muita mineraaleja suurempina hajarakeina. Plagioklaasia on kahtena eri generaationa, joista vanhempi on reliktinä kalimaasälvässä ja nuorempi on kiteytynyt samanaikaisesti kalimaasälvän kanssa. Vanhemmalle plagioklaasille on tyypillistä voimakas serisiittiytyminen. Aksessorisia mineraaleja ovat opaakki, titaniitti, kloriitti, apatiitti ja zirkoni. Aerogeofysikaalisilla kartoilla Pirivaaran graniitti erottuu selvästi voimakkaiden magneettisten anomalioidensa vuoksi, jotka johtuvat graniitissa esiintyvistä magnetiittirakeista. Graniittigneissikompleksien alueella tavataan erillisiä graniittien luonnehtimia alueita, joissa syväkivien kontakti ympäröiviin gneisseihin on vähittäinen. Suurin ja yhtenäinen graniittimassiivi on Näätämön kylän länsi- ja pohjoispuolella (4914 01). Tämä graniitti on nimetty Pirivaaran graniitiksi (Meriläinen 1976). Toinen suurempi graniitti on keskellä karttalehteä Isokivennokan alueella (4912 08). Epämääräisiä, lähinnä migmatiitin ja graniitin väliltä olevia kiviä,

Taulukko 3. Pohjagneissikompleksin gneissien, graniitin, amfiboliitin ja mafisten metavulkaniittien kemiallisia koostumuksia.

Table 3. Chemical compositions of gneisses, granite, amphibolite and mafic metavolcanic rocks. The basement gneiss complex.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	68.7	72.5	71.4	71.6	71.0	71.8	48.7	51.4	52.2	48.9	57.50
TiO ₂	0.3	0.2	0.6	0.4	0.4	0.4	0.7	0.9	0.9	1.1	0.3
Al ₂ O ₃	15.9	15.2	13.9	14.2	14.7	14.1	16.6	11.5	13.1	18.0	9.6
Fe ₂ O ₃ tot	3.6	2.2	6.6	2.8	2.9	2.7	9.3	16.0	14.3	11.5	22.9
MnO	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.3
MgO	1.2	0.6	1.8	0.6	0.6	0.5	9.7	7.5	6.0	5.5	1.8
CaO	4.0	3.4	1.0	1.4	1.7	1.6	10.6	9.2	9.6	10.0	4.7
Na ₂ O	4.4	4.7	1.9	3.3	3.9	3.4	2.1	2.1	2.5	3.7	0.2
K ₂ O	1.5	0.9	2.4	5.2	4.1	5.2	2.1	0.8	0.9	0.5	0.2
P ₂ O ₅	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.3	0.5
Summa (%)	99.8	99.8	99.6	99.6	99.4	100.0	99.9	99.7	99.8	99.6	98.0
Sum											
As (ppm)	0.7	0.4	2.3	0.4	0.2	0.6	0.6	0.6	0.5	0.2	12.4
Sb	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
Zn	60.1	44.1	51.5	105.0	56.1	42.6	39.0	51.2	41.1	46.4	30.7
Sn	40.5	30.7	42.3	104.0	50.3	35.0	34.6	40.6	37.4	38.9	37.0
W	0.4	0.4	0.4	0.8	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.3
La	8.9	15.2	24.9	17.5	87.2	0.9	0.2	6.8	3.5	23.3	20.4
Sm	1.7	1.3	3.1	3.7	7.6	4.7	1.2	2.7	2.1	8.1	3.3
Lu	0.0	0.1	0.2	1.4	0.5	0.3	0.2	0.1	0.5	0.5	0.4
Cr	25.5	10.9	169.0	35.2	18.5	13.5	400.0	131.0	30.9	94.6	98.1
Ni	19.4	12.0	20.3	34.4	19.3	12.7	343.2	161.0	40.7	94.6	55.4
Co	10.4	1.2	17.8	2.7	4.9	4.3	58.5	58.6	48.9	38.3	27.8
Sc	8.0	5.0	18.2	9.8	4.1	3.9	29.6	47.2	67.5	46.5	10.2
Ba	467	426	948	595	908	1250	90	83	63	130	18.3
Rb	51.5	38.0	83.1	297.0	123.0	180.0	145.0	5.1	13.9	4.7	8.3
Ta	0.2	0.1	1.4	4.2	2.4	1.6	0.2	0.2	0.1	0.3	0.4
U	0.2	0.5	1.2	4.4	2.2	1.5	0.3	0.2	0.3	0.2	1.6
Th	0.7	2.5	7.1	45.2	37.5	30.3	0.5	0.4	0.4	0.5	6.6
Cu	10	0	0	10	20	0	10	110	0	70	430
Cs	1.5	1.9	4.1	10.8	1.4	1.4	6.5	0.3	0.3	0.3	0.3
S	400	70	410	50	300	120	40	1750	60	1920	36600
V	50	30	110	50	40	30	140	230	300	220	50
Zr	120	100	150	290	250	210	20	60	50	180	80
Sr	400	290	160	100	220	230	100	100	100	410	10

1. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Garsjøenin pohjagneissikompleksi — *Garsjøen basement gneiss complex*. Näätämö, Inari. 4914 01, x = 7731,420; y = 4465,210.
2. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Garsjøenin pohjagneissikompleksi — *Garsjøen basement gneiss complex*. Näätämö, Inari. 4914 01, x = 7733,360; y = 4464,570.
3. Sillimaniitti-pitoinen kiillegneissi — *Sillimanite-bearing mica gneiss*. Garsjøenin pohjagneissikompleksi — *Garsjøen basement gneiss complex*. Näätämö, Inari. 4914 01, x = 7733,410; y = 4465,620.
4. Silmägneissi — *Augen gneiss*. Garsjøenin pohjagneissikompleksi — *Garsjøen basement gneiss complex*. Isokivenokka, Inari. 3934 04, x = 7739,540; y = 3557,280.
5. Silmägneissi — *Augen gneiss*. Garsjøenin pohjagneissikompleksi — *Garsjøen basement gneiss complex*. Kistapeljavriik, Inari. 3934 05, x = 7744,600; y = 3556,380.
6. Graniitti — *Granite*. Pirivaaran graniitti — *The Pirivaara granite*. Puollimvarri, Inari. 4914 01, x = 7732,310; y = 4462,770.
7. Sarvivälkegneissi — *Hornblende gneiss*. Garsjøenin pohjagneissikompleksi — *Garsjøen basement gneiss complex*. Puollimvarri, Inari. 4914 01, x = 7732,900; y = 4463,960.
8. Amfiboliitti — *Amphibolite*. Garsjøenin pohjagneissikompleksi — *Garsjøen basement gneiss complex*. Puollimvarri, Inari. 4914 01, x = 7731,420; y = 4465,210.
9. Mafinen metavulkaniitti — *Mafic metavolcanic rocks*. Garsjøenin pohjagneissikompleksi — *Garsjøen basement gneiss complex*. Puollimvarri, Inari. 4914 01, x = 7733,060; y = 4464,170.
10. Mafinen metavulkaniitti — *Mafic metavolcanic rock*. Garsjøenin pohjagneissikompleksi — *Garsjøen basement gneiss complex*. Puollimvarri, Inari. 4914 01, x = 7732,790; y = 4463,700.
11. Granaatti-opaakki-kvartsikivi — *Garnet-opaque-quartz rock*. Garsjøenin pohjagneissikompleksi — *Garsjøen basement gneiss complex*. Puollimvarri, Inari. 4914 01, x = 7733,520; y = 4465,550.

Taulukko 4. Graniittien ja graniittigneissien mineraalikoostumuksia.

Table 4. Mineral composition of granites and granite gneisses.

	12	13	14	15
Kvartsi - <i>Quartz</i>	31.1	26.3	32.5	36.7
Plagioklaasi - <i>Plagioclase</i>	27.4	41.0	16.5	24.4
Kalimaasälpä - <i>Potassium feldspar</i>	34.7	26.4	44.5	18.7
Biotiitti - <i>Biotite</i>	6.2	5.6	5.5	15.3
Muskoviitti - <i>Muscovite</i>	0.3	-	0.2	-
Serisiitti - <i>Sericite</i>	-	0.3	-	2.2
Titaniitti - <i>Sphene</i>	-	0.1	-	1.0
Apatiitti - <i>Apatite</i>	-	-	-	0.3
Epidootti - <i>Epidote</i>	-	-	0.4	1.2
Opaakki - <i>Opaque</i>	0.3	-	0.2	0.1
Muut - <i>Others</i>	-	-	0.2	0.1
	100.0	100.0	100.0	100.0

12. Graniitti — *Granite*. Isokivenokka, Inari. 3434 05, x = 7743,540; y = 3556,670.
13. Graniitti — *Granite*. Pirivaaran graniitti — *The Pirivaara granite*. Puollimvarri, Inari. 4914 01, x = 7732,310; y = 4462,770.
14. Graniittigneissi — *Granite gneiss*. Suorre - Tievjan gneissikompleksi — *Suorre - Tievja gneiss complex*. Njaakkaselkä, Inari. 3934 01, x = 7731,000; y = 3544,500.
15. Graniittigneissi — *Granite gneiss*. Garsjøenin gneissikompleksi — *Garsjøen gneiss complex*. Isokivenokka, Inari. 3934 04, x = 7739,730; y = 3556,270.

joissa graniittisen aineksen osuus on suuri, on Savuslammen ja Justinvuobmin välillä (4912 10 ja 11). Pienempiä graniitteja on Laasavaarassa (4912 07) ja Kârggašella (4912 08), Norjan rajalla. Kârggašen graniitti kuuluu osana suurempaan Norjan puoleiseen Gæçcoai'vin graniittiplutoniin, joka leikkaa pohjan gneissejä (Siedlecka, 1985).

Suorre-Tievjan gneissikompleksin kivilajit

Kartoitusalueen lounaisreunassa (3934 01) on yhtenäinen gneissien ja migmatiittien luonnehtima alue, joka on suurimmaksi osaksi tasaista, soista ja heikosti paljastunutta maastoa. Kompleksi on kallioperäkartalle rajattu geofysikaalisten kuvatulkitakarttojen avulla. Tyypillisin esimerkki kompleksin gneissistä on Suorre-Tievjalla ($x = 7731,300$; $y = 3541,820$). Kivet ovat yleensä karkearakeisia, linssimäisten kalimaasälpäporfyroblastien ja kvartsiosueiden leimaamia. Ulkonäöltään ne ovat lähes silmägneissejä. Kalimaasälpäporfyroblastien maksimikoko on paikoin jopa 4 cm. Biotiittisuomujen aiheuttama voimakas liuskeisuus kiertää porfyroblasteja ja antaa kivelle "kiharaisen" ulkoasun. Kalimaasälvän ja biotiittisuomujen vaihtelun vuoksi kiven yleisväri vaihtelee tummanharmaasta vaalean punertavaan. Kivessä esiintyy yleisesti ohuita amfiboliittisia raitoja tai välikerroksia. Päämineraaleina gneississä ovat kvartsi, kalimaasälpä, biotiitti ja plagioklaasi. Aksessorisia mineraaleja ovat titaniitti, epidootti ja apatiitti.

Moresveijohkan kompleksin kivilajit

Näätämön karttalehden länsi- ja luoteisreunassa on kapeana kaistaleena osa Moresveijohkan gneissikompleksia. Kompleksin kivet ovat parhaiten paljastuneena Luossajavrin gabrointruusion länsipuolella, Luossavarrilla ja Roavvevarrilla (3934 03). Syvissä laaksoissa on pohjois-eteläsuuntaisia kataklastisia ja myloniittisia vyöhykkeitä, jotka jatkuvat Roavvevarrilta (3934 03) Pulmankijärvelle (3941 10).

Alueen gneissit ovat tyypillisesti erittäin heterogeenisiä, keski- tai karkearakeisia ja suuntautuneita kiviä. Luossajavrin gabromassiivin läheisyys on aiheuttanut kiviin voimakkaan raitaisuuden, joka johtuu runsaista yhdensuuntaisista pegmatiittisista ja kvartsisuonista. Maasälpärikkait juonet antavat kiville usein voimakkaan punertavan ja raitaisen ulkoasun. Kiven koostumus vaihtelee granodioriittisesta tonaliittiseen ja paikoin myös tummiin ja gabrokoostumuksellisiin kiviin, joista osa lienee Luossajavrin gabroon liittyviä apofyysimäisiä juonia. Alueella ovat tyypillisiä myös muutaman senttimetrin levyiset suonet, joiden päämineraalit ovat plagioklaasi, biotiitti ja kvartsi. Nämä suonet leikkaavat muiden kivilajien liuskeisuuksia, ja ovat siten paljon nuorempia kuin kompleksin muut kivet. Kiillegneissi- ja amfiboliittisulkeumia esiintyy yleisesti samoin kuin graniittisia ja graniittipegmatiittisiä juonia ja osueita. Myloniittisia vyöhykkeitä luonnehtii runsas epidootin esiintyminen.

Opukasjärven ryhmän kivilajit

Mafiset metavulkaniitit

Karttalehden keskellä on vihreällä värillä merkitty mafisten metavulkaniittien luonnehtima vyöhyke. Se kuuluu osana Opukasjärven ryhmän vulkaanis-sedimenttiseen saraan. Mafisista metavulkaniiteista on aiemmissa kartoissa ja julkaisuissa käytetty amfiboliitti-nimitystä (Meriläinen 1965 ja 1976). Kemiallisen koostumuksen perusteella nämä metavulkaniitit ovat emäksisiä (kalkkialkalisia ja tholeiittisia basaltteja) tai intermediaarisia (basalttisia andesiitteja ja andesiitteja). Taulukossa 4 on esitetty tyyppillisten mafisten metavulkaniittien kemiallisia koostumuksia.

Metavulkaniitit rajoittuvat itäosassa (3934 04 ja 05, 4914 07) Garsjøenin kompleksin raitaisiin gneisseihin, mutta länsiosassa (3934 04 ja 05) vulkaaniset kivet vaihettuvat vähitellen sedimenttisyntyisiin kiille- ja kvartsimaaasälpagneisseihin. Karttalehden itäosassa (4914 01), Puollimvarrin päällä oleva kapea amfiboliittijakso on myös tulkittu alkuperältään vulkaaniseksi, mutta stratigrafisesti se on Garsjøenin pohjagneissikompleksin sisällä.

Opukasjärven ryhmän mafiset metavulkaniitit ovat väriltään tummanvihreitä, ulkosultaan raitaisia tai voimakkaasti suuntautuneita. Mafisten metavulkaniittien kanssa vuorottelee myös muita kivilajeja, kuten felsisiä metavulkaniitteja ja eri tyyppisiä gneissejä.

Paljastumilla nähdään kivien intensiivinen pienenispoimuttuminen. Pienipiirteisimmät vulkaaniset rakenteet ovat lähes täysin hävinneet deformaatioiden ja uudelleenkiteytymisen aikana. Tämän vuoksi yksittäisiä laava- tai pyroklastisia kerroksia on käytännössä lähes mahdoton erottaa toisistaan. Paljastumalla raitaisuutena näkyvät koostumukselliset erot mafisissa metavulkaniiteissa saattavat olla kerroksellisuutta tai deformaation ja aineen mobiloitumisesta johtuvaa koostumuseroa. Mafisten ja felsisten metavulkaniittien kerroksellisuus on silloin helposti havaittavaa, kun hyvin paljastuneella alueella vuorokerroksin on eri vulkaniittityyppejä (kuva 18), joita voidaan seurata pitkiä matkoja.

Harvoja säilyneitä primäärisiä vulkaanisia rakenteita ovat mantelikivikerrokset (kuva 13), joita on Kistapeljohkan ja Kistapeljavrrikin itäpuolella. Mantelit ovat deformaation vaikutuksesta voimakkaasti litistyneet ja yhtenevät kvartsisuonistoon, joka on tyyppillistä osalla metavulkaniiteista. Mantelien pituusakseli on yleensä 0,5 - 3 cm ja päämineraalit ovat kvartsi ja plagioklaasi. Rovivaaralla (3934 04, $x = 7732,180$; $y = 3555,260$) on hyvin säilyneitä mantelikivikerroksia, joissa pallomaistet mantelit ovat kvartsia ja säteittäisesti kasvanutta epidootia. Eri mantelikivikerrokset kuulunevat eri laavapatjoihin. Syväkairaussydämeistä, joka on Kistapeljavrrikin pohjoispuolella (R-1, 3934 05, $x = 7745,540$; $y = 3553,560$), on saatu tuffiittimaisten kivien (sarvivälke-plagioklaasi-biotiitti ± kvartsi) välistä mantelikivilaavapatjojen paksuuksiksi (sarvivälke-plagioklaasi, yläosa mantelikiveä, alaosa massamaista) 1,3 m, 1,35 m, 14,7 m, 2,0 m, 4,3 m ja 13,3 m. Tuffiittimaisten patjojen paksuudet ovat 0,3 m, 2,8 m, 1,2 m, 0,05 m, 0,2 m, 0,2 m,

4,1 m, 0,2 m ja 0,6 m. Pieniä vulkaanisen kiven fragmentteja on tuffiittisissa kerroksissa, joiden paksuudet ovat 17,3 m ja 4,2 m. Reiän kokonaispituus on 147,30 metriä. Laavapatjojen kerroksellisuus on usein likimain sama kuin alueen liuskeisuushavaintojen kulun suunta.

Primäärirakenteita on myös Silisvarrin kaakkoisrinteellä tavattavassa agglomeraatissa (kuva 14) (3934 04; x = 7737,260; y = 3553,150). Litistyneiden fragmenttien pituusakseli vaihtelee viidestä 25 cm:iin. Fragmentteja ja palloja reunustaa yleensä keskustaa vaaleammaksi rapautunut kehä, joka saattaa olla alunperin vulkaanisen heitteleen lasimainen jäähtymisreunus. Fragmenttien välinen matriksi on hienorakeista ja emäksisempää kuin heitteleiden materiaali. Agglomeraattihorisontin yhteydessä on mantelikivikerroksia ja stratigrafisesti sen alapuolella on felsisiä metavulkaniitti- ja kvartsimaasälpägneissikerroksia. Agglomeraattipaljastumilta 900 metriä lounaaseen, Kåskamuš Silisluobalin itäpuolella, on paljastumia, joissa on vulkaanista breksiaa. Fragmentit ovat kookkaita (halkaisija voi olla jopa 50 cm) ja kulmikkaita (kuva 15). Kulmikkaiden fragmenttien seassa on myös soikeita heitteleitä.

Mafisten metavulkaniittien päämineraaleina ovat sarvivälke ja plagioklaasi (albiitti tai oligoklaasi) (taulukko 6). Sarvivälkkeen voimakkaan suuntautuneisuuden vuoksi mafisia metavulkaniitteja on aikaisemmin nimetty amfiboliiteiksi. Mikrorakenteeltaan kivet ovat granoblastisia ja nematoblastisia. Pääosin raekoko on 0.1 - 0.6 mm. Sarvivälke esiintyy pitkänomaisina muuttumattomina sälömäisinä rakeina. Rakeiden kloriittiutumista ja biotiittiutumista tavataan vain harvoin. Massamaisemmissa vulkaniittiosueissa tavataan toisinaan blastoporfyyristä rakennetta - repaleinen sarvivälke on selvästi muita suurempina hajarakeina. Hajarakeiden keskiosissa saattaa lisäksi esiintyä opaakkia pigmenttiä, joista näkyy pyrokseenirakeiden pseudomorfeja. Vulkaniittien plagioklaasi on selvästi sarvivälkettä pienempinä granoblastisisina rakeina. Myös se on pääpiirteissään hyvin tervettä. Serisiittiytymistä on runsaasti vain mikrorakojen ympäristössä. Aksessorisia mineraaleja ovat kvartsi, biotiitti, epidootti, titaniitti, opaakki ja serisiitti.

Poikiliittisiä granaattiporfyyroblasteja on vulkaniiteissa paikoin runsaasti. Paljastumilla porfyroblastit esiintyvät yleensä kapeina kerroksina. Niissä kivissä, joita on maastossa pidetty tuffiitteina, ovat kvartsin ja biotiitin määrät suuremmat kuin tummissa metavulkaniiteissa ja mantelikivissä. Kivien epidoottiutuminen on paikoin voimakasta ja epidoottia saattaa olla tasaisesti läpi kiven tai vaihtelevan paksuisina raitoina tai suonina. Kataklastian deformaation aiheuttamia kapeita myloniittisia kloriittisaumoja ja vyöhykkeitä tavataan ohuthieissä yleisesti. Maastossa sensijaan kapeiden suonien erottaminen tummissa kivissä on vaikeaa.



Kuva 13. Mantelikeivä. Mantelit ovat pääasiassa kvartssia. Mantelit ovat voimakkaasti litistyneet deformaatioissa. Laavuvaaran muodostuma. Kuva-alan leveys noin 4 m.
 Fig. 13. Amygdaloidal lava. The amygdales are mainly quartz. The amygdales are strongly deformed by folding. The Laavuvaara Formation. Width of the area c. 4 m.
 Kistapeljohka, Inari, 3934 05, x = 7747,110; y = 3554,700.



Kuva 14. Agglomeraattia. Pallot ja fragmentit ovat litistyneet pääliuskeisuustasoon. Tyypillistä ovat vaaleat pallot ja tumma välimassa. Silisvarrin muodostuma. Laatta on 10 cm.
 Fig. 14. Agglomerate. The fragments and pebbles are deformed. The orientation of pebbles and fragments are parallel to the strike of the foliation. The Silisvarri Formation. Tag is 10 cm.
 Silisvarri, Inari, 3934 04, x = 7737,250, y = 3553,140.

Taulukko 5. Mafisten ja ultramafisten metavulkaniittien kemiallisia koostumuksia.
 Table 5. Chemical compositions of mafic and ultramafic metavolcanic rocks.

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
SiO ₂	56.8	59.5	48.8	53.6	58.1	45.1	51.2	55.2	45.2	50.3
TiO ₂	1.0	0.8	1.9	0.7	0.9	1.7	1.7	1.7	3.2	1.5
Al ₂ O ₃	14.0	14.0	13.5	13.0	14.0	7.8	15.2	14.9	12.0	17.7
Fe ₂ O ₃ tot	11.3	10.2	15.9	10.0	9.9	14.4	13.4	12.3	19.2	11.6
MnO	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.4	0.2	0.1	0.3	0.2
MgO	3.7	4.0	5.4	6.9	3.9	14.5	5.1	3.3	5.2	3.6
CaO	7.4	6.0	6.9	8.7	7.6	9.4	8.2	7.0	9.6	8.8
Na ₂ O	3.0	2.9	3.1	3.0	3.8	0.7	3.9	4.2	1.9	3.7
K ₂ O	1.8	1.9	1.8	1.8	0.5	0.6	0.4	0.9	0.7	0.7
P ₂ O ₅	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.7	0.2
Summa (%)	99.4	99.6	97.7	98.0	99.0	94.8	99.6	99.9	98.0	98.3
Sum										
As (ppm)	0.2	0.3	0.2	0.4	0.3	0.4	0.2	0.4	0.5	0.3
Sb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1
Zn	57.0	66.9	95.0	75.9	76.2	65.5	55.8	102.0	135.0	55.1
Sn	47.8	72.1	75.1	74.6	71.3	79.5	43.8	99.7	93.8	57.5
W	0.4	0.7	0.5	0.8	0.6	0.7	0.4	0.9	1.3	0.6
La	23.9	33.9	18.4	7.5	3.3	16.2	12.1	9.9	17.4	15.8
Sm	4.7	5.1	5.5	2.3	2.7	5.6	3.6	3.2	5.2	5.3
Lu	0.6	0.4	0.5	0.2	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2
Cr	60.6	172.0	63.1	349.0	23.6	1160.0	130.0	33.2	32.5	39.0
Ni	24.1	25.0	33.9	51.8	25.0	576.0	54.4	35.4	38.6	24.4
Co	39.9	33.0	43.7	40.0	28.9	82.5	47.7	19.0	39.4	32.6
Sc	42.5	33.3	58.1	41.2	32.6	42.4	45.5	41.6	44.9	35.0
Ba	623	811	255	845	141	131	173	115	70	260
Rb	48.4	92.7	75.6	77.3	6.9	26.1	5.8	15.5	8.4	6.4
Ta	0.5	0.5	0.3	0.2	0.4	1.5	1.7	1.5	2.7	1.7
U	1.2	1.9	0.8	0.4	1.2	0.5	0.4	0.3	0.4	0.8
Th	5.2	6.9	3.1	2.9	4.9	2.9	2.0	1.8	1.0	2.2
Cu	180	20	130	10	40	30	0	10	10	10
Cs	0.4	1.9	1.3	0.5	0.4	1.6	0.4	0.7	0.7	0.4
S	150	20	210	10	170	40	10	120	50	90
V	240	170	440	220	210	310	330	330	340	330
Zr	120	140	170	80	130	120	110	190	230	100
Sr	260	210	140	170	180	30	250	190	50	340

16. Mafinen metavulkaniitti — *Mafic metavolcanic rock*. Kistapelvuobmin muodostuma — *The Kistapelvuobmi Formation*. Kistapeljavrrik, Inari. 3934 05, x = 7744,600; y = 3556,180.
17. Mafinen metavulkaniitti — *Mafic metavolcanic rock*. Kistapelvuobmin muodostuma — *The Kistapelvuobmi Formation*. Kistapelvuobmi, Inari. 3934 05, x = 7748,730; y = 3555,830.
18. Mafinen metavulkaniitti — *Mafic metavolcanic rock*. Laavvuvaaran muodostuma — *The Laavvuvaara Formation*. Kistapeljavrrik, Inari. 3934 05, x = 7745,540; y = 3553,560.
19. Mafinen metavulkaniitti — *Mafic metavolcanic rock*. Laavvuvaaran muodostuma — *The Laavvuvaara Formation*. Laavvuvaara, Inari. 3934 04, x = 7738,780; y = 3555,440.
20. Mantelikivi — *Amygdaloidal lava*. Laavvuvaaran muodostuma — *The Laavvuvaara Formation*. Kistapeljavrrik, Inari. 3934 05, x = 7744,780; y = 3554,920.
21. Ultramafinen metavulkaniitti — *Ultramafic metavolcanic rock*. Laavvuvaaran muodostuma — *The Laavvuvaara Formation*. Kistapeljavrrik, Inari. 3934 05, x = 7745,260; y = 3554,360.
22. Mafinen metavulkaniitti — *Mafic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Silisvarri, Inari. 3934 04, x = 7738,040; y = 3553,740.
23. Mantelikivi — *Amygdaloidal lava*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Silisvarri, Inari. 3934 04, x = 7737,570; y = 3553,390.
24. Mafinen metavulkaniitti — *Mafic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Silisvarri, Inari. 3934 04, x = 7738,260; y = 3552,550.
25. Mafinen metavulkaniitti — *Mafic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Kuollepäästimsielgi, Inari. 3934 05, x = 7742,820; y = 3552,020.

Taulukko 6. Mafisten metavulkaniittien mineraalikoostumuksia.

Table 6. Mineral composition of mafic metavolcanic rocks.

	26	27	28	29	30
Sarvivälke — <i>Hornblende</i>	73.3	57.8	54.8	52.7	61.2
Plagioklaasi — <i>Plagioclase</i>	22.6	12.2	24.5	31.2	26.6
Kvartsi — <i>Quartz</i>	0.2	4.4	6.1	7.6	6.1
Epidootti — <i>Epidote</i>	0.2	20.4	6.8	0.2	0.5
Biotiitti — <i>Biotite</i>	-	-	-	2.3	1.6
Serisiitti — <i>Sericite</i>	0.2	0.8	-	-	1.8
Granaatti — <i>Garnet</i>	-	-	1.6	-	-
Titaniitti — <i>Sphene</i>	2.8	4.2	3.5	0.2	2.2
Kloriitti — <i>Chlorite</i>	-	-	-	2.1	-
Karbonaatti — <i>Carbonate</i>	-	0.1	2.6	-	-
Opaakki — <i>Opaque</i>	0.7	0.1	-	3.7	-
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

26. Mafinen metavulkaniitti — *Mafic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Inari, Silisvarri. 3934 04, x = 7738,160; y = 3551,830.
27. Mafinen metavulkaniitti — *Mafic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Inari, Silisvarri. 3934 04, x = 7739,640; y = 3551,460.
28. Mafinen metavulkaniitti — *Mafic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Inari, Silisvarri. 3934 04, x = 7739,620; y = 3552,100.
29. Mantelikivi — *Amygdaloidal lava*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Inari, Silisvarri. 3934 04, x = 7738,030; y = 3552,450.
30. Mafinen metavulkaniitti — *Mafic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Inari, Silisvarri. 3934 04, x = 7737,240; y = 3552,860.

Taulukko 7. Harvinaisten maa-alkuaineiden pitoisuuksia.

Table 7. REE contents of various samples.

		31	32	33
La	(ppm)	15,9	6,2	62
Ce	(ppm)	25	15,3	122
Nd	(ppm)	15,5	11,9	69
Sa	(ppm)	3,7	4,1	18,0
Eu	(ppm)	0,99	1,78	3,1
Tb	(ppm)	0,45	0,51	2,3
Yb	(ppm)	1,55	1,64	8,3
Lu	(ppm)	0,18	0,24	1,01

31. Mantelikivi — *Amygdaloidal lava*. Laavuvaaran muodostuma — *The Laavuvaara Formation*. Silisvarri, Inari. 3934 04, x = 7738,580; y = 3555,930.
32. Mafinen metavulkaniitti — *Mafic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Silisvarri, Inari. 3934 04, x = 7737,240; y = 3552,860.
33. Felsinen metavulkaniitti — *Felsic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Silisvarri, Inari. 3934 04, x = 7738,120; y = 3552,700.



Kuva 15. Vulkaanista breksiaa. Vaaleanharmaat fragmentit ovat kookkaita ja kulmikkaita. Perusmassa on tummanvihreää (sarvivälke). Silisvarrin muodostuma. Laatan pituus on 10 cm.

Fig. 15. Volcanic breccia. Light grey fragments are large and very angular. The matrix is dark green (hornblende). The Silisvarri Formation. Tag is 10 cm.

Käskamuš Silisluobbal, Inari, 3934 04, x = 7736,510, y = 3552,760.

Ultramafinen liuske

Kistapeljohkan itäpuolella on paljastumarjanteita, jotka ovat ultramafista (taulukko 5, analyysi 21) ja tiukasti poimuttunutta liusketta. Vain muutamassa paljastumassa on massamaisempaa ultramafista kiveä. Vulkaanisia rakenteita ei ole nähtävissä. Tämä ultramafinen liuske liittyy mafisiin metavulkaniitteihin. Viereisissä paljastumissa on mantelikeiveä. Kartoitusalueen muut ultramafiset kivet ovat syväkiviä. Kemialliselta koostumukseltaan nämä liuskeet ovat metapikriittiä ($\text{SiO}_2 = 45.1 \%$, $\text{MgO} = 14.5 \%$ ja $\text{TiO}_2 = 1.7 \%$).

Ultramafisen liuskeen leveys on 6 - 10 metriä. Liusketta voidaan seurata noin viiden kilometrin matkan. Tämän Kistapeljavrrikin ultramafisen liuskeen kanssa ulkonäöltään samantyyppinen liuske ($\text{SiO}_2 = 44.6 \%$) on Laavvuvaaran eteläpuolella karren vieressä. $\text{MgO} \%$ on tässä liuskeessa vain 4.4 % , joten kyseessä on karsi.

Ultramafisen liuskeen päämineraalit ovat sarvivälke, tremoliitti-aktinoliitti ja biotiitti. Aksessorisia mineraaleja ovat opaakki, plagioklaasi, apatiitti ja titaniitti. Ohuthieissä voidaan nähdä heikkoa raidallisuutta, joka johtuu biotiitin ja sarvivälkkeen määrän vaihtelusta.

Felsiset metavulkaniitit

Tyypillisimmillään felsisiä metavulkaniitteja tavataan ohuina ja epäjatkovina välikerroksina mafisten metavulkaniittien välissä (kuva 16 ja kuva 34). Niitä on vaaleanpunaisina useiden metrien paksuisina kerroksina myös Silisvarrin muodostumassa kiillegneis-sien välissä, varsinkin Kistapeljavrrikin itäpuolella (3934 05). Runsaimmin felsisiä metavulkaniitteja on välikerroksina mafisten metavulkaniittien välissä vyöhykkeellä, joka on Silisvarrin (kuva 18), Kâskavarrin, Lyöttijärven ja Iisakkijärven alueella (3934 04). Kivilajikarttaan felsiset metavulkaniitit on merkitty harmailla "laatikoilla", jotka osoittavat havaittujen välikerrosten sijaintia. Kerrosten paksuus vaihtelee yleensä metristä muutama metriin.

Rapautumispinnaltaan kivet ovat yleensä vaalean harmaita tai vaalean punertavia (kuva 17), ja ne erottuvat siten hyvin ympäröivistä tummanvihreistä mafisista metavulkaniiteista ulkoasunsa perusteellakin. Kompetenssieron vuoksi felsiset metavulkaniitit ovat mafisia metavulkaniitteja tektonisoituneempia. Tämä ilmenee kivessä breksioivien ohuiden myloniittisten tai kloriittipitoisten saumojen runsaana määränä. Tyypillistä felsisille metavulkaniiteille ovat liuskeisuuden suuntaiset, helminauhamaiset, budinoituneet kvartsijuonen kappaleet (kuva 17). Alkuperältään kivet ovat todennäköisimmin erilaisia tuffiitteja, joissa epiklastisen ja vulkaanisen materiaalin määrä vaihtelee (taulukko 8). Usein on välimuotoja, joiden ulkonäkö ja mineraalikoostumus vaihtelee lähes harmaasta kvartsimaasälpagneisista aina hienorakeiseen vaaleanpunaiseen porfyryiseen.



Kuva 16. Ohuita felsisiä kerroksia mafisessa metavulkaniitissa. Silisvarrin muodostuma.
Laatta on 10 cm.

*Fig. 16. Thin felsic intercalations in the mafic metavolcanic rock. The Silisvarri Formation.
Tag is 10 cm.*

Silisvarri, Inari, 3934 04, x = 7737,200, y = 3552,600



Kuva 17. Tyypillinen vaaleanpunertava felsinen metavulkaniitti (albiitti, kvartsi, biotiitti ja muskoviitti), jossa on usein budinoituneita kvartsipalloja.

Fig. 17. Felsic metavolcanic rock (albite, quartz, biotite and muscovite) with quartz boudins.

Huikimäsohka, Inari, 3934 04, x = 7737,300, y = 3553,900.

Taulukko 8. Felsisten metavulkaniittien kemiallisia koostumuksia.

Table 8. Chemical compositions of felsic metavolcanic rocks.

	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
SiO ₂	60.1	61.9	59.4	76.20	75.40	58.50	76.00	72.70	70.70	74.80
TiO ₂	1.1	2.6	2.6	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.4
Al ₂ O ₃	18.0	12.2	12.9	12.8	13.5	19.9	12.8	13.2	13.4	12.7
Fe ₂ O ₃ tot	6.5	13.8	16.6	2.1	2.3	5.7	2.5	5.0	6.5	3.4
MnO	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0
MgO	0.8	1.9	1.6	0.5	0.4	2.4	0.3	0.6	0.1	0.7
CaO	3.3	1.8	1.1	0.6	1.4	2.7	2.4	2.7	2.5	1.7
Na ₂ O	9.4	4.2	3.8	6.9	5.0	6.7	3.0	4.6	5.4	3.8
K ₂ O	0.2	1.2	1.6	0.2	1.3	2.5	2.4	0.5	0.4	1.9
P ₂ O ₅	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Summa (%)	99.8	99.7	97.7	99.6	99.6	98.9	99.6	99.7	99.7	99.5
Sum										
As (ppm)	0.3	0.3	0.2	0.3	0.6	0.7	0.8	0.5	0.2	0.2
Sb	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
Zn	127.0	87.4	85.6	63.8	125.0	147.0	158.0	91.3	62.4	45.6
Sn	101.0	69.3	71.6	61.2	125.0	142.0	165.0	100.0	83.8	65.9
W	0.6	2.8	1.1	0.6	1.5	1.7	1.8	1.2	0.4	0.4
La	76.6	36.3	46.9	48.0	61.9	67.4	83.3	57.2	68.3	56.0
Sm	13.8	7.4	9.9	9.0	10.4	15.3	11.0	15.2	15.9	9.6
Lu	0.8	0.7	0.8	1.0	0.8	1.4	2.4	0.7	0.2	0.9
Cr	33.9	238.0	256.0	22.2	47.3	50.9	59.3	36.0	18.6	11.3
Ni	41.0	40.1	31.7	22.7	46.8	54.6	58.6	36.8	18.8	13.6
Co	3.2	36.7	44.9	1.8	4.2	14.2	8.8	6.8	1.5	2.8
Sc	8.5	38.4	35.9	6.7	4.6	8.5	12.4	7.5	17.4	10.8
Ba	49	302	491	51	1120	508	927	127	437	916
Rb	11.8	56.3	57.3	6.9	15.9	47.8	47.8	9.4	6.8	15.8
Ta	3.9	1.4	1.7	3.4	3.6	5.8	4.6	5.3	6.1	4.0
U	2.8	1.7	1.1	2.1	2.1	1.8	1.9	1.9	2.7	2.3
Th	12.3	7.8	6.7	9.7	14.9	8.0	12.0	8.3	9.0	8.8
Cu	10	90	60	40	10	0	10	10	0	0
Cs	0.7	3.9	2.8	0.4	0.8	1.0	1.1	0.7	0.4	0.3
S	20	240	40	10	0	20	20	310	160	60
V	60	460	400	10	20	50	10	10	30	20
Zr	590	220	260	390	320	670	400	580	1090	460
Sr	260	120	110	30	70	170	50	130	180	180

34. Felsinen metavulkaniitti — *Felsic metavolcanic rock*. Kistapelveobmin muodostuma — *The Kistapelveobmi Formation*. Kistapeljavrrrik, Inari. 3934 05, x = 7744,480; y = 3555,430.
35. Felsinen metavulkaniitti — *Felsic metavolcanic rock*. Kistapelveobmin muodostuma — *The Kistapelveobmi Formation*. Kistapeljavrrrik, Inari. 3934 05, x = 7744,480; y = 3555,440.
36. Felsinen metavulkaniitti — *Felsic metavolcanic rock*. Kistapelveobmin muodostuma — *The Kistapelveobmi Formation*. Kistapeljavrrrik, Inari. 3934 05, x = 7744,480; y = 3555,450.
37. Felsinen metavulkaniitti — *Felsic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Kistapeljohka, Inari. 3934 05, x = 7742,990; y = 3552,750.
38. Felsinen metavulkaniitti — *Felsic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Silisvarri, Inari. 3934 04, x = 7739,690; y = 3552,710.
39. Felsinen metavulkaniitti — *Felsic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Silisvarri, Inari. 3934 04, x = 7739,010; y = 3552,500.
40. Felsinen metavulkaniitti — *Felsic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Silisvarri, Inari. 3934 04, x = 7738,710; y = 3552,250.
41. Felsinen metavulkaniitti — *Felsic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Silisvarri, Inari. 3934 04, x = 7738,120; y = 3552,720.
42. Felsinen metavulkaniitti — *Felsic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Rovivaara, Inari. 3934 04, x = 7731,950; y = 3555,220.
43. Felsinen metavulkaniitti — *Felsic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Tsoagesjavri, Inari. 3934 04, x = 7733,340; y = 3555,130.

Taulukko 9. Felsisten metavulkaniittien mineraalikoostumuksia.

Table 9. Mineral compositions of the felsic metavolcanic rocks.

	44	45	46	47
Kvartsi — <i>Quartz</i>	51.5	21.2	46.7	47.3
Plagioklaasi — <i>Plagioclase</i>	41.5	58.2	19.2	39.0
Kalimaasälpä — <i>Potassium feldspar</i>	-	-	14.5	1.7
Biotiitti — <i>Biotite</i>	6.6	3.8	9.3	7.5
Serisiitti — <i>Sericite</i>	-	0.8	1.9	1.9
Sarvivälke — <i>Hornblende</i>	-	14.0	-	-
Kloriitti — <i>Chlorite</i>	0.2	-	-	0.2
Epidootti — <i>Epidote</i>	-	1.9	6.1	1.4
Granaatti — <i>Garnet</i>	-	-	2.1	-
Titaniitti — <i>Sphene</i>	-	0.1	-	0.1
Opaakki — <i>Opaque</i>	0.5	-	0.1	0.2
Muut — <i>Others</i>	-	-	0.1	0.2
	100.0	100.0	100.0	100.0

44. Felsinen metavulkaniitti — *Felsic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Inari, Huihkimtsöhhka. 3934 04, x = 7736,920; y = 3554,360.
45. Felsinen metavulkaniitti — *Felsic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Inari, Silisvarri. 3934 04, x = 7738,110; y = 3552,720.
46. Felsinen metavulkaniitti — *Felsic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Inari, Silisvarri. 3934 04, x = 7738,700; y = 3552,250.
47. Felsinen metavulkaniitti — *Felsic metavolcanic rock*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Inari, Päjimuš Silisluobbal. 3934 04, x = 7739,680; y = 3552,710.



Kuva 18. Vuorokerroksin vaaleaa felsistä (plagioklaasi ja kvartsi) ja tummanvihreää mafista metavulkaniittia (sarvivälke ja plagioklaasi). Lisäksi ruskehtavia kerroksia (tuffiitti), joissa on runsaasti biotiittia plagioklaasin ja sarvivälkkeen lisäksi. Silisvarrin muodostuma.

Fig. 18. Interbeds of light felsic (plagioclase and quartz) and dark green mafic metavolcanic rocks (hornblende and plagioclase). Brownish beds (tuffitic rocks) consist of hornblende, plagioclase and biotite. The Silisvarri Formation.

Silisvarri, Inari, 3934 04, x = 7738,050, y = 3552,670.

Päämineraaleja ovat kvartsi ja plagioklaasi. Näiden mineraalien määrät vaihtelevat kerroksittain. Kalimaasälpä on yleensä aksessorisena mineraalina, mutta toisinaan sitä tavataan myös päämineraalina. Muita tyypillisiä mineraaleja ovat biotiitti, serisiitti ja epidootti. Granaattia on yleisesti porfyroblasteina. Kistapeljavrrikin itäpuolella, Kistapelvuobmin muodostumassa (3934 05; x = 7744,470; y = 3555,420), felsisessä metavulkaniitissa (kuva 20) on runsas, hienojakoinen magnetiittipirote.



Kuva 19. Tummanvihreitä mafisia heitteleitä (nuolet osoittavat) vaaleassa felsisessä metavulkaniitissa. Kistapelvuobmin muodostuma. Laatan pituus on 5 cm.

Fig. 19. Dark green mafic fragments in the felsic metavolcanic rocks. The Kistapelvuobmi Formation. Tag is 5 cm.

Kistapeljavrrrik, Inari, 3934 05, x = 7744,540, y = 3555,460.

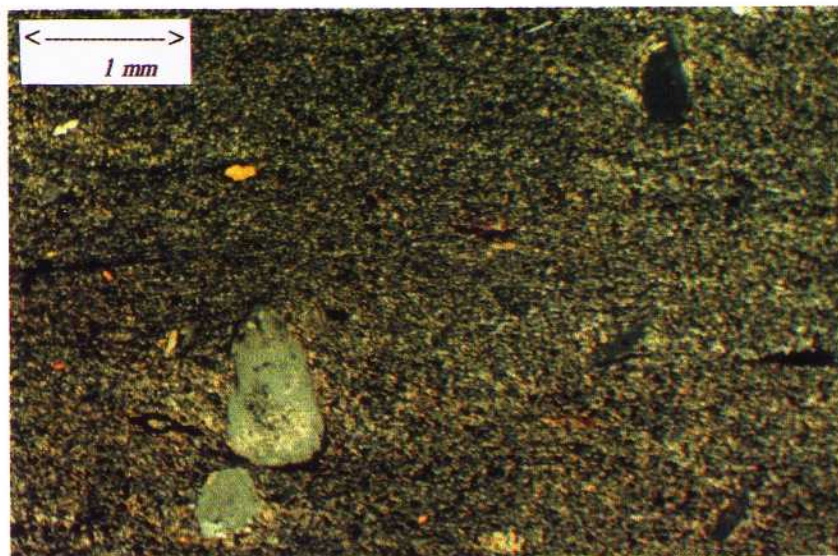


Kuva 20. Voimakkaasti poimuttunutta (pinoispoimuakseli $270^{\circ}/40^{\circ}$) felsistä metavulkaniittia, jossa on hienorakeista magnetiitti-pirotetta ohuina kerroksina. Kistapelvuobmin muodostuman ylin jäsen.

Laatan pituus on 5 cm.

Fig. 20. The intensive folded (fold axis $270^{\circ}/40^{\circ}$) felsic metavolcanic rock. The uppermost member of the Kistapelvuobmi Formation. Tag is 5 cm.

Kistapeljavrrrik, Inari, 3934 05, x = 7744,340, y = 3555,400



Kuva 21. Hiekuva felsisestä metavulkaniitista. Nikolit ovat ristissä.
Kistapelvuobmin muodostuman ylin jäsen.

Fig. 21. Felsic metavolcanic rock, nic +. The Kistapelvuobmi Formation
Kistapeljavrrik, Inari, 3934 05, x = 7744,470, y = 355,420

Samantyyppistä felsistä ja magneetista metavulkaniittia on Laavvuvaaran länsireunassa, lähellä mustaliuskeita. Felsisten metavulkaniittien mineraalikoostumuksia on esitetty taulukossa 8.

Mikrorakenteeltaan felsiset metavulkaniitit ovat yleensä hieno- ja tasarakeisia, voimakkaasti suuntautuneita ja granoblastisia. Voimakas uudelleenkitetyminen on useimmiten hävittänyt kaikki primääriset rakenteet, mutta paikoin tavataan blastoporfyyristä rakennetta, jossa kvartsi ja maasälvät esiintyvät granuloituneina hajarakeina (kuva 21).

Karret

Kistapelvuobmin muodostuman yläosassa on karsia felsisten metavulkaniittien, kvartsiittien ja granaatti-stauroliittikiillegneissien yhteydessä. Karret ovat paikallisia. Suurimmat karsipaljastumat on lähellä Norjan rajaa Kistapeljohkan itäpuolella (3934 05, x = 7748,600; y = 3555,780). Näissä karsissa on vielä jäljellä karbonaattia n. 5 %. Suurin osa mineraaleista on tremoliitti-aktinoliittia.

Laavvuvaaran muodostumassa on karsia Laavvuvaaran eteläpuolella, Sevetijärven -Pulmangin retkeilypolun varrella (3934 04, x = 7738,300; y = 3554,560). Karsi on lähinnä säliöstä aktinoliittia (Zwicky 1991). Täällä karren vieressä on myös karbonaattipitoisia metavulkaniitteja (tuffiittia).

Kiille- ja kvartsimaasälpägneissien välissä on karsia. Tämäntyyppisiä kiviä on tavattu Silisvarrin muodostumasta Kuollepäästintšielgin itärinteellä ja eteläpuolella (3934 05, x

= 7747,780; y = 3554,440) ja Kistapeljavrrikin saarista. Kistapeljavrrikin ja Silisjoen välisen harjanteen keskellä on gneisseissä kalkkisiilikaattimineraaleja, lähinnä epidoottia. Epidoottipallojen läpimitta on n. 2 - 15 cm (3934 05, x = 7745,31; y = 3552,160). Tähän kohtaan epidoottia on merkitty kallioperäkartalle. Kuollepäästintielgiltä (3934 05), Kistapeljavrrikin (3934 05) ja Laavvuvaaran (3934 04 ja 05) länsipuolelta otetuista Silisvarrin muodostuman gneissinäytteistä tehdyistä ohuthieistä on tavattu karbonaattia aksessorisena mineraalina.

Kartta-alueen eteläosassa Rovivaaran ja Löyttijärven välisellä alueella (3934 04 C, x = 7730,780; y = 3554,880) on kiveä, joka on muutaman metrin leveydeltä voimakasti rapautumispinnoiltaan syöpynyttä. Tämä raitainen kivi sisältää runsaasti karsille tyypillisiä mineraaleja: sarvivälke, diopsidi, epidootti ja plagioklaasi. Samoilla paljastumilla on runsaasti kvartsikiveä, joka saattaa olla serttiä tai kvartsiittia. (3934 04).

Karsien päämineraali on vaalea amfiboli, joka kuuluu tremoliitti-aktinoliittisarjan amfiboileihin. Aksessorisina tai päämineraaleina on kvartsiä, karbonaattia, plagioklaasia tai epidoottia. Muita aksessorisia mineraaleja ovat usein kalimaasälpä, titaniitti ja opaakki.

Kvartsiitit ja sertit

Kistapelvuobmin muodostumassa karsien, granaatti-stauroliittikiillegneissien ja magnetiittipitoisten felsisten metavulkaniittien yhteydessä on ortokvartsiittia (kuva 22). Ulkonäöltään kuvan esittämää kerroksellista ortokvartsiittia on Kistapeljohkan itäpuolella lähellä Norjan rajaa (3934 05, x = 7747,980; y = 3555,840), Laavvuvaaran itäpuolella (3934 04, x = 7738,500; y = 3556,320) ja Laasavaaran eteläpuolella (4914 07, x = 7731,360; y = 4442,100).

Kvartsiitissa vuorottelevat ohuet n. 1 mm paksuiset ortokvartsiittia ja hiukan maasälpää sisältävät kerrokset (3934 05, x = 7747,98; y = 3555,84; 3934 04, x = 7738,500; y = 3556,32). Puhtaan ja vaalean ortokvartsiitin lisäksi on myös harmaata kvartsiittia. Paljastumalla kvartsiittin kerrosvahvuus on vain muutaman metrin ja harmaan kvartsiitin osuus on n. 10 %. Harmahtava kvartsiitti osoittautuu mikroskoopissa lähinnä arkosiitiksi. Arkosiitin mineraalikoostumus on kvartsiä, kalimaasälpää ja plagioklaasia. Maasälpä on arkosiitissa likimäärin molempia yhtä paljon. Rakeet ovat voimakkaasti uudelleen kiteytyneet, joten klastista rakennetta ei enää näy. Raekoko on alle 0,1 mm. Aksessorisia mineraaleja on niukasti, lähinnä opaakia, biotiittia, serisiittia, titaniittia ja zirkonia.

Serttejä, joissa on runsaasti magnetiittia, on Silisvarrin muodostuman alimmissa jäsenissä Löyttijärven luoteispuolella (3934 04, x = 7734,260; y = 3556,500). Karttaan on tähän kohtaan piirretty magnetiitin merkki. Sertin leveys on 2 - 3 metriä. Sertissä on magnetiittikerroksia. Magnetiitti-kvartsikivi (rautamuodostuma) on rapautumispinnoiltaan ruosteinen ja voimakkaasti poimuttunut. Kemiallinen koostumus on pääasiassa piitä ja rautaa ($\text{SiO}_2 = 67,0 \%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{tot} = 25,8 \%$). Kvartsi-magnetiittikiven vieressä on kiisupitoisia felsisiä metavulkaniitteja.

Mustaliuske

Mustaliusketta on tavattu 15 kilometrin matkalla Kistapeljävrrikin pohjoispäästä aina Laavvuvaaran länsipuolisille alueille (välillä 3934 05, $x = 7745,700$; $y = 3553,580$ 3934 04, $x = 7739,000$; $y = 3554,300$). Aerosähköisillä kartoilla voimakkaimmat sähköiset anomaliat ovat myös alueilla, joilta on löydetty mustaliuskepaljastumia. Laavvuvaaran eteläpuolella Kåskavarrin koillispuolella on samantyyppisiä sähköisiä johteita kuin löydettyjen mustaliuskeiden alueella, mutta maastossa ei ole havaittu tätä helposti rapautuvaa mustaliusketta. Myös Tšaraoaivin (3934 02 D) ja Stuurab Kolmmesjavrin alueella (3934 05 B) on voimakkaista sähköisiä anomaliaita, mutta mustaliuskeesta ei ole merkkejä, koska alue on hyvin peitteistä.

Lapin vulkaniittiprojektissa tehtiin maastossa geofysikaalisia mittauksia myös Näätämon karttalehtialueella. Kistapeljävrrikin eteläpään kautta mitattiin AMT-menetelmällä profiili, jonka suunta oli koillis-lounainen. Mittauslinja oli siten poikki mustaliuskeiden kulun. Mustaliuskeet tulivat mittauksissa hyvin esille. Mittaustulosten perusteella Laavvuvaaran muodostumaan kuuluvat mustaliuskeet painuvat Kistapeljävrrikin eteläpäästä (3934 05) loivasti lounaaseen ja ovat Silisjoen muodostuman gneissien alla (3934 02). Mustaliuskeet ovat kahden kilometrin syvyydessä neljän kilometrin päässä Kistapeljävrrikilta lounaaseen. Geofysikaalisten mittaustulkintojen ja paljastumilta mitatut liuskeisuushavainnot osoittavat mustaliuskeiden kaateeksi n. 30° . Aerosähköisillä kartoilla on anomaliaita, jotka ovat Peälljeähtševäddan (3934 02 A) ja Skiehtšarasoaivin itärinteellä (3934 01 B) sekä Tšuoñjajavrin alueella. Nämä anomaliat johtuvat todennäköisesti musta- ja kiisuliuskeita, jotka on yhdistettävissä samoihin mustaliuskekerroksiin, joita on nähtävissä Kistapeljävrrikin alueella. Mittausten ja aerogeofysikaalisten tulkintojen perusteella mustaliuskeet painunevat Kistapeljävrrikin alueella länteen Silisvarrin ja Silisjoen muodostuman alle ja nousevat jälleen ylös nykyiselle eroosiotasolle lännessä.

Laavvuvaaran länsipuolella, retkeilypolun kohdalla (3934 05), mustaliusketta on nähtävissä 2 - 5 metrin paksuisina voimakkaasti poimuttuneina patjoina (kuva 23). Suurin osa mustaliuskeista on rapautunut mustiksi paperinohuiksi levyiksi. Rapautumispiinat ovat ruosteiset. Mustaliuskeisiin liittyy kloriittiliuskeita ja tummanharmaita kiilleliuskeita.

Mustaliuskeen päämineraalit ovat serisiitti, biotiitti, grafiitti, kvartsi ja plagioklaasi. Aksessorisia mineraaleja ovat kloriitti, granaatti, stauoliitti, leukokseeni ja pyriitti.

Kiille- ja kvartsimaasälpägneissit

Kallioperäkartassa on erotettu toisistaan Opukasjärven ryhmän kiille- ja kvartsimaasälpägneissivaltaiset alueet. Todellisuudessa kivilajityksiköiden rajat ovat vaihtuvia ja epäselviä. Lisäksi koostumusvaihtelut muodostumien sisällä ovat suuret. Kartalla koostumusvaihtelu on kuvattu välikerroksia osoittavin symbolein. Alkuperältään kivet ovat todennäköisesti olleet gravakoita ja arkoosisia sedimenttejä, jotka deformaatiassa ja metamorfoosivaiheissa ovat muuttuneet kiille- ja kvartsimaasälpägneisseiksi.



Kuva 22. Kerroksellista ortokvartsiittia. Kistapelvuobmin muodostuma. Laatan pituus on 10 cm.
 Fig. 22. Thin beds of the orthoquartzite. The Kistapelvuobmi Formation. Tag is 10 cm.
 Kistapelvuobmi, Inari, 3934 05, x = 7747,980, y = 3555,840

Kiillerikkaat gneissit ovat vallitsevina heti mafisten vulkaniittien länsipuolella, Kaskamuš Silisluobbalin - Tšarajavrrikin, sekä Silisvarrin - Kuollepästimtšielgin välisillä alueilla. Näillä alueilla tapahtuu vaihtumista vuorokerroksin gneissien ja metavulkaniittien välillä. Vaihtumista voidaan seurata Silisvarrin pohjoisrinteellä, jossa alkuperältään vulkaaniset ja epiklastiset kivet ovat toistensa lomassa vuorokerroksin. Tällä samalla alueella on syväkairausreikä (R-5, 3934 04, x = 7738,090; y = 3551,550), jossa eri kivilajien vaihtelu voidaan nähdä ilman katkoksia. Näissä näytesydämissä mafisten ja felsisten metavulkaniittien välissä gneissikerroksien paksuudet ovat 13,5 m ja 22,8 metriä.

Kiillegneissit vaihtuvat edelleen länteenpäin kvartsi- ja maasälpäriikkaiksi gneisseiksi, jotka taas rajoittuvat karttalehtialueen länsiosassa pohjagneissikomplekseihin, ja pohjoisessa gneissit katkeavat Luossajavrin gabroon.

Kiille- ja kvartsimaasälpagneissit käsittävät huomattavan osan karttalehden pinta-alasta. Alueelta mitattujen liuskeisuushavaintojen perusteella muodostuman paksuus ei silti välttämättä ole kovin suuri, koska kaateet ovat pääasiassa loivia (30° - 0°).

Maastossa kivien tulkitseminen kiillegneisseiksi tai kvartsimaasälpagneisseiksi on yleensä hankalaa, koska kiilteiden määrinen vaihtelut eivät ole jyrkkiä. Tämä saattaa johtua siitä, että sedimenttikerrokset ovat olleet paksuja, jolloin samassa sedimenttikerroksessa koostumus on voinut vaihdella ilman selvää rajaa. Yleensä tummiksi miellettyjen kiillegneissien rapautumispinta on tällä alueella vaalean harmaa. Tämä johtuu siitä, että usein kiille onkin biotiitin sijasta muskoviittia. Kistapeljavrrikin länsipuolelta ohuet ja tiiviit välikerrokset ovat felsisiä metavulkaniitteja, mutta niiden tunnistaminen gneis-

sien seasta on vaikeaa. Ne erottuvat gneisseistä usein vain mikroskooppitutkimuksilla, jolloin nähdään vulkaniittien porfyyrinen rakenne.

Gneissien koostumuksellista heterogeenisuutta lisäävät kvartsiittiset osueet tai välikerrokset, jotka mineraalikoostumuksensa puolesta voidaan luokitella serisiittipitoisiksi arkoosikvartsiiteiksi. Usein näitten kvartsirikkaitten kerrosten maasälpä on albiittia, joka antaa kiven rapautumispinnalle vaalean punertavan sävyn. Tämytyypisiä kiviä on harmaiden kiillegneissien välissä Kistapeljavrrikin länsipuolella (3934 05) Silisvarrin muodostumassa.

Mafisia metavulkaniitteja tavataan gneisseissä satunnaisesti ohuina välikerroksina, yleisesti niitä on Silisvarrin muodostumassa. Aivan Silisjoen muodostuman alapuolella Silisvarrin muodostuman ylin jäsen on yhtenäinen mafinen metavulkaniittihorizontti, johon liittyy myös runsaasti granaattia sisältäviä kiillegneissejä (Kesola 1991, s. 23). Vulkaniitti on paljastunut vain muutamassa kohdassa, mutta se erottuu hyvin aeromagneettisilla kartoilla kymmeniä kilometrejä pitkänä anomaliana, ja se on lisäksi lävistetty kairaamalla Tšuoñjavrin länsipuolella (R-301, 3934 01, $x = 7731,750$; $y = 3547,-130$).

Gneissialueen kiville tyypilliset primääriset rakennepiirteet ovat yleensä hävinneet epämääräistä koostumuksellista kerroksellisuutta lukuunottamatta. Kiviä luonnehtii selvä, tummien ja vaaleiden mineraalien segregoitumisesta johtuva metamorfinen raitaisuus, joka näkyy ohuiden vaaleiden suonien muodostumisena (kuva 24). Tämä ilmiö näkyy yleensä selvimmin kiillegneissivaltaisilla alueilla. Gneissimuodostuman länsireunalla, Skiehtšarasoavilla (3934 01) ja sen eteläpuolella, Silisvarrin ja Silisjoen muodostumien gneissit ovat voimakkaasti graniittituneet. Graniittituminen näkyy gneissien karkeutumisena ja pegmatiittisen suoniaineksen määrän lisääntymisenä.

Kvartsimaasälpagneissien päämineraalit ovat kvartsi ja plagioklaasi (An_{10-30}). Kiilteet ovat biotiittia ja muskoviittia. Kalimaasälvän määrä vaihtelee, mutta yleensä se on lähinnä aksessorisena mineraalina. Poikiliittisiä granaattiporfyroblasteja tavataan yleisesti, joskin usein ne ovat raekooltaan niin pieniä, että ne on erotettavissa vain mikroskooppilla. Karbonaatti ja epidootti ovat yleisiä aksessorisia mineraaleja. Kistapeljohkan ja Silisjoen välisellä alueella kiille- ja kvartsimaasälpagneisseissä epidoottia tavataan erityisen runsaasti. Kistapeljavrrikin länsipuolelle (3934 05) epidoottia on myös merkitty symbolein kallioperäkarttaan. Kvartsimaasälpagneissin ja kiillegneissien koostumus on hyvin samankaltainen (taulukko 10 ja 11), mutta kiillegneisseissä biotiitin ja muskoviitin määrät ovat suuremmat.

Kivien mikrorakenne on granoblastinen. Pienet kiillesuomut ovat tikkumaisina, suuntautuneina rakeina vaaleiden mineraalien väleissä. Raekooltaan kivet ovat keski- ja tasarakeisia.

Granaatti-stauroliittikiillegneissit

Täysin edellisistä poikkeavia kiillegneissejä (kuva 25) ovat Kistapeljavrrikin itäpuolelta (3934 05), Laavvuvaaran länsi- ja itäpuolelta (3934 05) ja Peälljekeähtševäddalta (3934

02) tavattavat granaatti-stauroliittikiillegneissit.

Kistapeljävrikin itäpuolella granaatti-stauroliittikiillegneissi on 40 - 60 metriä (R-2 ja R-3, Kesola 1991) paksuna, pohjois-eteläsuuntaisena kerroksena mafisten metavulkaaniittien joukossa. Maastossa se erottuu ympäristöään korkeampana harjanteena, jota on helppo seurata usean kilometrin matkalla. Stratigrafisesti gneissi kuuluu Kistapelvuobmin muodostuman yläosaan, jossa se vaihettuu puolen metrin matkalla alemmista mafisista



Kuva 23. Mustaliusketta. Tyypillistä on voimakas pienoispoimutus ja ohuet kvartsisuonet. Laavvuvaaran muodostuman ylimpiä jäseniä. Laatta 13 cm.

*Fig. 23. Black schist with folding and quartz veins.
The upper member of the Laavvuvaara Formation. Tag is 13 cm.*

Kuva — Photo by C. Zwicky
Laavvuvaara, Inari, 3934 05, x = 7741,690, y = 3551,660.

Taulukko 10. Opukasjärven ryhmän gneissien kemiallisia koostumuksia.
 Table 10. Chemical compositions of gneisses of the Opukasjärvi group.

	48	49	50	51	52	53
SiO ₂	50.7	53.1	77.3	75.6	67.2	73.7
TiO ₂	2.3	1.5	0.3	0.3	0.5	0.2
Al ₂ O ₃	19.9	18.5	13.2	12.6	16.8	14.4
Fe ₂ O ₃ tot	18.4	13.8	0.7	2.9	3.6	1.9
MnO	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0
MgO	2.6	2.0	0.5	0.3	1.3	0.6
CaO	1.6	1.4	0.3	1.8	3.9	1.6
Na ₂ O	2.0	1.2	7.4	4.8	4.5	4.9
K ₂ O	1.8	1.7	0.0	1.4	1.5	2.2
P ₂ O ₅	0.1	0.3	0.0	0.0	0.2	0.1
Summa (%)	99.5	93.6	99.7	99.7	99.6	99.6
Sum						
As (ppm)	0.1	0.4	0.3	0.3	0.9	0.2
Sb	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Zn	74.3	81.6	103.0	57.1	184.0	59.4
Sn	64.4	92.5	83.4	56.8	180.0	53.3
W	0.4	0.9	0.9	0.5	2.1	0.5
La	38.6	23.5	4.7	36.1	20.1	14.2
Sm	8.4	4.9	3.2	4.5	3.2	1.8
Lu	0.9	0.1	0.5	0.4	0.0	0.0
Cr	227.0	139.0	29.3	21.6	63.0	20.8
Ni	80.0	61.9	33.6	21.8	64.9	20.4
Co	57.0	58.5	2.4	3.8	14.3	1.3
Sc	55.4	53.4	4.3	5.3	15.0	3.1
Ba	354	550	35	566	651	962
Rb	66.4	75.4	10.5	35.6	20.9	45.7
Ta	2.3	1.9	4.9	2.6	1.1	0.2
U	1.4	0.9	1.3	2.1	0.8	1.9
Th	8.0	7.4	12.2	8.4	2.9	5.4
Cu	160	30	0	0	20	10
Cs	4.8	4.7	0.6	0.4	1.2	0.7
S	100	0	0	40	30	50
V	340	220	10	20	60	30
Zr	300	220	380	330	210	100
Sr	140	100	30	170	360	290

48. Granaatti-stauroliittikiillegneissi — *Garnet-staurolite mica gneiss*. Kistapelveobmin muodostuma — *The Kistapelveobmi Formation*. Kistapeljavrrik, Inari, 3934 05, x = 7744,480; y = 3555,430.
49. Granaatti-stauroliittikiillegneissi — *Garnet-staurolite mica gneiss*. Kistapelveobmin muodostuma — *The Kistapelveobmi Formation*. Laavvuvaara, Inari, 3934 04, x = 7738,840; y = 3556,080.
50. Kvartsipitoinen kvartsimaasälpägneissi — *Quartz-rich quartz-feldspar gneiss*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Kuollepästimtšielgi, Inari, 3934 05, x = 7745,280; y = 3552,500.
51. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Silisjoki, Inari, 3934 05, x = 7742,260; y = 3550,400.
52. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Silisjoen muodostuma — *The Silisjoki Formation*. Silisjoki, Inari, 3934 04, x = 7737,620; y = 3551,200.
53. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Silisjoen muodostuma — *The Silisjoki Formation*. Silisjoki, Inari, 3934 05, x = 7742,100; y = 550,380.

Taulukko 11. Gneissien mineraalikoostumuksia.

Table 11. Mineral compositions of gneisses.

	54	55	56	57	58	59
Kvartsi — <i>Quartz</i>	48.9	32.2	37.3	29.2	23.8	24.2
Plagioklaasi — <i>Plagioclase</i>	13.7	45.4	46.0	34.5	55.2	53.5
Kalimaasälpä — <i>Potassium feldspar</i>	9.5	0.3	-	-	0.4	10.3
Biotiitti — <i>Biotite</i>	13.3	10.4	10.5	2.3	7.0	6.5
Muskoviitti — <i>Muscovite</i>	14.6	8.9	0.8	-	1.4	4.0
Sarvivälke — <i>Hornblende</i>	-	-	0.4	30.5	4.4	-
Kloriitti — <i>Chlorite</i>	-	-	0.7	-	3.0	0.7
Titaniitti — <i>Sphene</i>	-	0.4	-	-	1.0	0.2
Apatiitti — <i>Apatite</i>	-	0.2	-	-	-	0.1
Epidootti — <i>Epidote</i>	-	1.9	-	-	3.8	0.5
Granaatti — <i>Garnet</i>	-	-	3.1	-	-	-
Opaakki — <i>Opaque</i>	-	0.1	0.4	-	-	-
Muut — <i>Others</i>	-	0.2	0.8	3.5	-	-
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

54. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Uhtsib Kolmmesjavri, Utsjoki, 3934 03+06, x = 7750,490; y = 3548,050.
55. Kiillegneissi — *Mica gneiss*. Silisjoen muodostuma — *The Silisjoki Formation*. Silisjoki, Inari, 3934 04, x = 7737,620; y = 3551,250.
56. Gneissivälkerros — *Intercalation of gneiss*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Silisvarri, Inari, 3934 04, x = 7738,110; y = 3551,710.
57. Sarvivälkegneissi — *Hornblende gneiss*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Uhtsib Kolmmesjavri, Utsjoki, 3934 03+06, x = 7750,490; y = 3548,050.
58. Gneissi — *Gneiss*. Silisjoen muodostuma — *The Silisjoki Formation*. Silisvarri, Inari, 3934 04, x = 7738,100; y = 3551,550.
59. Gneissi — *Gneiss*. Silisvarrin muodostuma — *The Silisvarri Formation*. Päjimuš Silisluobbal, Inari, 3934 04, x = 7739,560; y = 3551,300.



Kuva 24. Kvartsimaasälpä- ja kiillegneissi. Silisjoen muodostuma. Laatta on 13 cm.
 Fig. 24. Quartz-feldspar and mica gneiss. The Silisjoki Formation. Tag is 13 cm.

Kuva — Photo J. Välimaa

Moresvejohka, Utsjoki, 3934 02, x = 7743,640, y = 3541,150.

metavulkaniiteista kiillegneissiksi. Kontaktissa on epidootia ja albiittia runsaasti. Tämä kiillegneissi edustaa rauhallista sedimentaatiiovaihetta Opukasjärven ryhmän vulkanismissa. Kiillegneissin yläpuolella on magnetiittipiroitteisia felsisiä metavulkaniitteja, joiden aiheuttaman magneettisen anomalian vuoksi muodostuma erottuu selvästi myös aeromagneettisilla kartoilla. Kivilajien vaihtelusta voi helposti tarkastella paljastumilla n. kaksi kilometriä Kistapeljävrrikiltä itään (x = 7744,510; y = 3555,570). Kiillegneissin yhteydessä ja jatkeilla tavataan paikoin karsia ja kvartsiittia, erityisesti Norjan rajan tuntumassa (x = 7748,620; y = 3555,760).

Voimakkaasti poimuttuneen ja liuskeisen kiillegneissin päämineraalit ovat biotiitti (30 %), kvartsi (25 %), plagioklaasi (15 %), granaatti (10 %), staurolitiitti (8 %) ja opaakki (7 %). Aksessorisia mineraaleja ovat kloriitti, serisiitti, sillimaniitti ja turmaliini. Granaatti ja staurolitiitti ovat suurina, reunoiltaan pyörityneinä, poikiliittisina porfyroblastina, joissa pienistä kvartsi- ja plagioklaasirakeista koostuva helisiittinen rakenne on enemmän sääntö kuin poikkeus. Ohutietutkimusten mukaan granaatin ja staurolitiitin helisiittiset rakenteet edustavat eri deformaatiovaiheita (Kesola 1991 s. 29 ja 30).

Laavvuvaaran länsi- ja lounaispuolella on granaatti-staurolitiitikiillegneissää, joka on ulkoasultaan ja mineralogialtaan aivan samanlaista (\pm kyaniitti) kuin edellä kuvattu Kistapeljävrrikin gneissi. Tämä gneissi kuuluu Laavvuvaaran muodostuman ylimpiin

jäseniin. Granaatti-stauroliittigneissin yhteydessä on myös täällä felsisiä ja magnetiittipirotteisia metavulkaniitteja. Läheisyydessä on myös mustaliusketta.

Peälljেকেähtševâddan granaatti-stauroliittikiillegneissi on näkyvissä vain yhdessä paljastumassa (3934 01, $x = 7741,400$; $y = 3542,260$), joten sen ulottuvuuksia ei tiedetä. Todennäköisesti se on vain kapea välikerros serisiittirikkaissa kvartsimaasälpägneisseissä. Ympäröivän kiillegneissin tavoin se on intensiivisesti poimuttunut. Mineraalikoostumukseltaan ja ulkoasultaan tämä gneissi on hyvin saman kaltainen kuin karttalehtialueen muutkin granaatti-stauroliittikiillegneissit. Peälljেকেähtševâddan kiillegneississä pääkiillemineraalina on kuitenkin biotiitin sijasta muskoviitti, joka on suurina suomuina. Reunoiltaan muskoviitti on hiukan muuttunut biotiitiksi. Stauroliitti on tässä kivessä selvästi epätasapainoisena mineraalina, joka ilmenee sitä kauttaaltaan ympäröivästä 0,1 mm paksusta reaktiosaumasta. Myös tässä gneississä on kyaniittia.

Proterotsoiset intrusiivikivet

Näätämön karttalehtialueen pohjoisosassa (3934 03+06) on intrusiivi, Luossajavrin gabromassiivi (plagioklaasin An-pitoisuus yli 50 %), jossa on myös hypersteenidioriittisia (plagioklaasin An-pitoisuus alle 50 %) osia. Luossajavrin gabron läpi on tunkeutunut Tšuoimasvarrin ultramafinen kerrosintrusio. Gabron ja ultramafisen kerrosintrusion kontakti on nähtävissä paljastumalla. Luossajavrin gabroa, ympäröiviä gneissejä ja Tšuoimasvarrin ultramafista kerrosintrusiota on kuvattu raportissa "Lapin ultramafiteista" (Papunen et al. 1977) ja C. Forsberg-Heikkilän opinnäytetyössä.

Pieniä ultramafisia pakuja ja juonia on löydetty Luossavarrin ja Roavvevarrin itärinteeltä (3934 03 A ja B), Kârggašen itä- ja lounaispuolelta (3934 05 D), Laavvuvaaran itäpuolelta (3934 05 C), Maddib Silisvarrin länsirinteeltä (3934 04 A), Rousajârveltä (4912 07 B), Raanuvaaran koillisrinteeltä (4912 07 C) ja Savuslampien pohjoispuolelta (4912 10 B). Näiden pienten ultramafisten intrusioiden kivet muistuttavat hyvin paljon Tšuoimasvarrin kerrosintrusion kiviä mineralogiansa ja deformatumattomuutensa vuoksi. Luossavarrin ultramafinen juoni on todennäköisesti tätä samaa ultramafisten intrusiivien ryhmää.

Silisvarrin pohjoisrinteellä (3934 04) on pieni tonaliittibatoliitti. Tämä harmaa tonaliitti erottuu eteläosassaan helposti ympäröivistä vihreistä vulkaanisista kivilajeista. Tonalitiin pohjoiskontakti on sensijaan vaikeasti määritettävissä, koska sekä tonaliitti että sitä ympäröivät kvartsimaasälpä- ja kiillegneissit ovat yhtä harmaita rapatumispinnaltaan. Silisvarrin tonaliitissa näkyy selvästi liuskeisuus, kun taas ultramafisissa intrusioissa ei näy liuskeisuutta.

Näätämön alueella (4914 01) on diabaaseja, joissa ei näy merkkiäkään deformaatiosta. Muualla diabaasit voivat olla ulkoasultaan amfiboliitin kaltaisia.



Kuva 25. Granaatti-stauroliittikiillegneissii. Kistapelveobmin muodostuma. Laatan pituus on 5 cm.
 Fig. 25. Garnet staurolite mica gneiss. The Kistapelveobmi Formation. Tag is 5 cm.
 Kistapeljavrrik, Inari, 3934 05, x = 7744,500, y = 3555,540.

Luossajavrin gabro ja hypersteenidioriitti

Kartta-alueen pohjoisosassa (3934 03+06) on syväkivi plutoni, joka pinta-alaltaan on noin 10 x 10 kilometriä. Suurin osa siitä on Suomen puolella. Tälle gabroplutonille on annettu nimi Luossajavrin (luossa = lohi) mukaan, joka on gabron keskellä. Plutonin eteläosassa on vähän paljastumia, mutta geofysikaalisilla kartoilla tämä plutoni erottuu ympäristöstään hyvin, koska gabro on magneettisempaa kuin ympäristön gneissit.

Plutonin pääkivilajit ovat gabro ja hypersteenidioriitti. Gabro- ja hypersteenidioriit-

tialueet voidaan maastossa erottaa toisistaan. Kuitenkin näiden kahden eri kivilajin välinen kontakti on vähittäinen. Gabron päämineraaleihin kuuluu myös pyrokseeni, joka on klinopyrokseenia (augiitti). Taulukossa 11 (analyysit 58 ja 59) on esitetty tyypillisimpiä gabron ja dioriitin kemiallisia koostumuksia. Gabron ja sitä ympäröivien gneissien leikkaussuhdetta ei ole nähtävissä, mutta gneissien liuskeisuus (kulku) törmää kohti gabron ja gneissien kontaktia. Gabroplutonin itäkontaktissa on ultramafinen juoni, jossa on jäänteitä Luossajavrin gabrosta.

Gabro

Luossajavrin gabron rapautumispinnan väri vaihtelee tummanharmaasta vaaleanharmaaseen. Paljastumilla voi nähdä gabrossa osueita, jotka muistuttavat diabaasin ofiittista rakennetta ($x = 7759,160$; $y = 3543,560$, $x = 7757,580$; $y = 3548,770$ ja $x = 7757,580$; $y = 3548,770$). Selviä leikkaavia diabaasijuonia ei ole tavattu. Gabrossa tyypillisiä ovat ohuet suonet (2 mm -10 cm), jotka ovat pääasiassa plagioklaasia. Kivilajisulkeumia ei ole tavattu, vaan lähinnä epämääräisen muotoisia, tummia sarvivälkekausia, joita voidaan pitää magmaattisina erkaumina ($x = 7757,920$; $y = 3544,-290$).

Raekoko vaihtelee keskirakeisesta karkearakeiseen (2 - 6 mm). Päämineraaleja ovat sarvivälke, plagioklaasi ja usein klinopyrokseeni. Klinopyrokseeni on usein muuttunut reunoiltaan niin paljon neulasmaiseksi sarvivälkkeeksi, että pyrokseenia on lähinnä enää reliktinä sarvivälkekausan keskellä. Sarvivälkerakeet ovat muuttuneet reunoiltaan hiukan biotiitiksi. Gabrossa on myös sellaisia alueita, joissa gabron sarvivälke on omamuotoista. Tällöin ei tavata näistä kivistä pyrokseenia. Plagioklaasi on usein voimakkaasti kaksostunutta ja osaksi serisiittiynyttä. Aksessorisia mineraaleja ovat biotiitti, kvartsi, kalimääsälpä, epidootti, karbonaatti ja apatiitti. Biotiittia, kvartsia ja kalimaasälpää voi olla paikoin niin paljon, että nämä mineraalit voidaan laskea kuuluvaksi päämineraaleihin.

Kivi on suuntautunut, ja kallioperäkartalle merkityt liuskeisuushavainnot osoittavat sen suuntautuneisuutta. Geofysikaalisilla kartoilla erottuu selvästi luode-kaakkoisuuntainen siirrosvyöhyke, joka lävistää sekä Luossajavrin gabroa että Tšuomasvarrin ultramafista kerrosintruusiota. Tällä siirrosvyöhykkeellä Luossajavrilla on paljastumassa voimakkaasti liuskettunutta gabroa. Pienoissiirroket ovat vasenkätisiä ($x = 7757,920$; $y = 3544,23$). Luossajavrin länsipuolelta on otettu gabrosta ikänäyte ($x = 7757,410$; $y = 3544,190$), josta zirkonin iäksi on Geologian tutkimuskeskuksen isotooppigeologian yksikössä määritetty 1931 ± 2 Ma.

Hypersteenidioriitti

Hypersteenidioriitti on rapautumispinnaltaan huomattavasti vaaleampaa kuin gabro ja tämän vuoksi jo kartoitettaessa nämä kaksi kivilajia on voitu erottaa toisistaan. Usein

paljastumalta kuitenkin voidaan löytää sekä gabroa että hypersteenidioriittia. Kallioperäkartalle nämä kivilajit on merkitty sen mukaan, kumpaa on enemmän.

Hypersteenidioriitissa on vähemmän tummia mineraaleja (usein vain hypersteeniä) kuin gabrossa. Päämineraalit ovat plagioklaasi (An_{35-39}) ja hypersteeni. Hypersteeni on kookkaina rakeina, ja se on hienorakeisen plagioklaasin ympäröimänä. Pyrokseeni on reunoiltaan muuttunut vähissä määrin sarvivälkkeeksi, joka edelleen on osaksi muuttunut biotiitiksi. Plagioklaasia on kahta eri tyyppiä: kookkaita keskirakeisia selvästi kaksostuneita rakeita sekä pieni- ja hienorakeisia heikosti kaksostuneita rakeita. Plagioklaasi on voimakkaasti serisiittiytynyttä. Aksessorisia mineraaleja ovat apatiitti ja opaakki.

Ultramafiset syväkivet

Ultramafisia syväkiviä on Näämön karttalehtialueella pieninä pyöreinä differentiointuneina pakuina ja juonina. Suurin osa ultramafiiteista on Garsjøenin pohjagneissikompleksin alueella. Laajin paljastunut ultramafiitti on Tšuomasvarrin kerrosrakenteinen intrusiivi (3934 03+06). Yleensä ultramafisten intrusioiden koko vaihtelee pienistä, muutamista kymmenistä neliömetreistä aina laajaan Tšuomasvarrin tunturialueeseen (4 x 1,5 km) asti.

Tšuomasvarrin ultramafisesta intrusiosta on C. Forsberg-Heikkilä tehnyt pro gradu-tutkielman (1989), jossa on tarkoin kuvattu Tšuomasvarrin magmaattisia rakenteita, mineralogialia ja geokemiaa. Papunen et al. (1977) on kuvannut etelämpää, Vätsärin alueelta ultramafiitteja, joiden sijainti liittyy ympäröivien gneissien siirrosvyöhykkeisiin. Tektoninen kontrolli näyttää luonnehtivan myös useimpien Näämön karttalehden pienten ultramafisten pakkujen sijaintia. Esimerkkinä Rousajärvestä itään oleva pieni pakku sekä Harrijoen ja Raanuojan juonimaiset ultramafiset muodostumat, jotka näyttävät kaikki liittyvän suurten ruhje- tai murrosvyöhykkeiden läheisyyteen. Samoin on Luossavarrin ultramafisen juonen laita, joka on esitetty luvussa "juonet".

Pienet ultramafiset pakkut ovat rapautumispinnaltaan punaruskeita ja erottuvat maastossa vähäisen kasvillisuuden vuoksi. Usein ne ovat huomattavasti ympäristöään korkeampia. Aeromagneettisilla kartoilla intrusiot ovat helposti erotettavissa gneisseistä, koska ultramafiitit näkyvät pieninä ja voimakkaina positiivisina anomaliaina. Anomaliat johtuvat intrusioiden kontaktiosissa tapahtuneesta oliviinin hajoamisesta serpentiiniksi ja magnetiitiksi.

Tšuomasvarrin ultramafisen kerrosintrusion pääkivilajit ovat oliviinipyrokseeniitti, serpentiniitti ja serpentiiniduniitti (taulukko 13). Päämineraalit ovat oliviini, klino- ja ortopyrokseenit ja serpentiini. Tunturin pohjoisrinteellä on hyvin kaunista magmaattista rytmistä kerroksellisuutta (kuva 26), jossa vuorottelevat duniitti ja pyrokseeniitti. Kerroksien kaade on 70° ja kaateen suunta on 340°. Myös muualla tunturin alueella on magmaattiseen kerroksellisuuteen ja magman virtaukseen viittaavia pystyasentoisia rakenteita, muttei niin selväpiirteisiä kuin kuvan 26 paikassa.

Taulukko 12. Pyrokseenisarvivälkegabron, hypersteenidioriitin, tonaliitin ja ultramafisten kivien kemiallisia koostumuksia.

Table 12. Chemical compositions of basement pyroxene-hornblende gabbro, hypersthene diorite, tonalite and ultramafic rocks.

	60	61	62	63	64
SiO ₂	57.4	53.6	72.2	39.9	49.8
TiO ₂	0.7	0.9	0.4	0.0	0.3
Al ₂ O ₃	16.5	18.1	14.6	0.3	1.9
Fe ₂ O ₃ tot	7.9	9.3	2.6	15.3	9.2
MnO	0.1	0.1	0.0	0.3	0.2
MgO	3.7	4.1	0.5	38.9	18.2
CaO	6.3	7.7	1.3	1.8	18.7
Na ₂ O	4.1	4.1	5.7	0.0	0.2
K ₂ O	1.9	1.5	1.9	0.0	0.0
P ₂ O ₅	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0
Summa (%)	98.9	99.8	99.2	96.5	98.5
Sum					
As (ppm)	1.4	3.8	0.7	0.2	0.2
Sb	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0
Zn	92.8	125.0	136.0	80.8	61.3
Sn	83.9	89.3	137.0	71.9	79.1
W	0.6	0.7	1.6	0.5	0.7
La	36.7	38.6	86.5	0.6	2.9
Sm	5.4	6.9	8.4	0.5	4.1
Lu	0.4	0.2	0.8	0.2	0.2
Cr	33.5	34.8	50.2	412.0	438.0
Ni	35.1	37.0	50.1	677.0	131.0
Co	17.9	24.1	6.3	145.0	55.4
Sc	27.3	34.2	6.3	25.5	11.0
Ba	669	767	633	35.2	39.1
Rb	31.2	19.2	23.6	6.5	5.8
Ta	0.7	0.7	3.6	0.1	0.1
U	0.7	1.1	1.7	0.1	0.1
Th	1.4	2.6	11.3	0.2	0.2
Cu	20	30	20	20	20
Cs	0.8	0.5	0.9	0.5	0.6
S	70	30	100	180	30
V	180	250	30	30	220
Zr	170	110	390	10	30
Sr	410	560	80	10	60

60. Pyrokseenisarvivälkegabbro — *Pyroxene-hornblende gabbro*. Tšuomasjavrrik, Utsjoki, 3934 03+06, x = 7755,500; y = 3550,350.
61. Hypersteenidioriitti — *Hypersthene diorite*. Tšuomasjavrrik, Utsjoki, 3934 03+06, x = 7753,660; y = 3550,860.
62. Tonaliiitti — *Tonalite*. Silisvarri, Inari, 3934 04, x = 7738,900; y = 3553,140.
63. Serpentiiniitti — *Serpentinite*. Tšuomasvarri, Utsjoki, 3934 03+06, x = 7756,160; y = 3548,340.
64. Oliiviinipyrokseeniitti — *Olivine pyroxenite*. Tšuomasvarri, Utsjoki, 3934 03+06, x = 7755,330; y = 3548,930.



Kuva 26. Tšuomasvarrin ultramafisen intrusiivin magmaattisia kerroksia. Kameran linssisuojuksen läpimitta on 52 mm.

Fig. 26. Magmatic layers of the Tšuomasvarri ultramafic intrusion. Diameter of lens cover is 52 mm.
Tšuomasvarri, Utsjoki, 3934 03, x = 7756,110, y = 3548,330

Taulukko 13. Ultramafisten syväkivien mineraalikoostumuksia.
 Table 13. Mineral composition of ultramafic intrusives.

	65	66	67	68	69	70
Klinopyrokseeni — <i>Clinopyroxene</i>	69.6	79.8	-	4.5	3.8	2.4
Ortopyrokseeni — <i>Orthopyroxene</i>	15.5	10.4	-	-	8.6	14.9
Oliiviini — <i>Olivine</i>	12.5	7.8	53.0	53.3	2.2	0.2
Serpentiini — <i>Serpentine</i>	1.1	0.3	32.6	23.4	76.2	67.7
Opaakki — <i>Opaque</i>	1.3	0.3	14.4	18.8	9.2	16.7
Amfiboli — <i>Amphibole</i>	-	1.4	-	-	-	-
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

65. Oliiviinipyrokseeni — *Olivine pyroxene*. Utsjoki, Tšuoimasvarri. 3934 03+06; x = 7755,350; y = 3548,350.
66. Oliiviinipyrokseeni — *Olivine pyroxene*. Utsjoki, Tšuoimasvarri. 3934 03+06; x = 7755,600; y = 3548,010.
67. Serpentiiniduniitti — *Serpentine-bearing dunite*. Utsjoki, Tšuoimasvarri. 3934 03+06, x = 7755,510; y = 3548,100.
68. Serpentiiniduniitti — *Serpentine-bearing dunite*. Utsjoki, Tšuoimasvarri. 3934 03+06, x = 7755,600; y = 3548,010.
69. Serpentiini — *Serpentine*. Utsjoki, Tšuoimasvarri. 3934 03+06, x = 7756,090; y = 3548,330.
70. Serpentiini — *Serpentine*. Utsjoki, Tšuoimasvarri. 3934 03+06, x = 7755,060; y = 3548,900.

Kerrosintruusion ja ympäröivän gabron kontakti on nähtävissä paljastumalla (x = 7755,400; y = 3546,400). Kontaktissa on ympäröivä gabro lähinnä leukogabroa kontaktivaikutuksen vuoksi. Ultramafiitin sisällä gabrosulkeumat ovat lähinnä plagioklaasi-"kokkareita", koska ilmeisesti ultramafiitin magman lämpötila on ollut hyvin korkea ja se on sulattanut sisälleen joutuneet gabrokappaleet.

Karttalehtialueella ultramafiset kivet ovat deformatumattomia, kun niitä verrataan ympäröiviin gneisseihin. Tämän deformatumattomuutensa vuoksi pienet ultramafiset pahkut on iältään korreloitu Tšuoimasvarrin intruusion ikään. Tšuoimasvarrin ikä on alle 1931 miljoonaa vuotta, koska se leikkaa ympäröivää Luossajavrin gabroa, jonka ikä on 1931 Ma.

Pienten intruusioiden mineraalikoostumukset ovat vaihtelevia ja osalla niistä tavataan kumulusrakenteita. Intruusioiden pienen koon vuoksi magmaattisia virtausrakenteita ei ole nähty paljastumilla; rakenteita näkykin yleensä vain mikroskooppilla tarkasteltuna. Koostumukseltaan duniittiset - peridotiittiset kivet ovat yleisimpiä. Päämineraaleina ovat vaihtelevassa määrin oliiviini, orto- ja klinopyrokseeni.

Harrijoen ja Raanujan ultramafisissa kivissä on lisäksi mukana primääristä amfibolia, jolloin niistä käytetään nimitystä cortlandiitti ja perkniitti (Papunen et al. 1977).

Rousjärven itäpuolella (x = 7734,900; y = 4445,120) ja Isokivennokan graniitti-

gneissin sisällä ($x = 7741,700$; $y = 3556,880$) olevissa pienissä ultramafisissa pakuissa on kumulusrakenteita. Näissä oliviini ja pyrokseenit esiintyvät omamuotoisina tai lähes omamuotoisina kumulumineraaleina, ja interkumulumineraalina on plagioklaasi. Plagioklaasirikkaammissa kohdissa kivet ovat koostumukseltaan oliviinigabronoritteja. Plagioklaasin ja oliviinin kontakteissa on aina kelyfiittinen sauma, joka useimmiten esiintyy kaksivaiheisena kehänä oliviinin ympärillä. Oliivinirikkaissa kohdissa kelyfiittiset saumat ovat usein peittäneet alleen koko interkumulumineraalin, jolloin alkuperäisen plagioklaasin määrän arvioiminen vaikeutuu.

Intruusioiden reunaosissa kivet ovat yleensä voimakkaasti serpentiniittiytyneitä tai muuttuneet talkki-kloriitti-amfiboliliuskeiksi. Vaikka intruusioidet ovat gneissejä nuorempia, niin kontaktiaureoleita sivukiven puolella ei ole havaittavissa muualla kuin Tšuumasvarilla.

Silisvarrin tonaliitti

Silisvarrin pohjoisrinteellä (3934 04) on pienehkö, homogeeninen tonaliittibatoliitti, joka on näkyvässä noin yhden neliökilometrin alueella. Batoliitin kivilajeina on pääasiassa tonaliitti ja granodioriitti. Rapautumispinnaltaan tonaliitti on vaaleanharmaata. Kivi on selvästi suuntautunut alueen yleisen liuskeisuuden mukaan. Taulukossa 11, analyysi 62, on tonaliitin kemiallinen koostumus. Tonaliittibatoliitin itäosassa, metavulkaniittien kontaktissa, on kiisuuntunutta ja liuskeista kiveä, josta voimakkaan rapautumisen vuoksi ei ole ollut mahdollista saada näytettä. Tonaliitin läheisyydestä on löydetty kultapitoinen lohkare. Alueella tehtiin geofysiikan maastomittauksia ja moreeninäytteenottoa. Vulkaniittiprojektin kairausten yhteydessä oli tarkoitus kairata tonaliitin ja vulkaniittien kontaktin läpi, mutta kairausta varten ei ollut saatavissa vettä umpeenjäätäneistä järvistä.

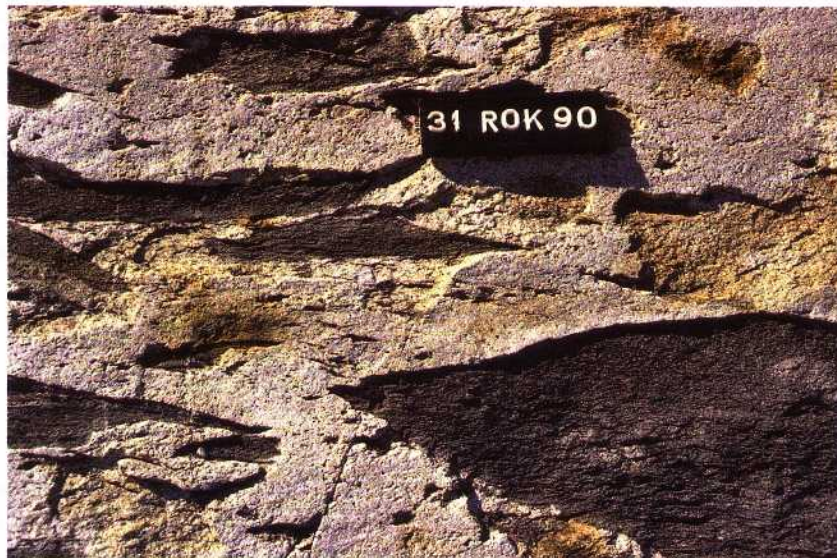
Batoliitti rajoittuu länsi-, etelä- ja itäosistaan metavulkaniitteihin ja pohjoisreunaltaan kvartsimaasälpä- ja kiillegneisseihin. Batoliitin intrusiivinen luonne on selvästi nähtävissä lähellä metavulkaniittien kontakteja, missä tonaliitissa tavataan usein vulkaniitti- ja gneissimurskaleita sulkeumina (kuva 27). Lisäksi ympäröivissä metavulkaniiteissa tavataan leikkaavia tonaliittisia juonia (kuva 28). Tonaliitin pohjoiskontakti harmaisiin gneisseihin on sitä vastoin vaikeammin havaittavissa, koska kivilajit muistuttavat ulkonäöltään suuresti toisiaan. Täten tonaliitin pohjoisreunan rajaaminen kallioperäkarttaan ei ole voinut olla aivan tarkka.

Mikroskoopissa tonaliitti on pienirakeista ja koostuu pääasiassa plagioklaasista (oligoklaasi) ja kvartsista. Kalimaasälvän määrä vaihtelee 0 - 7 %:iin. Aksessorisia mineraaleja ovat biotiitti, muskoviitti, sarvivälke, titaniitti, epidootti, kloriitti, ortiitti, monatsiitti, zirkoni ja opaakkimineraalit. Muutamain paikoin on aksessorisena mineraalina myös sarvivälkettä.

Tonaliitin biotiitille on saatu K-Ar-menetelmällä iäksi 1695 ± 22 Ma ja muskoviitille 1723 ± 22 Ma (Zwicky 1991).



Kuva 27. Gneissisulkeumia Silisvarrin tonaliitissa. Laatta on 10 cm.
 Fig. 27. The inclusions of the gneiss in the Silisvarri tonalite. Tag is 10 cm.
 Silisvarri, Inari, 3934 04, x = 7738,810, y = 3553,150



Kuva 28. Silisvarrin tonaliitin apofyyysi, jossa on mafisen metavulkaniitin jäänteitä. Laatta on 10cm.
 Fig. 28. Apophyse of the Silisvarri tonalite with relics of mafic metavolcanic rocks. Tag is 10 cm.
 Silisvarri, Inari, 3934 04, x = 7738,800, y = 3553,450.

Juonet

Diabaasit

Karttalehtialueella diabaasijuonet ovat hyvin yleisiä Garsjøenin gneissikompleksin alueella (4912 ja 4914). Juonten leveys vaihtelee alle kymmenestä senttimetristä useaan metriin. Usein kapeat juonet liittyvät leveämpiin juoniin.

Diabaasijuonia on ulkonäöltään ja mineraalikoostumukseltaan kahta eri tyyppiä (taulukko 14). Suurin osa karttaan merkityistä diabaasijuonista muistuttaa ulkonäöltään amfiboliittia; ne ovat tummanvihreitä, voimakkaasti metamorfoituneita ja deformatuneita. Näitä diabaaseja (taulukko 14, analyysi 71) risteilee varsinkin Suopumajärven (4912 10), Villavaaran (4912 07) ja Isokivennokan (4912 08) alueella. Näissä sarvivälke-diabaaseissa on myös granaattia. Villavaaran pohjoispuolelta (4912 07) muutamasta diabaasista on löydetty kiillegneissisiä relikteinä. Diabaasin päämineraalit ovat sarvivälke ja plagioklaasi. Nämä juonet ovat deformatuneet yhdessä niitä ympäröivien gneissien kanssa.

Opukasjärven ryhmän kiillegneissejä leikkaa diabaasijuoni, joka on kilometrin päässä Käskamuš Silisluobbalista luoteeseen (3934 04). Tämä juoni on merkitty kallioperäkarttaan. Muualta ei tunneta Opukasjärven ryhmän kiviä leikkaavia diabaaseja.

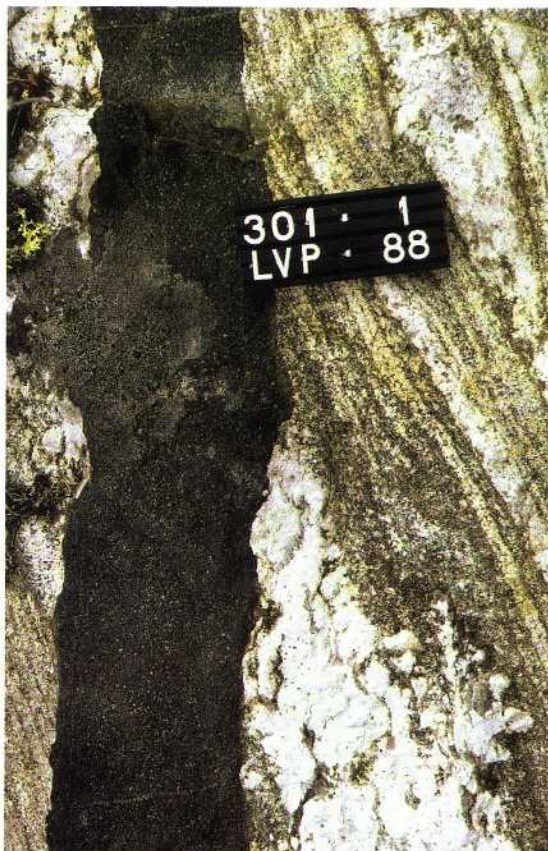
Toinen diabaasityyppi on lähes deformatumaton (kuva 29, taulukko 14, analyysit 72 - 75). Näätämön alueella (4914 01) nämä terveen näköiset diabaasit leikkaavat terävästi pohjagneissejä ja Pirivaaran graniittia. Diabaasit ovat samansuuntaisina ja muodostavat juoniparvia. Juonten pituussuunta on usein luode - kaakko. Näitä juonia on tavattu vain Näätämön kylän ympäristössä (4914 01) ja muutamia Inarijärvellä (Meriläinen, suullinen tiedonanto 1986). Norjassa Kirkkoniemen alueella Bugge (1980) on kuvannut Näätämön tyyppisiä diabaasijuonia. Varangerin vuonon etelärannikolla on nähtävissä hyvin paljastuneilla tuntureilla juoniparvia. Näitten juonten ikää on pohdittu, ja onpa muutamia ikämääriäkin Petsamon alueen vastaavista juonista venäläisten toimesta (Sm/Nd 300 - 350 Ma ?). Diabaasin päämineraalit ovat plagioklaasi (An₃₀₋₄₀) ja augiitti, joka on muuttunut suurimmassa osassa diabaaseja sarvivälkkeeksi. Aksessorisia mineraaleja ovat granaatti, opaakki, titaniitti, serisiitti, biotiitti, kvartsi, kloriitti ja epidootti. Aksessorisia mineraaleja on hyvin vähän.

Graniittijuonet

Graniittijuonia ja -suonia on runsaasti pohjakompleksien raitaisten gneissien seassa. Osa graniittijuonista on poimuttunut; osa juonista taas leikkaa kaikkia rakenteita. Pirivaaran graniitin kontaktin (4914 01) lähetyvillä on pohjakompleksin gneissien seassa runsaasti usean metrin levyisiä graniittijuonia. Usein näissä punaisissa graniittijuonissa on kalimaasälpäporfyroblasteja.

Pegmatiittijuonet

Pegmatiittijuonet ovat usein ohuita, vain noin 0,5 metriä leveitä. Nämä juonet ovat pääasiassa gneissikompleksien alueella (kuva 12), jossa ne leikkaavat gneissejä. Useat juonet ovat deformatumattomia. Rousajärven luoteispuolella on Laavvuvaaran muodostuman vulkaniittien keskellä pegmatiittijuoni, joka selvästi leikkaa näitä metavulkaniitteja (4912 07 x = 7735,000; y = 4442,500). Pegmatiittijuoni on poimuttunut mafisten metavulkaniittien kanssa (kuva 30). Malmiryhmän tekemässä syväkairausreiässä (R-301, 3934 01, x = 7731,750; y = 3547,130) on myös pegmatiittia lävistetty 50 cm. Täällä pegmatiittia on Silisvarrin muodostuman mantelikivien ja granaatti-stauroliittikiillegneissien välissä. Rousajärven eteläpuolella on ultramafinen pahku, jota leikkaa pegmatiittijuoni (4912 07, x = 7734,900; y = 4446,120).



Kuva 29. Deformatumaton diabaasijuoni. Laatta 10 cm.

Fig. 29. Undeformed diabase dyke. Tag is 10 cm.

Näätämö, Inari, 4914 01, x = 7733,410, y = 4465,620

Taulukko 14. Juonten kemiallisia koostumuksia.

Table 14. Chemical composition of dykes.

	71	72	73	74	75
SiO ₂	51.5	52.1	49.4	50.4	50.4
TiO ₂	1.9	1.7	1.9	2.4	2.4
Al ₂ O ₃	13.6	12.8	14.9	11.9	12.0
Fe ₂ O ₃ tot	15.3	14.9	15.3	17.3	17.7
MnO	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
MgO	4.4	4.9	4.5	4.3	4.4
CaO	7.5	9.5	8.7	8.9	9.0
Na ₂ O	3.5	2.4	3.5	2.5	2.6
K ₂ O	1.0	1.1	1.1	1.1	0.7
P ₂ O ₅	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
Summa (%)	98.7	99.8	99.5	98.3	99.7
Sum					
As (ppm)	0.2	0.5	4.7	0.8	0.9
Sb	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Zn	61.3	51.4	65.5	50.4	54.7
Sn	52.0	41.3	50.8	35.1	40.1
W	0.4	0.8	0.5	0.6	0.5
La	18.1	12.9	12.5	20.9	20.5
Sm	5.4	4.2	4.2	6.7	6.6
Lu	0.2	0.2	0.3	0.1	0.7
Cr	46.8	83.3	71.8	80.4	63.4
Ni	23.6	60.0	43.4	30.5	21.7
Co	43.8	46.8	51.6	46.5	45.0
Sc	50.8	40.7	39.0	55.6	54.1
Ba	148	267	250	245	180
Rb	44.4	17.6	58.4	32.9	12.8
Ta	1.1	0.9	0.8	1.5	1.3
U	0.7	0.4	0.3	0.8	0.7
Th	3.0	1.6	1.5	2.7	2.7
Cu	200	110	260	380	390
Cs	1.3	0.4	0.4	0.4	0.5
S	890	200	200	450	950
V	440	320	320	340	360
Zr	150	120	120	190	190
Sr	240	220	220	150	160

71. Mafinen metadiabaasi — *Mafic metadiabase*. Garsjøenin pohjagneisiskompleksi — *Garsjøen basement gneiss complex*. Kistapeljavrrik, Inari, (R-4), 3934 05, x = 7744,610; y = 3556,180.
72. Diabaasi — *Diabase*. Garsjøenin pohjagneisiskompleksi — *Garsjøen basement gneiss complex*. Näättämö, Inari, 4914 01, x = 7731,420; y = 4465,210.
73. Diabaasi — *Diabase*. Garsjøenin pohjagneisiskompleksi — *Garsjøen basement gneiss complex*. Puollimvarri, Inari, 4914 01, x = 7733,480; y = 4465,200.
74. Diabaasi — *Diabase*. Juonen reunaosa - *Border of dyke*. Puollimvarri, Inari, 4914 01, x = 7733,400; y = 4464,760.
75. Diabaasi — *Diabase*. Juonen keskiosa — *Middle of the dyke*, Puollimvarri, Inari, 4914 01, x = 7733,400; y = 4464,760.



Kuva 30. Poimuttunut pegmatiittijuoni leikkaa Laavvuvaaran muodostuman mafista metavulkaniittia.
Laatan leveys 13 cm.

Fig. 30. The mafic metavolcanic rock of the Laavvuvaara Formation cuts folded pegmatite dyke. Tag is 13 cm.

Kuva - Photo by J. Välimaa

Laasavaara, Inari, 4912 07, x = 7735,000, y = 4442,500

Luossavarrin ultramafinen juoni

Luossajavrin gabron ja Moresveijohkan gneisiskompleksin kontaktissa (3934 03 B) on ultramafinen juoni. Sitä voidaan seurata maastossa paljastumalta paljastumalle viiden kilometrin matkan aina Luossavarrin itäpuolelta Roavvevarrin eteläpuolelle. Juoni saattaa jatkua epäyhtenäisenä vielä pohjoiseen karttalehtialueen ulkopuolelle. Juoni on parhaiten nähtävissä paljastumilla Luossavarrin itäpuolella (x = 7759,150; y = 3542,010). Aivan juonen vieressä, sen itäpuolella, on Luossavarrin gabroa paljastuneena. Aeromagneettisilla kartoille tämän juonen runsas magnetiittipitoisuus antaa voimakkaan anomalian

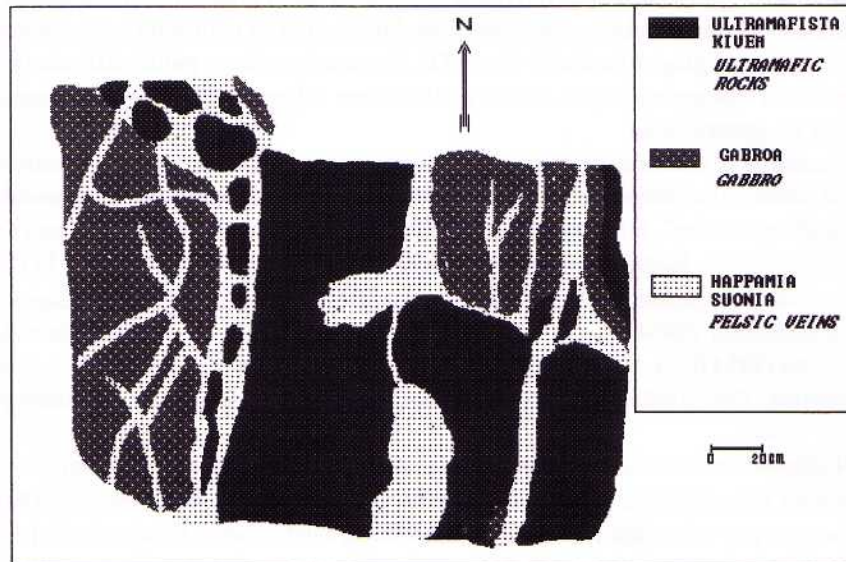
(kuva 3). Juoni on keskimäärin viisi metriä leveä. Kapeita n. 20 - 10 cm leveitä ultramafisia juonia on tavattu myös Tšuomasvarrin pohjoispuolelta Miutitšohkkan tunturin laelta (3934 03+06, $x = 7757,520$; $y = 3546,770$).

Luossavarrin juoni on kivilajeiltaan hyvin kompleksinen (kuva 31). Juonen pääkivilaji on kuitenkin tummanvihreä hornblendiitti. Juonessa on erilaisia, toisiaan leikkaavia kivilajeja. Vanhimmat kivilajimurskaleet ovat aina suuntautunutta ja harmaata gabroa, joka on sekä ulkonäöltään että mineralogiselta koostumukseltaan samanlaista kuin Luossajavrin gabro (1931 ± 2 Ma). Gabromurskaleita on sulkeumina tummanvihreässä hornblendiitissä, joka sisältää magnetiittia runsaasti. Hornblendiitissä on sarvivälkkeen lisäksi aksessorisina mineraaleina paikoin myös klino- ja ortopyrokseena. Gabroa ja hornblendiittiä leikkaa harmaa suonisto (kuva 32), jonka mineraalit ovat voimakkaasti suuntautuneet suonten kulkusuunnassa. Leikkaavien harmaiden suonten päämineraalit ovat plagioklaasi, biotiitti ja sarvivälke. Biotiitti on osittain muuttunut kloriitiksi. Aksessorisia mineraaleja ovat epidootti, magnetiitti, titaniitti, apatiitti ja kvartsi. Tätä samantyyppistä harmaata suonistoa, joka breksioi ultramafista juonta, on myös juonen länsipuolella Luossavarrilla, joka kuuluu jo Moresveijohkan pohjagneissikompleksiin.

METAMORFOOSI JA TEKTONIIKKA

Kallioperäkartalle on merkitty graniittisuonia ja -juonia niille alueille, joissa migmatiittituumien on ollut voimakkainta. Yleisimmin tavatut paleosomit ovat tummia ja kiillepitaisia gneissejä tai amfiboliitteja. Neosomeina on usein vaalea tonaliittinen, granodioriittinen tai graniittinen aines. Kalimaasälpää on eniten graniittisissa suonissa, pegmatiittijuonissa ja gneisseissä, joissa on maasälpäporfyroblasteja (usein mikrokliinia, jossa sulkeumina plagioklaasia). Opukasjärven ryhmän ja Garsjøenin kompleksin hiertyneellä kontaktialueella on vyöhykkeitä, joissa maasälpäporfyroblastit muodostavat gneissien kanssa vaaleanpunaisia silmägneissejä (kuva 11) (3934 05 ja 4912 07). Karttaan nämä silmägneissit on merkitty yhdensuuntaisilla maasälpäporfyroblasteja osoittavilla merkeillä.

Pohjagneissikompleksien alueella gneisseissä granaatti on yleinen porfyroblasti. Kuituista sillimaniittia (kvartsi-biotiitti-oligoklaasi-sillimaniitti-granaatti) on tavattu Puolimvarrilta (4914 01) ja Tšaktšaluobbalin itäpuolelta kiillegneisseistä (plagioklaasi-kvartsi-biotiitti-sillimaniitti-granaatti) (4912 07). Garsjøenin kompleksin gneissejä leikkaavissa diabaaseissa on granaattia, varsinkin Villavaaran ja Ruossavarrin alueella (4912 07). Nämä granaattia sisältävät diabaasit ovat usein myös voimakkaasti deformatuneet ja muistuttavat ulkonäöltään usein amfiboliittia. Opukasjärven ryhmän mafisissa metavulkaniiteissa ja gneisseissä on granaatti myös yleinen porfyroblasti. Mafisten metavulkaniittien päämineraalit ovat vihreä sarvivälke, plagioklaasi (oligoklaasi) ja epidootti. Epidootti, kvartsi ja vähäisessä määrin kloriitti muodostavat suonina.



Kuva 31. Luossavarrin juonen breksiarakennetta. Kuva tehty C. Forsberg-Heikkilän valokuvien perusteella.

Fig. 31. Breccia of the Luossavarrin dyke. After C. Forsberg - Heikkilä's photos. Luossavarrin, Utsjoki, 3934 03, x = 7759,000, y = 3542,110



Kuva 32. Ultramafinen juoni, jossa Luossajavrin gabbron murskaleita (Gb) ja hornblendiittiä (Hbl). Vaaleanharmaat suonet (plagioklaasi, biotiitti ja sarvivälke) leikkaavat juonta. Laatta on 10 cm.
Fig. 32. Ultramafic dyke with the fragments of the Luossajavri gabbro (Gb) and hornblendite (Hbl). Light veins (plagioclase, biotite and hornblende) cut all over the dyke. Tag is 10 cm. Luossavarrin, Utsjoki, 3934 03, x = 7759,000, y = 3542,110

Silisvarrin päällä ja Kistapeljavrrikin alueella on usein granaattiporfyroblasteja sekä mafisissa metavulkaniiteissa sekä gneisseissä. Silisvarrilla on mafisten kivien granaattirakkeiden ympärillä plagioklaasikehä (kuva 33). Granaattia esiintyy paitsi pääliuskeisuuden kanssa deformatiivisena myös kaikkien tektonisten rakenteiden päälle kasvaneena, eli kahtena eri generaationa.

Granaattia ja staurolitiittia on kiillegneisseissä, joiden yhteydessä on magnetiittipitoisia felsisiä metavulkaniitteja. Staurolitiitissa on sulkeumina magnetiittia, joka muodostaa "lumipallorakenteita", mikä osoittaa staurolitiitin kiteytyneen deformaation aikana (Kesola 1991, s. 29 ja 30). Kistapeljavrrikin itäpuolella (3934 05, $x = 7744,500$; $y = 3555,540$) on granaatti-staurolitiittikiillegneisissä plagioklaasirakeen sisällä sillimaniittia. Laavvuvaaran länsipuolella (3934 05, $x = 7739,450$; $y = 3554,740$) ja Peälljekeähtševäddan itärinteellä (3934 02, $x = 7741,160$; $y = 3542,250$) on granaatti-staurolitiittikiillegneisissä kyanitiittia. Peälljekeähtševäddan kiillegneisissä on sinertävien kyanitiitirakkeiden pituus on 0,5 - 1 cm.

Näätämön karttalehtialue on osa 60 kilometriä pitkää vulkaniittijaksosta, joka ulottuu Norjan Polmakista Sevettijärvelle. Alue on hyvin paljastunut, joten tektonisia havaintoja on pystytty tekemään runsaasti. Näätämön karttalehtialueen tietojen lisäksi on sen eteläpuolelta geofysikaalisia mittauksia kymmenen kilometrin levyiseltä kaistalta (kuva 3). Tämä tulkintakuva on auttanut sitomaan paljastumilta havaitut pienet rakennepiirteet myös laajojen alueiden suurrakenteisiin.

Vanhin suurrakennne on avoin pohjois-eteläsuuntainen synklinorium, jossa nyt keskellä on Silisjoen muodostuma (kuva 5). Tämän avoimen synklinoriumin kyljillä on tiukoja laahuspaimuja, jotka usein kertaavat eri kivilajiyksiköitä ja siten muodostavat synklinoriumin kyljille pieniä synkliinejä ja antikliinejä. Paljastumalla on nähtävissä pienenpaimuja, jotka kuuluvat näihin laahuspaimuihin (kuva 34).

Lapin vulkaniittiprojektin aikana tehtiin geofysikaalisia maastomittauksia (AMT). Mittauksissa saatiin selville Laavvuvaaran muodostuman yläosan mustaliuskeiden syvyysjatkuvuus Kistapeljavrrikilta (3934 05) Tšarajohkalle (3934 02). Mustaliuskeet painuvat maanpinnalta neljän kilometrin matkalla kahden kilometrin syvyyteen, siten että ne ovat Silisjoen muodostuman gneissien alla. Skiehtšarasoavin (3934 01) ja Peälljekeähtševäddan (3934 02) itärinteen alueella on geofysikaalisilla kartoilla nähtävissä sähköisiä johteita, jotka kuvaavat hyvin synklinoriumin toisen kyljen osan mustaliuskeita. Maasto on kuitenkin hyvin peitteinen, joten itse mustaliuskeesta ei ole havaintoa.

Kaikkia poimutusfaaseja leikkaavat siirrokset tai siirrosvyöhykkeet, jotka ovat syntyneet voimakkaiden lateraaliliikuntojen yhteydessä. Näätämön karttalehtialueen keskellä on suuri itä-länsisuuntainen siirrosvyöhyke, joka kulkee Isokivenokan (4912 08 ja 07) ja Laavvuvaaran (3934 04) eteläpuolelta Kaskamuš Silisluobbalille ja sieltä edelleen Tievjajärvelle (3934 01). Tämä siirros näkyy myös satelliittikuvilla satojen kilometrien pituisena lineamenttina. Näätämön karttalehtialueella suurrakenteet ovat erilaiset tämän pitkän siirrosvyöhykkeen pohjois- ja eteläpuolella. Siirrosvyöhykkeen pohjoispuolella kivilajien pääliuskeisuuden kulku noudattelee pääosin pohjois-eteläisiä suuntia (Sevettijärvi - Laavvuvaara - Pulmanki). Siirrosvyöhykkeen eteläpuolen kallioperälle ominaista on intensiivinen pohjois-eteläsuuntainen poimutus ja sitä nuorempi koillis-lounainen poimutus.



Kuva 33. Mafinen metavulkaniitti, jossa granaatti on muuttunut reunoiltaan plagioklaasiksi.
Laatta on 10 cm.

Fig. 33. Mafic metavolcanic rock of garnet. Light rims of the garnets are plagioclase. Tag is 10 cm.
Silisvarri, Inari, 3934 04, x = 7738,130, y = 3552,560



Kuva 34. Vuorokerroksin mafista ja felsistä metavulkaniittia, jossa näkyy pienoispöimutusta. Poimujen akselitaso on $230^{\circ}/70^{\circ}$ (kaateen suunta ja kaade). Silisvarrin muodostuma. Laatta on 13 cm.

Fig. 34. Interbeds of the mafic and felsic metavolcanic rocks. Axial plane is $230^{\circ}/70^{\circ}$ (Direction of dip and dip). The Silisvarri Formation. Tag is 13 cm.

Kuva - Photo by J. Välimaa

Silisvarri, Inari, 3934 04, x = 7737,350, y = 553,200

jonka poimuakselien suunnat ovat n. 210°. Sekä nuorempi poimutus että pohjois-eteläinen pääpoimutus saavat aikaan eroosiotasolla näkyviä interferenssikuviota. Poimuakselien suunta näkyy monella paljastumalla kivien pienoispoimutuksena ja ohuthieissä päämineraalien liuskeisuuden poimutuksena. Silisjoen muodostuman kiviä tavataan Rovivaaran eteläpuolella (3934 04 C). Tämä johtuu siitä, että voimakkaan lounais-koilliseksi poimutuksen yhteydessä pohjois-eteläsuuntaisen synklinoriumin kärki on kääntynyt itään päin. Voimakas poimutus näkyy sekä Opukasjärven ryhmän kivissä että Garsjøenin kompleksin gneisseissä, varsinkin Rousajärven, Laasavaaran ja Raanuojan alueella (4912 07). Eri-ikäiset poimutusvaiheet saavat aikaan yhdessä soikeita interferenssikuviota Maddib Silisvarrin ja Rovivaaran alueella (3934 04).

Geofysikaaliselta kuvatulokintakartalta (kuva 3) näkyy myös, miten Vainospään graniitin (1790 Ma) (Patchett ym. 1981) intrudoituminen on vaatinut myös graniittimassioille tilaa, ja tässä yhteydessä on tapahtunut voimakasta deformatiota laajalti ympäristön kivissä. Samoin näkyy karttalehden pohjoisosassa (3934 03 +06) Luossajavrin gabron (1931 Ma) deformatiovaikutus Opukasjärven ryhmän poimuttuneisiin kiviin.

Karttalehtialueen keskiosan kivistä on määritetty metamorfisia lämpötiloja (500° - 300° C), joita ilmaisevat K-Ar-ikämääritykset (1700 - 1800 Ma). Nämä iät ovat suurimaksi osaksi Vainospään graniitin ikää (1790 Ma) hiukan nuorempia. Vainospään graniitin vaatima tila ja kuoren korkea lämpötila voivat osaltaan selittää, miksi Näätämin karttalehden eteläosan alueen kivet ovat niin intensiivisesti ja plastisesti deformatiuneet.

Rovivaaran laella (3934 04 C) on kuru, joka on syntynyt siirrokseen. Tämä siirros ulottuu Rovivaaralta Maddib Silisvarrin koillispuolelta Silisvarrin länsipuolelle. Samantyyppinen ja -suuntainen nuori siirros lävistää Luossavarrin gabroa.

TALOUDELLISIA AIHEITA

Karttalehtialue kuuluu erämaalain piiriin ja tämän joutuu ottamaan huomioon mahdollisten malmien etsinnässä ja hyödyntämisessä.

Geologian tutkimuskeskus on tutkinut Silisvarrin aluetta, jolta on löydetty kultapihtoinen lohkar. Lohkare on mustaliuskemaista kiveä, jossa on serttimäisiä osueita. Silisvarrin tonaliittissa on molybdeenihohdepirotetta, mutta sitä on vain vähän. Silisvarrin tonaliitin kontaktissa on kvartsisuonia, ja Silisvarrin eteläpäässä kulkee useita satoja kilometrejä pitkä siirrosvyöhyke. Samalla alueella eräs kullanhuuhto on asunut vuosia, mutta hänen huuhtotatuloksistaan ei ole tietoa (suullinen tieto Ellen Länsman 1984).

Geofysikaalisten karttojen tiedon perusteella kairattiin Tšuoñjavrin alueella (3934 01 C) magneettisten ja sähköisten anomalioiden kohdalle. Nämä anomaliat jatkuvat Silisvarrin länsipuolelta Rovivaaran eteläpuolelle ja sieltä Tšuoñjavrin kautta Moresveijohkan latvoille (kuva 3). Tämä anomalia on Silisvarrin ja Silisjoen muodostuminen rajalla. Analyysseissa malmiviitteet olivat Zn, Pb ja Ag. Lävistyksessä (R-301) oli pääasiasa mafisia metavulkaniitteja, myös mantelikiveä, ja lisäksi ohuita kerroksia felsisiä metavulkaniitteja, karsia, granaatti-stauroliittikiillegneissejä ja pegmatiittia. Samantyyppisiä

kiviä, joissa on Cu-Zn-Pb-Ag-mineralisaatio (Iljina 1984), on Outokumpu Oy:n toimesta kairattu Opukasjärven ryhmän jatkeilla Naittujärvellä.

Tšaraoaivilla (3934 02 D) on myös kiisupitoisia liusketta, jossa on pyriittiä karkeassa muskoviittirikkaassa kivessä. Karkeat muskoviittikasaumat on merkitty symbolein kallioperäkartaan. Ympäristön kivissä on myös hiukan fluoriittia. Tällä alueella on myös voimakas sähköinen anomalia. Paljastumia on kuitenkin liian vähän anomalian selvittämiseksi.

Karttalehtialueella on kesällä 1993 tehty myös tutkimuksia ilmeniitin esiintymisestä.

GEOLOGISIA TUTUSTUMISKOhteITA

Karttalehtialueella on maantietä vain alueen kaakkoisosassa, jossa on Inarin ja Kirkkoniemen välinen maantie. Näätämön (4914 01) alueen geologiaan voi tutustua vaivattomasti, koska tieltä kohteisiin on lyhyt kävelymatka.

Sevettijärveltä (4911 08) lähtee Pulmankijärvelle retkeilypolku, joka on merkitty maaliäpölin puihin ja kiviin. Retkeilypolun varrella on runsaasti paljastumia, joiden perusteella saa jo varsin hyvän yleiskuvan Näätämön karttalehden kallioperästä. Suomen 1 : 200 000 - mittakaavaiseen tiekarttaan (GT 19 - kartta) on merkitty sekä talvi- ja kesäretkeilyreitit. Topografiset kartat, joiden mittakaava on 1 : 50 000, ovat käyttökelpoisimmat alueella retkeiltäessä. Paras vuodenaika patikointiin kesäolosuhteissa on juhannuksen ja elokuun loppupuolen välillä. Pitkän sadejakson aikana saattaa Opukasjärven länsipuolella (3933 06) Silisjoen ylittäminen olla vaikeaa, koska sateet vaikuttavat jokien pinnan muutoksiin voimakkaasti jopa yhden päivän aikana. Näätämöjoen (3933 06) yli on riippusilta ja myös Silisjoen yli on valmistumassa silta (1994). Pulmankijoen (3941 10) yli pääsee venelossilla. Reitin varrella on noin kymmenen kilometrin välein hyväkuntoisia autiotupia. Niitä on Opukasjärvellä (3933 06), lisakkijärvellä (3933 06), Rousajärvellä (4912 07), Laavvuvaarassa (3934 04), Tšarajärvellä (3934 02) ja Tšuomasjärvellä (3934 03). Suurimmille järville pääsee Inarista tai Ivalosta vesitasolla. Sevettijärvellä oli kartoituksen loppuvaiheessa helikopteri, jolla vaivattomasti pääsi eri alueille.

Näätämö

Näätämön kauppaliikkeiden takana olevalla harjanteella on paljastettu Garsjøenin kompleksiin kuuluvia gneissejä, amfiboliitteja ja pegmatiitteja ($x = 7731,420$; $y = 4465,210$). Gneissejä leikkaa diabaasi (kuva 29). Näätämön kylän pohjoispuolella on Puollimvarrin tunturialue, jossa on runsaasti laajoja kalliopaljastumia. Alueella voi jo kaukaakin erottaa gneissien seasta tummat diabaasit. Kolmen kilometrin kävelymatkan päässä Näätämön kylältä, Puollimvarrin länsiosassa ($x = 7732,300$; $y = 4462,780$), on nähtävissä Pirivaaran graniittia.

Laavvuvaara - Silisvarri

Laavvuvaaran (3934 04) ja Iisakkijärven (3934 04) välisen polun varrella on nähtävissä runsaasti vuorottelevia mafisia ja felsisiä metavulkaniitteja (kuva 34). Laavvuvaaran ja Rousajärven (4912 07) välisellä retkeilypolulla on noin kaksi kilometriä Laavvuvaarasta kaakkoon runsaasti korkeita ja pitkiä harjanteita, joiden laella kalliot ovat hyvin paljastuneet. Tällä alueella on nähtävissä Kistapelvuobmin muodostuman mafisen metavulkaniitin ja Garsjøenin kompleksin silmägneissin kontakti ($x = 7738,500$; $y = 3556,420$), valkoisia ortokvartsiitteja ja granaatti-stauroliittikiillegneissiiä ($x = 7738,830$; $y = 3556,100$). Opukasjärven ryhmän kivilajeista saa parhaimman käsityksen, jos lähtee tältä kohteelta länteen kohti Silisvarrin etelärinnettä. Silisvarrin eteläosassa on agglomeraattia (kuva 14). Lähellä Silisvarrin lakea on runsaasti paljastumia, joissa näkee mafisten ja felsisten metavulkaniittien vaihtelua (kuva 18). Alueella näkyy paljastumissa pienoispöimutusta, jotka ovat suurempien pöimujen laahuspöimuja. Silisvarrin länsirinteellä Silisjoelle asti näkyy metavulkaniittien ja gneissien vuorottaista vaihtelua.

Isokivennokka - Stuorab Kolmmesjavri

Opukasjärven muodostuman kivilajeista saa hyvän käsityksen, kun kulkee Isokivennokalta Stuorab Kolmmesjavrille. Paljastumia on lähes koko matkan (kuva 6). Kistapelvuobmin ja Laavvuvaaran muodostumien kontakti on nähtävissä Kistapeljavrrikin eteläosasta kaksi kilometriä itään. Tämän kontaktin läheisyydessä on felsisiä metavulkaniitteja (kuva 19 ja 20) ja granaatti-stauroliittikiillegneissiiä (kuva 25), joka näkyy kovana kivilajina ympäristöönsä korkeampana harjanteena.

Tšuomasvarri

Tšuomasvarrille on helppo kiivetä, koska tunturin rinteillä ei ole rakkaa. Tunturin korkeimmalla kohdalla on vanha kolmiomittaustorni. Magmaattista kerroksellisuutta (kuva 26) on nähtävissä, kun kuljetaan tornista suuntaan 330° n. 550 metriä. Tšuomasvarrin ultramafiitin ja ympäröivän gabron kontakti on nähtävissä tunturin laelta kaksi kilometriä länteen.

Luossavarri

Luossavarriin ultramafisen juonen (kuva 31 ja 32) paljastumat ($x = 7759,000 \pm 150$; $y = 3542,110$) ovat tunturikoivikossa, joten niiden löytäminen vaatii hieman vaivaa. Luossajoen ja retkeilyreitien risteyskohdan lähelle laskee puro. Kun puron ja Luossajoen yhtymäkohdasta kuljetaan n. 500 metriä länteen, niin ollaan paljastumilla. Alueella on useita paljastumia juonen suunnassa.

Summary

PRE-QUATERNARY ROCKS OF THE NÄÄTÄMÖ MAP-SHEET AREA

Introduction

The area of the Näätämö map-sheet (3934+4912+4914) is situated in Lapland, in the northernmost part of Finland, between the lakes of Sevettijärvi and Pulmankijärvi. Most of the area is uninhabited and unwooded natural wilderness. The only settlement is Näätämö village in the S of the area, where there is also the map-area's only road.

Fieldwork started in 1983 and ended in 1992. In 1988, fieldwork and deep-drilling (localities on map) were done in conjunction with the Lapland Volcanite Project. Chemical analyses made during this work have been used in the tables in the map-sheet explanation.

The stratigraphic subdivision of the Näätämö map-sheet area (published 1994) is described in the Geological Survey of Finland's research report "Metavolcanic and associated rocks in the northernmost Lapland area, Finland" (Kesola 1991). In the map-area, exposure is locally good and contacts between several different rock units can be seen. There are few place names in the area and therefore, localities are separately indicated on Figure 2.

Stratigraphy

The bedrock of the Näätämö map-sheet area can be divided into two major stratigraphic units (Table 1, Fig. 5). The first of these is the basement gneiss complex, which is a mainly coloured light brown. The Garsjøen complex (map-sheets 4912, 4914), Suorre-Tievja (map-sheet 3934 01) and Moresveijohka gneiss complex (map-sheets 3934 02 and 03) (Table 1) are older units and they are considered to be Archaean basement

gneiss complexes.

The second major stratigraphic unit, which overlies the gneiss complexes, is the Opukajärvi Group (Table 1). This group, which consists of gneisses and metavolcanic rocks, is more strongly coloured on the map than the basement gneiss complex. In many publications, the Opukajärvi Group has been correlated with the Proterozoic rocks of the Petsamo area: however, at present, there is no age-data to support such a correlation. Furthermore, the Kuorboarvi mafic metavolcanic rocks, which occur to the west of the map area, are probably connected to the Opukajärvi metavolcanic rocks (Meriläinen 1976, Kesola 1991).

Basement gneiss complex

Garsjøen, Suorre-Tievja and Moresveijohka gneiss complexes

The gneiss complexes have been given different names because they are geographically separate from each other. Nevertheless, the three gneiss complexes belong to a single, more extensive gneiss complex. Migmatization prevents the clarification of the extent and stratigraphic order of different lithologies.

On the summit of Puollimvarri hill, in the eastern part of the map-sheet (4914 01), a narrow amphibolite unit, which is banded with tonalitic - trondhjemitic neosome, has been interpreted as originally volcanic. Stratigraphically, this belongs to the basement gneiss complex and has a composition close to the tonalitic-trondhjemitic neosome that strongly migmatizes it (Fig. 10 and 12). These features clearly distinguish this unit from the metavolcanic rocks of the Opukajärvi Group.

The basement gneiss complex consists of mainly banded gneisses and cross-cutting granitic or granodioritic veins (Figs 6, 8, 9, 10, 11 and 12). In addition to the migmatite-dominated area, there is an area in which the main lithologies are mica gneiss, quartzofeldspathic gneiss and hornblende gneiss. These gneisses are cut by diabases and pegmatites (Fig. 29).

Granitic areas with different characteristics are seen in the area of the Näätämö - Isokivennokka granite-gneiss complex. There are few visible contacts with the surrounding granitic gneisses. The largest single granite massive, which sharply cuts the surrounding gneisses, is located on the western and northern sides of Näätämö village (Pirivaara granite; 2604 ± 21 Ma). The second largest granite, which has a gradual contact with the gneisses, is located in the Isokivennokka area at the centre of the map sheet. Less well-defined rocks with a large proportion of granitic material, which occur close to migmatites and between granites, are located between Justinvuobmi hill and the small lake of Savuslammet. Smaller granites occur at Laasavaara hill and Kårggaš on the Norwegian border. The Kårggaš granite is part of the larger Gæččoai'vik granite massive, which cuts the basement gneisses and occurs on the Norwegian side of the border (Siedlecka 1985).

The Opukasjärvi Group

Name: The Opukasjärvi Group is named after Opukasjärvi lake which is located on the northern side of Sevetijärvi lake (map-sheet 3933). Meriläinen (1976) referred to these as the rocks of the Apukasjärvi schist zone.

On the Näättämö map-sheet the best traverse through this group is seen in the area the hills of Silisvarri and Laavvuvaara (3934 04).

At the centre of the map-sheet is a broad N - S-trending zone of rocks (coloured in green) with mafic metavolcanic and volcanic-sedimentary characteristics, which partly belong to the volcanic-sedimentary series of the Opukasjärvi Group. The metavolcanic rocks border the banded gneisses of the eastern part of the Garsjøen complex. In the western part of the complex, mafic volcanic rocks gradually phase into quartzofeldspathic gneisses and mica gneisses of sedimentary origin.

The mafic metavolcanic rocks of the Opukasjärvi Group (coloured dark green) are banded or massive metabasalts and andesites. The rocks are often strongly foliated and folded. Tuffitic volcanic structures have been almost completely obliterated during deformation making it practically impossible to distinguish separate lava or pyroclastic horizons. Amygdales in amygdaloidal rocks (Fig. 13) are well-preserved despite stretching during deformation. In places, where mica gneiss, mafic- and felsic metavolcanic rocks are interbanded, a good impression of the original layering can be obtained (Fig.18).

Boundaries: The rocks of the Opukasjärvi Group continue in the north of the Näättämö map-sheet from the area of the Kistapeljohka river on the Norwegian side until Polmak. Several contacts between different formations and the basement gneiss complex are exposed in the map-sheet area and can be quite accurately traced in outcrop. The characteristics of the rocks of the Opukasjärvi Group were clarified in conjunction with the Lapland Volcanite Project and from exposure and geophysical maps. From Iisakkijärvi lake in the southern part of the map-sheet, the metavolcanic rocks of the Opukasjärvi Group can be traced from the western side of Sevetijärvi village to the southwest (map-sheet 4911 08). Outokumpu Plc. explored for ore at Naittjärvi lake, which is about 20 km from Sevetijärvi lake near Supru. M. Iljiana (M.Sc. thesis, 1984) correlated the metavolcanic rocks of the area with the metavolcanic rocks and gneisses at Opukasjärvi lake.

In the western part of the map-sheet, in the areas of Muoratisvarri hill and Peälljekehtševädda, the group's lithologies continue outside the map sheet to the west. Amygdaloidal rocks typical of the rock series of the Opukasjärvi Group are seen at Kuorboarvi, which is 10 km to the W of the map-sheet.

Type area: A traverse through the formations of this group is best seen in the area of Näättämö map-sheet in a zone through the areas of the Isokivennokka, Laavvuvaara and Silisvarri, the Silisjoki river and Skiehtšarasoaivi hills.

Thickness: The group's thickness in the area is estimated to be 3 km.

Lithology: Basal conglomerate at the bottom of the Opukasjärvi Group occurs at Ahvenselkä (map-sheet 3933) (Kesola 1991) and in the Polmak area in Norway (Sied-

lecka et al. 1986). Basal conglomerate is not found in the area of the map-sheet, although the contact zone with the lowest formations is often exposed.

On the map-sheet (3934 01, 02, 04 and 05) the mafic metavolcanic rocks of the Opukasjärvi Group are coloured green, quartzofeldspathic gneisses are coloured yellow, and mica gneisses are coloured blue.

The Opukasjärvi Group consists of several successive cycles of volcanic and epiclastic material and the group's lowest formations contain mafic and felsic metavolcanic rocks typical of volcanic activity. The upper parts of the group consists of paragneisses.

Age: An age for the rocks of group's formation is not available because there is insufficient zircon in the samples taken. K/Ar dating of minerals formed during metamorphism gives ages of 1811 - 1695 Ma. A group of rocks, which occur in the map-sheet area, are described as Paleoproterozoic, but on these may also be late Archaean. Often, the metavolcanic rocks have the appearance of Paleoproterozoic rocks, but they are intercalated with adjacent grey gneisses that are considered to be Archaean.

The Kistapelvuobmi Formation

Name: The lowest formation of the Opukasjärvi Group is the Kistapelvuobmi Formation, which is named after the headwaters area of the Kistapeljohka river (Map-sheet 3934 05 D).

Boundaries: The lower part of the formation overlies the Garsjøen complex. The formation is overlain by the Laavvuvaara Formation. The formation becomes very thin (< 10 m) in the southern part of the map-sheet and ends in the vicinity of Rousajärvi lake (Map-sheet 4912 07). The formation continues in the N to the Norwegian side.

Type area: The Kistapelvuobmi Formation is best seen midway between the Kuollepäästintšielgi and Isonkivennokka hills (Map-sheet 3934 05 D).

Thickness: The formation is 0 - 300 m thick and it is thickest on the Norwegian border and ends on the northern side of Rousajärvi lake (Map-sheet 4912 07).

Lithology: The formation is a volcanic - sedimentary unit. The lowest part mainly consists of massive mafic metavolcanic rocks in which there are very few clear volcanic structures. The upper members of the formation are garnet - staurolite gneisses (Fig. 25), felsic metavolcanic rocks (Figs 19, 20 and 21), skarn - rocks and quartzites (Fig. 22). Good exposures allow the lateral variation of these upper members to be followed in the field. Of these, the garnet - staurolite gneiss is a good marker horizon that can be followed from exposure to exposure for 12 km from the Norwegian border (Map-sheet 3934 05) as far as Rousajärvi lake (Map-sheet 4912 07). The upper members are as thick in their lateral extent as the whole Kistapelvuobmi Formation. The garnet - staurolite gneiss and associated felsic metavolcanic rocks contain magnetite and are indicated by strong anomalies on geophysical maps (Fig. 3). The skarn - rocks and quartzites are local although, in exposure these rocks may several hundreds of metres long. The upmost member is a felsic metavolcanic rock. In places, the formation also contains felsic metavolcanic rocks containing pink or grey layers and magnetite.

Age: The formation's age has not been determined. K/Ar ages from the garnet - staurolite gneiss are 1733 ± 22 Ma for biotite and 1741 ± 22 Ma and 1717 ± 22 Ma for muscovite. These ages represent the age of a Paleoproterozoic metamorphic phase and they do not indicate the formation's true age.

The Laavvuvaara Formation

Name: The Laavvuvaara Formation is named after Laavvuvaara hill, which occurs within the map-sheet area (3934 05 C).

Boundaries: The formation is above the Kistapelveobmi Formation and below the Silisvarri Formation.

Type area: The Laavvuvaara Formation is best exposed in the area between Laavvuvaara hill and Kistapeljavrrik lake (3934 05 A).

Thickness: The formation is 500 - 900 m thick with thickness increasing towards the south.

Lithology: Mafic metavolcanic rocks occur in the lower and middle parts of the formation, as in the underlying Kistapelveobmi Formation. Generally, amygdaloidal rocks occur in the northern part of the formation in the Kistapeljavrrik area (Fig. 13). The upper part of the Laavvuvaara Formation consists of black schists (Fig. 23), skarn - rocks, garnet - staurolite gneiss, ultramafic schists, quartzites and felsic metavolcanic rocks. In separate areas, the formation's upper members are different due to lateral variation in stratigraphy. Sulphide - bearing schists are typical of the Kistapeljavrrik and Laavvuvaara area. The formation's upper members together form a unit which is several hundred metres thick, which represents the end of mafic volcanism and the beginning of sedimentation.

Age: Not available.

The Silisvarri Formation

Name: The Silisvarri Formation is named after Silisvarri hill (3934 04 B).

Boundaries: The lower part of the formation is bordered by the Laavvuvaara Formation at Kuollepástimtšielgi, at Kistapeljavrrik, on the west side of Laavvuvaara hill and in the area of Lyöttijärvi lake. The formation overlies the Suorre-Tievja gneiss complex and it is underlain by the Silisjoki Formation.

Type area: The best traverse through the formation is seen in areas of the Silisvarri and Laavvuvaara hills (Map-sheet 3934 05 B).

Lithology: The formation is characterised by volcanic and sedimentary rocks that alternate both laterally and vertically.

Storra - Kolmmesjavri area: Here, the formation consists of alternating different gneiss types and thin (2-10 m) mafic metavolcanic layers between the gneisses. Additionally, in the lower part of the formation there are thin felsic metavolcanic layers and

chert.

Silisvarri area: The lower part of the formation is dominated by mafic metavolcanic rocks. In the middle of the formation the main lithologies are mafic and felsic metavolcanic rocks (Figs. 16 and 18). Here, more felsic metavolcanic layers and a few mica gneiss layers occur between the mafic metavolcanic rocks. Rare volcanic structures are seen in the area (i.e. agglomerate (Fig. 14) and volcanic breccia (Fig. 15).

Maddib Silisvarri: Different gneiss types with mafic volcanic rocks inbetween.

Age: The formation's age has not been determined. K-Ar determinations have given biotite ages of 1706 ± 22 Ma and 1715 ± 22 Ma, a muscovite age of 1774 ± 22 Ma and hornblende ages of 1811 ± 22 Ma and 1745 ± 22 Ma.

The Silisjoki Formation

Name: The Silisjoki Formation is named after the Silisjoki river which flows through the eastern part of the formation (Map sheets 3934 04 and 05).

Boundaries: The formation is underlain by the Silisvarri Formation. The overlying rocks are not seen.

Type area: The type area is at the Silisjoki river on the west side of Silisvarri hill (Map-sheet 3934 04 B).

Lithology: The Silisjoki Formation is the highest formation of the Opukasjärvi Group and forms the upper central part of a large synclinorium. The main lithologies are quartzofeldspathic and mica gneisses (Fig. 24). There are no metavolcanic rocks.

Age: The formation's age is not known. K - Ar determinations give a biotite age of 1708 ± 22 Ma.

Proterozoic intrusive rocks

The Luossajavri gabbro pluton (An content of plagioclase $> 50\%$) occurs in the northern part of the Näätämö map-sheet area (3934 03+06). This has hypersthene - dioritic parts (An content of plagioclase $< 50\%$) and it contains the Tšuomasvarri ultramafic layered intrusion. Small ultramafic masses and dyke-like bodies occur on the eastern slopes of Luossavarri hill and Roavvevarri hill (Map-sheet 3934 03 A and B), on the eastern and southwestern sides of Kârggaš hill (Map-sheet 3934 05 D), on the eastern side of Laavvuvaara hill (Map-sheet 3934 05 C), on the western slope of Maddib Silisvarri hill (Map-sheet 3934 04 A), at Ruosajärvi lake (Map-sheet 4912 07 B), on the northeastern slope of Raanuvaara (Map-sheet 4912 07 C) and on the northern side of the small lake of Savuslammet (Map-sheet 4912 10 B).

A small tonalite pluton occurs on the northern side of Silisvarri hill (Map-sheet 3934 04). The southern part of this tonalite is easily distinguished from the surrounding volcanic lithologies. However, in the northern part of the pluton the contact of the tonalite with quartzofeldspathic and mica gneisses is not clearly defined because the lithologies are very similar in appearance due to similar in mineral compositions.

Luossajavri gabbro and hypersthene diorite

In the northern part of the map-sheet area is a gabbro massif, which has a surface area of about 10 km² (3934 03+06). The greater part of the massif is on the Finnish side of the border with Norway. The gabbro is named after Luossajavri lake which is at the centre of the massif. The southern part of the massif is poorly exposed but on geophysical maps it can be clearly distinguished because the gabbro is more magnetic than the surrounding gneisses, except on the eastern side of Tšuomasvarri hill.

The main lithologies of the massif are gabbro and hypersthene diorite. Although areas containing these lithologies can be clearly separated from each other, the contact between them is gradual rather than sharp. The gabbro's main minerals includes clinopyroxene (augite) that has been strongly altered to hornblende and, further, partly to biotite. A narrow layer of anorthosite (about 10 cm wide) occurs on the western shore of Luossajavri lake. The cross-cutting relationships of the gabbro and the surrounding gneiss are not seen. At the eastern contact of the gabbro massif a complex ultramafic dyke that contains relics of the Luossajavri gabbro.

Silisvarri tonalite

On the northern slope of Silisvarri hill is a rather small and homogeneous tonalite pluton, which is seen in an area of about 1 km² (Map-sheet 3934 04). The pluton's lithologies are mainly tonalite and granodiorite. The weathering surface of the tonalite is light grey. The rock clearly has the same orientation as the schists in the area. In the eastern part of the tonalite and at the contact with the metavolcanic rocks is a sulphide-bearing rock, from which it is not possible to obtain samples because of strong weathering. On the western, southern and eastern borders of the pluton are metavolcanic rocks and on its northern border are quartzofeldspathic and mica gneisses. The intrusive nature of the pluton is clearly seen close to the contact with metavolcanic rocks where inclusions of crushed volcanic rocks frequently occur in the tonalite (Fig. 27). In addition, intrusive tonalite dykes occur in the surrounding metavolcanic rocks (Fig. 28). In contrast, the northern contact with gneisses is difficult to define because the lithologies are similar in appearance and therefore, the northern margin of the tonalite which is shown on the bedrock map is approximate.

Dykes

Diabase dykes

The diabase dykes of the map sheet area generally occur in the area of the banded gneiss complex (Map-sheets 4912 and 4914). The width of the dykes varies from several metres to under 10 cm. Often, thinner dykes are joined to wider dykes. Two different

types of diabase dyke are distinguished by their appearance and mineral composition. The first, which represent the greatest part of the diabase dykes that are marked on the map, is similar in appearance to amphibolite (i.e. dark green, strongly metamorphosed and deformed). These diabases especially occur in the areas of Suopumajärvi lake (4912 10), Villavaara hill (4912 07) and Isokivennokka hill (4912 08). Several diabase dykes are found as mica gneiss relics on the northern side of Villavaara hill. These dykes are deformed together with the surrounding gneisses.

The second diabase-type is almost undeformed (Fig. 29). In the Näätamö area (Map-sheet 4914 01) these dykes, which have a fresh appearance, are usually elongated NW - SE and sharply cut the basement gneisses and the Pirivaara granite. Similar dykes are only occur in vicinity of Näätamö village (Map sheet 4914 01) and (a few) at Inarijärvi lake (Meriläinen 1985, oral communication). Diabase dykes similar to those at Näätamö (Bugge 1989) occur in the Kirkenes area of Norway, where they are well exposed on the coastal area. The age of these dykes has been estimated and Russian age-data is available for corresponding dykes in the Petsamo area (age 300 - 350 Ma ?). The main minerals are plagioclase (An_{30-40}) and augite which is mostly altered to hornblende. Rare accessory minerals are garnet, titanite, sericite, biotite, quartz, chlorite and epidote.

Granite dykes

There are many granite dykes among the gneisses. Some dykes are folded, others cut all structures. The more common pegmatite dykes (described below) cut all structures and therefore belong to one or more very late stages of development.

Pegmatite dykes

The pegmatite dykes are often very thin (about 0,5 m thick) and mainly occur in the area of the gneiss complex (Fig. 12). All dykes cut the surrounding schists: some are deformed and others are not. At Rousajärvi lake, a pegmatite dyke cuts metavolcanic rocks (Map-sheet 4912 07, $x = 7735,00$; $y = 4442,50$) (Fig. 30). Here, this dyke is folded with the mafic metavolcanic rocks. On the southern side of the lake, an ultramafic body cuts the pegmatite dyke (Map-sheet 4912 07, $x = 7734,90$; $y = 4446,12$).

Metamorphic and tectonic features

The basement gneiss complex has been strongly migmatized. The paleosomes are generally mica gneiss and amphibolite and the neosomes are often tonalitic or granitic. Potassium feldspar is dominant in the granitic dykes, the pegmatite dykes and the gneisses, which contain plagioclase porphyroblasts. Porphyritic gneisses with pink augen

gneisses occur in the contact area between the Opuskajärvi Group and the Garsjøen complex (Map-sheet 3934 05 and 4912 07). On the map, the augen gneisses are marked by orientated symbols representing plagioclase porphyroblasts.

Migmatisation has been strong in the gneiss areas marked on the map with granite veins and dykes. In these, the gneiss contains many porphyroblasts. Fibrous sillimanite (in a quartz -biotite - oligoclase - sillimanite - garnet assemblage) is seen on at Puollimvarri hill (Map-sheet 4914 01) and in mica gneisses on the eastern side of Tšaktšaluobbal lake (plagioclase - quartz - biotite - sillimanite - garnet assemblage) (Map-sheet 4912 07).

Garnet occurs in the diabase dykes and bodies that cut the gneisses of the Garsjøen complex, especially in the areas of Villavaara hill and Ruossavarri hill (Map-sheet 4912 07). The diabase dykes and bodies are often strongly deformed.

The mafic volcanic rocks and gneisses of the Opuskajärvi Group contain garnet, which is generally porphyroblastic. At the summit of Silisvarri hill and in the area of Kistapeljavrrik lake garnet porphyroblasts often occur in both mafic metavolcanic rocks and gneisses. The mafic rocks on Silisvarri hill contain garnet structures, which are enclosed by rims of plagioclase (Fig. 33). The mica gneisses, which are associated with magnetite-bearing felsic metavolcanic rocks, contain garnet and staurolite. Garnet - staurolite mica gneiss occurs on the east side of Kistapeljavrrik (Map-sheet 3934 05; x=7745, y=553,56). Kyanite occurs in garnet - staurolite mica gneiss on the western side of Laavvuvaara hill (Map-sheet 3934 05; x = 7739,45; y = 554,74) and on the eastern slope of Peälljekeähtševâdda hill (Map-sheet 3934 02; x = 7741,16; y = 542,25). Kyanite grains in this gneiss are 1/2 - 1 cm long.

Näätämö map-sheet area contains part of a volcanic series, which extends from Polmak village to Sevetijärvi lake. This area is well exposed and therefore, it is possible to make many structural observations. Additionally, geophysical measurements have been made over a 10 km wide strip in the southern part of the map-sheet (Fig. 3). Interpretation of this data (by image-enhancement) has assisted in correlation of minor structures seen in exposure with large-scale structures, which are seen over a wider area.

All fold phases are cut by faults or fault zones, which have developed during strong crushing movements. At the centre of the map-sheet is a major E - W-trending fault zone, which can be traced from the southern side of Isokivennokka hill (Map-sheet 4912 08 and 07) and Laavvuvaara hill (Map-sheet 3934 04) to Kâskamuš Silisluobbal lake and from there to Tievjajärvet lakes (Map-sheet 3934 01) (ILKT). This fault is seen on satellite pictures as a lineament, of several hundred kilometres length, that occurs throughout the Lapland granulite complex. A ravine, which originated during faulting, occurs at Rovivaara hill (3934 04 C). This fault extends from Rovivaara on the north-eastern side of Silisvarri hill to the western side of Silisvarri hill.

On the northern side of the IKLT-fault, at the centre of the map-sheet, the main schistosity generally trends N - S (Sevetijärvi lake - Laavvuvaara hill - Pulmanki lake). On the southern side of the fault zone the bedrock is characterised by an intense folding with a NNW-SSE-trending (210°) axis. The intersection of these folds with the main N - S fold trend has produced interference patterns that can be seen at map-scale. Tight

drag folds occur on the limb of this open synclinorium (Fig. 34), which often deform separate rock units as small synclines and anticlines. Small folds are seen in exposure, which are associated with these drag folds. Ground geophysical methods (AMT) were used to follow the continuation at depth of the Silisvarri Formation from Kistapeljavrrik lake (Map-sheet 3934 05) to Tšarajohka river (Map-sheet 3934 02). The black schists of the Silisvarri Formation can be traced from the surface, rather linearly, for 4 km to a depth of 2 km under the gneisses of the Silisjoki Formation.

The drag folds of the synclinorium (trend 000°) have interfered with NNE-SSW-trending folds (210°). This axial-trend is expressed in many rocks by minor folds and associated microfolds, which are seen in thin section, deform the main minerals of the schistosity. The interference of this strong folding with the N - S-trending synclinorium has rotated the hinge eastward in such a way that the rocks of the Silisvarri Formation are seen on the southern side of Rovivaara hill (Map-sheet 3934 04). This folding is seen in the rocks of both the Opukasjärvi Group and the Garsjøen complex, especially at Rousajärvi lake, Laasavaara hill and in the area of Raanuoja (Map-sheet 4912 07). Fold phases of different ages have produced blind interference patterns at Maddib Silisvarri hill and in the area of Rovivaara (Map-sheet 3934 04).

On the geophysical map of image-processed low-level aeromagnetic data (Fig. 3), it has been inferred that the emplacement of the Vainospää granite (age 1.79 Ma) required crustal space and caused heating and plastic deformation of the surrounding rocks over a wide area.

Economic geology

The map-sheet area is protected under the Finnish Wilderness Law and consequently, special permission is required for mineral exploration and resource exploitation.

The Geological Survey of Finland has found a gold-bearing boulder of black schist with sericitic portions in the area of Silisvarri hill. The Silisvarri tonalite contains small amounts of disseminated molybdenite and in this area quartz veins occur in the contact zone of the tonalite. A major fault zone, which is part of a zone / lineament, several hundreds of kilometres long, occurs at the southern summit of Silisvarri hill.

There have been rumours of gold in this area for many years, but there is no knowledge of any gold-panning results (Ellen Länsman 1984, oral communication).

On the basis of information on geophysical maps test-drilling was carried out on magnetic and electric anomalies in the area of Tšuoñjavri lake (Map-sheet 3934 01 C). These anomalies are at the border of the Silisvarri and Silisjoki Formations and can be traced from the western side of Silisvarri hill to the southern side of Rovivaara hill. From there, they can be followed through Tšuoñjavri lake to the head of the Moresveijohka river. Analyses show indications of Zn, Pb and Ag. The drill cuttings are mainly of metavolcanic rocks with amygdaloidal rocks and thin layers of felsic metavolcanic rocks, chert and garnet - staurolite gneiss. Similar rocks containing Cu-Zn-Pb-Ag-mineralisation (Iljina 1984), which belong to a continuation of the Opukasjärvi Group, have been drilled at Naittujärvi lake by Outokumpu Plc.

A sulphide-bearing schist occurs on Tšaraoaivi hill (Map-sheet 3934 02 D). This contains pyrite, which is included in coarse-grained muscovite (marked on the map-sheet). In this area, there is a small amount of fluorite in the surrounding rocks and a strong electric anomaly. However, identification of the cause of this anomaly is not possible because of poor exposure.

Studies on ilmenite prospects in the map-sheet area were made in summer 1993.

Representative localities

The only main road, which links Inari and Kirkenes, is in the eastern part of the map sheet area. Localities, which are representative of the geology of the Näätamö area (Map-sheet 4914 01), are close to this road and easily accessible on foot from it.

A nature-trail, which is marked by paint-spotted trees and rocks, connects Sevet-tijärvi lake (Map-sheet 4911 08) and Pulmankijärvi lake. Many exposures that occur at the side of the nature-trail give a good overall picture of the bedrock of the Näätamö map-sheet. Summer and winter routes are clearly marked on the Finnish GT 19 road map (1 : 200 000). The best time for summer-hiking is between mid-summer (June 21-22) and the end of August. During a long period of rain, crossing of the Silisjoki river on the western side of Opukasjärvi lake is difficult because rain may cause extreme fluctuations in water-level, even in one day. There is a suspension bridge over the Näätamöjoki river (Map-sheet 3933 06), whereas crossing of the Pulmankijoki river (Map-sheet 3941 10) requires a boat.

Cabins, in good condition, occur at intervals of about 10 km along the route at Opukasjärvi lake (Map-sheet 3933 06), Iisakkijärvi lake (3933 06), Rousajärvi lake (4912 07), Laavvuvaara hill (3934 04), Tšarajavrrik lake (3934 02) and Tšuumasjavrrik lake (3934 03). The larger lakes can be reached by plane from Inari or Ivalo. A helicopter allows easy access to different areas and was used in the final stages of mapping at Sevettijärvi lake.

Näätamö

Gneisses (Fig. 8) and pegmatite-bearing gneisses (Fig. 12) belonging to the Garsjøen complex are exposed on a ridge behind shops at Näätamö village ($x = 7731,420$, $y = 465,210$). Diabase cuts the gneisses (analysis 72 - 75, p. 63). The Puollimvarri hill-area, which contains many wide exposures, occurs on the northern side of Näätamö village. From a distance, the dark diabase can be easily distinguished from the gneiss in this area. The Pirivaara granite can be seen on the western side of Puollimvarri hill ($x = 7732,300$, $y = 462,780$) and is a 3 km journey, on foot, from Näätamö village.

Laavvuvaara hill - Silisvarri hill

Many occurrences of alternating mafic and felsic metavolcanic rocks (Fig. 34) are seen beside the path between Laavvuvaara hill (Map-sheet 3934 04) and Isakkijärvi lake (Map-sheet 3934 04). Large areas of bedrock are exposed on the southern side of Laavvuvaara hill and here, a hiking-path, which follows many high and long ridges, links the hill to Rousajärvi lake (Map-sheet 4912 07). The contact between the Kistapelvuobmi Formation and the Garsjøen complex ($x = 7738,50$, $y = 556,420$) occurs in this area, as do white quartzites/cherts and garnet-staurolite gneisses ($x = 7738,830$, $y = 556,100$). The lithologies of the Opukasjärvi Group are best seen by continuing west from this locality towards the southern slopes of Silisvarri hill. Agglomerate occurs on the southern part of this hill (Fig. 14) and close to the summit, there are many exposures of alternating mafic and felsic metavolcanic rocks (Fig. 18). In the area, many of the minor folds seen in exposure can be correlated with the large scale drag folds described earlier.

Isokivennokka hill - Stuorab Kolmmesjavri lake

A firm understanding of the lithologies of the Opukasjärvi Formation can be obtained from almost total exposure between Isokivennokka hill and Stuorab Kolmmesjavri lake. The contact between the Kistapelvuobmi and Laavvuvaara Formations can be seen 2 km east of the southern part of Kistapeljavrrik lake. Garnet - staurolite gneiss (Fig. 25) occurs close to the contact and it is a resistant lithology in the surrounding high ridges.

Tšuomasvarri hill

Tšuomasvarri hill is easy to climb because there is no scree on the hill's slopes. The hill's summit is marked by an old triangulation tower and magmatic layering (Fig. 26) is seen about 550 m, towards 330°, from the tower. The Tšuomasvarri ultramafic rocks and the contact with the surrounding gabbro are seen 2 km to the W of the summit of Tšuomasvarri hill.

Luossavarri hill

The Luossavarri ultramafic dykes (Figs. 31 and 32) are exposed on birch-wooded hills (Map-sheet 3934 03; $x = 7759,000 \pm 150$, $y = 542,110$), which makes them slightly difficult to find. Exposures are located 500 m to the W of a small brook that occurs at the intersection of the Luossajoki river and the excursion route. Many exposures have the same orientation as the dykes.

KIRJALLISUUTTA — LITERATURE

Berthelsen, A. & Marker, M., 1986. Tectonics of the Kola collision suture and adjacent Archaean and Early Proterozoic terrains in the northeastern region of the Baltic Shield. *Tectonophysics* 162 (1), 31 - 55.

Bugge, J.A.W., 1980. The Sydvaranger type of quartz-banded iron ore, with a synopsis of Precambrian geology and ore deposits of Finmark. *Geol. Surv. Finland, Bull.* 307, 15 - 24.

Elo, S., Lanne, E., Ruotoistenmäki, T., & Sindre, A., 1989. Interpretation of gravity anomalies along the POLAR Profile in the northern Baltic Shield. *Tectonophysics* 162, 135 - 150.

Forsberg-Heikkilä, C. 1989. Tšuoomasvarrin kerrosrakenteinen ultramafinen intruusio, Koillis-Lappi, Utsjoen kunta. Julkaisematon pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto.

Front, K., Vaarma, M., Rantala, E. & Luukkonen, A., 1989. Keski-Lapin varhaisproterotsooiset Nattas-tyypin graniittikompleksit, niiden kivilajit, geokemia ja mineralisaatiot. Summary: Early Proterozoic Nattanen-type granite complexes in central Finnish Lapland: rock types, geochemistry and mineralization. *Geol. Surv. Finland., Rep. Invest.* 85, 77 s.

Gaál, G., Berthelsen, A., Gorbatshev, R., Kesola, R., Lehtonen, M., Marker, M. & Raase, P. 1989. Interpretation of gravity anomalies along the POLAR Profile in the northern Baltic Shield. *Tectonophysics*, 162, 1 - 25.

Geological Map, Northern Fennoscandia, 1:1 mill. Geological Surveys of Finland, Norway and Sweden, Helsinki 1987 a.

Heim, M., Iversen, E., Juve, A., Krill, A.G., Liungh, B., Melezhik, V., Nilsson, L.P., Nordgulen, Ø., Ramsay, D.M. & Sturt, B.A., 1992. Forelöpig berggrunnskart, Kirkenes. Norges Geologiske Undersökelse, 1 : 250 000.

Ilijina, M., 1984. Inarin Naittjärven arkeeseen vihreäkivivyyöhykkeen kivilajit, rakenne ja Cu-Zn-Pb-Ag-mineralisaatioiden kivilaji- ja rakennekontrollit. Julkaisematon pro Gradu-tutkielma, Oulun yliopisto.

Hanski, E. & Kesola, R., 1990. Comparative study of the Opukasjärvi and Surnujärvi greenstone belts in northernmost Finland and the Pechenga, Kola Peninsula. In: Abstracts of IGCP Project 217 Symposium "Proterozoic Geochemistry, Helsinki '90". Edited by Yrjö Kätkönen. University of Helsinki, Department of Geology.

Kesola, R., 1988. Geology of the Pulmanki-Näätämö area, northern Finnish Lapland. *Julkaisussa* Marttila, E. (toim.) Archaean Geology of the Fennoscandian Shield. Proceedings of Finnish - Soviet Symposium in Finland on July 28 - August 7, 1986. Geological Survey of Finland, Special Paper 4, 215 - 219.

Kesola, R., 1989. Taka-Lapin vulkaniittitutkimukset. *Julkaisussa* Manninen T. (toim.) Tulivuorenkivet Kolarista Kuusamoon. Lapin vulkaniittiprojektin ekskursio ja esitelmäseminaari 5.-10.6. 1989. Geologian tutkimuskeskus, Opas 23, 74 - 75.

- Kesola, R., 1991.** Taka-Lapin metavulkaniitit ja niiden geologinen ympäristö. Lapin vulkaniittiprojektin raportti. Summary: Metavolcanic and associated rocks in the northernmost Lapland area, Finland. Geologian tutkimuskeskus — Geological Survey of Finland. Tutkimusraportti — Report of Investigation 107, 58 s.
- Marker, M., 1985.** Early Proterozoic (2000-1900 Ma) crustal structure of the northeastern Baltic Shield: tectonic division and tectogenesis. *Nor. Geol. Unders. Bull.* 403, 55 - 74.
- Melezhik., V.A. & Sturt, B.A. 1994.** General geology and evolutionary history of the early Proterozoic Polmak-Pasvik-Pechenga-Imandra/Varzuga-Ust'Ponoy Greenstone Belt in the northeastern Baltic Shield. *Earth-Science Reviews* 36, 205 - 241.
- Meriläinen, K., 1965.** Kivilajikartta, lehdet C8 — 9. Suomen geologinen yleiskartta 1 : 400 000, Pre-Quaternary rocks, Sheet C8-9, Inari-Utsjoki. General Geological Map of Finland, 1 : 400 000.
- Meriläinen, K., 1976.** The granulite complex and adjacent rocks in Lapland, northern Finland. *Geol. Surv. Finland, Bull.* 281, 129 s.
- Mertanen, S. & Pesonen, L.J., 1992.** Paleomagnetism of the Proterozoic Tšuomasvarri Layered Ultramafic Intrusion, Northeastern Fennoscandian Shield. Geological Survey of Finland. Report Q 29.1./92/2, Laboratory for Paleomagnetism.
- Metamorphic, Tectonic and Isotopic ages Map, Northern Fennoscandia, 1987 b.** 1 : 1 mill. Geological Surveys of Finland, Norway and Sweden, Helsinki.
- Papunen, H., Idman, H., Ilvonen, E., Neuvonen, K., Pihlaja, P. & Talvitie, J., 1977.** Lapin ultramafiiteista. Summary: The Ultramafics of Lapland. Geologian tutkimuskeskus — Geol. Surv. Finland, Tutkimusraportti — Report of Investigation 23, 87 s.
- Patchett, P., Kouvo, O., Hedge, C. & Tatsumoto, M., 1981.** Evolution of continental crust and mantle heterogeneity: Evidence from Hf isotopes. *Contr. Mineral. Petrol.* 78, 279 - 297.
- Siedleka, A., Iversen, E., Krill A.G., Lieungh, B., Often, M., Sandstad, J.S & Solli, A. 1985.** Lithostratigraphy and correlation of the Archean and Early Proterozoic rocks of Finnmarksvidda and Sørvaranger district. *Nor. Geol. Unders. Bull.* 403, 7 - 36.
- Zwicky, C., 1991.** Mineralogisch-Petrographische Untersuchungen und K/Ar - Altersbestimmungen in der Opukasjärvi-Schieferzone (Nordfinland). Lizentiatsarbeit, Philosophisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Bern, Mineralogisch - Petrographisches Institut, (Unpubl.).

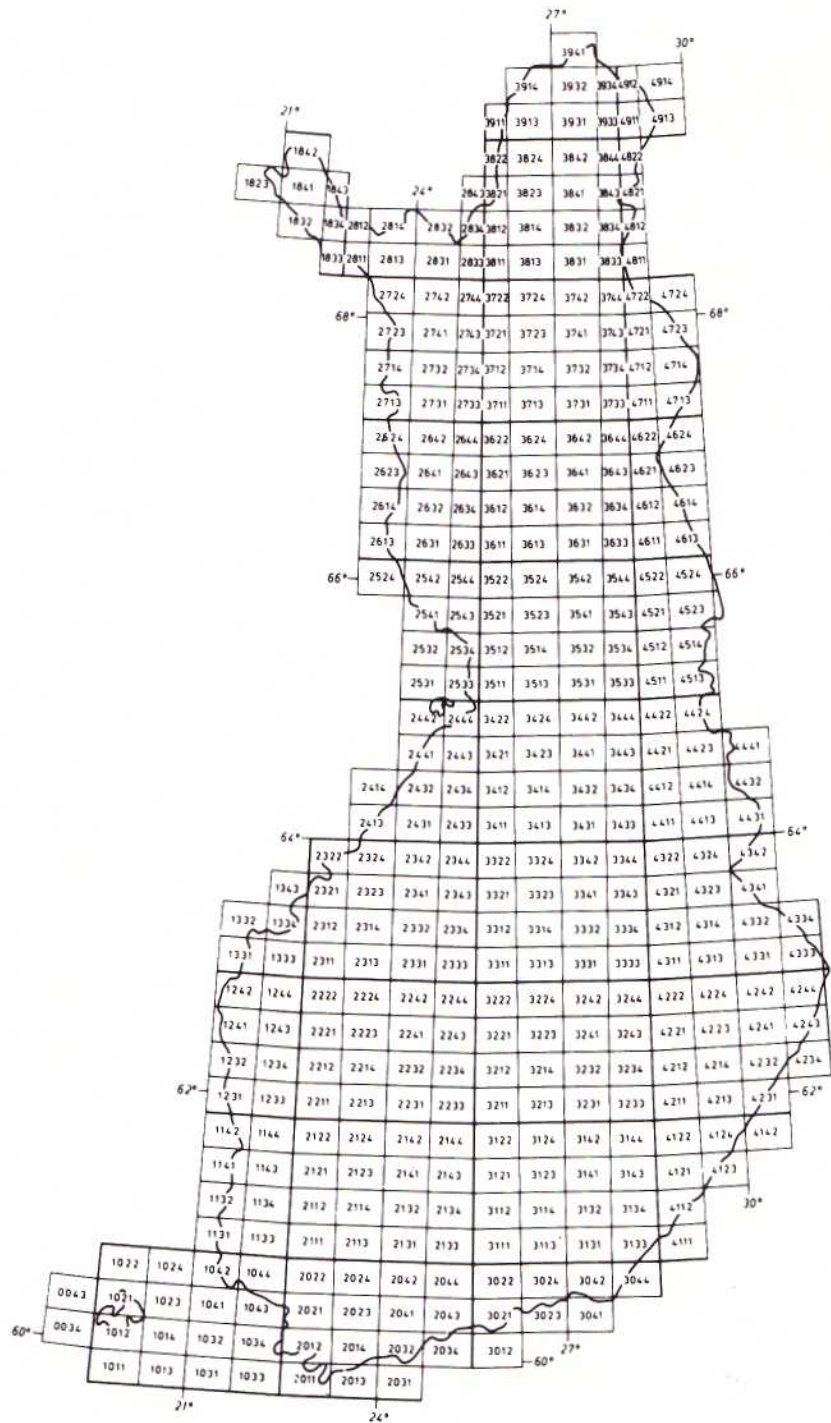
31. 3. 1993

- | | | |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| *0034+0043 Signilskär, 1978. | 2222 Seinäjoki, 1962. | 3232 Pieksämäki, 1971. |
| 1011 Lägsjärvi, 1978. | *2222 Seinäjoki, 1991. | 3233 Rantasalmi, 1973. |
| *1012 Mariehamn, 1979. | *2223 Alavus, 1970. | *3234 Varkaus, 1980. |
| 1013 Kökar, 1981. | *2224 Kuortane, 1971. | *3311 Viitasaari, 1966. |
| 1014 Föglö, 1980. | *2231 Mänttä, 1976. | *3312 Pihtipudas, 1969. |
| *1021 Geta, 1978. | *2232 Keuruu, 1963. | *3313 Vesanto, 1985. |
| 1022+1024 Hullberga, 1992. | *2241 Ähtäri, 1970. | *3314 Pielavesi, 1977. |
| *1023 Kumlinge, 1978. | 2313 Alajärvi, 1979. | *3321 Pyhäjärvi, 1992. |
| 1031 Utö, 1983. | 2314 Evijärvi, 1992. | 3322 Kärsämäki, 1992. |
| 1032 Korppoo, 1987. | 2321 Pietarsaari, 1981. | *3323 Kiuruvesi, 1977. |
| *1033 Nötö, 1954. | 2322 Kokkola, 1980. | *3332 Lapinlahti, 1987. |
| *1034 Nagu, 1973. | 2323 Kaustinen, 1971. | *3334 Nilsä, 1980. |
| 1041 Iniö, 1986. | *2324 Kannus, 1961. | *3341 Iisalmi, 1990. |
| *1042 Vehmaa, 1992. | 2332 Perho, 1976. | *3422 Oulujoki, 1983. |
| 1043 Turku, 1994. | *2334 Kinnula, 1962. | 3423 Utajärvi, 1994. |
| 1131 Uusikaupunki, 1994. | *2341 Lestijärvi, 1964. | 3424 Sanginkylä, 1992. |
| 1132 Rauma, 1993. | *2342 Sievi, 1962. | 3433 Sotkamo, 1981. |
| 1133 Yläne, 1994. | *2343 Reisjärvi, 1963. | 3434 Paltamo, 1993. |
| 1134 Kokemäki, 1994. | *2344 Nivala, 1962. | 3442 Puolanka, 1990. |
| 1141 Luvia, 1994. | *2413 Kalajoki, 1955. | 3443 Hyrynsalmi, 1989. |
| 1143 Pori, 1994. | *2431 Ylivieska, 1955. | *3511 Kiiminki, 1984. |
| *1242 Korsnäs, 1960. | *2432+2414 Pyhäjoki, 1957. | 3531 Jonku, 1977. |
| 1343 Vexala, 1981. | *2433 Haapavesi, 1958. | 3541 Rytinki, 1979. |
| 1823 Kilpisjärvi, 1994. | *2434 Vihanti, 1958. | 3543 Loukusa, 1980. |
| 1832 Roppi, 1988. | *2441 Raahe, 1959. | 3642 Pelkosenniemi, 1979. |
| 1841 Halti, 1994. | *2443 Paavola, 1959. | *3643 Kursu, 1967. |
| 2011 Hanko, 1970. | *2533 Haukipudas, 1986. | 3644 Vuotostunturi, 1983. |
| 2012 Perniö, 1955. | *2541 Kemi, 1971. | *3713 Sodankylä, 1979. |
| 2013 Jussarö, 1973. | *2542+2524 Karunki, 1972. | *3714 Sattanen, 1980. |
| [*2014 Tammisaari, 1991.] | *2543 Simo, 1975. | 3723 Peurasuvanto, 1993. |
| *2021 Salo, 1955. | *2544 Runkaus, 1971. | 3733+4711 Savukoski, 1986. |
| *2022 Marttila, 1957. | 2713 Kolari, 1984. | *3934+4912+4914 Näättämö, 1994. |
| *2023 Suomensjärvi, 1955. | 2714 Kihlanki, 1981. | *4112+4111 Imatra, 1966. |
| *2024 Somero, 1955. | *2723 Muonio, 1980. | *4121 Virmutjoki, 1987. |
| 2031 Mäkiluoto, 1992. | 2731 Kurtakko, 1992. | 4122 Lohilahti, 1992. |
| *2032 Siuntio, 1960. | 2732 Kittilä, 1984. | *4123+4114 Parikkala, 1982. |
| *2034 Helsinki, 1967. | *3012 Pellinki, 1965. | *4124+4142 Punkaharju, 1980. |
| 2041 Lohja, 1994. | *3021 Porvoo, 1964. | *4213 Kerimäki, 1975. |
| *2042 Karkkila, 1953. | *3022 Lapinjärvi, 1962. | *4214 Rääkkylä, 1985. |
| *2043 Kerava, 1969. | *3023+3014 Kotka, 1970. | *4221 Heinävesi, 1993. |
| *2044 Riihimäki, 1956. | *3024 Karhula, 1965. | *4222 Outokumpu, 1971. |
| *2111 Loimaa, 1953. | *3041+3043 Haapasaari, 1972. | 4223 Joensuu, 1985. |
| *2112 Huittinen, 1976. | *3042 Hamina, 1973. | *4224 Kontiolahti, 1971. |
| *2113 Forssa, 1954. | *3044 Vaalimaa, 1979. | *4231 Kitee, 1973. |
| *2114 Toijala, 1973. | *3111 Lahti, 1964. | *4232+4234 Tohmajärvi, 1967. |
| *2121 Vammala, 1967. | *3112 Heinola, 1970. | *4241 Kiihtelysvaara, 1971. |
| *2122 Ikaalinen, 1952. | *3113 Kouvola, 1963. | 4242 Eno, 1983. |
| 2122 Ikaalinen, 1993. | *3114 Vuohijärvi, 1969. | *4243 Oskajärvi, 1975. |
| *2123 Tampere, 1961. | *3121 Sysmä, 1977. | 4244+5222 Ilomantsi, 1973. |
| *2124 Viljakkala-Teisko, 1953. | *3122 Joutsa, 1982. | *4311 Sivakkavaara, 1971. |
| *2131 Hämeenlinna, 1949. | *3123 Mäntyharju, 1978. | 4322 Puukari, 1993. |
| *2132 Valkeakoski, 1970. | 3124 Hirvensalmi, 1988. | *4411 Ontojoki, 1976. |
| *2133 Kärkölä, 1961. | *3131 Luumäki, 1975. | *4412 Hiisjärvi, 1973. |
| *2134 Lammi, 1964. | *3132 Savitaipale, 1965. | *4413 Kuhmo, 1978. |
| *2141 Kangasala, 1964. | *3133 Ylämaa, 1979. | 4414+4432 Lentiira, 1993. |
| 2142 Orivesi, 1986. | *3134 Lappeenranta, 1964. | *4421 Moisiovaara, 1986. |
| 2143 Padasjoki, 1971. | *3141 Ristiina, 1990. | *4423+4441 Ala-Vuokki, 1987. |
| 2144 Kaipola, 1973. | *3142 Mikkeli, 1980. | 4522 Vasaraperä, 1989. |
| *2213 Kuru, 1960. | *3144 Sulkava, 1966. | *4524+4542 Kuusamo, 1973. |
| *2214 Virrat, 1965. | 3224 Karttula, 1991. | *4613 Rukatunturi, 1982. |
| 2221 Jalasjärvi, 1990. | 3231 Haukivuori, 1984. | *4621+4623 Salla, 1967. |

Julkaisuja myy / Publications may be purchased at:
Geologian tutkimuskeskus (GTK)

Julkaisumyynti
02150 Espoo

Karttakeskus
PL 85
00521 Helsinki



Kartalehtijako 1:100 000
 Map division 1:100 000

ISBN 951-690-592-7