

Kauppa- ja teollisuus-
ministeriö
Aleksanterinkatu 10

00170 HELSINKI

KTM nro 226/460/88
kaiv.rek.nro 4278/1
kirjeemme 18.12.1989

Viite

Asia

kaivoslain mukainen
tutkimustyöselostus

22.04.
226/460/88
k

Ilmoitettuaan viitekirjeellä luopuvansa valtausoikeuksistaan Kiskon kunnassa sijaitsevaan Pukki 1-nimiseen valtausalueeseen Geologian tutkimuskeskus lähettää kunnoittaen kaivoslain 19 §:ssä tarkoitetun selostuksen valtausalueella suoritetuista tutkimuksista ja niiden tuloksista.

Osastonjohtaja

Jouko Talvitie
Jouko Talvitie

Valtionegeologi

Kauko Puustinen
Kauko Puustinen

Vastauksessa pyydetään viittaamaan kirjelmän numeroon ja päiväkseen

4/1

LIITE tutkimustyöselostus

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS

M 06/2023/-91/1/85

Kisko

Pukki

Reijo Alviola

20.2.1991

TUTKIMUSTYÖSELOSTUS KISKON KUNNASSA, VALTAUSALUEELLA
PUKKI 1, KAIV. REK. N:O 4278/1, SUORITETUISTA TEOLLISUUS-
MINERAALITUTKIMUKSISTA

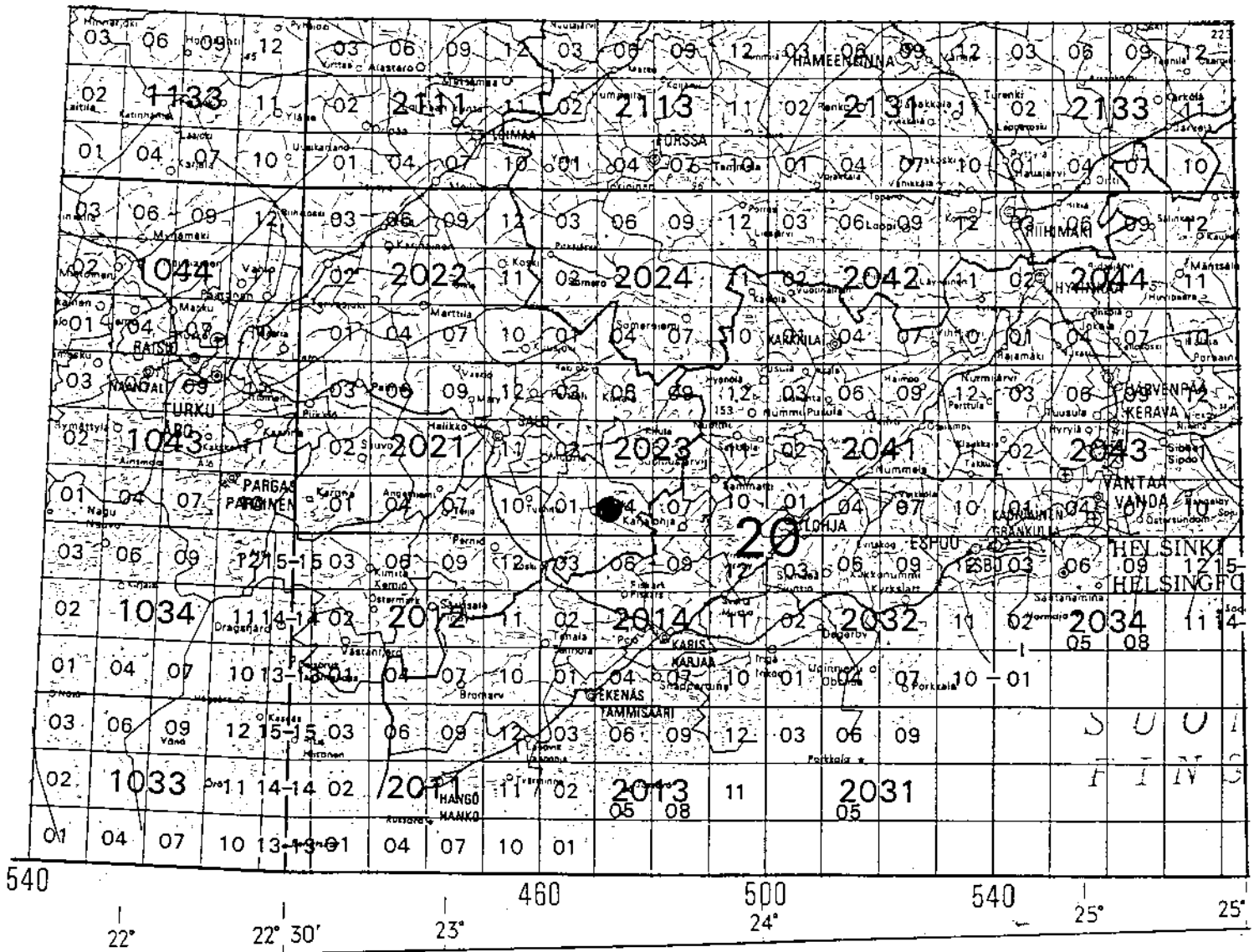
SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
1. Tutkimuksen taustaa	3
1.1 Tutkimusalueen sijainti	3
1.2 Aihe	5
1.3 Aikaisemmat pegmatiittitutkimukset	5
1.4 Kiskon alueen geologiasta	5
2. Suoritetut tutkimukset	9
2.1 Pegmatiittijuonien kartoitus	9
2.2 Syväkairaus	13
2.3 Kemialliset analyysit	15
3. Aiheen arviointi	21
4. Yhteenveto ja johtopäätökset	24

1. Tutkimuksen taustaa

1.1 Sijainti

Tutkimusalue sijaitsee Turun ja Porin läänissä, Kiskon kunnassa, karttalehden 2023 04 lounaisnurkkauksessa (kuva 1). Alueen poikki kulkee Salo-Mustio maantie, nro 186 (kuva 2). Alueen ainoa Li-mineraaleja sisältävä pegmatiitti on em. maantien leikkauksessa. Pääosa pegmatiiteista sijaitsee maantien itäpuolella, GTK:n valtausalueella. Valtaus tuli voimaan 2.6.1988 ja siitä luovuttiin 18.12.1989, kun alueen pegmatiittijuoniin liittyvät taloudelliset mahdollisuudet näyttivät jäävän vähäisiksi.



Kuva 1. Kiskon tutkimusalueen sijainti.



26,5
=6682,0

Ote topografikartasta

1:10 000

lehti 2023 04 A

Kuva 2. Kiskon Pukin alueen pegmatiittijonien sijainti ja niiden mineralisatiota liittäivät alkuaineet. Kuvaan on merkitty GTK:n valtausalueen Pukki 1 sijainti.

1.2 Aihe

Syksyllä 1985 kerättiin GTK:n pegmatiittitutkimusohjelman puitteissa muskoviittinäytteitä Kiskon Orijärven alueen pegmatiiteista. Muskoviittia ei yleensä löytynyt, paitsi Paavon pegmatiittilouhoksesta ja Kiskon kirkonkylästä, tieleikkauksen pegmatiitista. Näyte analysoitiin X-METillä ja saatiin tulokseksi kompleksipegmatiittia luonnehtivat Sn- ja Rb-pitoisuudet. Muskoviittinäytteen Rb-pitoisuus oli niin korkea (2 % Rb), että kyseessä täytyi olla Li-pegmatiitti.

1.3 Aikaisemmat pegmatiittitutkimukset

Noin 7 km kaakkoon Pukin alueesta, Orijärven itä- ja eteläpuolella esiintyy joukko pegmatiitteja, joita on louhittu ilmeisesti (?) 1800-luvun lopulla ja ehkä 1900-luvullakin. Päätuotteet olivat kvartsi ja maasälpä, mutta talteen on otettu mm. suuria beryllikiteitä ja kolumbiittia. Suurimmat louhokset tunnetaan nimillä Paavo ja Kuusmiilu, mutta A.Mikkosen (1952) mukaan berylliä on tavattu noin 15 pegmatiittijuonesta Kuusmiilun pegmatiitin lähiympäristössä.

Vähäisiä määriä kassiteriittia väitetään löydetyn eräästä Kiskon Orijärven kaivoksen koillispuolella sijaitsevasta pegmatiittijuonesta. Edellä mainitut tiedot ovat peräisin P.Eskolan julkaisusta vuodelta 1914: On the petrology of the Orijärvi region; Bull. Comm. géol. Finlande No. 40.

1.4 Kiskon alueen geologiasta

Kiskon Pukin pegmatiittialue sijaitsee vuonna 1955 painetulla I.Sallin 1:100 000 kallioperäkarttalehdellä nro 2023, Suomensjärvi (kuva 3). Kiskon alueen osalta kallioperäkartta perustuu, I.Sallin mukaan, Suomen Malmi Oy:n geologien,

H.Tuominen ja T.Mikkola, laatimaan kallioperäkarttaluonnokseen. Tätä ennen oli alueen geologiaa tarkastellut P.Eskola vuonna 1914, edellä mainitussa julkaisussaan. Alueen vanhin geologinen kartta on kuitenkin K.A.Mobergin, vuonna 1879 julkaistu, 1:200 000 mittakaavainen geologinen kartta, lehti nro 2, Lohja.

Kiskon alueen kallioperä muodostuu kordieriitti-granaattigneisseistä ja amfiboliiteista. P.Eskolan (1914) mukaan pääosa amfiboliiteista muodostuu amfibolista ja plagioklaasista ja niissä on monin paikoin nähtävissä primäärisiä vulkanogeenisiä rakennepiirteitä. Tasa- ja hienorakeinen amfiboliitti vaihettuu paikoin plagioklaasi- ja paikoin plagioklaasi-uraliittiporfyyriitiksi. Monin paikoin amfiboliitissa on mantelirakennetta. Mantelit ovat usein kalsiittitäytteisiä tai niissä on kalsiitin ohella silikaattiaainesta. Yleisesti ottaen amfiboliitit esiintyvät sivukiviensä suuntaisina sillimäisinä patjoina. Ohuet hienorakeiset ja tasarakeiset sillit tai juonet saattavat olla liuskeisuuden suuntaisia, mutta niistä lähtee kapeita, liuskeisuutta leikkaavia suonia. Lisäksi tunnetaan joitakin kapeita amfiboliittijuonia, jotka jyrkästi leikkaavat ympäröiviä liuskeita.

Magmasyntyyisten amfiboliittien ohella esiintyy sedimentogeenisiä amfiboliitteja, joissa on sarvivälkkeen ja plagioklaasin lisäksi diopsidia ja usein myös mikrokliinia. Kalsiittia ja titaniitti ovat tavallisia aksessorisia mineraaleja. Diopsidi-amfiboliitit esiintyvät ohuina välikerroksina kvartsi-maasälpägneisseissä ja niissä on nähtävissä kerrallisuuden kaltainen juovaisuus, jossa vaaleat diopsidipitoiset raidat vuorottelevat tummempien sarvivälkerikkaiden, diopsidittomien raitojen kanssa.

Kiskon kordieriitti-gneissit ovat hienorakeisia, hornfelsimaisia kiviä (raekoko keskimäärin 0,08 mm), joiden perusmassa sisältää plagioklaasia, kvartsia ja biotiittia sekä vähäisiä määriä ilmeniittiä, apatiittia ja zirkonia. Silloin tällöin esiin-

tyy vähän granaattia. Biotiitti on usein muuttunut kloriitiksi, jossa on sulkeumina rutiilia.

Muutoin varsin homogeeninen kivilaji sisältää runsaasti 0,5-1,5 cm:n läpimittaisia kyhmyjä, jotka muodostuvat osittain kloriitiksi ja kiillemassaksi muuttuneesta kordieriitista. Paikoin kordieriittigneississä on linssimäisinä pahkuina antofylliittipitoista kordieriitti-plagioklaasikiveä.

Mainittakoon, että P.Eskola (1914) ja myös H.Tuominen (1957) käyttävät julkaisuissaan kordieriitti-(granaatti)-gneisseistä nimeä kordieriitti-(granaatti)-leptiitti ja K.Parras (1941) julkaisussaan, *Das Gebiet der Pyroxen fuhrenden Gesteine im westlichen Uusimaa in Sudfinnland. Geol. Rundschau. 32.*, puhuu kinzigiiteistä. Tässä raportissa käytetään I.Sallin kallioperäkarttaa ja hänen kivilajiluokitteluaan.

Kiskon alueen kallioperäkartan (kordieriitti-granaatti-)kiillegneissialue sisältää runsaasti konglomeraatteja. P.Eskolan mukaan kysymys on aglomeraattisesta kivistä, joka on leptiittisiä fragmentteja sisältävää amfiboliittista vulkaniittia.

H.Tuomisen ja T.Mikkolan mukaan kivet ovat konglomeraatteja ja osin "pseudo-aglomeraattia", joka on itse asiassa tektonista breksiaa.

Amfiboliitti- ja gneissialueen länsipuolella on laaja granitoidialue, joka muodostuu pääasiassa punaisesta mikroliinigraniitista ja osin harmaista grano-kvartsidioriittisista kivistä. Mikroliinigraniitti, josta P.Eskola käytti nimeä Perniön graniitti, ulottuu Kiskon alueelta 10-15 km leveänä massiivina länteen, Perniön kautta Kemiön kunnan länsireunalle, noin 50 km, ja koilliseen noin 30 km, Kiskalan kunnan koilliskulmaan. Perniön graniitti on Kiskon länsipuoleisella alueella karkearakeista ja rakenteeltaan porfyyristä graniittia. I.Sallin mukaan mikroliiniharakeet ovat porfyroblasteja, sillä niissä on sulkeumina kvartsirakeita ja

pyöristyneitä plagioklaasirakeita, joiden reunat ovat albiittia ja keskusta saussuriittiutunutta plagioklaasia.

Grano- ja kvartsidioriiteissa esiintyy paikoin gneissisulkeumia, joissa on I.Sallin mukaan nähtävissä reliktilistä kerroksellisuutta ja granaattipitoisuutta. Vaihtuminen Perniön graniittiin on usein vähittäistä. Grano- ja kvartsidioriittien yhteydessä esiintyy melkein aina sarvivälkegabrointruusioita.

Perniön graniittiin tiedetään liittyvän kompleksipegmatiitteja Kemiön ja Kiskon alueella. Kemiön alueella lähin kompleksipegmatiitti sijaitsee noin 0,5 km Perniön graniitin kontaktista, mutta voimakkaimmin mineralisoituneet pegmatiittijuonet ovat 2,5-3 km:n päässä kontaktista. Kiskon alueella lähin kompleksipegmatiitti on noin 2 km:n päässä kontaktista ja voimakkaimmin mineralisoituneet pegmatiitit ovat noin 2,5-3 km:n etäisyydellä kontaktista.

2. Suoritetut tutkimukset

2.1 Pegmatiittijuonien kartoitus

Kesällä 1987 tutkittiin kaikki graniittipegmatiitit ensimmäisen Kiskon alueelta löytyneen kompleksipegmatiitin ympäristössä. Työtä nopeutti huomattavasti Outokumpu Oy:n Malminetsinnän käyttööme antama kallioperäkartta, joka kattoi Kiskon Kirkkojärven itäpuoleisen alueen kirkolta Aijalaan saakka. Kaikki pegmatiitit, Aijalasta Kiskon Kirkkojärven pohjoispään tasolle saakka, tutkittiin kausiapulaisten, Jukka Pakkanen ja Lassi Hatakka) toimesta, sikäli kuin se asutuksen puolesta oli mahdollista, harvinaisten mineraalien toteamiseksi ja juonista otettiin muskoviittinäytteet. Muskoviittinäytteistä analysoitiin Sn-, Nb- ja Rb-pitoisuudet pegmatiitin mineralisointupotentiaalin arvioimiseksi (taulukko 1). Näytteenottoa

vaikeutti kiilteen vähyys yleensä. Lisäksi pääosa pegmatiiteista on biotiittikiilteisiä, joissa on muskoviittia pegmatiitin karkearakeisimmissa osissa, mutta niukasti.

Taulukko 1. Kiskon alueen pegmatiittien muskoviittinäytteiden hivenainepitoisuuksia. Näytteet on analysoitu GTK:n X-METillä kenttälaboratoriossa vv.1986-1987.

anal.nro	hav.nro	karttal.	X	Y	Sn %	Nb %	Rb %	Huom.
762/86	PLV-85-22	2023 04	6682,51	471,05	0,08	0,06	1,99	tiel. E
886/86	RA-86-101	2023 04	6683,6	471,4	0,21	0,07	0,83	tiel. W
1111/87	JuP-87-4	2023 04	6682,52	471,02	0,19	0,03	0,79	tiel.
1112/87	JuP-87-5	2023 04	6682,45	471,85	0,26	0,06	0,48	tiel.
1110/87	LTH-87-2	2023 04	6683,06	471,15	0,24	0,04	0,72	Sn
1123/87	RA-87-101	2023 04	6683,06	471,15	0,15	0,08	0,10	Sn
1113/87	JuP-87-6	2023 04	6676,40	465, 18	0,21	0,05	0,63	Pyykölä
794/86	PLV-85-15	2023 04	6687,42	473,05	0,09	0,07	0,37	
795/86	PLV-85-19	2014 06	6679,26	477,06	0,17	0,04	0,38	
214/84	PO-84-1	2014 06	6678,60	477,30	0,22	0,06	0,62	Paavo
796/86	AJN-85-80	2014 06	6678,75	477,54	0,23	0,06	0,62	Paavo
517/85	RA-85-101	2014 06	6678,74	477,74	0,26	0,08	0,46	Paavo
518/85	RA-85-102	2014 06	6678,74	477,74	0,25	0,07	0,44	Paavo
519/85	RA-85-103	2014 06	6678,74	477,74	0,13	0,11	0,28	Paavo

Taulukon nro 1 muskoviittinäytteistä vain 7 ensimmäistä on otettu Kiskon Pukki-alueen pegmatiiteista. Kaikkien muskoviittinäytteiden Sn-pitoisuudet ovat korkeita (lähes tai yli 1000 ppm), mikä merkitsee, että po. pegmatiitit ovat kompleksipegmatiitteja. Tieleikkauksen pegmatiitin muskoviitissa esiintyvä erittäin korkea Rb-pitoisuus (1,99 %) merkitsee, että ko. pegmatiitissa on Li-mineraalia.

Kiskon alueelta löydettiin kompleksipegmatiitteja 12 kpl. Pääosa niistä, 9 kpl, sijaitsee varsin suppealla alueella, jonne 2.6.1988 tehtiin Pukki 1-niminen valtaus.

Valtausalueen tinapegmatiittiryhmä (kuva 4) sijaitsee heikosti, mutta selvästi liuskeisessa amfiboliitissa, jossa on nähtävissä aglomeraattirakennetta. Amfiboliitin liuskeisuuden kulku on yleensä suunnilleen pohjoisesta etelään ja kaade pysty, mutta kulku kääntyy alueen pohjoisosassa suuntaan 20 ja alueen eteläosassa itäläntiseksi. Pegmatiittien suhde amfiboliitin liuskeisuuden kulkuun on kahtiajakoinen: suurissa puitteissa pegmatiitit leikkaavat alueellista liuskeisuutta, mutta pienissä piirteissä pegmatiitit ovat poimuttuneet amfiboliitin liuskeisuuden suuntaiseksi ja amfiboliitti myötäilee pegmatiittien pullistumia ja ulokkeita (kuva 4). Pegmatiittien kaateet vaikuttavat varsin pystyiltä. Syväkairauksen ja paljastumahavaintojen perusteella voidaan päätellä, että tinapegmatiiteista suurimman, nro 5, kuvassa nro 4, kaade on noin 80° E.

Kuvan 4 tinapegmatiittijuoniparven suurin juoni, nro 1, on biotiittikiilteinen ja kirjomaasälpävaltainen pegmatiittigraniitti, jossa on kauttaaltaan myös muskoviittia. Pegmatiittigraniitissa on useita pieniä, karkearakeisia pegmatiittiosueita, joissa on kiilteenä yksinomaan muskoviittia. Kalimaasälpä on niissä yleensä väriltään vaalean punaista tai harmaata. Harmaita kvartsipahkuja on vähän ja ne ovat pieniä; suurimmat ovat kooltaan 15x50 cm. Joissakin pegmatiittiosueissa on vähän keltaista tai vihertävää berylliä (max. läpimitta 1 cm), vähän kassiteriittia ja vähän levymäistä kolumbiittia sekä arseenikiisua tai löllingiittia ja mustaa turmaliinia. Pegmatiittigraniitissa on siellä täällä "gigantoliitiksi" muuttunutta kordieriittia ja yleisesti vähän granaattia ja apatiittia. Paikoin turmaliini muodostaa kvartsin kanssa kirjo-turmaliini-yhteenkasvettuman.



Kuva 4. Geologinen kartta Kiskon Pukki-alueen tina-pegmatiiteista. Kuvaan on merkitty timanttikairausreikien ja uranäytteen sijainti.

Tinapegmatiittien päämineraalit ovat plagioklaasi, kalimaasälpä ja kvartsi. Detaljikartoituksen yhteydessä tuli esille, että pegmatiittijuonet ovat plagioklaasivaltaisia, karkearakeisempia kalimaasälpärikkaita sydänosia lukuunottamatta. Ura-näytteistä ja syväkairausnäytteistä tehtyjen kemiallisten analyysien perusteella voidaan laskea, että pegmatiittijuonissa on plagioklaasia enemmän kuin kalimaasälpää. Sydänosien kalimaasälpä on väriltään vaalean punaista ja läpimitaltaan enintään 10-15 cm, joskus 30 cm. Em päämineraalien lisäksi pegmatiiteissa on vähän kiillettä; muskoviittia ja biotiittia sekä vähän mustaa turmaliinia, granaattia ja apatiittia. Pegmatiittijuonissa esiintyy myös vähän ns. harvinaisten alkuaineiden muodostamia mineraaleja kuten kassiteriittia, kolumbiittia ja beryylliä sekä niiden yhteydessä tai yksin vähän arseenikiisua tai löllingiittä. Kassiteriitti on varsin karkeakiteistä: suurimmat kassiteriittirakeet ovat yleensä läpimitaltaan 1-2 cm, juonessa nro 3 jopa 5 cm. Kolumbiitti on raekooltaan samaa suuruusluokkaa tai pienempää kuin kassiteriitti. Detaljikartoituksen yhteydessä oli sateen kastelemasta kallionpinnasta vaikea erottaa kassiteriittia kolumbiitista.

Kassiteriittipegmatiitit ovat tunnetusti muskoviittikiilteisiä. Kiskon alueen kassiteriittipegmatiittien erikoispiirre on niiden biotiittirikkaus. Biotiittipitoisuus vaihtelee kuitenkin huomattavasti eri juonissa. Pegmatiitti nro 6 on biotiittipegmatiitti, siinä ei ole ainakaan paljain silmin nähtävää muskoviittia. Pegmatiitissa nro 4 on vähän muskoviittia pegmatiitin karkearakeisissa osissa. Pegmatiitissa nro 3 on samoin vähän muskoviittia pegmatiitin karkearakeisissa osissa, mutta niissä on myös karkearakeista biotiittia. Pegmatiitit 2, 5 ja 7 ovat muskoviittivaltaisia, mutta niissä on vähän myös biotiittia.

Valtausalueen ulkopuolella sijaitseva, tieleikkauksen Li-pegmatiitti, poikkeaa täysin edellä kuvatuista tinapegmatiiteista. Pegmatiitti on väriltään valkea ja muskoviittikiilteinen. Juonessa on karkearakeista (läpimitta jopa 1/2 m) petaliit-

tia, vähän kolumbiittia, kassiteriittia, berylliä ja litiofiliittiä. Juoni on käytännöllisesti katsoen kokonaan louhittu pois.

2.2 Syväkairaus

Valtausalueen tinapegmatiittijuoniparven jatkeita yritettiin selvittää PoKa-tyyppisellä näytteenotolla. Näytettä oli tarkoitus ottaa pegmatiitin nro 3 länsikärjestä lounaaseen päin 2 m:n välein. Seuraavan profiilin piti kulkea saman suuntaisena, 20 m edellisestä luoteeseen jne. Suunnitelmaan kuului yhteensä 6 profiilia ja 116 pistettä. Suunnitelmasta luovuttiin, kun näytteen saanti tarkoitukseen osoitetulla iskuporauskalustolla (Pikku-Polle) epäonnistui ohuen, mutta kivisen moreenin johdosta. Sen sijaan toteutettiin kuvaan nro 4 merkitty suunnitelma näytteenotokalustona kevyt timanttikairauskone Lumikko. Maksimi reikäsyvyys tälle kalustolle on 30 m, mikä myös tässä näytteenotossa hyvin saavutettiin. Reikiä kairattiin 9 kpl, yhteensä 224 m, joista vain 2 kpl, yhteensä 35,65 m, oli pegmatiittia. Louhikkoisen irtomaapeitteen paksuus vaihteli 1,4 m - 4,2 m.

Timanttikairauksessa lävistettiin pegmatiittia vain reiillä 367 ja 368. Reikä 367 alkoi pegmatiitista ja lopetettiin syvyydellä 30 m pegmatiitissa. Kairauskonetta käännettiin 180° ja kairattiin reikä 368 samalla 70 asteen kaateella kuin reikä 367, mutta siis vastakkaiseen suuntaan. Tämä reikä lävisti pegmatiitin kontaktin syvyydellä 5,90 m. Paljastumat ja em. kairaustulokset huomioiden saadaan kairauksella lävistetyn pegmatiitti nro 5:n kaateeksi noin 80° E.

Syväkairausnäytteistä on analysoitu reät 367 ja 368 kokonaan, yleensä 2 m:n pätkissä. Analysoituja näytteitä on 18 kpl. Niistä 16 näytettä on pegmatiittia ja 2 amfiboliittia. Näytteistä on analysoitu Li-, Na-, K-, Fe-, Sn-, Nb- ja Ta-pitoisuudet. Analyysituloksia tarkastellaan seuraavassa luvussa, kemialliset analyysit.

2.3 Kemialliset analyysit

Paitsi edellä mainittuja (taulukko 1) litogeokemialliseen malminetsintään liittyviä muskoviittinäytteiden Sn-, Nb- ja Rb-analyysejä, on tämän tutkimuksen yhteydessä tehty kemiallisia analyysejä

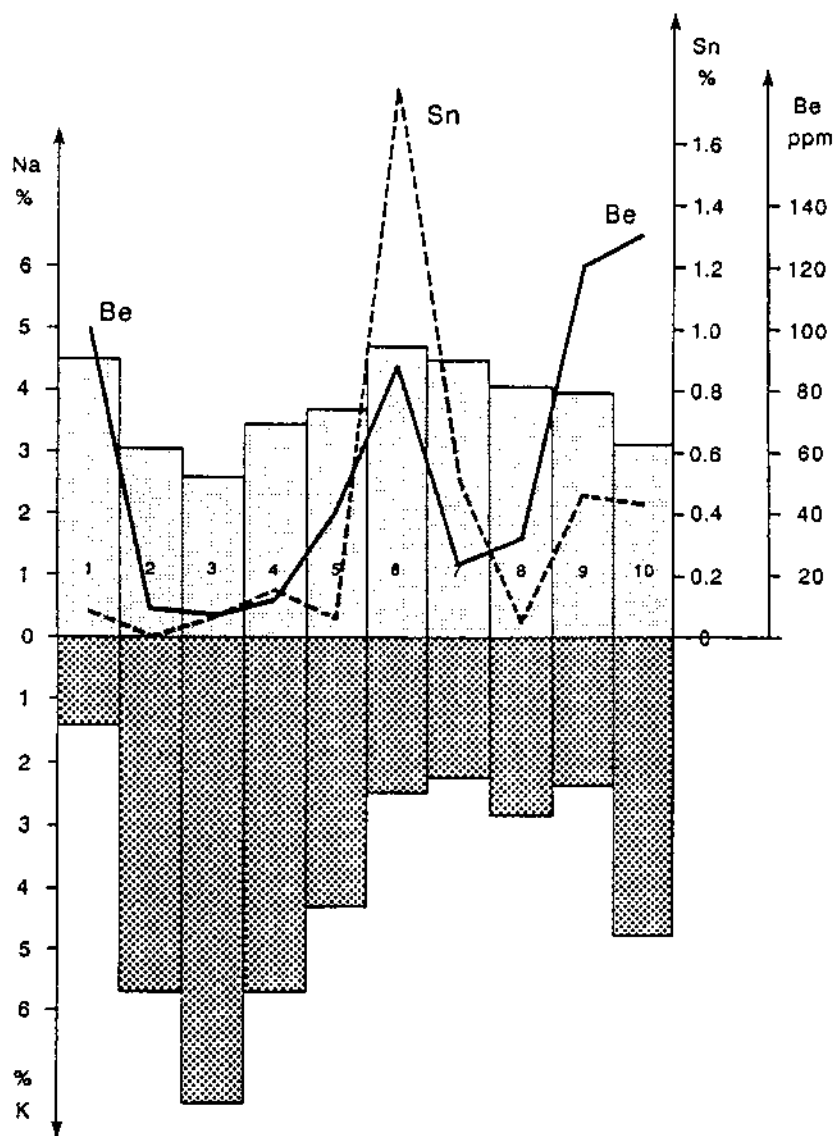
- leikkurilla otetuista uranäytteistä 10 kpl
- syväkairausnäytteistä 18 kpl
- kassiteriittinäytteistä 21 kpl, mikroanalysaattorilla.

Taulukko 2. Kemiallisia analyysejä Kiskon Pukin tinapegmatiitin nro 5 poikki otetusta uranäytteestä. Analysoitu GTK:ssa vuonna 1988, Sn-, Nb- ja Ta-pitoisuudet XRF-menetelmällä (vanha laite) ja muut alkuaineet AAS-menetelmällä.

nro	näytenro	Li ppm	Na %	K %	Fe %	Sn %	Nb %	Ta %	Be ppm
1	M88 14319	88	4,52	1,40	0,38	0,08	0,01	0,0	100
2	14320	36	3,05	5,70	0,12	0,01	0,0	0,0	9
3	14321	37	2,59	7,50	0,20	0,06	0,0	0,0	7
4	14322	66	3,45	5,70	0,25	0,15	0,01	0,0	12
5	14323	64	3,69	4,31	0,20	0,06	0,01	0,0	40
6	14324	95	4,71	2,48	0,35	1,77	0,01	0,04	88
7	14325	99	4,50	2,23	0,48	0,52	0,01	0,0	23
8	14326	66	4,05	2,83	0,32	0,05	0,0	0,0	32
9	14327	74	3,97	2,35	0,44	0,46	0,01	0,0	120
10	14328	69	3,12	4,76	0,34	0,43	0,01	0,0	130
keskimäärin		69	3,77	3,93	0,30	0,36	0,01	0,0	56

Uranäytteet otettiin Partner-laikkaleikkurilla poikki pegmatiitin nro 5 itäpäähän, jossa näytti olevan varsin runsaasti kassiteriittia. Uran pituus, noin 3,3 m, jaettiin

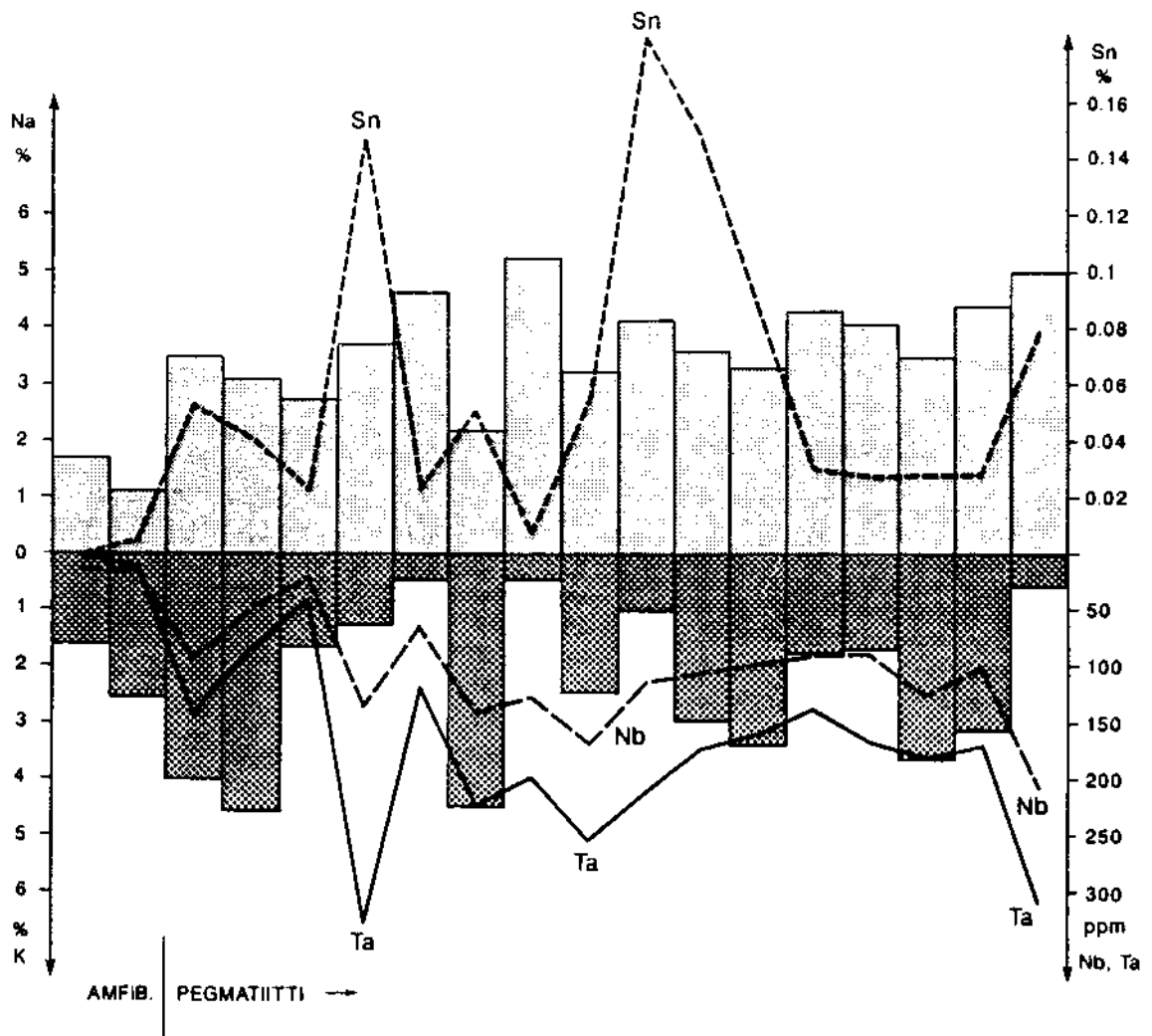
tasana 10 näytteeksi. Yksi näyte on siten noin 33 cm pitkä, 7-8 cm leveä ja noin 5 cm paksu, alapuoleltaan kiilamainen kiviviipale. Koko näyte toimitettiin analysoitavaksi. Murskauksen jälkeen näyte on kahtioimalla jaettu analysoitavaan kokoon. Näytteistä on analysoitu Li-, Na-, K-, Fe-, Be-, Sn-, Nb- ja Ta-pitoisuudet (taulukko 2 ja kuva 5).



Kuva 5. Be- ja Sn- sekä Na- ja K-pitoisuuksien jakaantuminen Kiskon Pukki-alueen tinapegmatiitista nro 5 otetussa uranäytteessä.

Koko uranäytteen tinapitoisuus on keskimäärin 0,36 %, mikä on samaa suuruusluokkaa kuin Seinäjoen Perälän juonen tinaesiintymän parhaan osan pitoisuus (0,44 % Sn). Nb-, Ta- ja Be-pitoisuudet ovat alhaiset.

Kuten edellä on mainittu, kairattiin Kiskon Pukin alueelle 9 timanttikairaus-reikää. Niistä kaksi, reiät 367 (29,8 m) ja 368 (8,45 m), lävistivät pegmatiittia. Nämä reiät on analysoitu kokonaisuudessaan ja yleensä 2 m:n pätkissä. Reiistä on analysoitu Li-, Na-, K-, Fe-, Sn-, Nb- ja Ta-pitoisuudet (taulukko 2 ja kuva 6).



Kuva 6. Sn-, Nb- ja Ta- sekä Na- ja K-pitoisuuksien jakaantuminen Kiskon Pukin alueen tinapegmatiittiin nro 5 kairatuissa reiissä 367 ja 368.

Taulukko 3. Kemiallisia analyysejä Kiskon Pukin alueen tinapegmatiittien syväkairausnäytteistä. Analysoitu Geologian tutkimuskeskuksessa, Li-, Na-, K- ja Fe-pitoisuudet AAS-menetelmällä vuonna 1988 sekä Sn-, Nb- ja Ta-pitoisuudet XRF-menetelmällä vuonna 1990 (uusi laite).

Rnro	anal.väli	näytenro	ppm Li	% Na	% K	% Fe	ppm Sn	ppm Nb	ppm Ta
367	1,6-3,6 m	88 16092	69	2,74	1,67	0,23	229	22	43
	3,6-5,6 m	93	140	3,72	1,25	0,58	1475	138	328
	5,6-7,6 m	94	68	4,61	0,48	0,23	216	67	119
	7,6-9,6 m	95	89	2,15	4,48	0,63	502	142	224
	9,6-11,6 m	96	85	5,26	0,45	0,21	76	127	199
	11,6-13,6 m	97	90	3,23	2,46	0,40	551	168	255
	13,6-15,6 m	98	100	4,16	1,02	0,58	1833	115	210
	15,6-17,6 m	99	59	3,60	2,93	0,27	1475	106	173
	17,6-19,6 m	100	64	3,30	3,39	0,39	675	99	159
	19,6-21,6 m	101	55	4,30	1,76	0,30	300	91	138
	21,6-23,6 m	102	61	4,09	1,70	0,27	275	90	168
	23,6-25,6 m	103	56	3,49	3,65	0,22	282	126	184
	25,6-27,6 m	104	63	4,40	3,14	0,32	280	101	170
	27,6-29,8 m	105	84	4,97	0,56	0,31	784	208	311
368	1,6-3,6 m	88 16088	59	3,08	4,55	0,28	409	52	85
	3,6-5,9 m	89	41	3,47	4,03	0,37	524	95	142
pegmatiitti keskimäärin			74	3,79	2,35	0,35	618	109	182
	5,9-6,9 m	90	380	1,10	2,55	4,98	50	17	12
	6,9-8,45 m	91	290	1,73	1,58	4,47	0	15	1
amfiboliitti keskimäärin			335	1,42	2,07	4,73	25	16	7

Syväkairauksella saatujen pegmatiittinäytteiden Sn-pitoisuus on keskimäärin 0,06 % Sn, kun uranäytteessä pitoisuus oli kuusinkertainen. Vaikka syväkairauksella ei lävistetty koko pegmatiittia, on todennäköistä, että pegmatiitin keskimääräinen tinapitoisuus on lähempänä 0,2 % Sn kuin 0,36 % Sn.

Syväkairausnäytteiden Nb- pitoisuudet ovat keskimäärin noin 100 ppm ja Ta-pitoisuudet keskimäärin noin 180 ppm. Pitoisuudet ovat suuremmat kuin uranäytteessä ja merkittävää on, että Ta-pitoisuus on korkeampi kuin Nb-pitoisuus.

Kuvasta nro 6 nähdään, että Nb- ja Ta-pitoisuudet korreloivat selvästi Sn-pitoisuuksien kanssa. Odotettu korrelaatio Na- (albiitti)pitoisuuden kanssa ei tule esille, ehkä liian suuren analyysinäytepituuden takia.

Mikroanalyysointorilla on analysoitu Sn-pegmatiitista nro 5 otetusta uranäytteestä viisi kassiteriittiraetta ja Sn-pegmatiitista nro 3 myös viisi kassiteriittiraetta (taulukko 4).

Taulukko 4. Kassiteriitin keskimääräinen koostumus Kiskon Pukin pegmatiiteissa. Analysointu Geologian tutkimuskeskus mikroanalyysointorilla vuonna 1991.

	Nb ₂ O ₅ %	Ta ₂ O ₅ %	FeO %	TiO ₂ %	CaO %	MgO %	SnO ₂ %	summa
juoni 3	0,186	0,745	0,174	0,358	0,428	0,030	98,55	100,47
juoni 5	0,343	2,867	0,553	0,609	0,457	0,019	95,61	100,46

Luonnon kassiteriittiesiintymät voidaan jakaa ainakin kolmeen päätyyppiin: pegmatiittisiin, kvartsi-kassiteriittityypisiin, jossa alatyypinä mm. greisenjuonet ja silfidi-kassiteriittiesiintymät. Kassiteriitin koostumus vaihtelee esiintymätyypin mukaan. Kassiteriitin koostumus vaihtelee eri tyyppisissä pegmatiiteissakin, siten, että anorogeenisten graniittien pegmatiiteissa kassiteriitti on Nb-rikkaampi kuin orogeenisten graniittien pegmatiiteissa (taulukko 5). Kiskon tinapegmatiittien kassiteriitit ovat koostumukseltaan tyypillisiä orogeenisten graniittien kassiteriittejä.

Taulukko 5. Kassiteriitin Nb-, Ta-, Fe- ja Ti-pitoisuudet eri tyyppisissä esiintymissä: orogeenisten graniittien pegmatiitit (Po), anorogeenisten graniittien pegmatiitit (Pa), greisen-juonet (Gr), kvartsi-juonet (Q) ja sulfidi-kassiteriittiesiintymät (S).

esiintymä/kirjall. viite	esiintymä- tyyppi	Nb ppm	Ta ppm	Fe ppm	Ti ppm
Kisko, juoni 3	Po	1 300	6 100	1 350	2 150
Kisko, juoni 5	Po	2 400	23 500	4 300	2 650
(Stevenson and Taylor 1973)	Po	10 ⁴	10 ⁴	6 000	1 200
Eurajoki, (Haapala 1983)	Pa	15 400	4 100	9 300	
(Stevenson and Taylor 1973)	Gr	10 ⁴	600	3 670	970
"-	Q	255	100	5 200	1 370
"-	S	20	100	3 600	1 150

Lähteet:

Haapala, I.(1983) Composition of cassiterite and its application in geochemical prospecting. Abstracts of the 10th International Geochemical Exploration Symposium, Geol. Survey of Finland. pp.35-36.

Stevenson, B.G. and Taylor, R.G. (1973) Trace element content of some cassiterites from Eastern Australia. Proceedings of the Royal Society of Queensland, 841(3): 43-54, in Taylor, R.G. (1979) Geology of tin deposits. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. 543 p.

3. Aiheen arviointi

Kiskon Pukki-alueen tinarikkaimmat pegmatiitit (6 kpl) sijaitsevat 100x50 m laajuisella alueella. Välittömästi juonten läheisyydessä ei ole paljastumia, paitsi juonten kaakkoispuolella. Siellä sijaitsee kookas, heikosti mineralisoitunut pegmatiittigraniittijuoni (nro 1). Uusille tinapegmatiiteille on siten runsaasti "tilaa" erityisesti juoniryppään luoteispuolella. Kairatut 9 syväkairausreikää eivät tuoneet esille uusia juonia, mutta juoni nro 5 kasvoi kooltaan kaksinkertaiseksi. Pukin alueen syväkairausta voidaan pitää enintään alustavana ja tunnusteluluontoisena, eikä sen perusteella kannata laskea esiintymän kokoa. Oikeastaan voidaan todeta, että Pukin alue edustaa mielenkiintoista tinapegmatiittiaihetta. Varsinainen esiintymä on vielä löytämättä.

Uranäytteenoton ja syväkairauksen avulla on saatu pari profiilinäytettä poikki tinapegmatiitin esiintymän tyyppin luonnehtimista varten. Kuten taulukoista 2 ja 3 sekä kuvista 5 ja 6 ilmenee, on juonen 5 keskimääräinen tinapitoisuus uranäytteessä 0,36 % (pitoisuusvaihtelu 0,01-1,77 %) ja syväkairauslävistyksessä 0,06 % Sn (pitoisuusvaihtelu 0,01-0,2 %). Em. analyysien ja pegmatiittien silmämääräisen tarkastelun perusteella arvioisin, että Pukin tinapegmatiiteista ovat kassiteriittirikkaita juonet 3, 4, 5 ja 6. Juonissa 2 ja 7 on selvästi vähemmän kassiteriittia ja juoni nro 1 sisältää vain nimeksi kassiteriittia. Juonien 2-7 keskimääräinen tinapitoisuus on arviolta 0,1-0,2 % Sn. Juonien ainoa tinamineraali on kassiteriitti, jonka kemiallinen koostumus (taulukot 4 ja 5) on (orogeenisten graniittien pegmatiiteille) tavanomainen.

Juonen 5 tantaalipitoisuutta arvioitaessa on syytä tarkastella vain uudella XRF-analysaattorilla tehtyjä analyysejä (taulukko 3). Syväkairausnäytteiden Ta-pitoisuus on keskimäärin 182 ppm (vaihtelu 43-328 ppm) eli 222 ppm Ta₂O₅. Juonen

5 niobipitoisuus on syväkairausnäytteissä keskimäärin 109 ppm Nb eli 156 ppm Nb_2O_5 . Detaljikartoituksen yhteydessä oli useista eri syistä johtuen mahdotonta arvioida pegmatiittien Nb,Ta-mineraalien määrää. Nb- ja Ta-pitoisuudet korreloivat erittäin hyvin keskenään, mikä merkitsee, että Nb,Ta-mineraaleja on käytännöllisesti katsoen vain yksi: kolumbiitti.

Syväkairausnäytteiden Nb,Ta-pitoisuudet korreloivat jossain määrin tinapitoisuuksien kanssa, mikä merkinnee, että ne liittyvät pegmatiitin samaan kiteytymisvaiheeseen.

Kassiteriitti ja Nb,Ta-mineraalit ovat Pukin pegmatiiteissa varsin karkearakeisia. Detaljikartoituksen yhteydessä on todettu kassiteriitin maksimirakeeseen olevan yleensä 0,5-1,5 cm, juonessa 3 jopa 4-5 cm ja vain pegmatiittigraniitissa, juoni 1, noin 0,2 cm. Kolumbiitin ja kassiteriitin erottaminen toisistaan oli erittäin vaikeata sateen kastelemalla paljastumalla.

Berylliumpitoisuus on määritetty vain juonen 5 uranäytteestä. Kymmenen näytteen keskipitoisuus on 56 ppm Be eli 180 ppm BeO, mikä vastaa noin 0,1 % beryllia pegmatiitissa. Detaljikartoituksen perusteella arvioisin, että Pukin pegmatiittien keskimääräinen berylliumpitoisuus on selvästi korkeampi, ehkä kaksinkertainen. Pegmatiittien ainoan Be-mineraalin, beryllin, maksimirake koko on vain 0,5-2 cm.

Pukin alueen tinapegmatiittien Li-pitoisuudet ovat uranäytteissä keskimäärin 69 ppm ja syväkairausnäytteissä 75 ppm eli keskimäärin noin 150 ppm Li_2O . Näin pieni Li-pitoisuus voi täysin sisältyä kiilteiden hilaan, eikä merkitse varsinaisten Li-mineraalien esiintymistä tinapegmatiiteissa.

Detaljikartoituksen yhteydessä tuli esille, että tinapegmatiitit ovat plagioklaasivaltaisia. Uranäytteessä on keskimäärin 4,73 % K_2O ja 5,08 % Na_2O sekä syväkai-rausnäytteessä 3,79 % K_2O ja 5,11 % Na_2O . Näistä pitoisuuksista voidaan laskea, että pegmatiitissa on keskimäärin noin 40 % albiittista plagioklaasia, 30 % kalimaasälpää, 26 % kvartssia ja 3- 4 % muita mineraaleja, lähinnä biotiittia ja muskoviittia. Voidaan edelleen arvioida, että maasälpärikasteeseen tulisi enintään 5,4 % K_2O ja 7,3 % Na_2O . Ei kuitenkaan ole todennäköistä, että vain kaksi profiilinäytettä antaisi aivan oikean kuvan pegmatiittien K-Na-suhteesta.

Vain pieni osa pegmatiittien kalimaasälvästä on suhteellisen karkearakeista eli raekooltaan 10-30 cm. Pääasiassa maasälvät ovat raekooltaan 0,5-2 cm. Kvartsi on pegmatiitissa varsin tasaisesti jakaantuneena. Suuremmat, 10-40 cm läpimit-taiset kvartsipahkut ovat harvinaisia.

Pukin alueen tinapegmatiittien kiillerikasteessa tulisi olemaan huomattava määrä biotiittia. Kuten edellä kohdassa 2.1 Pegmatiittijuonien kartoitus, on mainittu, ovat useimmat juonista muskoviittivaltaisia, mutta parissa juonessa on biotiittia silmämääräisen arvion mukaan yhtä paljon kuin muskoviittia ja yhdessä juonessa biotiitti on pääkiille. Biotiitti on pegmatiittien tärkein Fe-pitoinen mineraali, jonka poistaminen pienentää olennaisesti maasälpärikasteen rautapitoisuutta.

4. Yhteenveto ja johtopäätökset

Aihe tuli esille GTK:n oman malminetsinnän ns. muskoviittiohjelman puitteissa syksyllä 1985. Geologisessa kartoituksessa kesällä 1987 löytyi ensimmäisen juonen läheltä pieni parvi kassiteriittia, kolumbiittia ja berylliä sisältäviä pegmatiitteja. Kaiken kaikkiaan kompleksipegmatiitteja löytyi 12 kpl. Pääosa niistä sijaitsee noin 9 ha:n laajuusella alueella, jonne tehtiin 2.6.1988 Pukki 1-niminen valtaus. Pegmatiittijuonien mineraalikoostumuksen, asennon, koon ja mineralisation laadun selvittämiseksi suoritettiin valtausalueella tunnusteluluontoista näytteenottoa kevyellä timanttikairauskalustolla (Lumikko). Reikiä kairattiin yhteensä 9 kpl, yhteensä 224 m, joista 2 reikää osui pegmatiittiin (35,65 m). Syväkairaamalla saadut pegmatiittinäytteet analysoitiin 2 m:n pätkissä. Lisäksi analysoitiin poikki saman pegmatiitin timanttisahalla leikkaamalla otettu näyte, 30 cm:n pätkissä. Näytteistä analysoitiin Li-, Na-, K-, Fe-, Sn-, Nb-, Ta- ja uranäytteestä Be-pitoisuudet.

Analyysien ja detaljikartoituksen perusteella pegmatiiteissa on keskimäärin

- 0,1-0,2 % Sn kassiteriittina, raekoko max. 0,5-1,5 cm
- noin 200 ppm Ta₂O₅ kolumbiittina, raekoko kuten edellä
- noin 150 ppm Nb₂O₅ kolumbiittina, raekoko kuten edellä
- 0,1-0,2 % BeO beryllinä, jonka max. raekoko on 0,5-2 cm
- maasälpärikaste tulisi olemaan albiittivaltainen
- kiillerikasteeseen tulee runsaasti biotiittia
- kvartsipahkut ovat läpimitaltaan pieniä (10-40 cm)

Pukin valtausalueen tinarikkaimmat 6 pegmatiittia ovat pinta-alaltaan yhteensä ainakin 600 m². Syväkairauksen perusteella tiedetään, että ainakin suurin niistä

(juoni 5, 2/3 em. pinta-alasta), jatkuu noin 30 m:n syvyydellä yhtä leveänä kuin maanpinnalla. Kairatun juonen kaade on noin 80° E. Paljastumahavaintojen mukaan muutkin juonet ovat lähes pystyjä.

Pukin juoniryppään lähiympäristö on varsin huonosti paljastunutta kaikkien muihin ilmansuuntiin paitsi kaakkoon päin. Uusien juonien esiintyminen on mahdollista, varsinkin luoteeseen tunnetuista juonista. Noin 250 m:n päässä, päätien tieleikkauksessa on paljastuneena kapea, vähän kassiteriittia sisältävä pegmatiittijuoni, mutta se sijaitsee käsitykseni mukaan jo kompleksipegmatiittialueen reunavyöhykkeellä.

Suuremmissa puitteissa näyttäisi Perniön graniitin etelä- ja itäkontaktin läheisyydessä olevan hyvät mahdollisuudet erilaisten kompleksipegmatiittien esiintymiselle.

geologi

Reijo Alviola

Reijo Alviola

LIITE: syväkairausraportit (9 kpl)

