

Northern Finland Unit
M42/2010/67
Rovaniemi

22.2.2011



REE-mineralogy of Suhuvaara appinite, Inari, Northern Finland

Thair Al-Ani and Olli Sarapää



GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS • GEOLOGISKA FORSKNINGSCENTRALEN • GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

PL / PB / P.O. Box 96
FI-02151 Espoo, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 12

PL / PB / P.O. Box 1237
FI-70211 Kuopio, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 13

PL / PB / P.O. Box 97
FI-67101 Kokkola, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 5209

PL / PB / P.O. Box 77
FI-96101 Rovaniemi, Finland
Tel. +358 20 550 11
Fax +358 20 550 14

Y-tunnus / FO-nummer / Business ID: 0244680-7 • www.gtk.fi

GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND DOCUMENTATION PAGE

Date / Rec. no.
22.2.2011

Authors Thair Al Ani and Olli Sarapää		Type of report M42	
		Commissioned by GTK	
Title of report REE-mineralogy of Suhuvaara appinite, Inari, Northern Finland			
Abstract Suhuvaara appinite dike is 4.7 km long and ca. 100 m wide in the Lapland granulite complex. The dyke contains 4-9 % apatite. Four drill core samples were studied in detail to investigate their petrography and concentration of REE in different mineral phases. Apatite is fluorapatite. Multigrain analyses show that apatite contains in an average 54 wt% CaO, 42 wt% P ₂ O ₅ , 2.5 wt% F and 1.5 wt% Cl. The mineralogy of the studied samples comprises also many minerals such as plagioclase, pyroxene, biotite, phlogopite, chlorite, titanite, ilmenite, hematite, and magnetite. The main REE-minerals are monazite and allanite. Monazite occurs as inclusions in phlogopite, apatite and in chlorite and in addition often in contact with apatite. Multigrain analyses show that the monazite-(Ce) is rich in LREE as Ce (~36 %), La (~20 %), Nd (~9 %), CaO (<1 %), P ₂ O ₅ (28%) and F (<1 %). Allanite, after monazite, the most important LREE in studied samples. The grain size of allanite varies between 50 x 100 - 80 x 400 micrometers and occurs in association with phlogopite, iron oxide, ilmenite, apatite and plagioclase. Allanite contains ~10 % Ce ₂ O ₃ , ~5 % La ₂ O ₃ and ~2 % Nd ₂ O ₃ (Table 1). In addition, it contains total iron (12 %) and the highest aluminum (>18 %) and silica (33 %).			
Keywords Appinite dike, REE-bearing minerals, fluorapatite, allanite, monazite, SEM, EPMA, XRF-analyses			
Geographical area Finland, Lapland, Inari, Suhuvaara			
Map sheet 384102			
Other information			
Report serial M42		Archive code M42/2010/67	
Total pages 7 p., 3 apps.	Language English	Price	Confidentiality Confidential until 31.12.2011
Unit and section Northern Finland Unit		Project code 2141007	
Signature/name Thair Al-Ani		Signature/name Olli Sarapää	



Contents

Documentation page

1	INTRODUCTION	1
2	ANALYTICAL METHODS	1
3	MIKROPROBE RESULTS	1
3.1	Apatite chemistry	1
3.2	REE-minerals chemistry	3
3.2.1	Sample R1 (47,80)	3
3.2.2	Sample R1 (109,80)	3
3.2.3	Sample R2 (94,40)	3
3.2.4	Sample R2(100,20)	5
4	REFERENCES	7
5	APPENDICES	7

1 INTRODUCTION

Suhuvaara appinite dike is located 9 km north from the Inari village, in the area of the proterozoic Lapland granulite complex. The appinite dike is vertical, running northeast, and is some 400 m long and 100 m wide. The composition of the appinite is dioritic and it contains 1.5 % - 3.5 wt% P_2O_5 corresponding to 3.6-8.5 % apatite content (Appendix 2). The highest apatite contents correlate positively with Mg-content (Mutanen 2010).

This study focuses on REE concentrations in whole rock samples and different mineral phases of apinites, apatite and accessory phases of REE-minerals. We present chemical data obtained by electron microprobe from different types of primary and accessory minerals hosted in Suhuvaara appinite. Analyses include main, trace and REE elements such La, Ce, Nd, Th, U, Ba, P and Sr. The main minerals in studied rocks are pyroxene, biotite, amphibole, plagioclase, quartz and chlorite, and the accessory minerals are apatite, titanite, ilmenite and hematite (see Table 1, 2). The principal REE- minerals in studied rocks are mainly monazite-(Ce) with traces of allanite.

2 ANALYTICAL METHODS

The samples selected for mineralogical studies were first studied under a polarization microscope. All photographs were taken from polished sections, in reflected, plane polarized light. The mineral compositions were preliminarily analysed with a scanning electron microscope (SEM) JEOL JSM 5900 LV equipped with an energy dispersive spectrometer (EDS) at the Research laboratory of GTK (Espoo).

The mineral chemistry was investigated by electron microprobe (Cameca SX100) at the Research Laboratory of GTK (Espoo). The analysis conditions were as follows: accelerating voltage 15 kV, beam current 20nA. The electron beam diameter was 1 μ m in the analyses without fluorine and 5 μ m when fluorine was determined. For electron optical studies using SEM/EDS and electron microprobe (EPMA) the polished thin sections were carbon coated to gain conductivity.

3 MIKROPROBE RESULTS

3.1 Apatite chemistry

Apatite is a common accessory in Suhuvaara samples, most samples contain fluorapatite. More than forty analyses of apatite have been performed on 13 different crystals in the studied samples (Table 1). All analyzed apatites have F content between 2.1 and 4.7 wt%. Concentrations of Cl, varies from <1 wt.% to 2.5 wt%, in the some apatite grains the Cl content is relatively the same content of F to form chlorine-bearing fluorapatite (see Table 1 and Appendix 1, 2). Apatite occurs as euhedral-subhedral stubby to acicular prisms or elongated-shaped grains (Fig. 1). Apatite crystals in many samples contain numerous inclusions of monazite (Fig. 2). Apatites are associated carbonate - silicate minerals as calcite, biotite, plagioclase, phlogopite, chlorite, pyroxene, and ilmenite. Table (2) shows the microchemical analysis of these minerals.

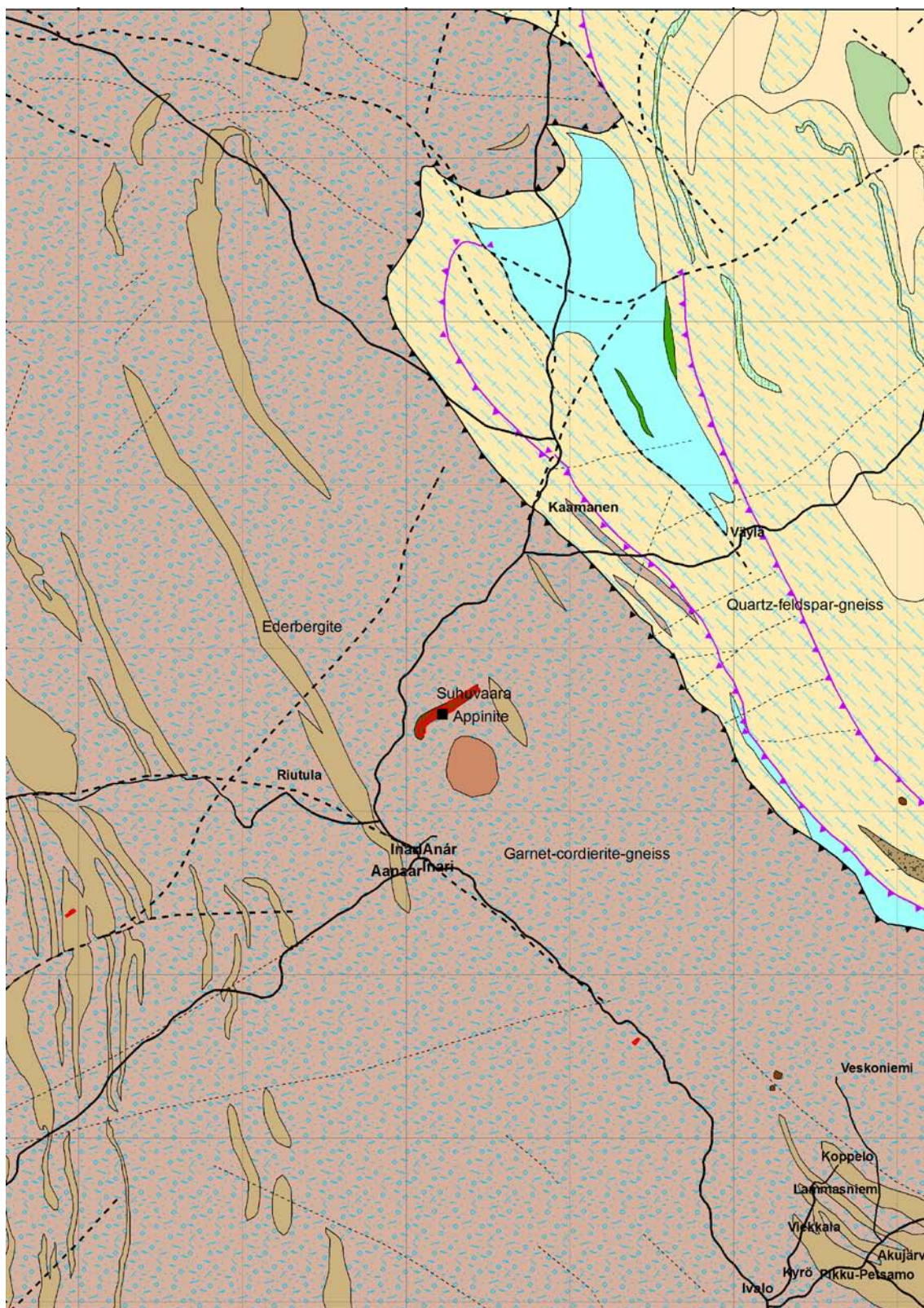


Figure 1. Location of Suhuvaara appinite dike in Proterozoic Lapland granulite complex. Basemaps: © National Land Survey of Finland, licence no MML/VIR/TIPA/217/10 and Bedrock Map Database DigiKP Finland, GTK.

3.2 REE-minerals chemistry

3.2.1 Sample R1 (47,80)

The heavy minerals include iron oxide, ilmenite, apatite, monazite and allanite. Lighter minerals include quartz, plagioclase, calcite, phlogopite and amphibole. Iron oxide and ilmenite often form mixed grains Table (1, 2).

Cerium is the dominant REE in monazite in all studied samples (Table 3). Analysis of monazite grains indicates that they contain Ce_2O_3 more 35 %. In addition, they contain larger amounts of La_2O_3 (~20 %) and less content of Nd_2O_3 (~9 %). Microprobe analysis show that the most monazite grains rich in Th and contain in some grain about 4 % ThO_2 , see Table (1) sample R1 (109,80) grain 8. The grain size of monazite varies between 15 x 15 - 30 x 120 micrometers. Monazite occurs in association with phlogopite, calcite, quartz, amphibole, apatite, iron oxide, plagioclase and ilmenite (Fig. 1a, b).

The second REE-minerals in studied sample is allanite, the levels of REE in studied allanite of R1 (47.80) are low content. Ce is dominant over La in all cases and it contains ~10 % Ce_2O_3 , ~5 % La_2O_3 and ~2 % Nd_2O_3 (Table 1). In addition, it contains total iron (12 %) and the highest aluminum (>18 %) and silica (33 %). The grain size of allanite varies between 50 x 100 - 80 x 400 micrometers (three allanite grains were found). Allanite occurs in association with phlogopite, iron oxide, ilmenite, apatite and plagioclase. In one case contains an apatite inclusion (Fig. 1c).

3.2.2 Sample R1 (109,80)

Sample contains iron oxide, apatite, Fe-Mg-silicate (possible amphibole), K-mica (most probably phlogopite), pyrite, pyrrhotite, baryte, goethite, zircon and quite a lot of monazite. In many cases pyrite has a goethite rim. In places pyrite seems to contain some amounts of nickel and cobalt. Sometimes pyrite forms mixed grains with chalcopyrite. Monazite occurs as inclusions in quartz and K-mica and also on the grain boundaries of apatite and pyrite. In one case monazite contains zircon inclusion. The grain size of monazite varies between 10x10 - 70x70 micrometers. The grain size of apatite is often between 100 - 500 micrometers (Fig 1d).

3.2.3 Sample R2 (94,40)

The heavy minerals include iron oxide, apatite, pyrite, goethite, Ni-Fe-sulphide (associated with pyrite), baryte, zircon and monazite. Lighter minerals include quartz, plagioclase, chlorite, phlogopite, amphibole and unnamed Fe-Mg-silicate. Baryte and zircon grains are sometimes quite large (80 x 100 and 300 x 500 micrometers respectively). In some cases pyrite is rimmed by iron oxide (goethite). The grain size of monazite varies between 10 x 10 - 60 x 60 - 30 x 80 micrometers. Monazite occurs in association with apatite, amphibole, chlorite, plagioclase, iron oxide, quartz, phlogopite and pyrite (Fig 1e, f).

Table 1. Selected microprobe analyses (wt %) of apatite in the Suhuvaara drill core R0304/17.12

Sample spectrum	R0 304/17.12 (Apatite)											
	gr1	gr2	gr3	gr4	gr5	gr6	gr7	gr8	gr9	gr10	gr11	gr12
Na2O	0,09	0,06	0,08	0,05	0,05	0,06	0,08	0,05	0,10	0,10	0,14	0,07
P2O5	42,22	41,94	42,73	42,75	42,26	42,21	42,63	42,69	42,43	42,45	42,14	42,14
MgO	0,00	0,01	0,03	0,05	0,00	0,06	0,04	0,02	0,05	0,02	0,02	0,01
Al2O3	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,02
SiO2	0,14	0,21	0,13	0,16	0,09	0,11	0,21	0,16	0,22	0,19	0,24	0,14
SO2	0,07	0,11	0,06	0,05	0,05	0,08	0,08	0,08	0,07	0,10	0,10	0,09
CaO	55,41	54,00	54,22	54,26	54,49	54,08	54,57	54,24	55,90	53,83	53,30	54,25
TiO2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
MnO	0,14	0,17	0,14	0,11	0,14	0,13	0,15	0,11	0,07	0,04	0,10	0,17
FeO	0,25	0,21	0,24	0,26	0,20	0,26	0,23	0,19	0,14	0,11	0,14	0,09
Y2O3	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
Nd2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ce2O3	0,12	0,18	0,21	0,14	0,09	0,09	0,19	0,11	0,17	0,17	0,23	0,14
ThO2	0,05	0,00	0,04	0,00	0,08	0,02	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZrO2	0,18	0,10	0,23	0,21	0,01	0,18	0,19	0,22	0,15	0,20	0,21	0,25
K2O	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00
F	2,39	2,53	2,07	2,67	2,79	2,50	3,03	2,87	3,23	3,22	2,63	2,37
Cl	1,23	1,48	1,04	1,11	1,52	1,52	1,07	0,89	0,81	0,75	1,37	1,56
Total	101,02	99,61	100,12	100,50	100,32	99,92	101,06	100,27	101,80	99,70	99,26	99,98

Table 2. Selected microprobe analyses (wt %) of minerals in the Suhuvaara drill core R0304/17.12.

Minerals spectrum	Ilmenite		Biotite			Chlorite		Plagioclase			Pyroxene			
	grain1	grain2	grain1	grain2	grain3	grain1	grain2	grain1	grain2	grain3	grain1	grain2	grain3	grain4
Na2O	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	4,0	4,2	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0
P2O5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MgO	0,2	0,3	15,2	15,3	14,8	2,9	3,1	0,0	0,1	0,5	23,0	23,2	23,5	23,5
Al2O3	0,0	0,0	15,5	15,7	15,7	18,0	18,3	30,6	30,1	29,7	1,2	0,9	1,4	1,5
SiO2	0,0	0,0	37,3	37,3	36,8	24,7	25,1	50,2	50,3	50,3	51,9	52,5	52,3	52,2
SO2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CaO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	13,5	13,2	13,1	0,5	0,5	0,5	0,5
TiO2	44,1	45,1	2,7	2,8	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
MnO	1,5	1,4	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,5	0,4	0,4
FeO	48,3	47,6	13,8	14,1	13,5	41,1	40,6	0,2	0,3	0,7	19,9	20,5	19,9	19,8
Y2O3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nd2O3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
La2O3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ce2O3	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ThO2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SrO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZrO2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
K2O	0,0	0,0	7,4	8,5	7,6	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
F	0,2	0,1	0,7	0,7	0,7	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0
Cl	0,0	0,0	0,3	0,3	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F=O	-0,1	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cl=O	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	94,3	94,6	93,4	95,2	92,7	87,5	87,7	98,8	98,3	98,4	97,1	98,3	98,3	98,1

3.2.4 Sample R2(100,20)

The heavy minerals include apatite, iron oxide, zircon, chalcopyrite, goethite and monazite. The grain size of monazite varies between 10 x 10 - 10 x 20 micrometers. This sample contains fewer monazite grains than the sample R1-109,80. Monazite occurs as inclusions in phlogopite, apatite and in chlorite. In addition they are often in contact with apatite and quartz (Fig. 1g, h) and (Fig 2).

Table 3. Selected microprobe analyses (wt %) of REE- minerals in the Suhuvaara samples.

Minerals spectrum	Monazite			R1(47.80)			Allanite			R1(109.80) Monazite							
	grain1	grain2	grain3	grain4	grain5	grain6	grain7	grain9	grain1	grain2	grain3	grain4	grain5	grain6	grain7	grain8	
SiO2	0,8	0,8	0,5	1,0	0,6	33,3	33,1	33,2	0,8	0,7	0,7	0,4	0,4	1,2	0,8	0,6	
TiO2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	
Al2O3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	18,2	15,3	18,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
FeO	0,2	0,3	0,5	0,3	0,0	12,3	11,1	12,2	0,5	0,6	0,1	0,1	0,4	1,2	0,7	0,5	
MgO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	
CaO	0,8	0,6	0,6	1,0	0,8	14,7	13,3	14,1	1,9	1,1	1,1	0,7	0,6	1,2	1,2	0,7	
Y2O3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	
Nd2O3	7,4	7,7	7,9	7,0	7,1	1,9	2,2	1,6	7,9	8,2	8,1	8,2	9,5	8,2	8,3	8,7	
ThO2	1,0	1,2	0,4	2,1	0,1	0,1	0,3	0,0	2,5	1,3	2,1	0,7	0,2	4,1	2,2	1,4	
UO2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	
La2O3	21,9	21,8	21,6	21,5	22,7	4,2	4,9	5,9	19,9	19,3	19,8	19,8	17,9	19,5	19,5	19,4	
Ce2O3	35,8	35,9	37,1	34,6	37,3	9,4	10,6	9,0	33,9	35,7	35,2	36,7	37,2	34,4	35,2	36,2	
P2O5	27,1	27,1	27,1	27,0	27,6	0,2	0,2	0,3	26,8	27,1	27,4	28,2	28,0	27,3	27,3	28,3	
SO2	0,9	0,6	0,5	0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	1,5	0,8	0,9	0,7	0,5	0,7	0,9	0,5	
F	0,6	0,7	0,6	0,6	0,8	0,1	0,4	0,2	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,9	0,6	0,6	
Cl	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Total	97,0	97,0	97,1	96,5	97,9	96,7	94,2	97,3	97,0	96,3	96,3	96,6	95,6	99,2	97,6	97,4	

Minerals spectrum	R1(109.80) Monazite					R2(94.40) Monazite					R2(100.20) Monazite					
	grain9	grain10	grain11	grain12	grain13	grain1	grain2	grain3	grain4	grain5	grain6	grain1	grain2	grain3	grain4	grain5
SiO2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,5	0,6	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	1,0	0,4	0,4
TiO2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0
Al2O3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
FeO	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,0	0,2	0,8	0,2	0,2	0,8	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5
MgO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,1	0,0	0,1	0,0
CaO	0,5	0,9	2,6	1,1	1,4	0,5	1,0	1,2	0,8	0,8	0,7	0,6	0,4	0,6	0,6	0,4
Y2O3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
Nd2O3	9,4	8,8	8,8	7,6	8,1	8,5	8,0	8,1	8,7	8,1	8,9	9,8	9,8	9,7	10,6	10,2
ThO2	0,3	1,0	0,2	1,7	1,8	1,2	1,8	1,6	0,2	0,9	0,5	0,3	0,2	0,6	0,3	0,4
UO2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
La2O3	18,2	19,1	18,8	20,4	20,3	20,3	20,3	20,0	19,0	20,2	18,6	17,6	18,7	17,5	17,8	18,3
Ce2O3	37,5	36,7	35,4	35,9	35,2	36,3	35,1	35,2	37,3	35,6	36,8	36,3	37,5	35,8	37,1	36,8
P2O5	28,4	28,0	27,0	27,5	27,3	27,6	27,6	27,8	28,3	28,3	27,8	28,2	28,8	28,8	28,2	28,8
SO2	0,4	0,7	1,8	0,8	0,8	0,3	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2
F	0,6	0,7	0,7	0,5	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,5	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
Cl	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Total	96,2	96,9	96,0	96,5	96,9	96,1	96,4	96,9	96,9	96,2	96,4	95,6	97,8	96,0	97,1	97,3

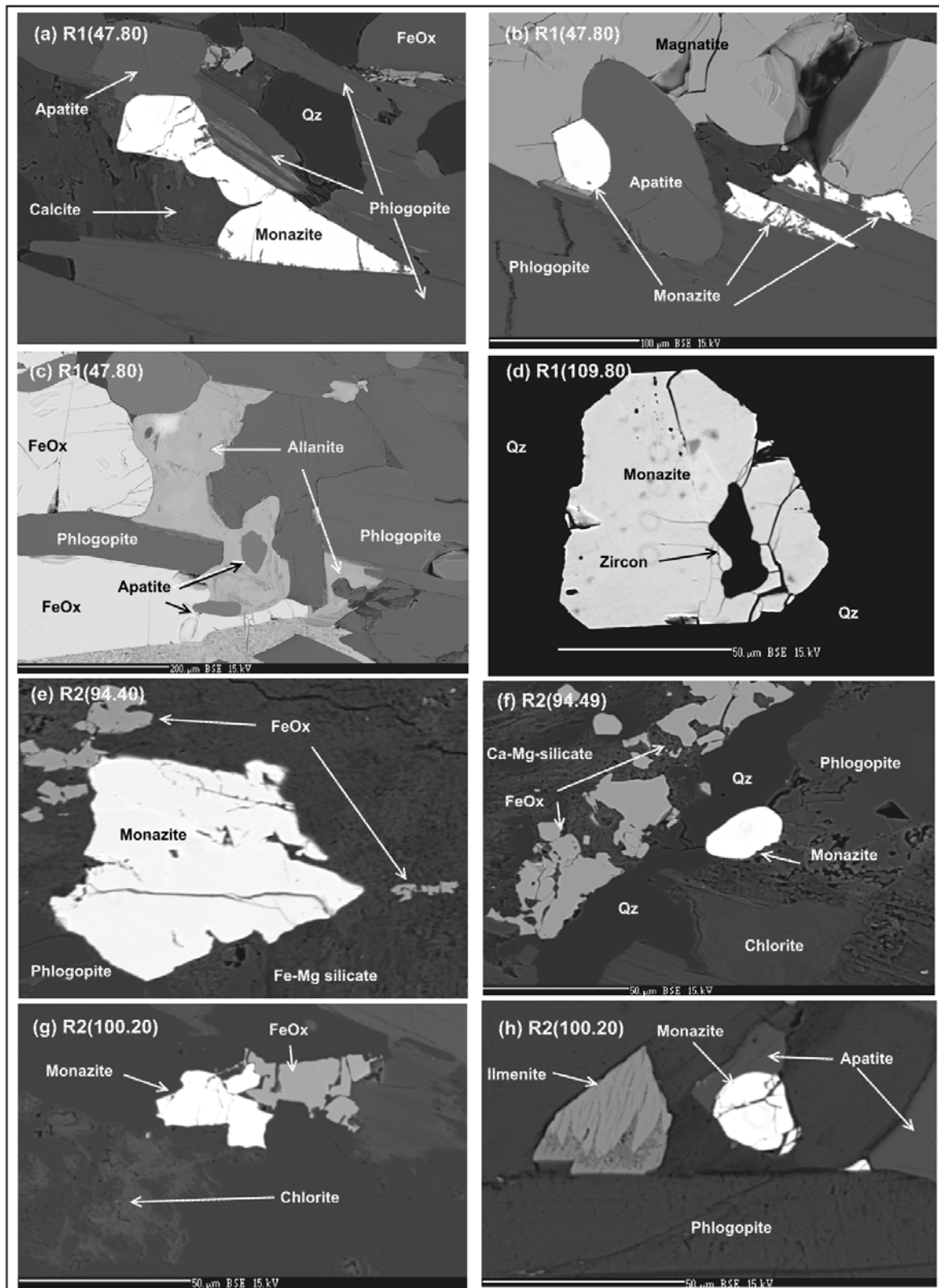


Figure 2. Back-scattered electron imaging showing representative textures of monazite and allanite in Suhuvaara samples.

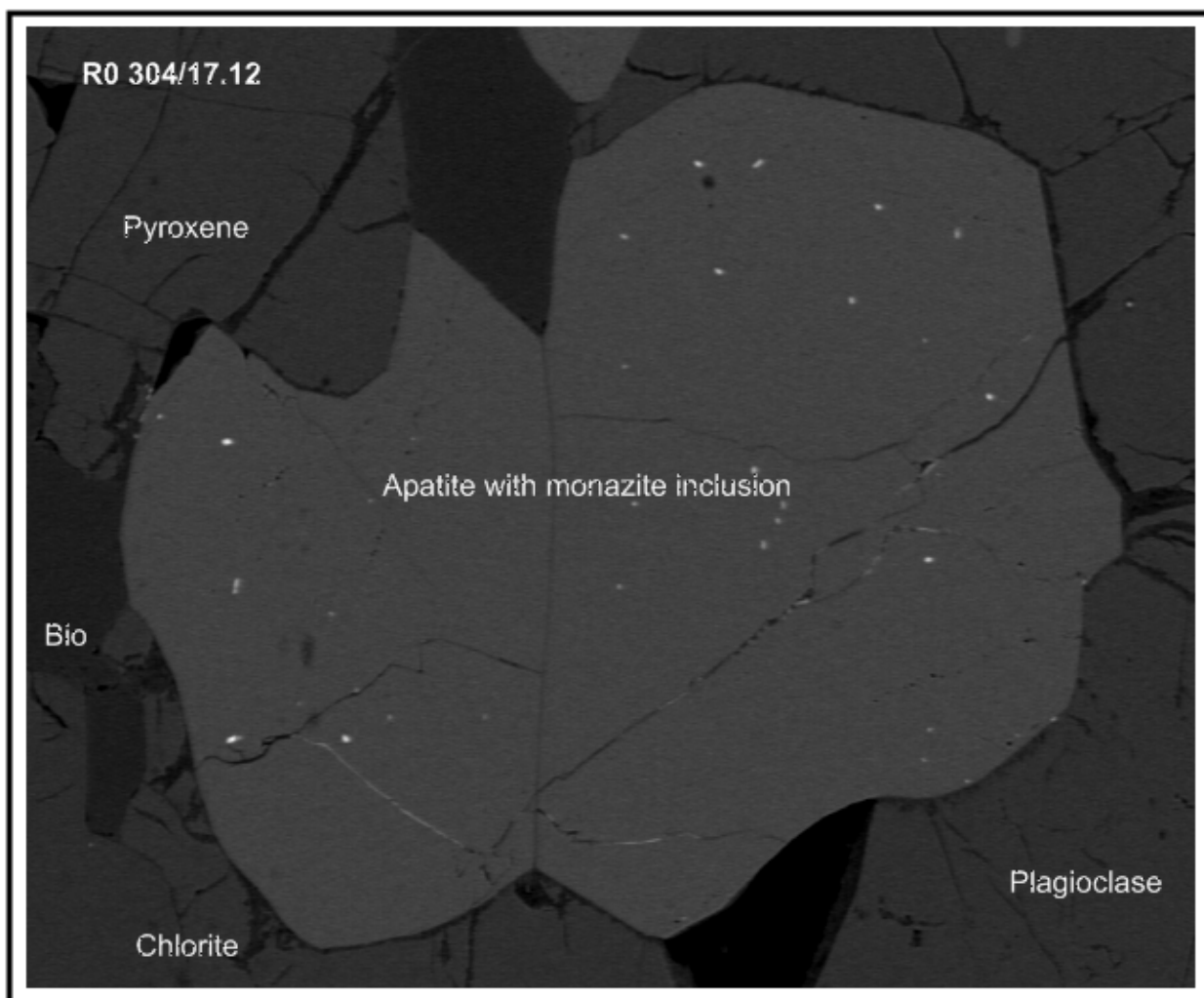


Figure 3. Back-scattered electron imaging showing Sub-parallel idiomorphic crystals of apatite with hexagonal cross sections with monazite inclusions, the apatite grains enclosed by primary silicate minerals, in Suhuvaara samples.

4 REFERENCES

Mutanen, Tapani 2011. Alkalikiviä ja appiniitteja. Raportti hankkeen "Magmatismi ja malminmuodostus II" toiminnasta 2002-2005. 627 s. Geologian tutkimuskeskus, arkistoraportti 9/2011.

5 APPENDICES

1. Selected microprobe analyses (wt %) of apatite from Suhuvaara appinite
2. Selected microprobe analyses (wt %) of apatite from Suhuvaara appinite
3. Whole rock analyses from Suhuvaara appinite dike, XRF (Labtium Oy, method 175x)

Selected microprobe analyses (wt %) of apatite from Suhuvaara appinite.

Sample Spectrum	R2(100.20) apatite						R2(94.40) apatite					
	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5	Gr6	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr5	Gr6
SiO ₂	0,27	0,16	0,18	0,22	0,36	0,19	0,23	0,24	0,23	0,24	0,28	0,33
TiO ₂	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,02	0,01
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
Cr ₂ O ₃	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01
V ₂ O ₃	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00
FeO	0,20	0,16	0,12	0,12	0,23	0,17	0,05	0,09	0,03	0,05	0,06	0,05
MnO	0,14	0,13	0,12	0,14	0,15	0,16	0,01	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01
MgO	0,04	0,00	0,01	0,04	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	0,02	0,07	0,04
CaO	53,99	53,12	54,45	53,67	53,40	53,39	55,14	54,04	54,97	54,86	54,47	54,44
Na ₂ O	0,10	0,12	0,07	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,14	0,09
K ₂ O	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SrO	0,36	0,41	0,39	0,38	0,39	0,37	0,21	0,22	0,25	0,24	0,22	0,19
BaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NiO	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
ZnO	0,04	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
SO ₂	0,07	0,08	0,10	0,07	0,07	0,04	0,08	0,10	0,11	0,11	0,14	0,16
P ₂ O ₅	41,13	41,33	41,67	41,81	41,35	41,89	41,93	42,31	41,90	42,18	41,37	41,13
F	2,47	2,04	3,42	2,71	2,46	2,23	3,94	3,62	3,82	3,38	3,22	3,30
F = O	-1,04	-0,86	-1,44	-1,14	-1,04	-0,94	-1,66	-1,52	-1,61	-1,42	-1,36	-1,39
Cl	2,4	2,5	1,3	1,7	2,2	2,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Cl = O	-0,5	-0,6	-0,3	-0,4	-0,5	-0,5	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,1
Total	99,7	98,7	100,2	99,5	99,3	99,4	100,3	99,5	100,0	99,9	98,9	98,6
Cl-pit (ppm)	24212	25147	13263	17178	22450	22684	2107	2257	2087	2045	2260	2288

Sample Spectrum	R1(109.80) apatite				R1(47.80) apatite			
	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4	Gr1	Gr2	Gr3	Gr4
SiO ₂	0,31	0,31	0,33	0,35	0,41	0,37	0,39	0,41
TiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Cr ₂ O ₃	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,01
V ₂ O ₃	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02
FeO	0,14	0,13	0,09	0,14	0,07	0,09	0,09	0,11
MnO	0,03	0,05	0,02	0,02	0,06	0,07	0,04	0,07
MgO	0,05	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00
CaO	55,20	54,36	54,49	54,47	54,48	54,35	54,42	53,87
Na ₂ O	0,10	0,12	0,06	0,08	0,07	0,06	0,07	0,09
K ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SrO	0,28	0,20	0,24	0,21	0,35	0,30	0,24	0,31
BaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NiO	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
ZnO	0,04	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
SO ₂	0,19	0,15	0,11	0,12	0,11	0,12	0,12	0,14
P ₂ O ₅	41,10	41,82	41,64	41,88	41,09	41,44	41,57	41,20
F	4,46	3,86	3,27	3,22	4,60	4,16	4,69	4,13
Cl	0,25	0,21	0,23	0,24	0,08	0,07	0,08	0,07
Total	100,25	99,66	99,04	99,38	99,40	99,37	99,77	98,71
Cl-pit (ppm)	2532	2149	2274	2403	810	701	798	733

Specific detection limits (ppm) in the above analysis

Si	Ti	Al	Cr	V	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K	Sr	Ba
344	570	344	470	563	687	400	429	898	353	188	726	0

Ni	Zn	S	P	F	Cl
411	882	318	1122	1405	106

Selected microprobe analyses (wt %) of apatite from Suhuvaara appinite.

Sample	R0301/82.95									
Spectrum	gr1	gr2	gr3	gr4	gr5	gr6	gr7	gr8	gr9	gr10
Na2O	0,19	0,10	0,11	0,11	0,16	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11
P2O5	40,82	40,30	40,70	40,82	40,04	40,77	40,84	41,46	41,23	40,95
MgO	0,00	0,00	0,00	0,03	0,12	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02
Al2O3	3,65	0,00	0,05	0,06	0,12	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00
SiO2	0,14	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,27	0,22
CaO	54,09	54,01	54,35	54,15	53,94	54,42	53,98	54,09	53,68	53,64
TiO2	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00
MnO	0,06	0,02	0,01	0,01	0,06	0,05	0,00	0,00	0,02	0,00
FeO	0,09	0,11	0,03	0,08	0,18	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06
Y2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nd2O3	0,09	0,10	0,07	0,11	0,08	0,00	0,13	0,17	0,07	0,00
La2O3	0,01	0,08	0,08	0,05	0,06	0,03	0,05	0,06	0,03	0,09
Ce2O3	0,36	0,39	0,38	0,34	0,37	0,35	0,32	0,35	0,30	0,26
ThO2	0,05	0,05	0,03	0,09	0,01	0,02	0,09	0,00	0,00	0,00
SrO	0,14	0,12	0,16	0,17	0,15	0,22	0,15	0,18	0,18	0,18
ZrO2	0,00	0,00	0,03	0,05	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00
F	3,60	3,68	3,49	4,10	4,01	3,76	3,95	4,21	4,09	4,31
Cl	0,14	0,12	0,17	0,15	0,18	0,12	0,17	0,16	0,14	0,14
Total	101,89	97,84	98,14	98,56	97,75	98,36	98,23	99,37	98,45	98,15

Sample	R0301/43.45									
Spectrum	gr1	gr2	gr3	gr4	gr5	gr6	gr7	gr8	gr9	gr10
Na2O	0,05	0,05	0,01	0,04	0,09	0,07	0,04	0,05	0,04	0,03
P2O5	41,59	41,01	40,85	40,71	40,86	41,09	40,83	40,71	41,51	41,52
MgO	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Al2O3	0,80	0,02	0,02	0,05	0,44	0,03	0,00	0,00	0,16	0,03
SiO2	0,00	0,10	0,12	0,02	0,00	0,10	0,12	0,00	0,00	0,00
CaO	55,11	55,27	54,59	54,70	53,85	53,78	54,90	54,04	54,23	54,49
TiO2	0,02	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00	0,12	0,06	0,00	0,01
MnO	0,01	0,02	0,04	0,00	0,20	0,22	0,00	0,19	0,22	0,18
FeO	0,19	0,23	0,17	0,13	0,20	0,17	0,34	0,32	0,16	0,10
Y2O3	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,05	0,04	0,04	0,00	0,35
Nd2O3	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La2O3	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Ce2O3	0,04	0,13	0,06	0,07	0,10	0,16	0,05	0,08	0,08	0,10
ThO2	0,00	0,06	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
SrO	0,20	0,11	0,10	0,06	0,21	0,18	0,07	0,16	0,19	0,14
ZrO2	0,04	0,08	0,00	0,00	0,00	0,03	0,09	0,00	0,00	0,02
F	4,80	4,48	5,28	4,98	2,08	2,31	3,96	2,25	2,68	3,31
Cl	0,31	0,31	0,17	0,19	2,79	2,52	0,40	2,42	2,30	1,66
Total	101,10	99,93	99,18	98,88	99,39	99,17	99,19	98,82	99,96	100,16

Specific detection limits (ppm) in the above analysis

Na	P	Mg	Al	Si	Ca	Ti	Mn	Fe	Y	Nd
444	1268	515	410	592	532	405	562	532	741	2216

La	Ce	Th	Sr	Zr	F	Cl
963	910	1259	708	1140	1680	261

Whole rock analyses from Suhuvaara appinite dike, XRF (Labtium Oy, method 175x)

Wt %	V512/10/R1 46.90- 48.90	V512/10/R1 108.00-110.00	V512/10/R2 93.25- 95.25	V512/10/R2 99.25-101.25
Na2O	2.88	2.00	1.82	2.43
MgO	5.43	7.92	9.50	6.46
Al2O3	18.2	17.7	15.8	18.6
SiO2	44.9	46.5	46.3	44.0
P2O5	2.22	2.17	3.54	2.85
K2O	3.01	1.91	1.41	2.35
CaO	8.48	9.57	10.2	9.31
TiO2	1.57	0.75	0.497	1.53
MnO	0.090	0.111	0.135	0.076
Fe2O3	11.2	9.34	9.47	11.3
S	0.241	0.305	0.195	0.246
Cl	0.041	0.033	0.053	0.057
Sc	0.002	0.002	<0.002	<0.002
V	0.026	0.016	0.011	0.036
Cr	<0.002	0.003	0.003	<0.002
Ni	0.004	0.006	0.007	0.004
Cu	<0.002	0.005	0.004	0.004
Zn	0.011	0.010	0.011	0.009
Ga	0.002	<0.002	<0.002	<0.002
As	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Rb	0.009	0.006	0.005	0.008
Sr	0.314	0.245	0.223	0.233
Y	0.002	0.002	0.002	0.002
Zr	0.008	0.015	0.011	0.009
Nb	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007
Mo	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Sn	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Sb	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Ba	0.376	0.173	0.120	0.311
La	0.014	0.006	0.008	0.009
Ce	0.028	0.019	0.025	0.020
Pb	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Bi	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
Th	0.002	<0.001	0.003	0.003
U	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001