

GTK
Tutkimuslaboratorio
Isotooppiologia
Espoo
K41.23/2008/01

06.02.2008
CK41.23/2008/01
Vapautuu 1.1.2013



Alustavia U-Pb-ikä määrityksiä Ranuan Asentolamminojen radioaktiivisista lohkareista

Irmeli Mänttari & Laura Lauri



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

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
2	NÄYTETIEDOT	4
2.1	GEOLOGINEN ONGELMA	4
2.2	A1937 ASENTOLAMMINOJAN BIOTIITTIKIVI	4
2.3	A 1938 ASENTOLAMMINOJAN BIOTIITTIGRANIITTI	4
2.4	A 1939 ASENTOLAMMINOJAN GRANIITTI	6
3	U-Pb-^{IKÄMÄÄRITYKSET}	7
3.1	A1937 ASENTOLAMMINOJAN BIOTIITTIKIVI	7
3.2	A1938 ASENTOLAMMINOJAN BIOTIITTIGRANIITTI	7
3.3	A1939 ASENTOLAMMINOJAN GRANIITTI	13
4	YHTEENVETO	14
5	KIRJALLISUUSVIITTEET	15

LITTEET:

- 1) MINERAALIT EPOKSINAPILLA
- 2) EDS-ANALYYSIT

1 JOHDANTO

Ikämääritettävän mineraalin tulisi olla iältään homogeeninen. Koska uraani on helposti liikkuva hapettavissa olosuhteissa, uraanin ja lyijyn täydellinen tai osittainen fraktioituminen on yleistä. Usein myös tällaisissa U- ja Pb-rikkaita mineraaleissa rakeen sisällä tapahtuu faasien erottumista (Pb voi kiteytyä lyijyhohteeksi rikin läsnä ollessa). Näistä syistä johtuen uraanimineraalit saattavat olla sisäiseltä rakenteeltaan kovinkin heterogeenisiä ja niiden sisältämä ikätieto monivaiheinen. U-Pb-ikämäärittelyissä saadaan usein hyvinkin diskordanteja – normaalisti tai käänteisesti - ikätuloksia. Joissain tapauksissa happouuttaminen saattaa liuottaa löyhästi kiinnittyneen U-Pb-faasin ja voi näin vaikuttaa U-Pb-ikätuloksen konkordanttisuustasoon. Koska HF-uuttamista käytetään yleisesti Nb-Ta-mineraalien ikämäärittelyissä (Romer and Wright, 1992; Alviola et al., 2001), on tässä työssä kokeiltu HF-uuttamisen vaikutusta U-rikkaiden mineraalien ikätuloksiin.

Ennen U-Pb-ikämäärittelyä näytteet murskattiin pienellä leukamurskaimella ja separoitiin metyleenidijodidilla sekä clericillä. Analyysimenetelmäselostus on liitetty U-Pb-datataulukon (taulukko 1) yhteyteen.

Koska aikataulu oli tosi tiukka, ei BSE-EDS-tutkimuksia ehditty tehdä ennen materiaalin valintaa ikämäärittelyä varten. Myös isotooppilaboratorion gammasäteilymittari oli epäkunnossa, joten mineraalien valinta analyysijä varten tehtiin pelkästään makros- ja mikroskooppisesti. Prosessoitujen näytteiden pienen koon vuoksi U-mineraalien saanto oli liian vähäinen uusinta-analyysijä varten.

Tässä yhteydessä määritettiin siis kokeilutyypillisesti U-Pb-ikiä kolmen Ranuan Asentolamminojan radioaktiivisen lohken näytteen uraanimineraaleille. Tulokset on esitetty taulukossa 1. Tämä työ on tehty osin maksullisena projektina, mutta suurin osa työstä liittyy kuitenkin Laura Laurin ja Irmeli Mänttärin yhteisjulkaisuun tähtäävään hankkeeseen. Liitteessä 2 esitettyjen EDS-analyysien tarkempaa käsittelyä ei tässä raportissa esitetä.

2 NÄYTETIEDOT

2.1 Geologinen ongelma

Nyt tutkitut kolme näytettä liittyvät Ranuan Asentolamminojalta kesällä 2007 löytyneeseen laajan, radioaktiiviseen malmilohkareikkoon, joka vastaa tyypiltään Rovaniemen Kuohungista tunnettua uraanimalmiaihoa. Kuohungista on tehty uraniniitti-ikä 1980-luvulla, mutta ikämääritys on epätarkka. Asentolamminojan lohkarista todennäköisesti löytyy uraniniittia, jonka iän voisi yrittää määrittää, jotta saataisiin malminmuodostusprosessin ikä. Kuohungista tehty ikä viittaa siihen, että vaikka malmiaihe on arkeisessa ympäristössä, on malminmuodostusprosessi kuitenkin proterotsoinen.

2.2 A1937 Asentolamminojan biotiittikivi

Kivilaji: Biotiittikivi

Paikka, kunta: Asentolamminoja, Ranua

Ktl: 3524 06

X (yhtenäiskoordinaatit): 7338 330

Y (yhtenäiskoordinaatit): 3476 372

Kenttänumero: 07-LSL-182-01

Geologi: Laura Lauri

Hanke: 7801000 / 1901006

Kivilajikuvaus: Runsaasti biotiittia (+ serisiittia?) sisältävä, muuttunut, radioaktiivinen kivi, jossa näkyy paljain silmin sekundäärisiä uraanimineraaleja (Kuva 1). Näyte on n. 20cmx20cmx30cm kokoisesta malmilohkareesta, joka on todennäköisesti hyvin paikallinen.

2.3 A 1938 Asentolamminojan biotiittigraniitti

Kivilaji: Biotiittigranitoidi

Paikka, kunta: Asentolamminoja, Ranua

Ktl: 3524 06

X (yhtenäiskoordinaatit): 7338 597

Y (yhtenäiskoordinaatit): 3477 305

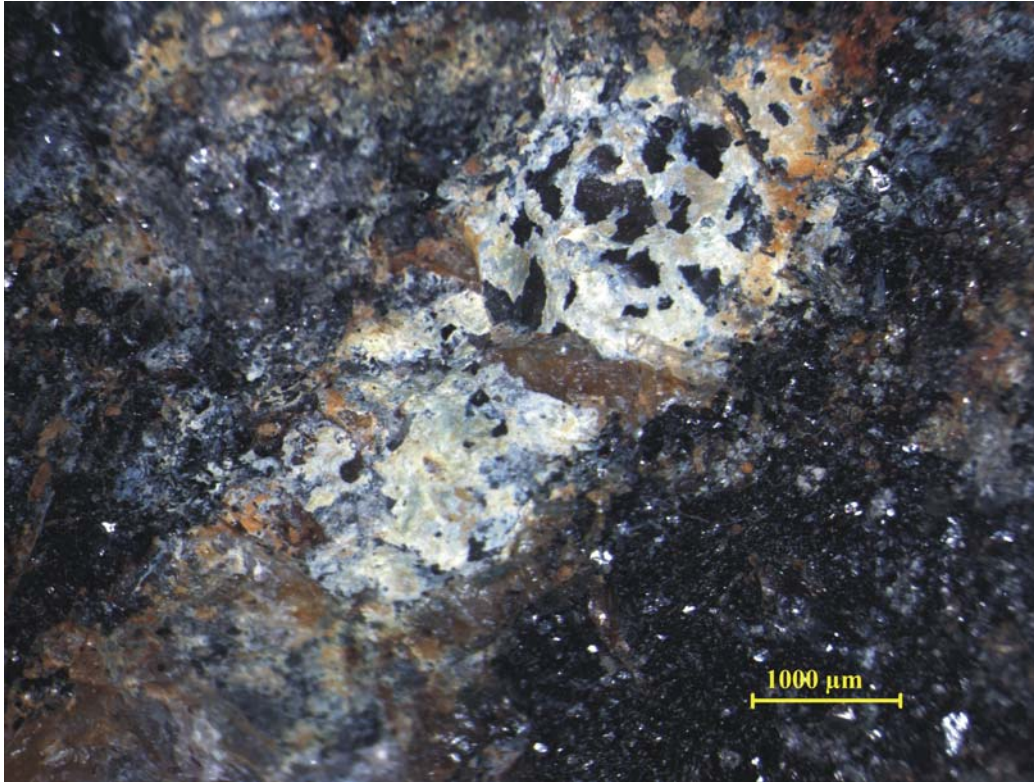
Kenttänumero: 07-LSL-234-01

Geologi: Laura Lauri

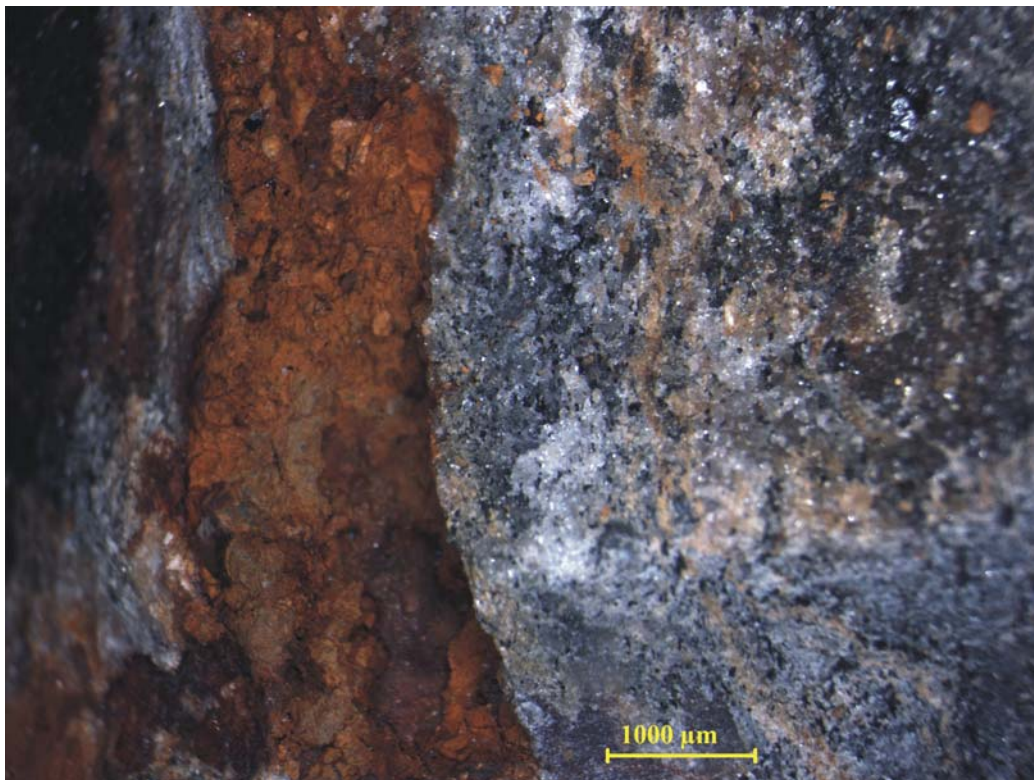
Hanke: 7801000 / 1901006

Kivilajikuvaus: Runsaasti biotiittia sisältävä, kvartsiutunut ja karbonaattiutunut radioaktiivinen kivi, jossa näkyy paljain silmin sekundäärisiä uraanimineraaleja ja mahdollisesti uraniniittia. Näyte on n. 30cmx30cmx40cm kokoisesta malmilohkareesta, joka on todennäköisesti hyvin paikallinen. Kuva 2.





Kuva 1. A1937 Asentolamminoja biotiittikivi



Kuva 2. A1938 Asentolamminoja biotiittigraniitti.

2.4 A 1939 Asentolamminojan graniitti

Kivilaji: Graniitti

Paikka, kunta: Asentolamminoja, Ranua

Ktl: 3524 06

X (yhtenäiskoordinaatit): 7336 982

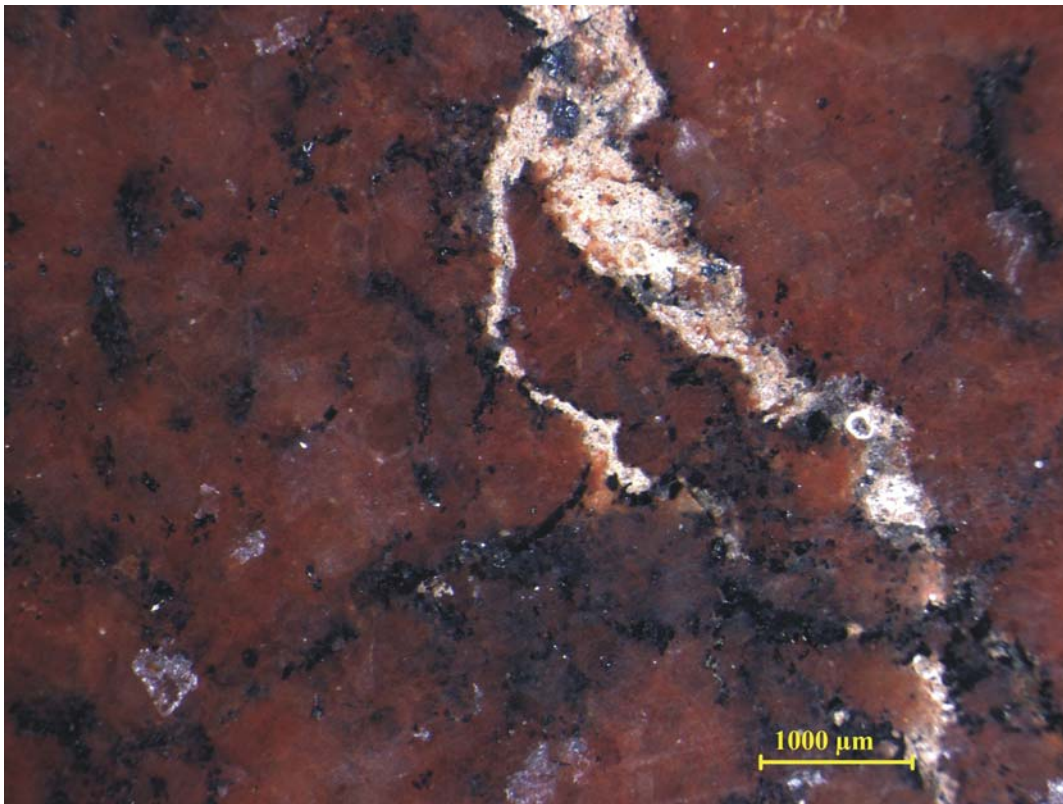
Y (yhtenäiskoordinaatit): 3479 146

Kenttänumero: 07-LSL-325-01

Geologi: Laura Lauri

Hanke: 7801000 / 1901006

Kivilajikuvaus: Deformoitunut, biotiittipitoinen, muuttuneen oloinen graniitti, joka on radioaktiivinen. Näyte on n. 20cmx20cmx30cm kokoisesta malmilohkareesta, joka on todennäköisesti hyvin paikallinen. Kuva 3.



Kuva 3. A1939 Asentolamminojan graniitti.

3 U-Pb-²⁰⁶Pb/IKÄMÄÄRITYKSET

3.1 A1937 Asentolamminojan biotiittikivi

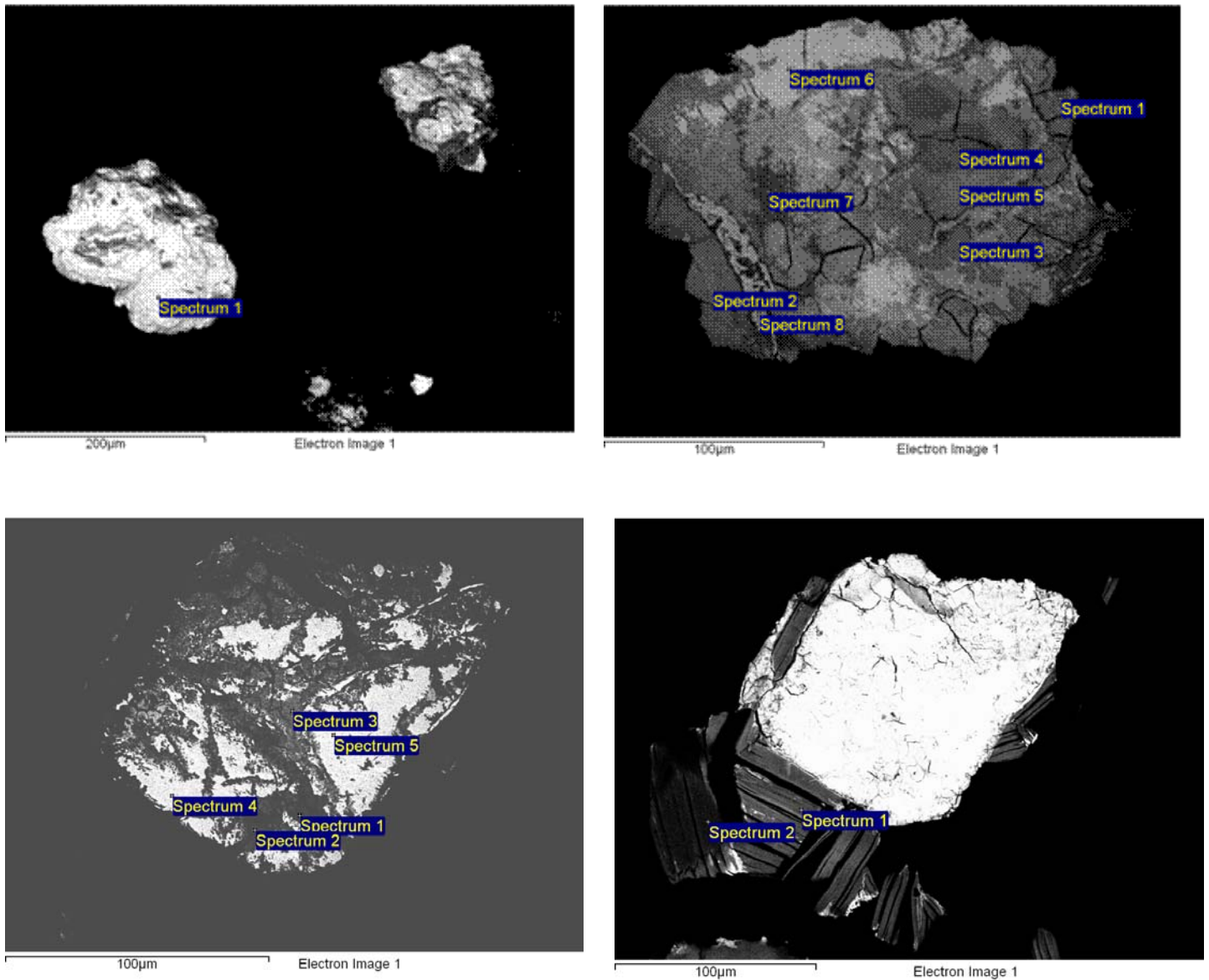
A1937 näytteessä oli jo makroskooppisesti erotettavaa sekundääristä keltaista U-mineraalia (Kuvat 1 ja 4). BSE-kuvissa raaputettu materiaali on heterogeenistä ja maksimissaan mitattiin 55 % U-pitoisuuksia, monatsiittiosueita, ym. Katso liitteen 2 EDS-spektrit ja pääalkuainepitoisuudet. Huomioitavaa on myös se, että myös biotiitista analysoitiin korkeita U-pitoisuuksia. Tummat mahdolliset U-mineraalit ovat sisäiseltä rakenteeltaan ja U-pitoisuuksiltaan hyvin heterogeenisiä. Näyte sisältää myös huomattavan määrän sameuden perusteella hyvin metamiktiseksi arvioitua monatsiittia. Katso liite 2.

Asentolammin biotiittikiven raskasfraktiosta pikattiin erilleen metallikiiltoisia mustia mineraalifragmentteja (uraniniitteja?) (Taulukko 1; kuva 4). Noin puolet tästä (B) abradottiin kylkiäismineraalien ja rakeiden reunaosien poistamiseksi ja toinen osa (A) uutettiin 10 % HF:lla 15 minuutin ajan ultraäänihäuteessä. Uraanikonsentraatiot A ja B-fraktioille ovat 11.2 ja 19.5 % ja lyijyn määrä ~3 %. Verrattuna HF-uutettuun mineraalifraktioon on ikätulos uuttamattomasta mineraalifraktiosta B selkeästi diskordantimpi (Kuva 5). Tässä tapauksessa uuttaminen on ollut hyödyllinen toimenpide. Uutetun uraniniitin ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb ikä on ~1.81 Ga ja toisen minimi-ikä on 1.76 Ga.

Vaikka ikätulos ei ole täydellinen, niin se vastaa hyvin Pohjois-Suomesta Kittilän, Kolarin ja Pahtavuoman alueelta iätettyjen uraniniittien/tukoliittien ikä (1.76-1.80 Ga; Mänttari, 1995), jotka taas vastaavat mm. Keski-Lapin graniitin eri faaseista mitattuja ikä.

3.2 A1938 Asentolamminojan biotiittigraniitti

Näytteen pinnalta raaputettiin mahdollista sekundääristä U-mineraalia EDS-analyysiä varten. Tämä materiaali koostui pääosin sekalaisesta määrästä oksideja ja silikaatteja mutta myös korkeita U-pitoisuuksia mitattiin pienistä vaaleista kasaumista. Uraanirikkaista osueista puuttui joskus täysin lyijy. Myös BSE-kuvat indikoivat heterogeenistä materiaalia (katso liite 2 ja kuva 6).



Kuva 4. BSE-kuvia U-rikkaista mineraaleista Asentolamminojan biotiittikivestä A1937. Ylhäällä vasemmalla näytteen pinnalta raaputettua sekundääristä U-mineraalia. Katso liitteen 2 EDS-analyysit.

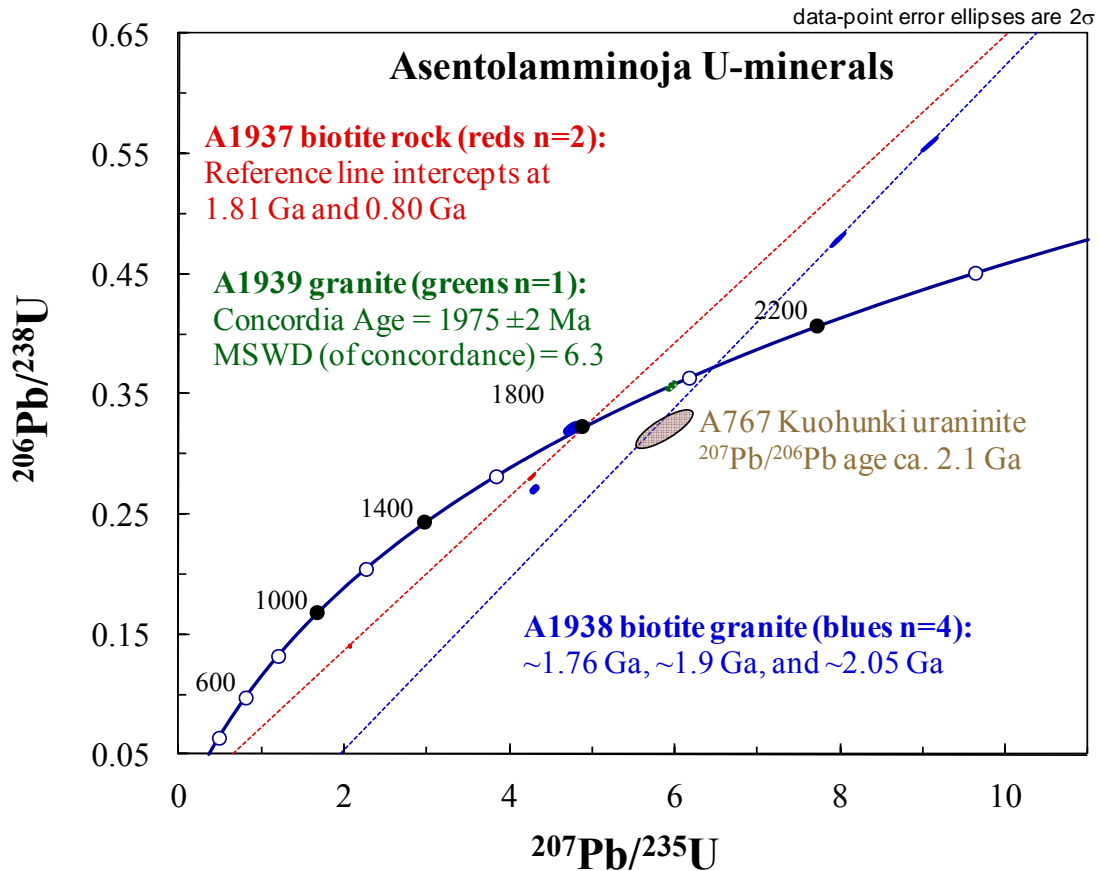


Fig. 5. U-Pb-isotooppisuhteet esitettyinä konkordiadiagrammilla. *Concordia plot for U-Pb isotopic data. U-bearing samples from Asentolamminoja and Kuohunki, north Finland.*

A1938 Asentolamminojan biotiittigraniitin karbonaattitäyteisestä raosta irrotettiin mustia kiillottomia palleroita, joiden oletettiin olevan tukoliittipalloja. Näistä U-Pb-analysoitiin kaksi fraktiota HF-uuttamalla ja ilman uuttoa (Taulukko 1). Materiaali osoittautui kuitenkin todella uraaniköyhäksi. Fraktiosta A mitattu $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ -suhde oli liian alhainen järkevä U-Pb-ikätuloksen määrittämiseen. Sen $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -ikä 1.75 Ga antaa sille kuitenkin jonkinikäisen ikäarvion. Fraktion B ikätulos on lähes konkordantti ja sen Pb-Pb ikä on 1.76 Ga (Taulukko 1 ja kuva 5). Hiilipäälysteisenä näistä palleroista ei saatu ollenkaan kuvaa elektronimikroskooppitutkimuksessa, joten ne todennäköisimmin koostuvat täysin hiilestä.

Fraktio C koostui sameista mustista rakeista. Näidenkin U-pitoisuus oli alhainen, eli vain 1371 ppm. Ilmeisesti tämä mineraali ei ollut alkujaankaan U-rikas, uraani oli poistunut U-rikkaammasta mineraalista jonkin geologisen prosessin tuloksena tai sitten HF-uutto uuttikin sekä uraanin että lyijyn pois. U-Pb-ikätuloksella on melko diskordantti (taulukko 1 ja Kuva 4) ja sen $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -ikä antaa sille vain minimi-ikäarvion ~ 1.9 Ga.

Fraktio D koostuu mustista, sameista ja huokoisista sekä fraktio E kiiltävistä, mustista ja ehyistä mineraalifragmenteista (taulukko 1 ja kuva 6). EDS-analyseissä mitattiin usein korkeita U-pitoisuuksia joko normaalisti lyijyn läsnä ollessa tai sen puuttuessa kokonaan. Koska mikroskooppisesti samannäköistä materiaalia oli vain yksiin analyysifraktioihin, kummatkin uutettiin HF:lla. Kumpikin tulos on käänteisesti diskordantti, mutta samean, U-rikkaamman (14.5 %) ja heikommin diskordantin fraktion D $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -ikä indikoi ainakin 1.97 Ga ikää. Voi olla, että HF-uuttaminen fraktioi uraania pois ja aiheutti käänteisen diskordanttisuuden, mutta myös luonnolliset prosessit voivat aiheuttaa tällankaltaisia ”epänormaaleja” Pb/U-suhteita U-rikkaissa mineraaleissa.

Table 1. U-mineral ID-TIMS U-Pb isotopic data for three radioactive boulders from the Asentolamminoja area, Ranua, Finland. As a comparison the data from Kuohunki uraninite is also shown.

Sample information	Sample	U	Pb	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	ISOTOPIC RATIOS ¹⁾						Rho ²⁾	APPARENT AGES/Ma $\pm 2\sigma$		
						measured	radiogenic	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} \pm 2\sigma\%$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U} \pm 2\sigma\%$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} \pm 2\sigma\%$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	
Asentolamminoja, Ranua ³⁾															
A1937 biotite rock															
A1937A) mixed uraninite: 10% HF leached, black fragments with metallic lustre	0.36	11.2 %	3.1 %	68513	0.05	0.2811	0.60	4.278	0.60	0.1104	0.05	0.99	1597	1689	1806 ± 1
A1937B) mixed uraninite, abraded 20 min, black fragments with metallic lustre	0.20	19.5 %	2.7 %	169867	0.03	0.1399	0.40	2.072	0.40	0.1074	0.06	0.99	844	1140	1756 ± 1
A1938 biotite granite															
A1938A) fracture carbon balls: fresh, black fragments	0.44	4.6 ppm	2.4 ppm	135	0.02										1753 ± 17
A1938B) fracture carbon balls: fresh, black fragments, 10% HF leached	0.50	7.2 ppm	2.7 ppm	258	0.01	0.3219	0.90	4.763	1.20	0.1073	0.64	0.82	1799	1778	1755 ± 12
A1938C) U-bearing?, turbid, 10% HF leached	0.21	1371 ppm	375 ppm	2105	0.03	0.2704	0.40	4.296	0.40	0.1152	0.1	0.96	1543	1693	1883 ± 2
A1938D) uraninite?: black, dull, pitted fragments. Leached 10% HF	0.26	14.50%	6.90%	44070	0.03	0.4783	0.92	7.977	0.92	0.1210	0.07	0.99	2520	2229	1970 ± 2
A1938E) uraninite?: black, solid fragments, leached 10% HF	0.24	9.90%	5.47%	50050	0.03	0.5576	0.77	9.092	0.77	0.1183	0.07	0.99	2857	2347	1930 ± 2
A1939 granite															
A1939A) mixed uraninite: black, pitted, turbid fragments, 10% HF leached	0.49	6.4 %	2.3 %	30427	0.03	0.3565	0.45	5.962	0.45	0.1213	0.6	0.99	1966	1970	1975 ± 1
Kuohunki, Rovaniemi															
A767 uraninite ⁴⁾	2.59	39.7 %	12.9 %	18911	0.04	0.3214	4.01	5.813	4.84	0.1312	3.30	0.80	1796	1948	2113 ± 59

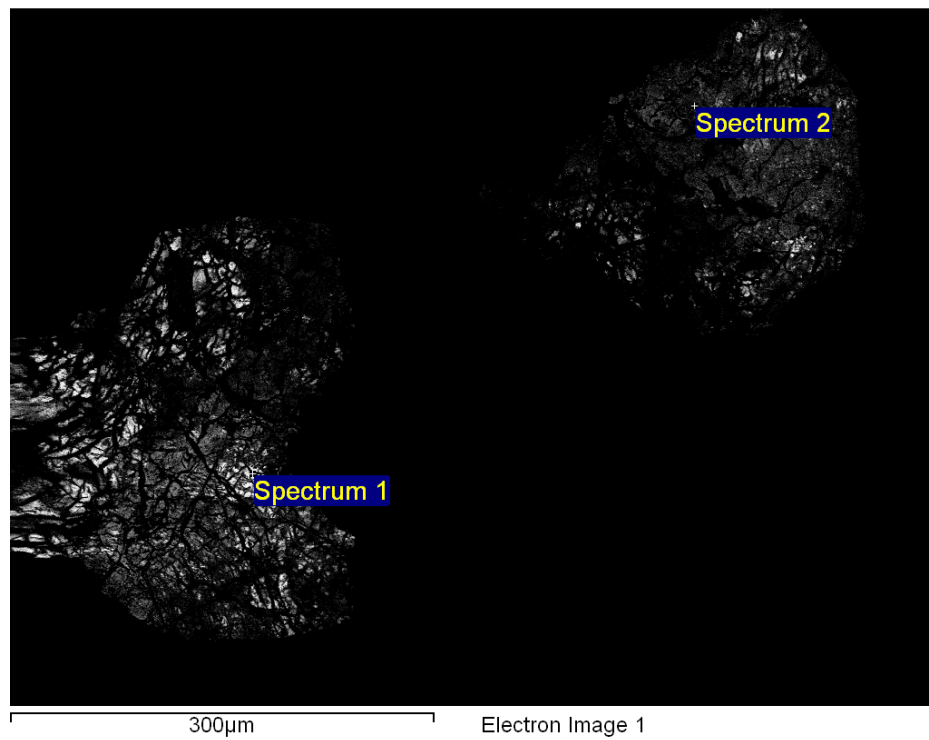
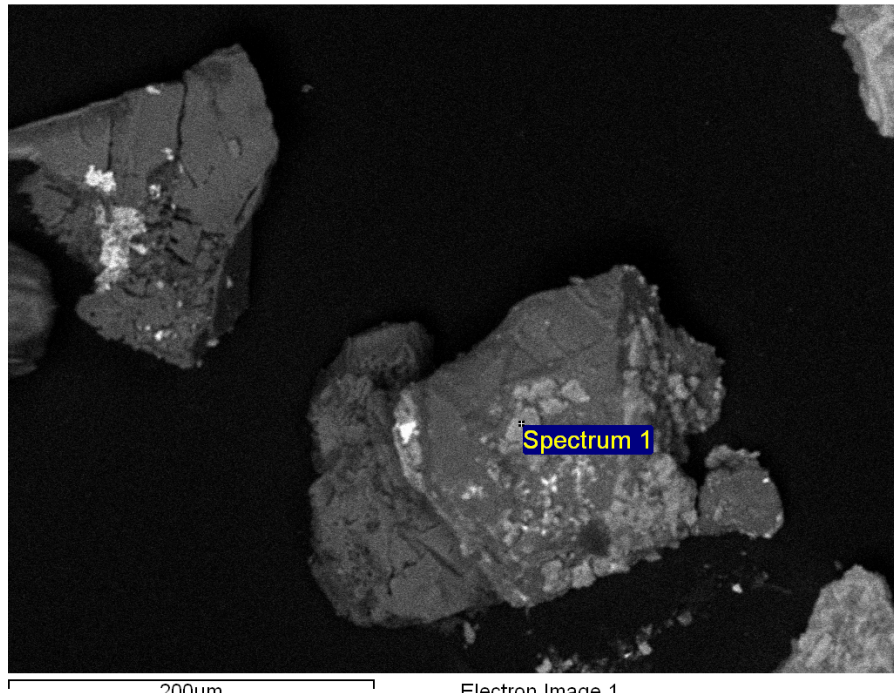
1) Isotopic ratios corrected for fractionation, blank (30 or 50 pg), and age-related common lead (Stacey & Kramers 1975; $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} \pm 0.2$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} \pm 0.1$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} \pm 0.2$). 2) Rho: Error correlation between $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ and $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ ratios. All errors are 2 s. 3) U-minerals are extremely heterogeneous in BSE images and EDS-analyses. 4) Analysed by Matti Vaasjoki.

Analytical methods: The decomposition of minerals and extraction of U and Pb for multi-grain ID-TIMS (isotopic dilution - thermal ionisation mass spectrometry) isotopic age determinations follows mainly the procedure described by Krogh (1973; 1982). However, better concordance was tried to achieve by leaching the mineral fraction with 10% HF. After repeated washing steps with ultra-pure H₂O, the U-minerals were dissolved in HNO₃ in Savillex teflon beakers on a hot plate. ²³⁵U-²⁰⁸Pb-spiked and unspiked isotopic ratios were measured using a VG Sector 54 thermal ionization multicollector mass spectrometer. According to repeated measurements of Pb standard SRM981, the measured lead isotopic ratios were corrected for 0.12-0.10 \pm 0.05 % / a.m.u. fractionation. Pb/U ratios were calculated using the PbDat program (Ludwig, 1991). Plotting of the isotopic data and age calculations were performed using the Isoplot/Ex 3 program (Ludwig, 2003).

Age errors are calculated at 2 σ and decay constants errors ignored. Data-point error ellipses in figures are 2s.



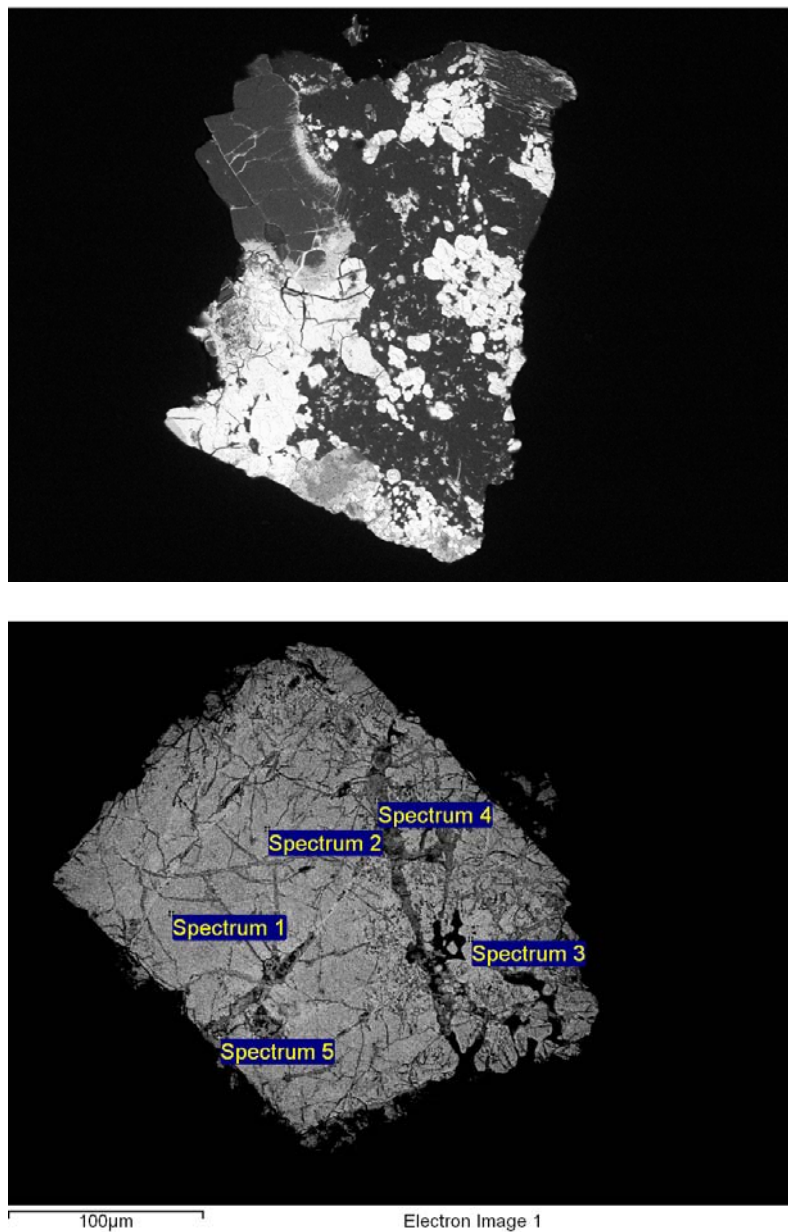
GTK



Kuva 6. BSE-kuvia U-rikkaista mineraaleista, A1938 Asentolamminoja biotiittigraniitti. Ylhäällä paikoin U-rikas rakomineraali. Katso liitteen 2 EDS-analyysit.

3.3 A1939 Asentolamminojan graniitti

Asentolamminojan graniitista tehtiin materiaalin puutteessa vain yksi U-Pb-ikä määritys. Analysoitu materiaali koostui mustista, sameista ja huokoisista rakeista. Näiden U-pitoisuudet olivat kuitenkin vain 6.4 %. U-Pb-ikä tulos on konkordantti 1975 ± 2 Ma. Kuvassa 7 on esitetty muutama BSE-kuva U-rikkaista mineraaleista (katso myös liitteen 2 EDS-analyysit).



Kuva 7. BSE-kuvia U-rikkaista mineraaleista. Näyte A1939 Asentolamminoja graniitti.

4 YHTEENVETO

Ranuan Asentolamminojan radioaktiivisista lohkarista separoituista raskaista mineraalifraktioista pikattiin erilleen mahdolliset U-riikkaat mineraalit. Näistä mahdollisuuksien ja laadun mukaan tehtiin U-Pb-ikämäärytyksiä. HF-uuttamista käytettiin diskordant-tisuusasteen parantamiseksi. Optimitilanne olisi, jos samasta näytteestä olisi voitu tehdä U-Pb-analyysit sekä uuttamalla että ilman uuttoa, mutta kahden identtisen mineraalifraktioiden erottaminen materiaalipulan vuoksi oli tällä kertaa mahdotonta. Selkeästi sekundaarisista, näytteen pinnalta raaputetuista mineraaliseoksista ei ikämäärytyksiä tehty. Näistä, kuten myös muistakin raskaista U-mineraaleista analysoitiin kuitenkin pääalkuaineet semikvantitatiivisesti EDS:llä ja otettiin BSE-kuvat (Liite 2).

Ikätulokset hajaantuvat melkoisesti, mutta tietty korrelaatio ikien ja muuttumisen suhteen on havaittavissa. Tämä tietenkin olettaen, että biotiitin määrä indikoi muuttumisen astetta. Näytteistä teetettiin myös ohuthieet GTK:ssa, mutta niiden tutkiminen jää myöhempään ajankohtaan. Nuorin U-rikas ~1.81 Ga ikäinen faasi mitattiin biotiittikivestä A1937. Näissä myös biotiitin sisältä mitattiin korkeita U-pitoisuuksia, joten biotiitin ja U-liikkuminen lienee ainakin jossain geologisen historian vaiheessa tapahtunut samanaikaisesti. Nuorimmat ~1.76 Ga iät mitattiin kuitenkin A1938 näytteen karbonaattiraosta poimituista hyvin U-köyhistä hiilipalleroista, joita aluksi luultiin ulkonäön perusteella tukoliitiksi. Pohjois-Suomen tukoliitit ja muutkin nuoremmat U-mineraalit ovat usein suurin piirtein tämän ikäisiä, mutta niiden U-pitoisuudet ovat olleet suurempia (mm. Mänttari, 1995).

Biotiittigraniitin A1938 kahden U-riikkaan mineraalifraktioiden (D ja E) U-Pb-analyysipisteet ovat käänteisesti diskordanteja. Liekö HF-uuttaminen tai luonnossa tapahtunut uraanin fraktioituminen aiheuttanut tämän ilmiön. Näistä vanhempi 1.97 Ga $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -ikä edustanee parhaiten näiden mineraalien ikää. Suurin piirtein sama ikä mitattiin Asentolamminojan graniittinäytteestä A1939 separoituista U-riikkaista mineraalirakeista (1975±2 Ma).

Aikaisemmin Rovaniemen Kuohungin uraaniesiintymän uraniniitin iäksi on saatu noin 2.1 Ga. Tämä ikä on hieman diskordantin ja epätarkan U-Pb-tuloksen $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -ikä. Huomioitavaa on, että Asentolamminojan biotiittigraniitin U-riikkaiden fraktioiden D ja E Pb/U-suhteiden kautta kulkeva suora kulkee myös Kuohungin virhe-ellipsin läpi konkordiadiagrammilla (Kuva 5). Tämän suoran yläleikkauspiste konkordiakäyrällä on ~2.05 Ga. Alaleikkauspiste on kuitenkin hieman negatiivinen. Toisaalta Asentolamminojan biotiittigraniitin (D) ja graniitin (A) U-rikkaiden mineraalien $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -iät ovat samaa luokkaa, noin 1.97-1.98 Ga.

Miksi sitten U-pitoisuudet eivät olleet U-Pb-analysoiduissa mineraalifraktioissa kovin suuria kun EDS:llä mitattiin jopa yli 70 % U-pitoisuuksia? Tämä johtunee uraanin epätasaisesta jakautumisesta mineraalirakeissa. EDS-analyysissä keskityttiin osin raskaimpiin faaseihin. Koska Kuohungin uraniniittirakeiden U-pitoisuus oli ~40 %, voitaisiin olettaa sen edustavan primäärimpää ja todennäköisesti sisäiseltä rakenteeltaan homogeenisempää materiaalia, mikä mahdollisesti indikoi häiriöttömämpää geologista ympäristöä. Sen sisäistä rakennetta voitaisiin myöhemmin tutkia SEM:llä ja tarkentaa aiemmin saatua U-Pb-ikää HF-uuttamalla ja ilman uuttoa.

5 KIRJALLISUUSVIITTEET

Alviola, R., Mänttari, I., Mäkitie, H. & Vaasjoki, M., 2001. Svecofennian rare-element granitic pegmatites of the Ostrobothnia region, western Finland; their metamorphic environment and time of intrusion. In (ed. Hannu Mäkitie) Svecofennian granitic pegmatites (1.86-1.79 Ga) and quartz monzonite (1.87 Ga), and their metamorphic environment in the Seinäjoki region, western Finland. Geol. Surv. Finland, Spec. Pap. 30, 9-29.

Krogh, T.E., 1982. Improved accuracy of U-Pb zircon ages by the creation of more concordant systems using an air abrasion technique. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 46, 637-649.

Krogh, T.E., 1973. A low-contamination method for hydrothermal decomposition of U and Pb for isotopic age determinations. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 37, 485-494.

Ludwig, K.R., 1991. PbDat 1.21 for MS-dos: A computer program for IBM-PC Compatibles for processing raw Pb-U-Th isotope data. Version 1.07.

Ludwig, K.R., 2003. Isoplot/Ex 3. A geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center. Special publication No. 4.

Mänttari, I., 1995. Lead isotope characteristics of epigenetic gold mineralization in the Palaeoproterozoic Lapland greenstone belt, northern Finland. *Geol. Surv. Finland, Bull.* 381, 70 p.

Romer, R.L. and Wright, J.E., 1992. U-Pb dating of columbites: A geochronological tool to date magmatism and ore deposits. *Geochim. Cosmochim. Acta* 56, 2137-2142.

Stacey, J.S. & Kramers, J.D. 1975. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth and Planetary Science Letters*, 26, 207-221.

Asentolamminojan mineraaleja epoksinapilla

A1939 graniitti

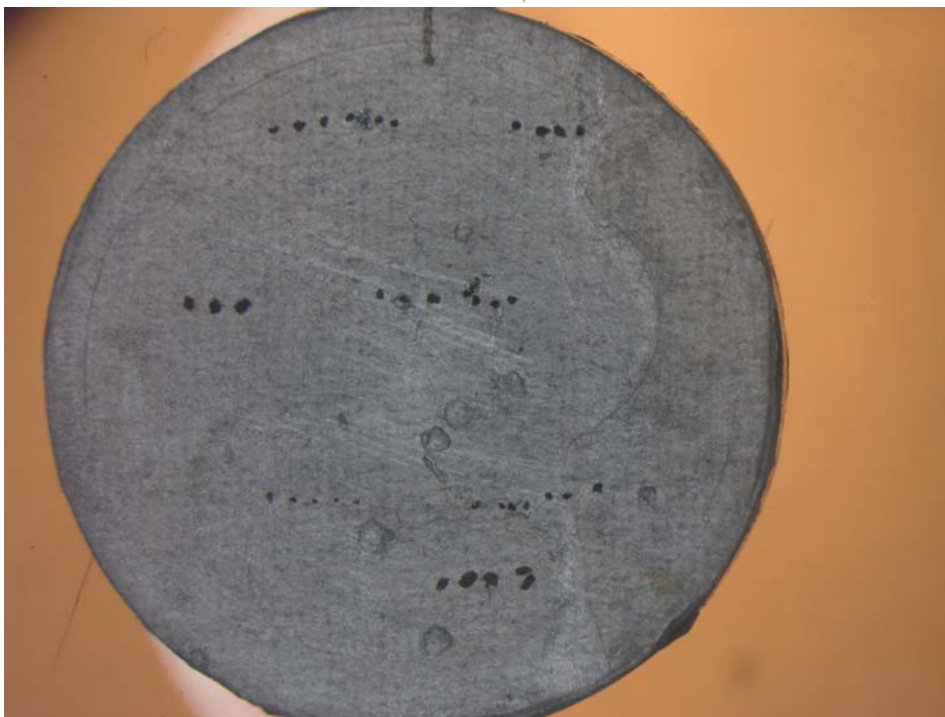
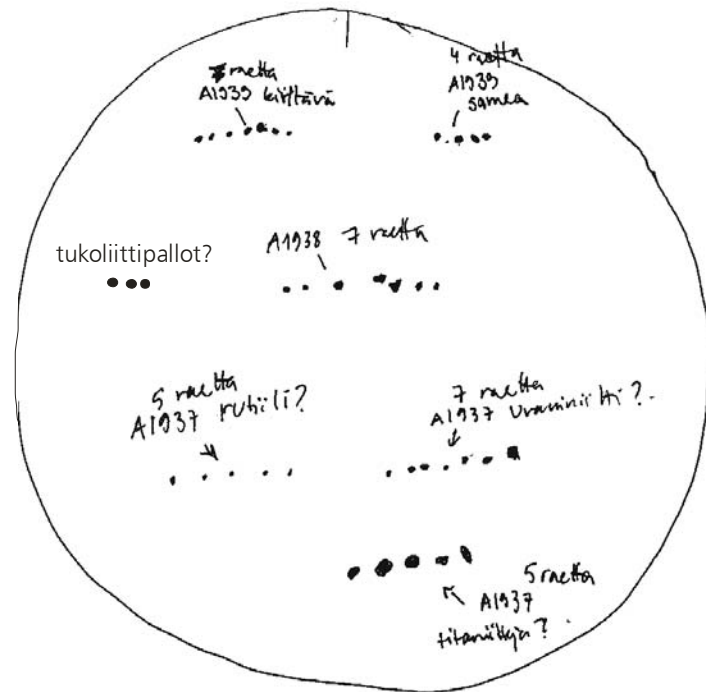
- 7 kiiltävät terveet
- 4 sameat, huokoiset

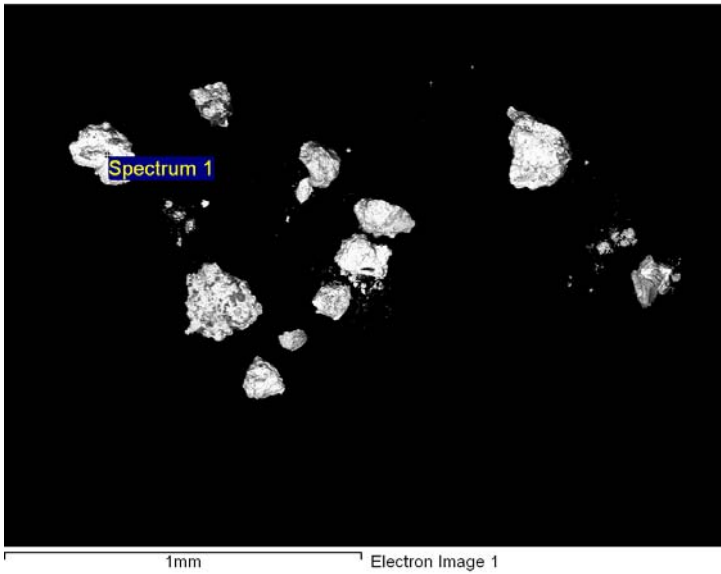
A1938 biotiittigraniitti

- 7 sekalaista rautaa

A1937 Biotiittikivi

- 5 pientä rutiilia?
- 7 uraniniittia?
- 5 ruskeaa sameaa



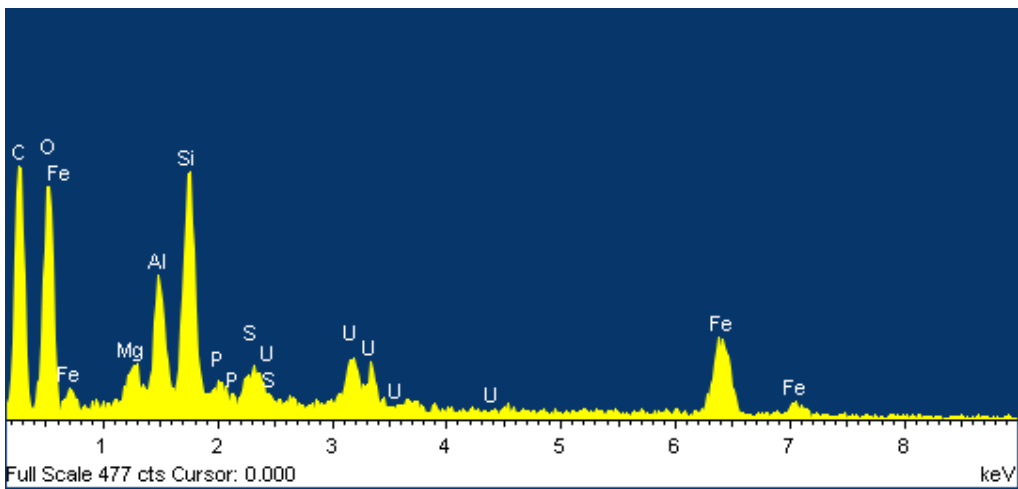


Project: Asentolamminoja_
 Site: Site of Interest2
A1937 BIOTITE ROCK
SECONDARY YELLOW U-MINERAL

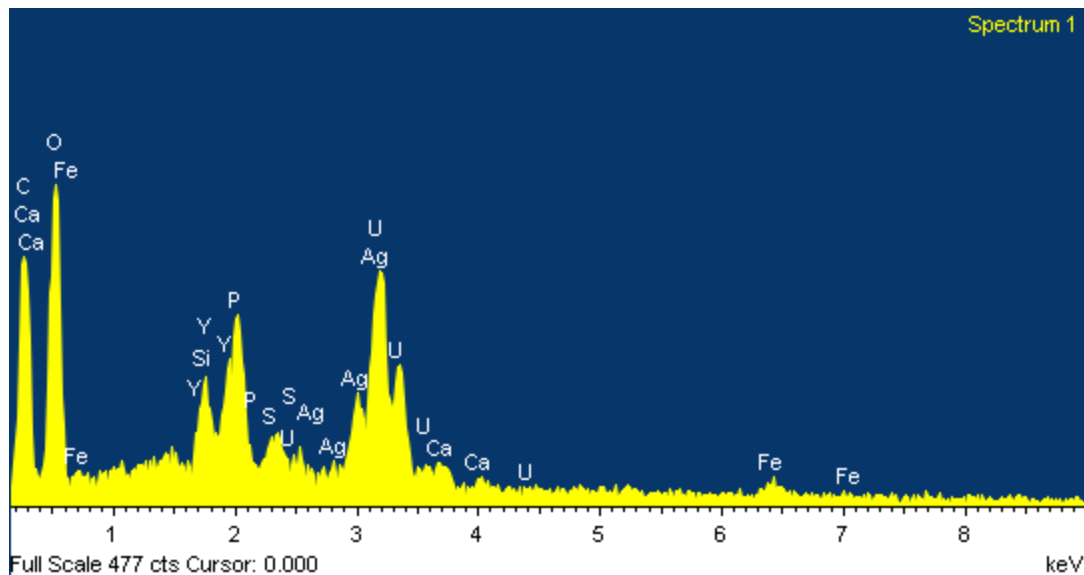
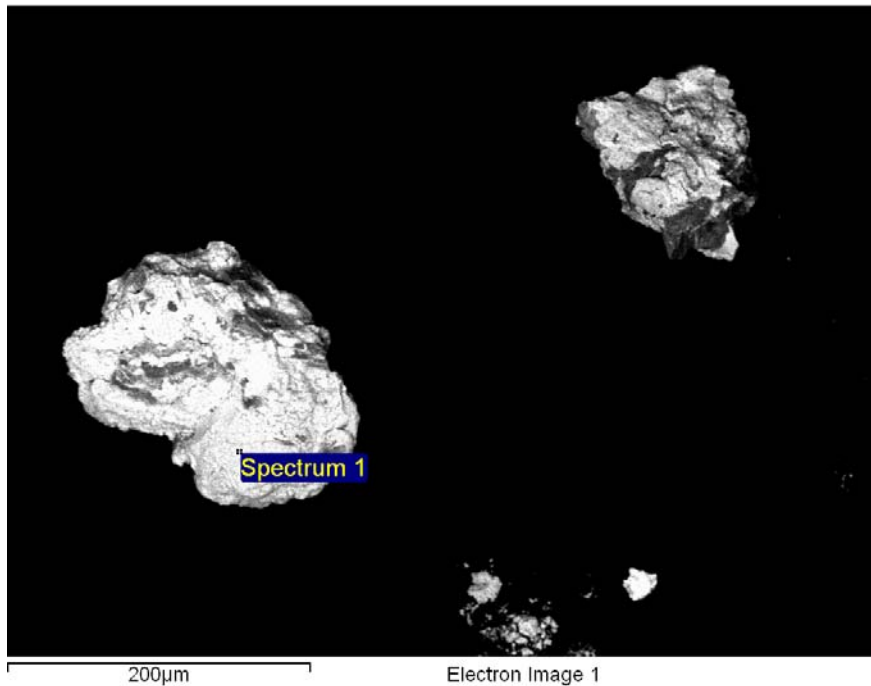
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Mg	Al	Si	P	S	Fe	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	2.58	7.85	15.18	1.33	1.86	18.85	13.73	38.64	100.00
Mean		2.58	7.85	15.18	1.33	1.86	18.85	13.73	38.64	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Max.		2.58	7.85	15.18	1.33	1.86	18.85	13.73	38.64	38.64
Min.		2.58	7.85	15.18	1.33	1.86	18.85	13.73	38.64	38.64

All results in weight%



Project: Asentolamminoja_MOUNT
 Site: Site of Interest 2
A1937 BIOTITE ROCK
SECONDARY YELLOW U-MINERAL

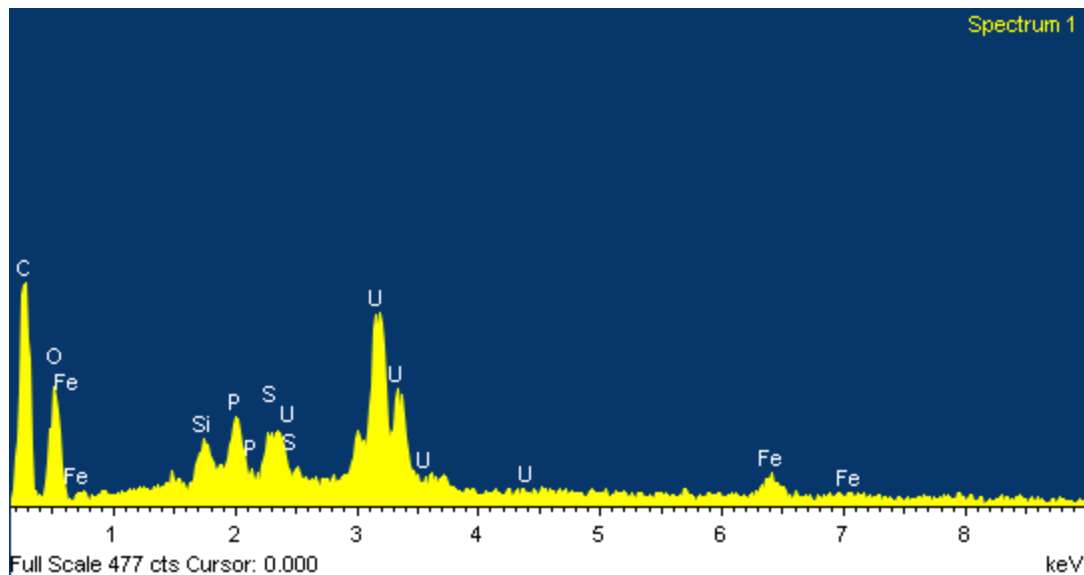
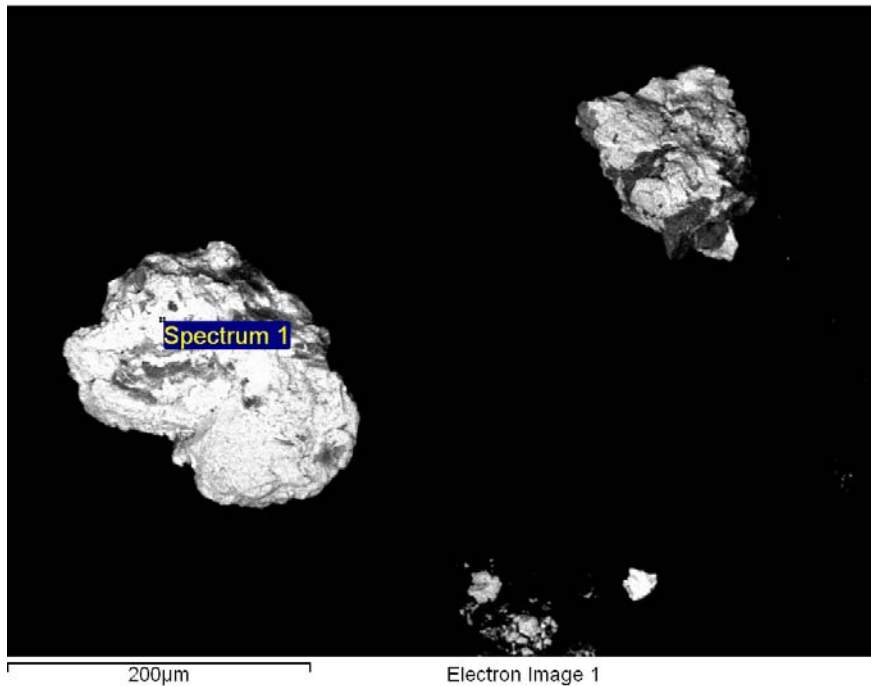


Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Si	P	S	Ca	Fe	Y	Ag	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	4.19	6.92	2.02	1.89	2.22	5.22	9.17	40.08	28.29	100.00
Mean		4.19	6.92	2.02	1.89	2.22	5.22	9.17	40.08	28.29	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Max.		4.19	6.92	2.02	1.89	2.22	5.22	9.17	40.08	28.29	
Min.		4.19	6.92	2.02	1.89	2.22	5.22	9.17	40.08	28.29	

All results in weight%

Project: Asentolamminoja_
 Site: Site of Interest 3
A1937 BIOTITE ROCK
SECONDARY YELLOW U-MINERAL

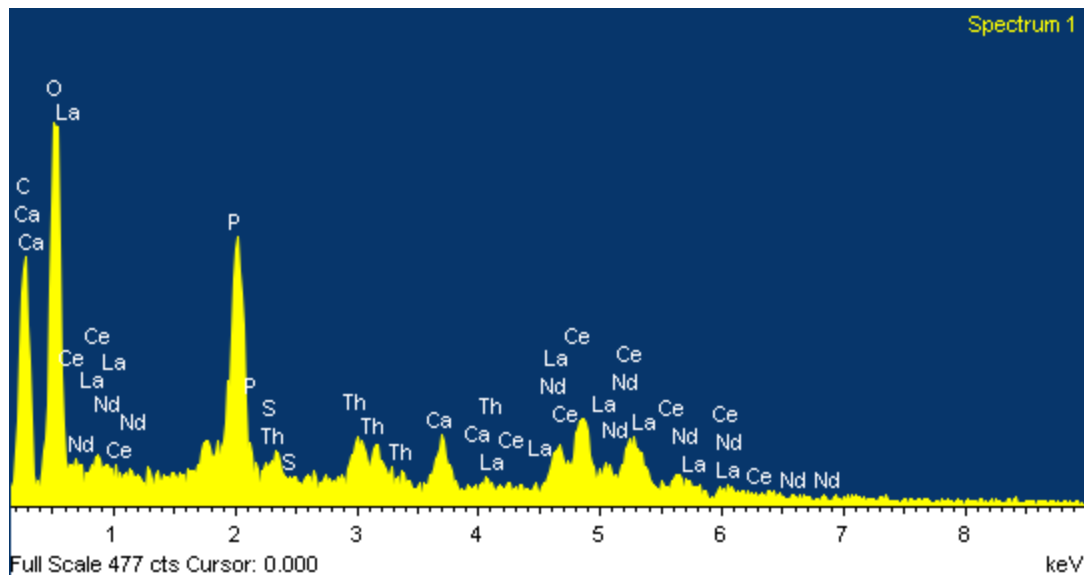
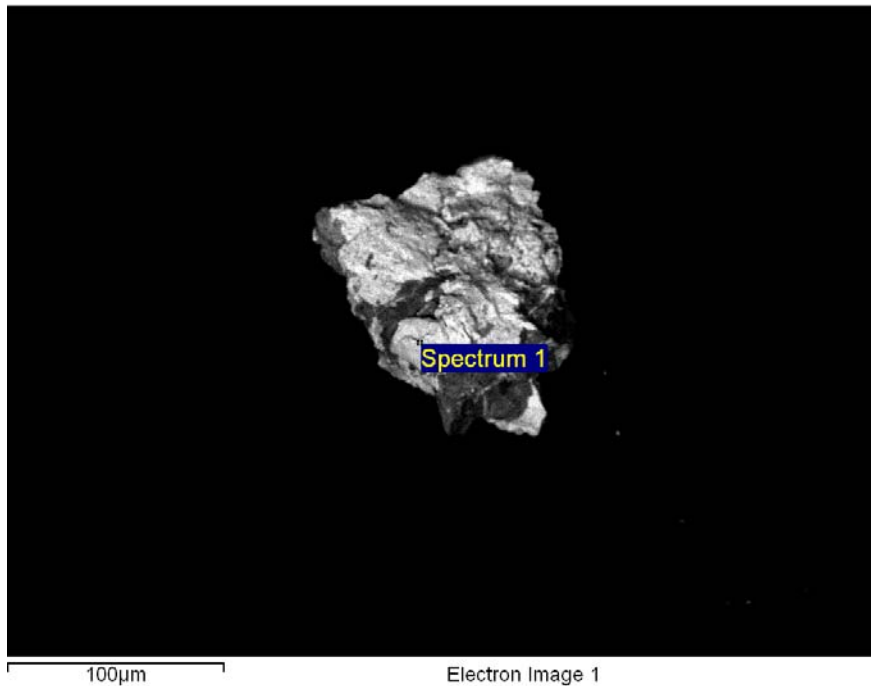


Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Si	P	S	Fe	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	3.47	5.23	3.25	5.31	54.62	28.11	100.00
Mean		3.47	5.23	3.25	5.31	54.62	28.11	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Max.		3.47	5.23	3.25	5.31	54.62	28.11	
Min.		3.47	5.23	3.25	5.31	54.62	28.11	

All results in weight%

Project: Asentolamminoja_
 Site: Site of Interest 4
A1937 BIOTITE ROCK
SECONDARY YELLOW U-MINERAL



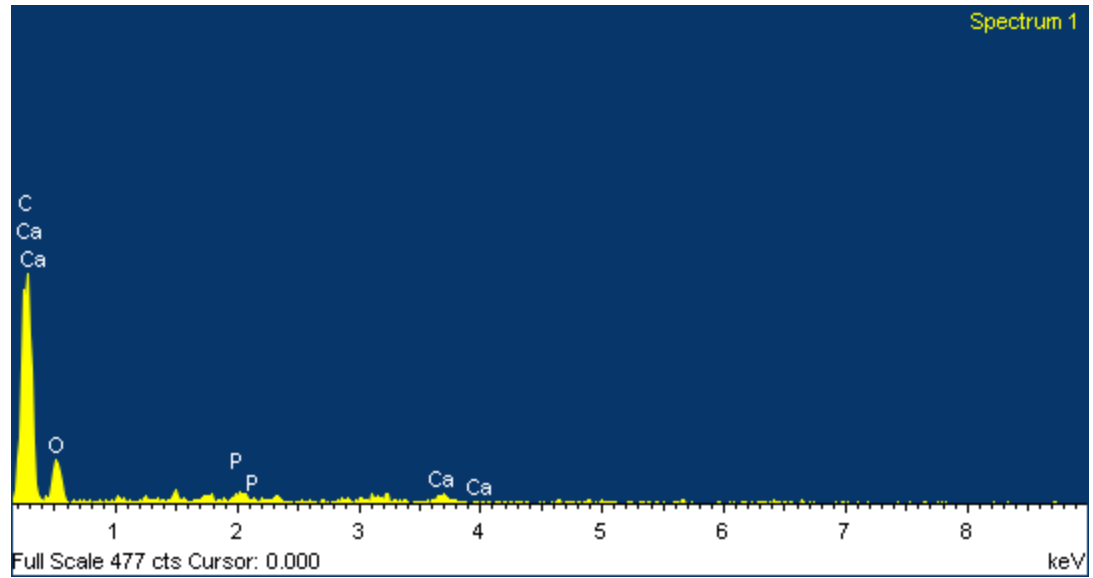
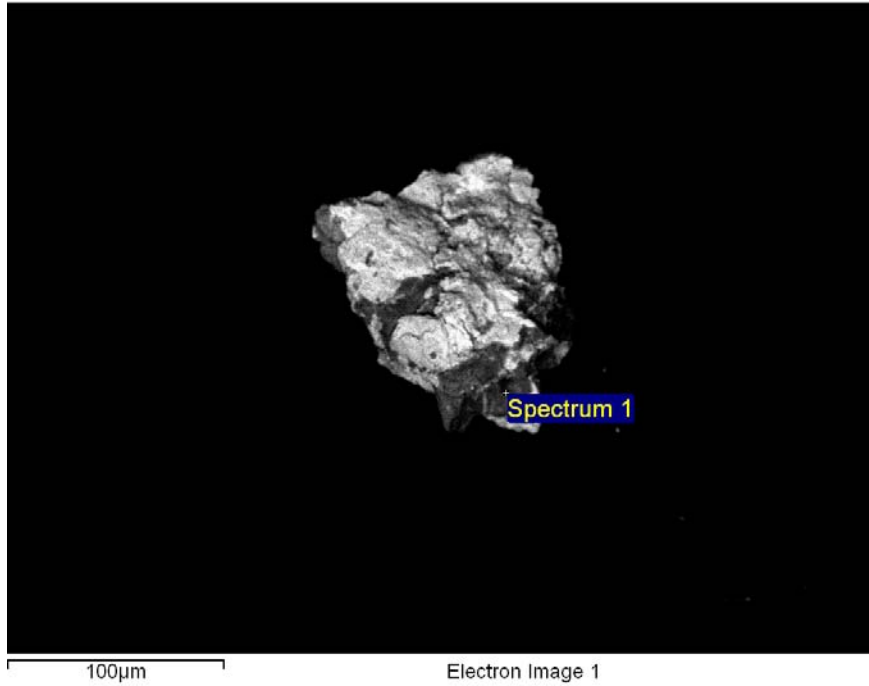
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	P	S	Ca	La	Ce	Nd	Th	O	Total
Spectrum 1	Yes	14.01	1.26	3.16	13.30	24.30	4.64	9.53	29.79	100.00
Mean		14.01	1.26	3.16	13.30	24.30	4.64	9.53	29.79	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Max.		14.01	1.26	3.16	13.30	24.30	4.64	9.53	29.79	
Min.		14.01	1.26	3.16	13.30	24.30	4.64	9.53	29.79	

All results in weight%

Project: Asentolamminoja_
 Site: Site of Interest 5
A1937 BIOTITE ROCK
SECONDARY YELLOW U-MINERAL

LIITE 2 / 5



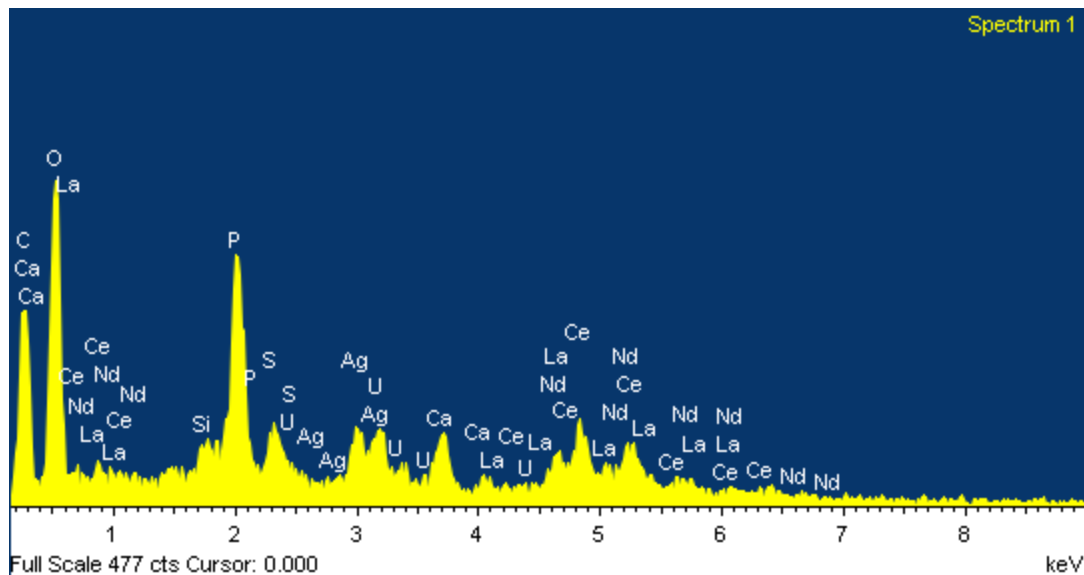
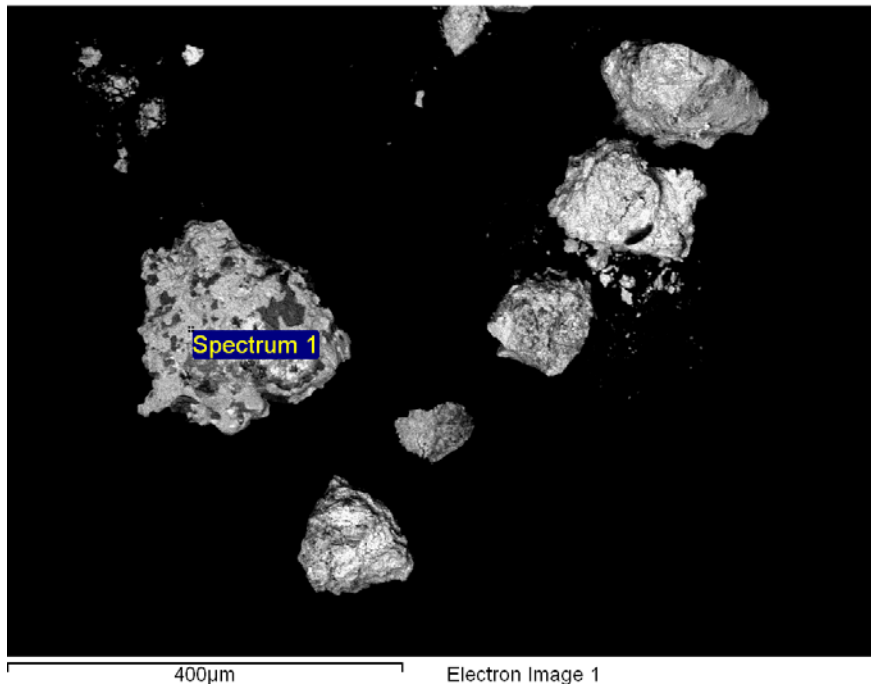
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	P	Ca	O	Total
Spectrum 1	Yes	25.39	29.89	44.72	100.00
Mean		25.39	29.89	44.72	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	
Max.		25.39	29.89	44.72	
Min.		25.39	29.89	44.72	

All results in weight%

Project: Asentolamminoja_
 Site: Site of Interest 6
A1937 BIOTITE ROCK
SECONDARY YELLOW U-MINERAL

LIITE 2 / 6



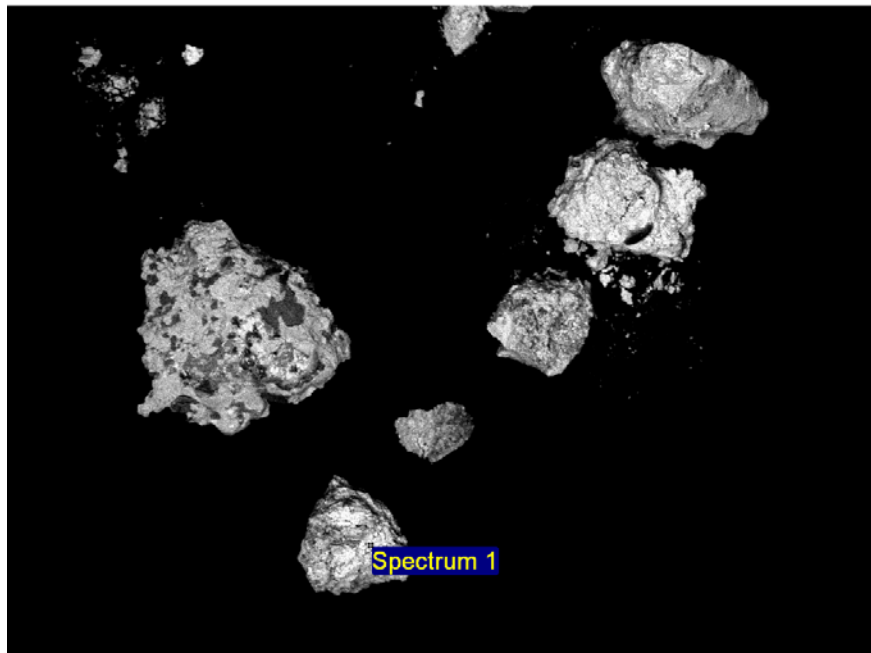
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Si	P	S	Ca	Ag	La	Ce	Nd	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	1.20	12.97	2.57	3.73	7.65	9.93	18.17	5.57	7.03	31.19	100.00
Mean		1.20	12.97	2.57	3.73	7.65	9.93	18.17	5.57	7.03	31.19	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Max.		1.20	12.97	2.57	3.73	7.65	9.93	18.17	5.57	7.03	31.19	
Min.		1.20	12.97	2.57	3.73	7.65	9.93	18.17	5.57	7.03	31.19	

All results in weight%

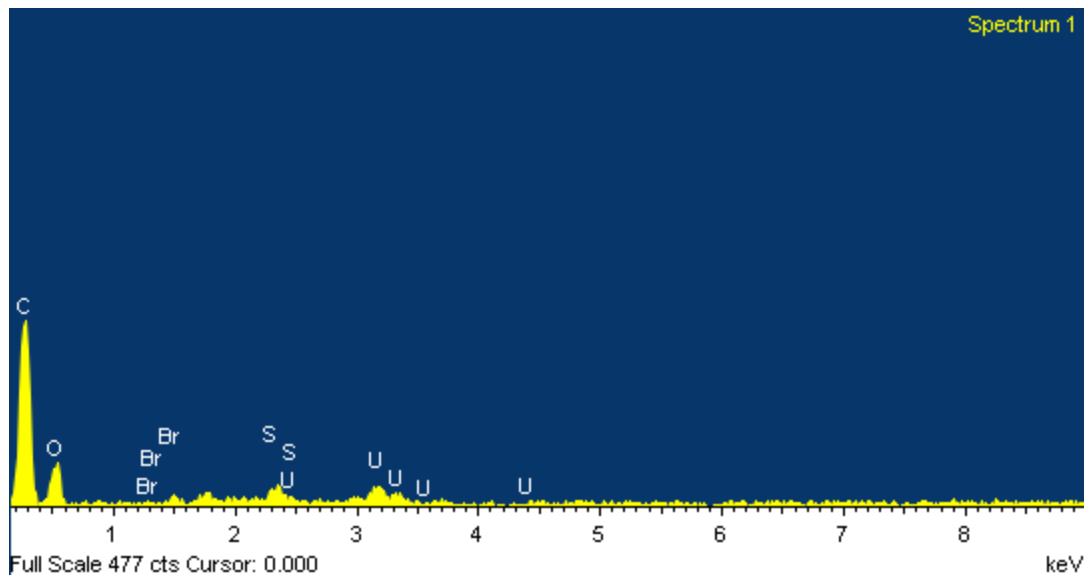
Project: Asentolamminoja
 Site: Site of Interest 7
A1937 BIOTITE ROCK
SECONDARY YELLOW U-MINERAL

LIITE 2 / 7



400µm

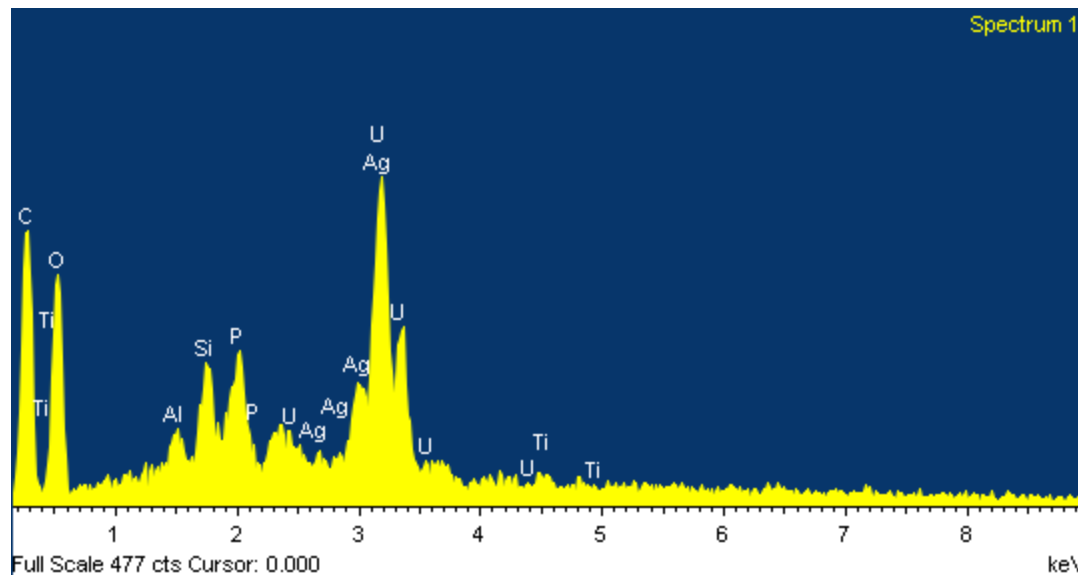
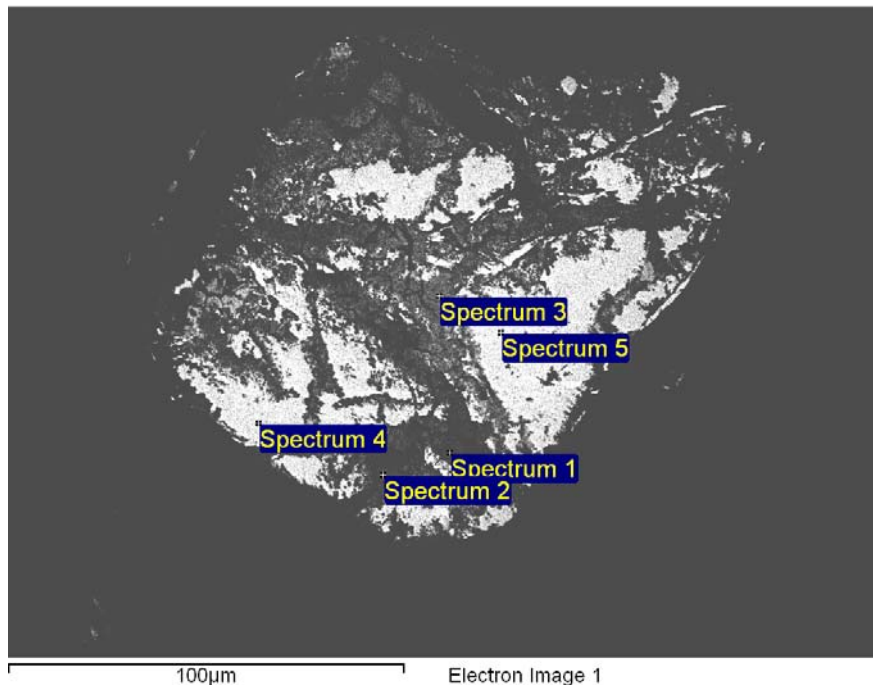
Electron Image 1



Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

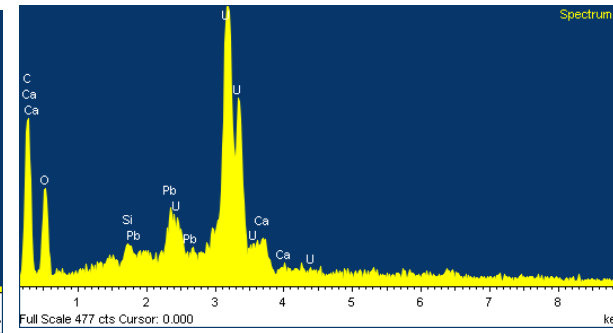
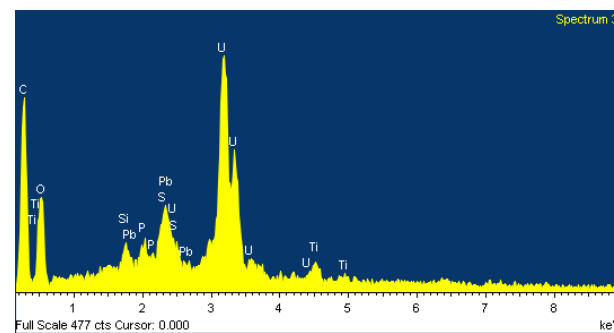
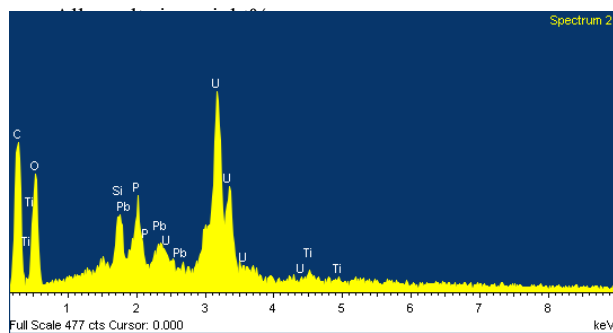
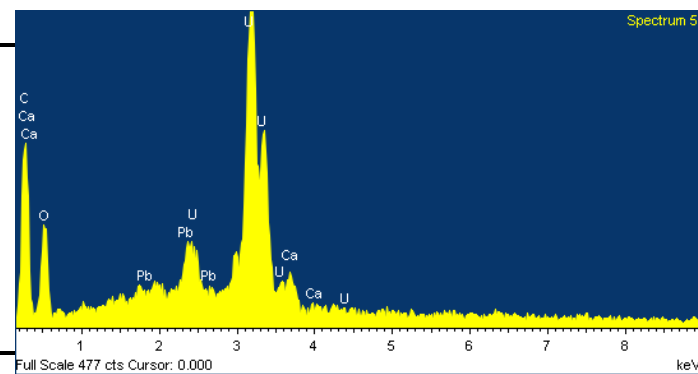
Spectrum	In stats.	S	Br	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	9.83	15.71	49.72	24.74	100.00
Mean		9.83	15.71	49.72	24.74	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	0.00	
Max.		9.83	15.71	49.72	24.74	
Min.		9.83	15.71	49.72	24.74	

All results in weight%



Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Al	Si	P	S	Ca	Ti	Ag	Pb	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	2.07	4.98	5.05			1.50	9.85		50.58	25.97	100.00
Spectrum 2	Yes		5.55	5.22			1.64		4.65	56.95	26.00	100.00
Spectrum 3	Yes		1.91	1.86	2.38		3.03		4.85	62.77	23.20	100.00
Spectrum 4	Yes		1.48			2.87			7.90	70.17	17.59	100.00
Spectrum 5	Yes					3.22			8.36	71.98	16.44	100.00
Max.		2.07	5.55	5.22	2.38	3.22	3.03	9.85	8.36	71.98	26.00	
Min.		2.07	1.48	1.86	2.38	2.87	1.50	9.85	4.65	50.58	16.44	



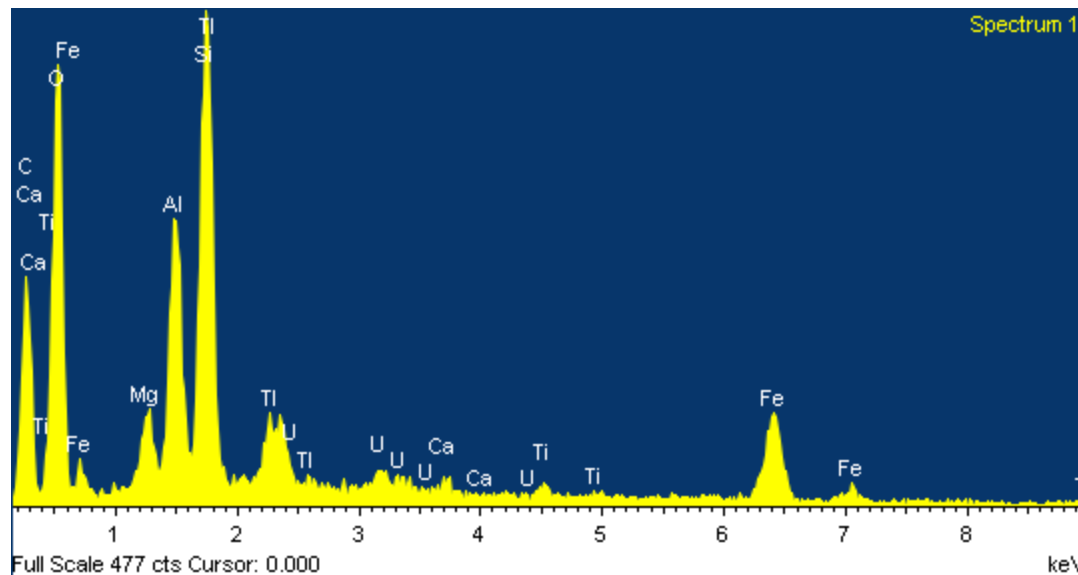
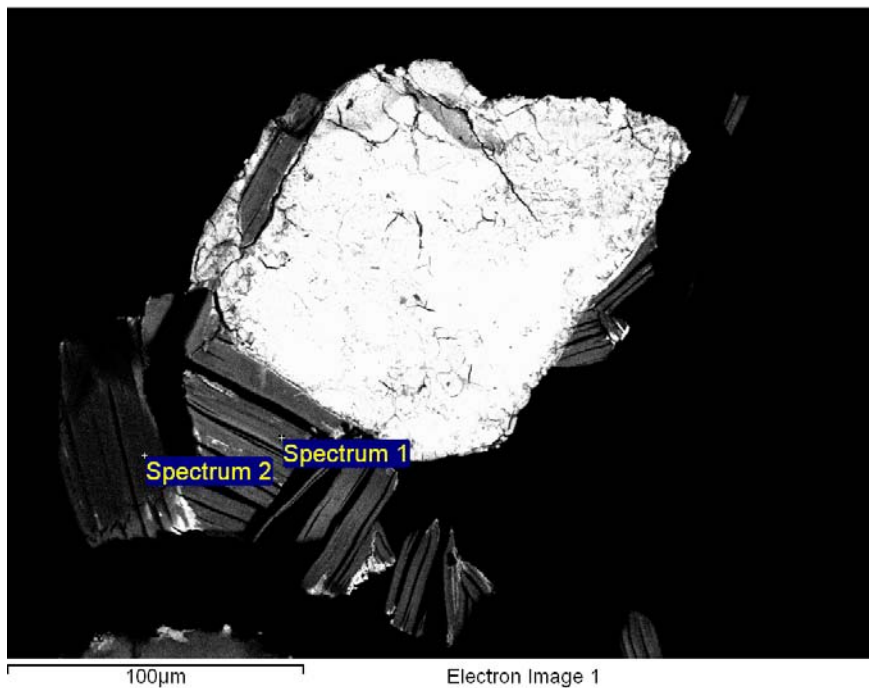
Project: Asentolamminoja_MOUNT

Site: Site of Interest 2

A1937 BIOTITE ROCK

Biotite±U

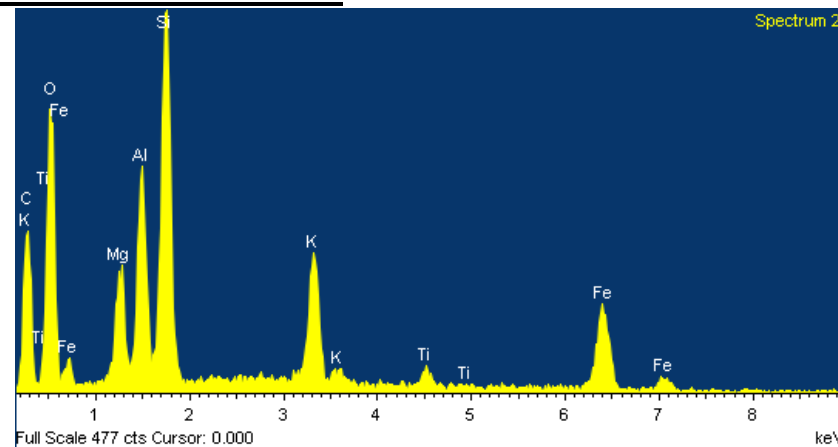
LIITE 2 / 9

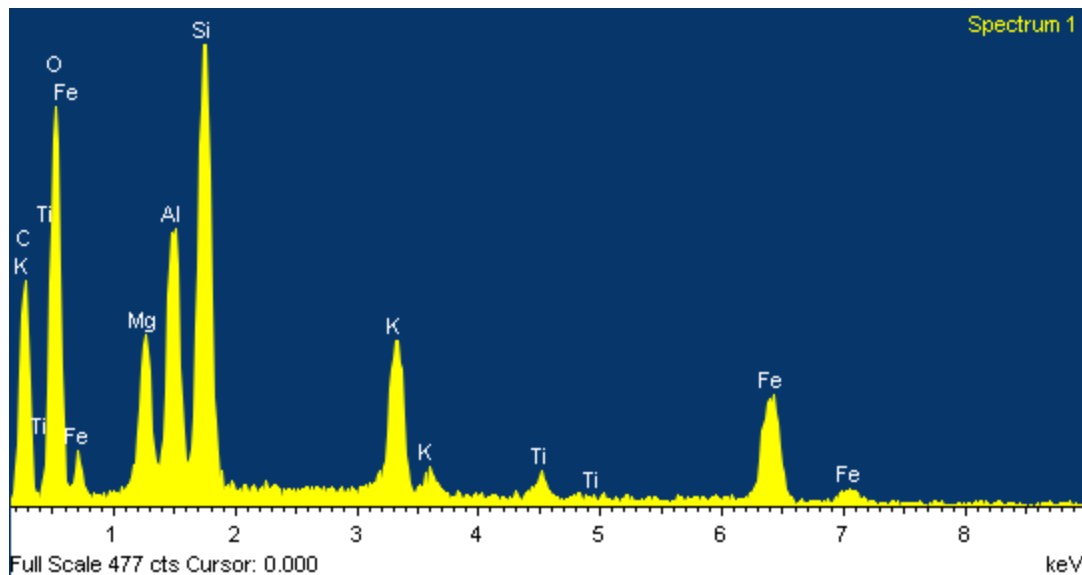
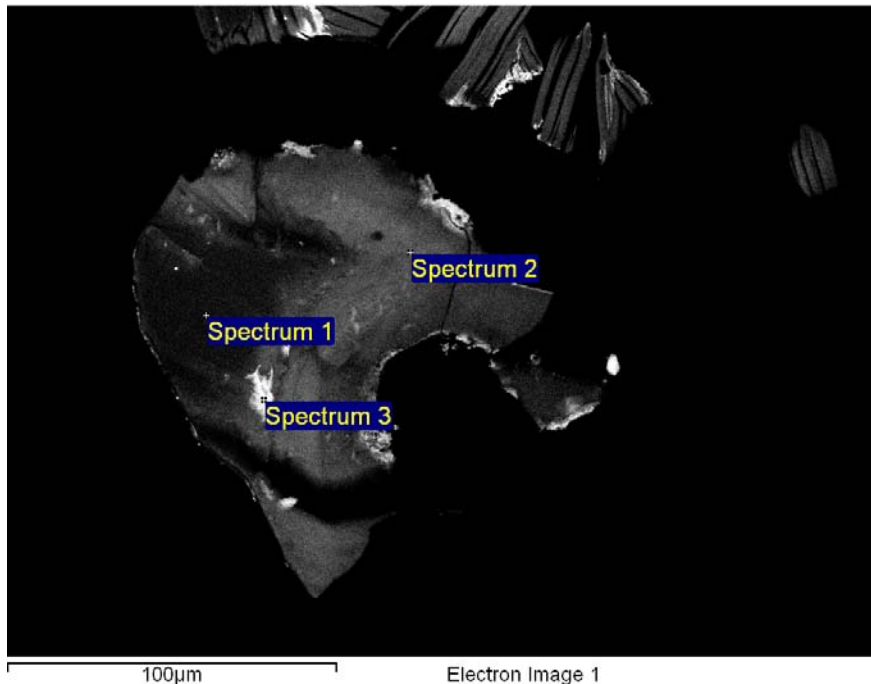


Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Fe	Tl	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	3.09	10.11	20.21		0.72	1.07	12.52	9.00	3.57	39.71	100.00
Spectrum 2	Yes	6.20	9.45	18.86	8.11		1.63	14.78			40.96	100.00
Max.		6.20	10.11	20.21	8.11	0.72	1.63	14.78	9.00	3.57	40.96	
Min.		3.09	9.45	18.86	8.11	0.72	1.07	12.52	9.00	3.57	39.71	

All results in weight%

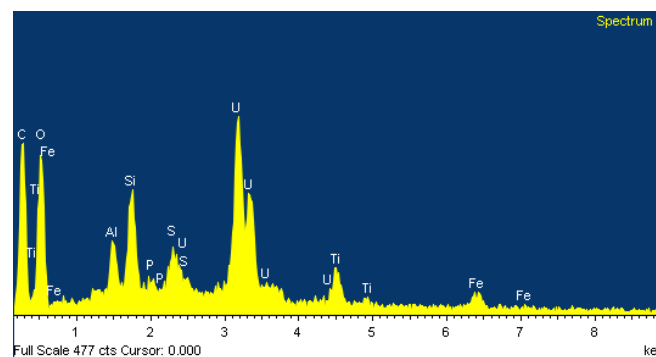
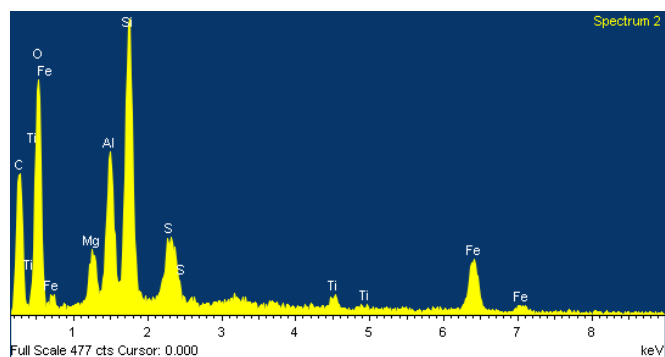


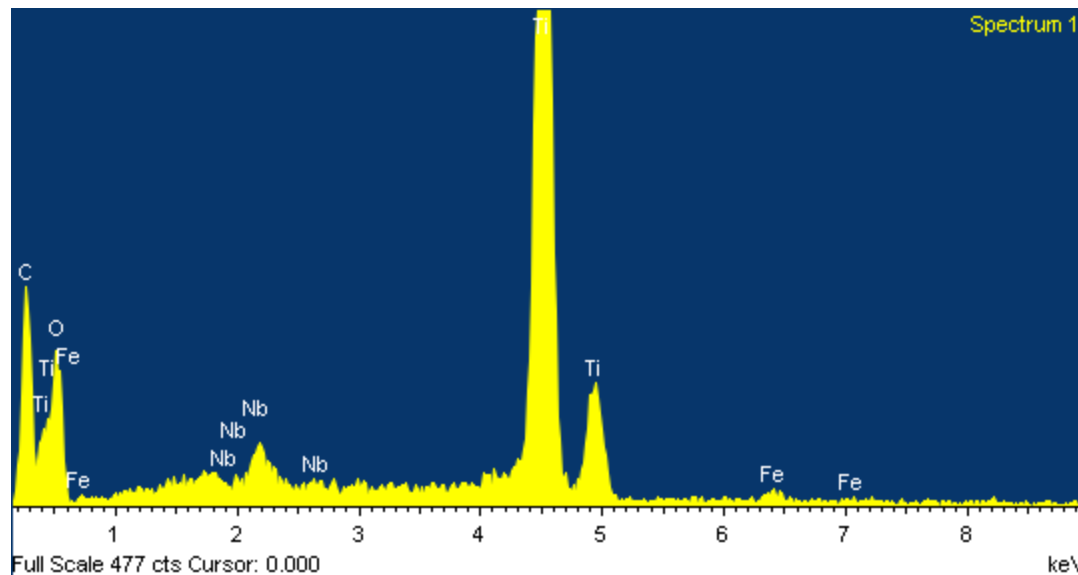
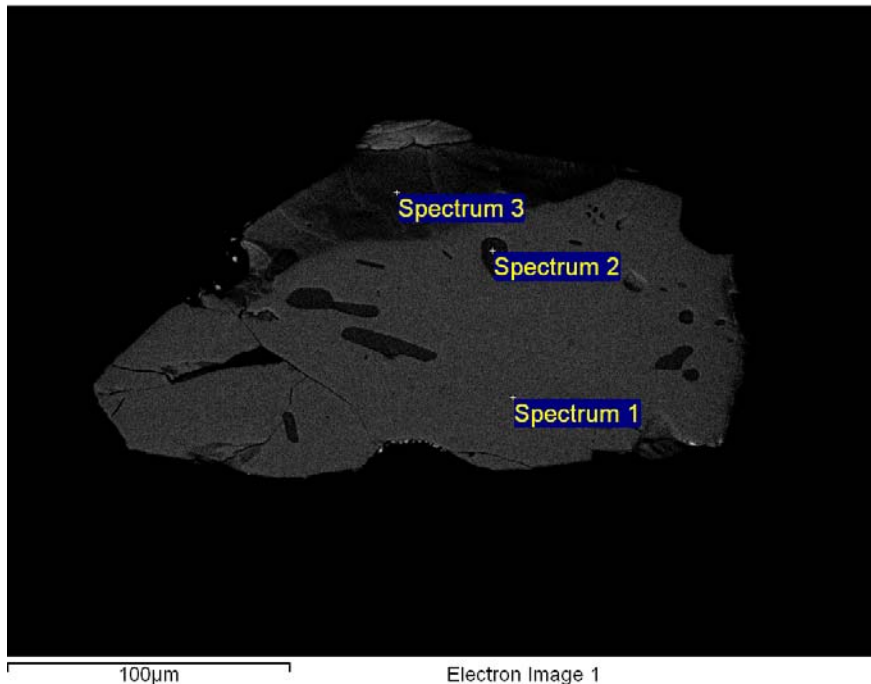


Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Mg	Al	Si	P	S	K	Ti	Fe	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	6.12	9.98	18.26			7.99	1.64	15.22		40.79	100.00
Spectrum 2	Yes	4.22	9.47	20.94		3.76		1.78	13.94		45.88	100.00
Spectrum 3	Yes		4.00	7.25	1.09	1.95		5.01	3.48	47.20	30.01	100.00
Max.		6.12	9.98	20.94	1.09	3.76	7.99	5.01	15.22	47.20	45.88	
Min.		4.22	4.00	7.25	1.09	1.95	7.99	1.64	3.48	47.20	30.01	

All results in weight%

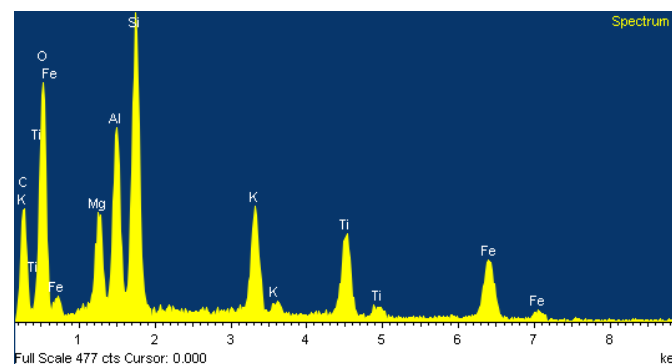
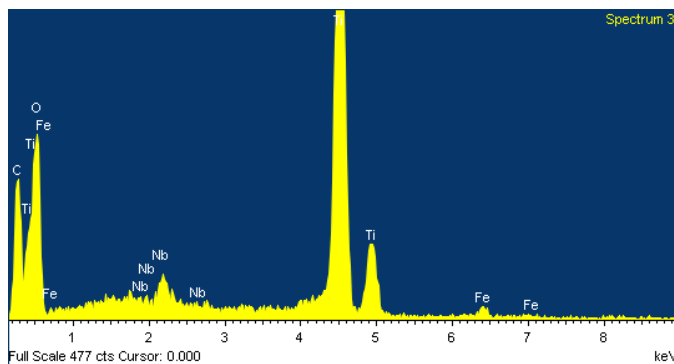


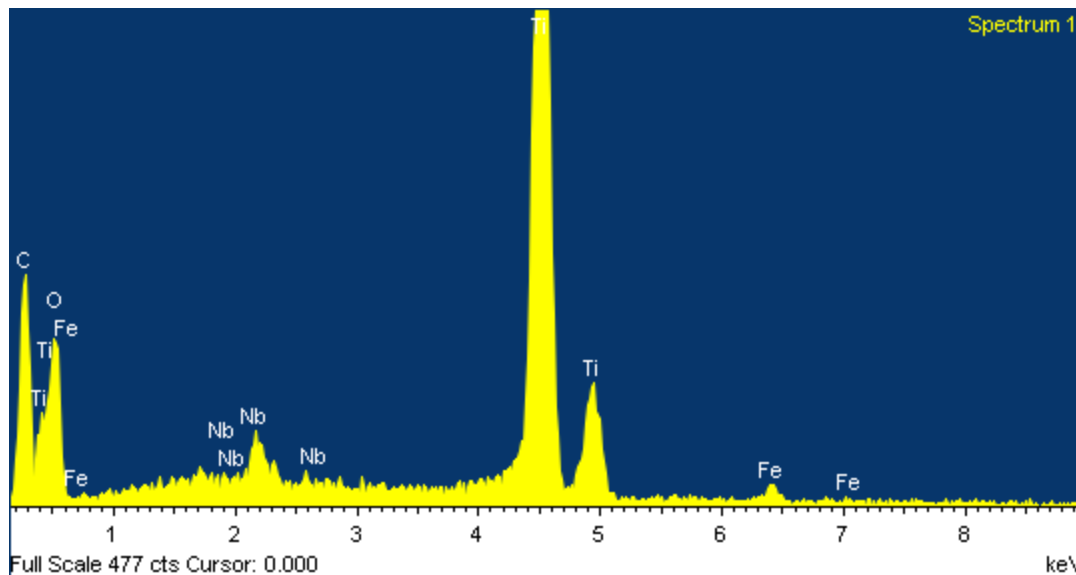
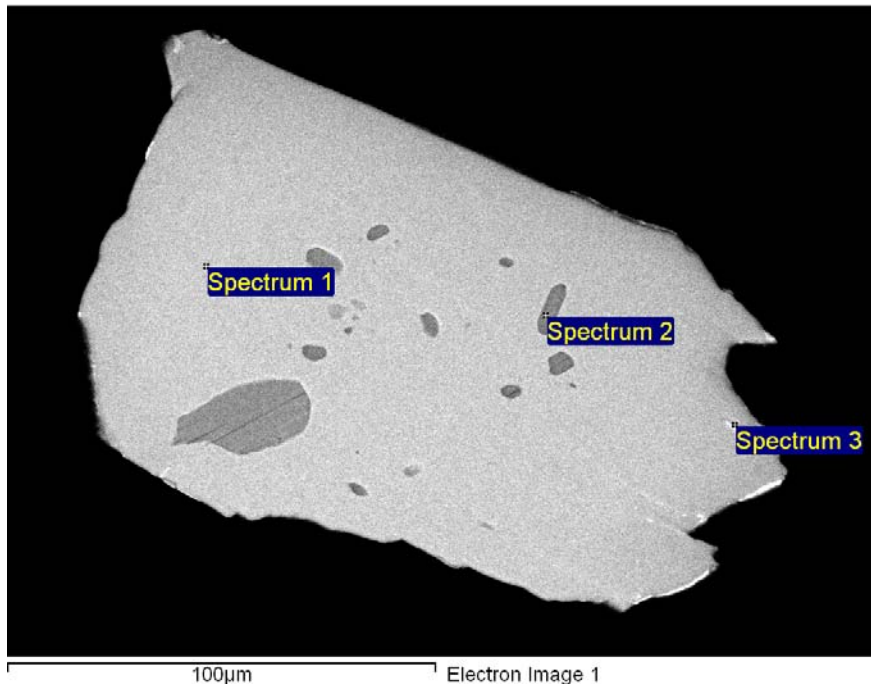


Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Mg	Al	Si	K	Ti	Fe	Nb	O	Total
Spectrum 1	Yes					56.57	1.24	2.83	39.36	100.00
Spectrum 2	Yes	5.55	9.33	16.22	7.21	8.72	11.85		41.12	100.00
Spectrum 3	Yes					55.50	1.99	3.40	39.11	100.00
Max.		5.55	9.33	16.22	7.21	56.57	11.85	3.40	41.12	
Min.		5.55	9.33	16.22	7.21	8.72	1.24	2.83	39.11	

All results in weight%

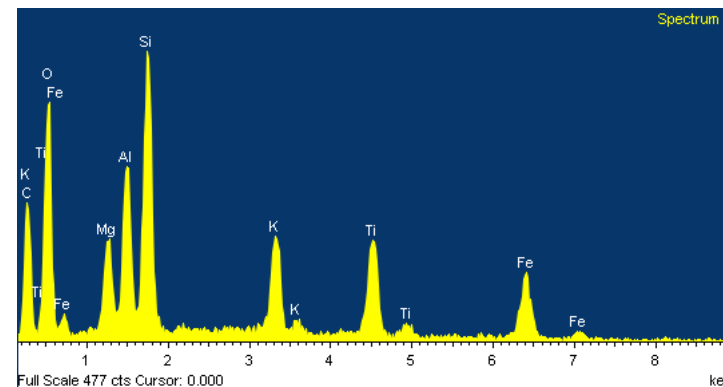
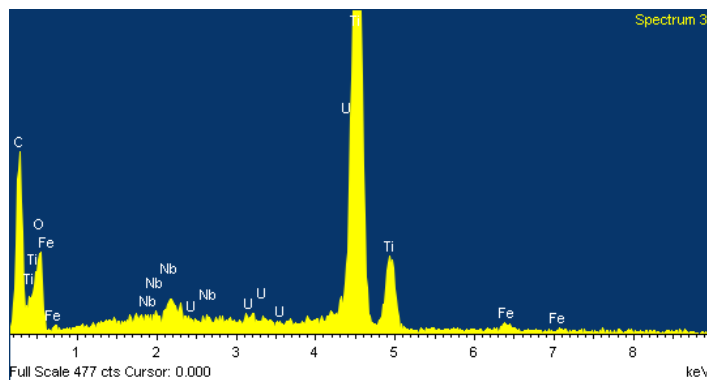




Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Mg	Al	Si	K	Ti	Fe	Nb	U	O	Total
Spectrum 1	Yes					55.53	2.04	3.32		39.11	100.00
Spectrum 2	Yes	5.44	8.64	15.60	7.01	10.61	11.77			40.93	100.00
Spectrum 3	Yes					55.40	1.50	2.38	1.87	38.84	100.00
Max.		5.44	8.64	15.60	7.01	55.53	11.77	3.32	1.87	40.93	
Min.		5.44	8.64	15.60	7.01	10.61	1.50	2.38	1.87	38.84	

All results in weight%



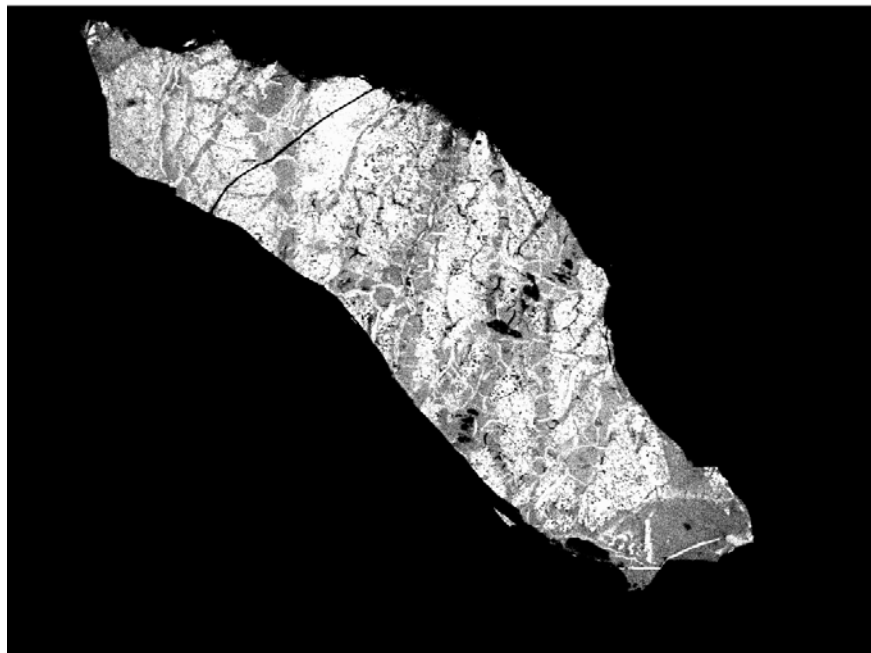
Project: Asentolamminoja_MOUNT

Site: Site of Interest 8

A1937 BIOTITE ROCK

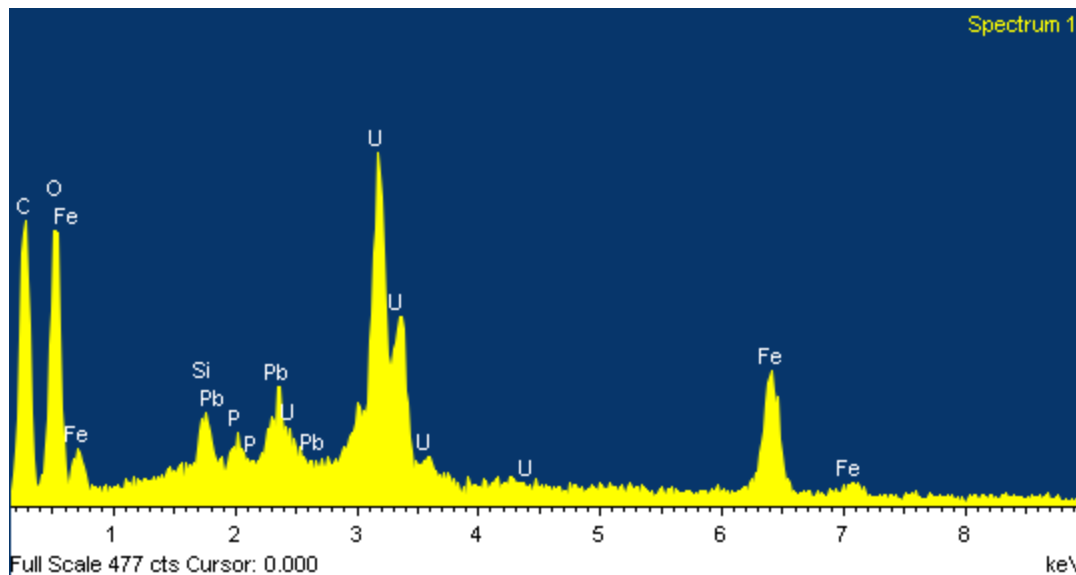
U-rich

LIITE 2 / 13



100µm

Electron Image 1



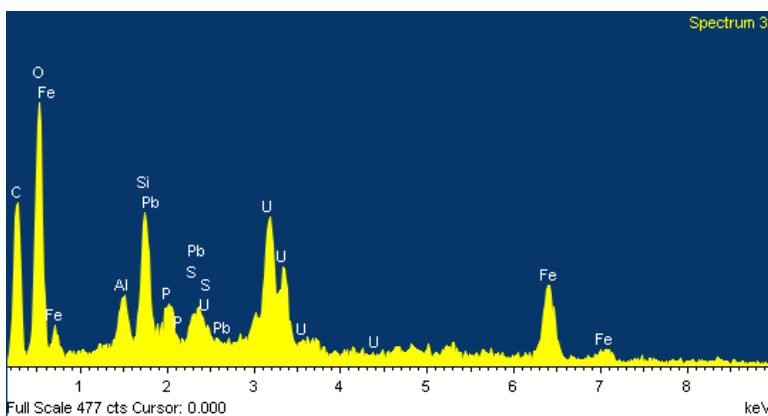
Full Scale 477 cts Cursor: 0.000

keV

Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

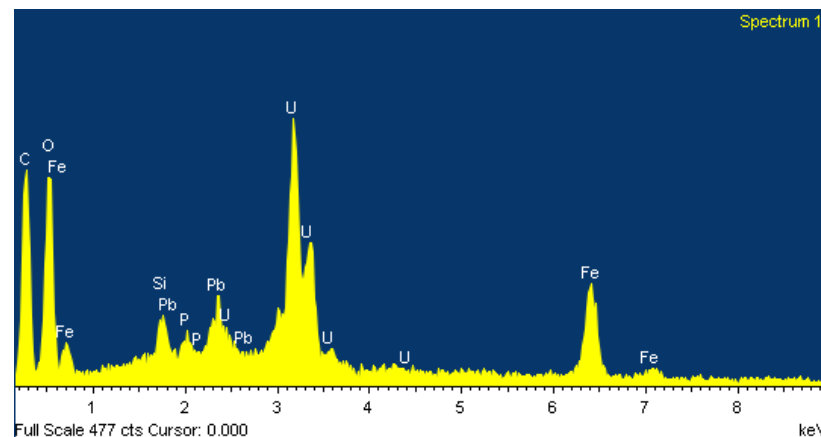
Spectrum	In stats.	Al	Si	P	S	Fe	Ta	Pb	U	O	Total
Spectrum 1	Yes		2.67	1.42		17.76		5.36	51.95	20.85	100.00
Spectrum 2	Yes					3.80	4.20	6.54	69.02	16.44	100.00
Spectrum 3	Yes	3.52	8.62	2.92	1.18	16.69		4.09	32.79	30.20	100.00
Max.		3.52	8.62	2.92	1.18	17.76	4.20	6.54	69.02	30.20	
Min.		3.52	2.67	1.42	1.18	3.80	4.20	4.09	32.79	16.44	

All results in weight%



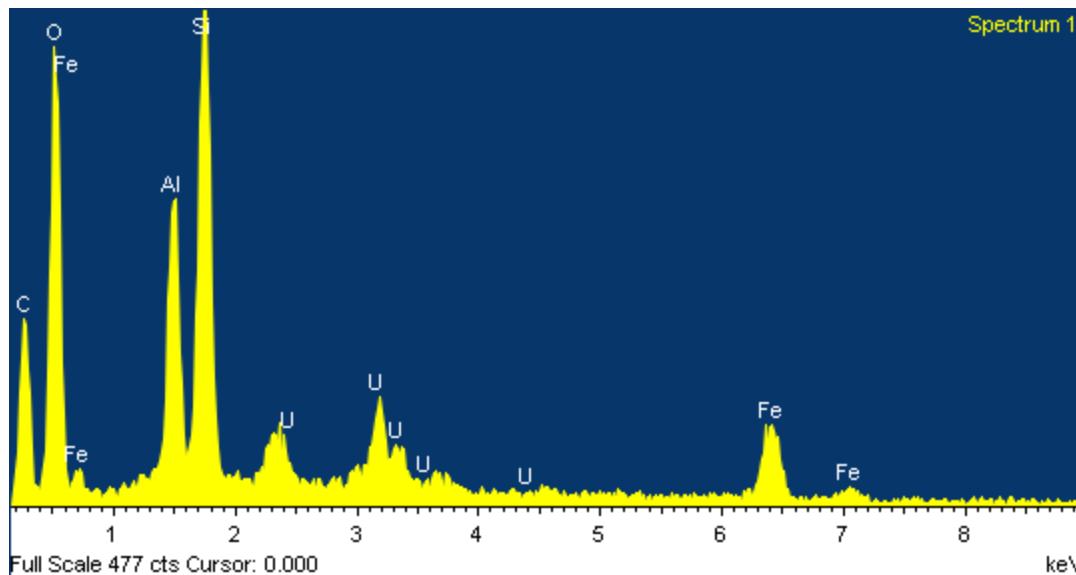
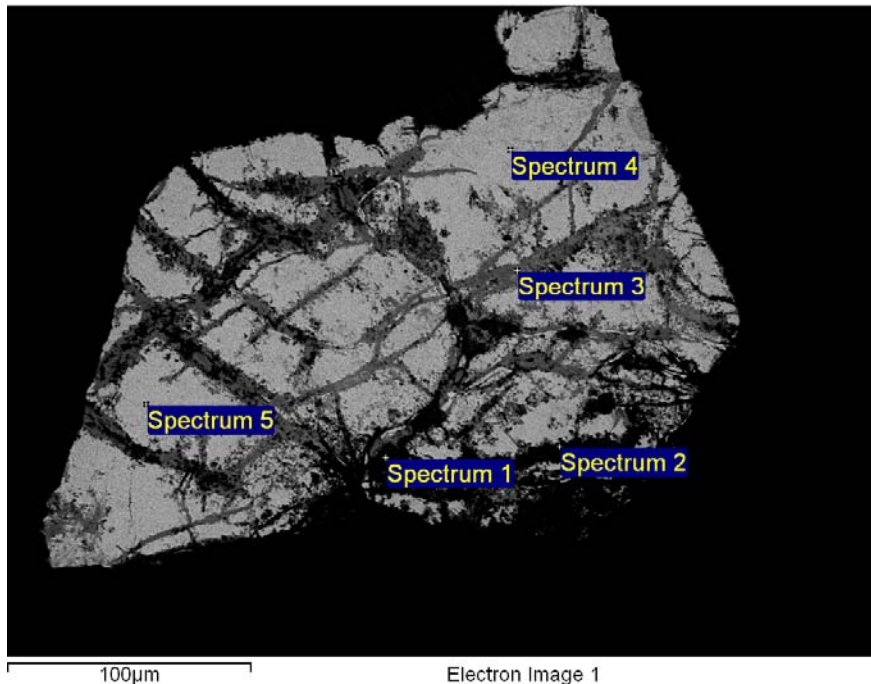
Full Scale 477 cts Cursor: 0.000

keV



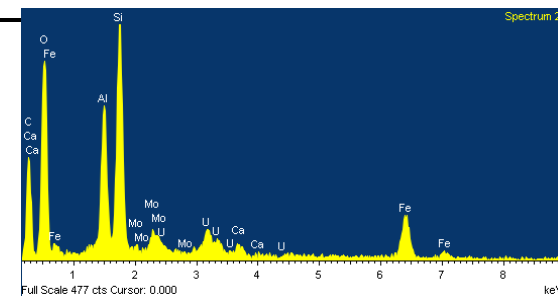
Full Scale 477 cts Cursor: 0.000

keV

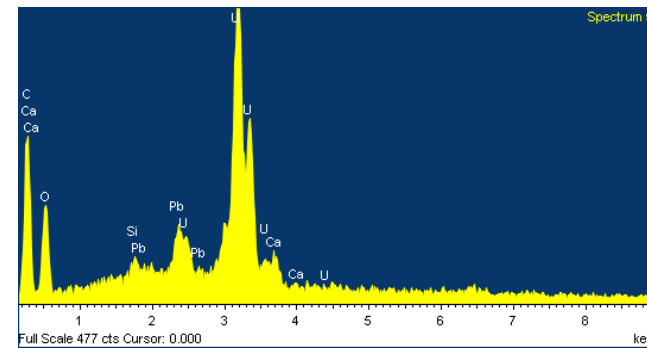
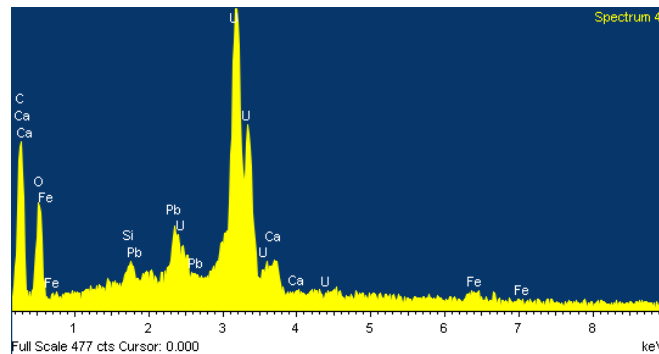
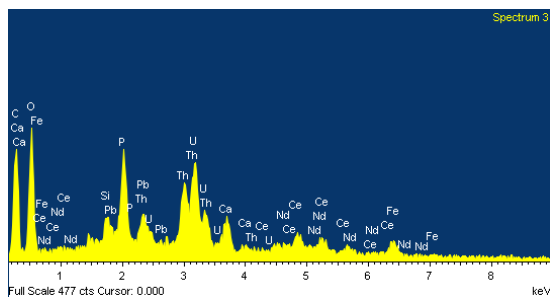


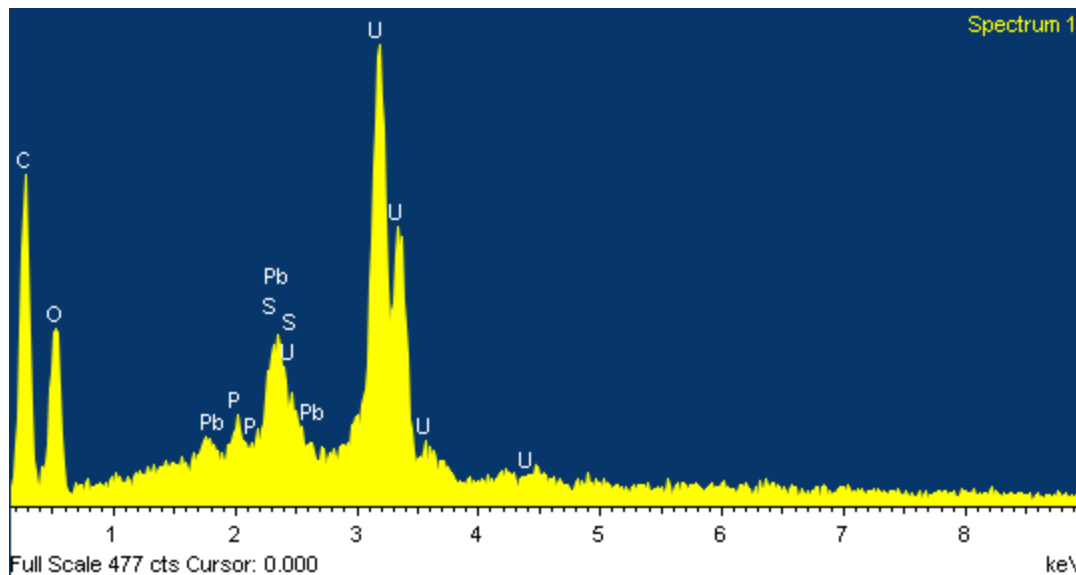
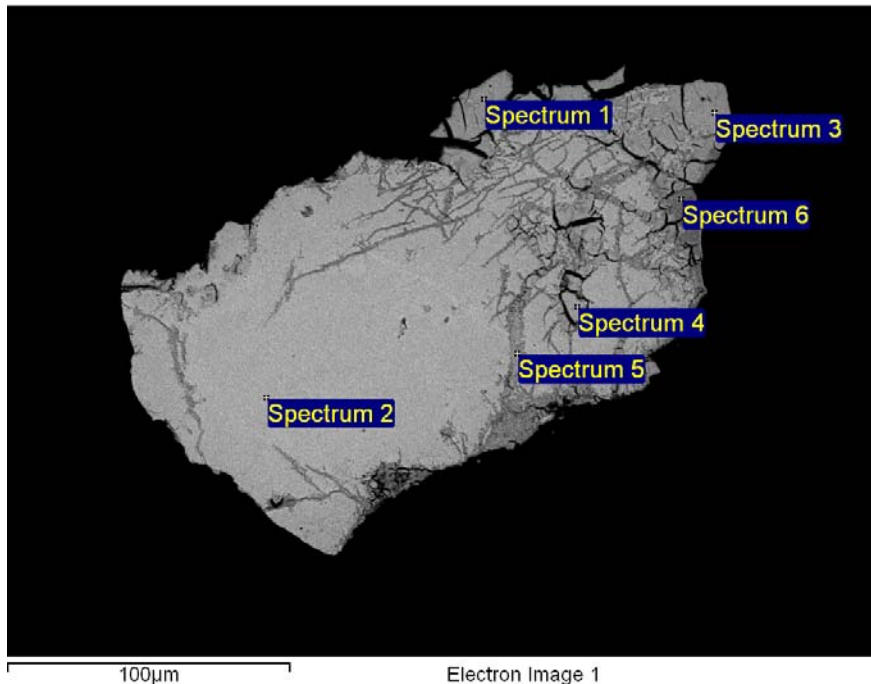
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Al	Si	P	Ca	Fe	Mo	Ce	Nd	Pb	Th	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	11.38	22.02			12.17						13.09	41.34	100.00
Spectrum 2	Yes	11.29	20.38		1.30	13.26	4.24					8.18	41.35	100.00
Spectrum 3	Yes		2.19	8.27	4.25	4.00		7.31	3.43	5.58	21.71	18.29	24.95	100.00
Spectrum 4	Yes		1.70		2.91	1.70				8.02		67.81	17.87	100.00
Spectrum 5	Yes		1.28		2.74					8.18		70.41	17.39	100.00
Max.		11.38	22.02	8.27	4.25	13.26	4.24	7.31	3.43	8.18	21.71	70.41	41.35	
Min.		11.29	1.28	8.27	1.30	1.70	4.24	7.31	3.43	5.58	21.71	8.18	17.39	



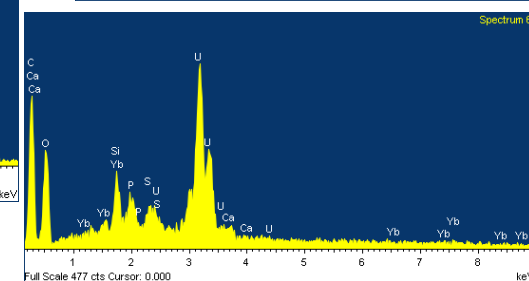
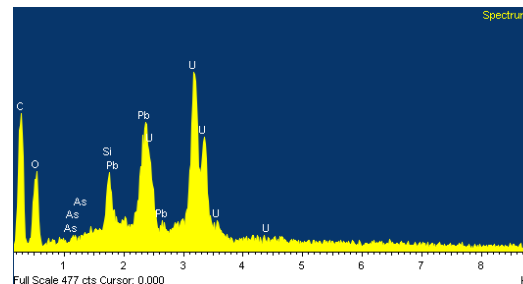
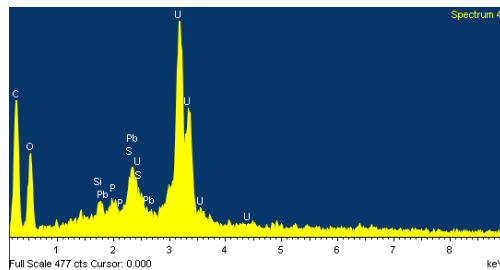
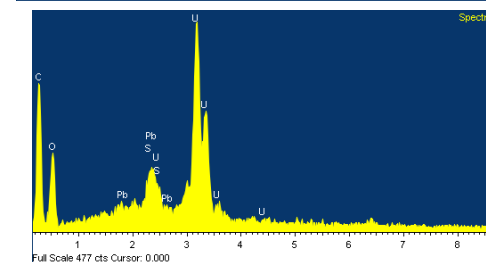
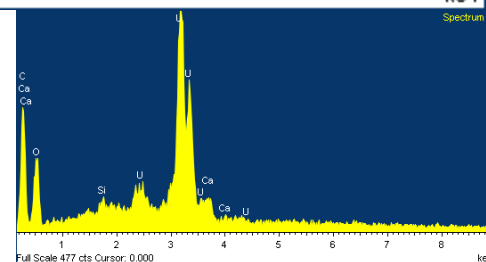
All results in weight%

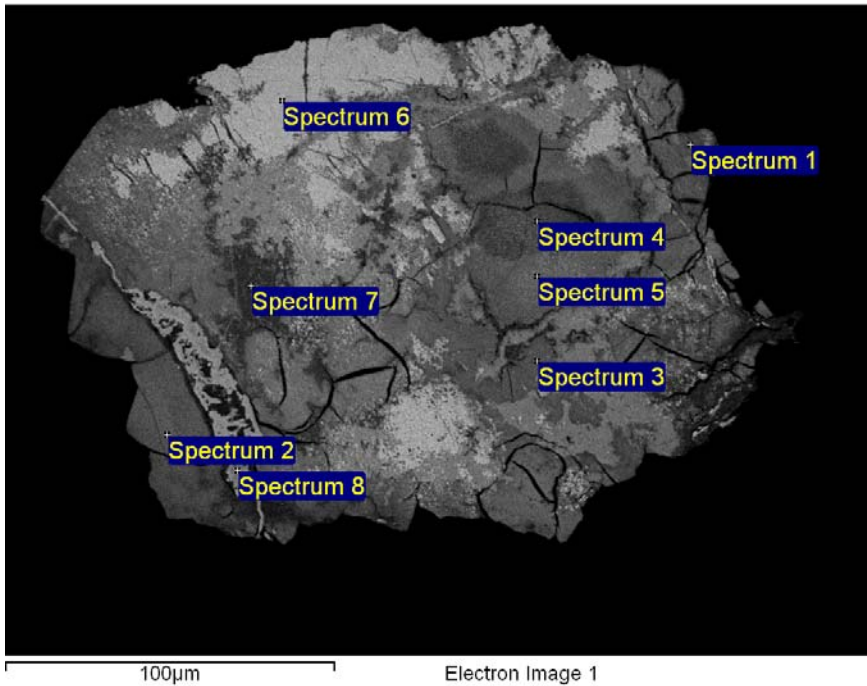




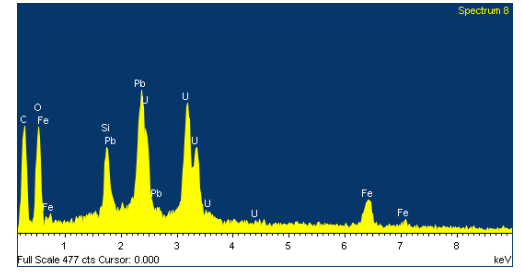
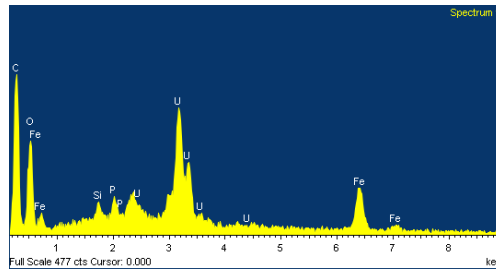
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Si	P	S	Ca	As	Yb	Pb	U	O	Total
Spectrum 1	Yes		1.98	2.54				5.54	69.18	20.75	100.00
Spectrum 2	Yes	1.28			3.08				77.34	18.29	100.00
Spectrum 3	Yes			1.61				6.36	74.16	17.86	100.00
Spectrum 4	Yes	1.54	1.27	2.14				5.65	68.54	20.86	100.00
Spectrum 5	Yes	4.68				-0.11		21.05	56.14	18.24	100.00
Spectrum 6	Yes	5.91	3.10	1.40	1.77		-0.96		62.73	26.05	100.00
Max.		5.91	3.10	2.54	3.08	-0.11	-0.96	21.05	77.34	26.05	
Min.		1.28	1.27	1.40	1.77	-0.11	-0.96	5.54	56.14	17.86	



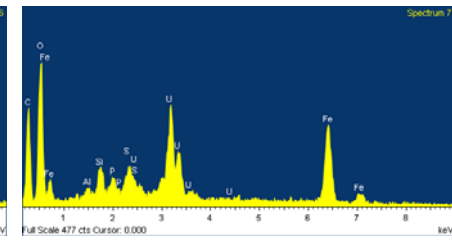
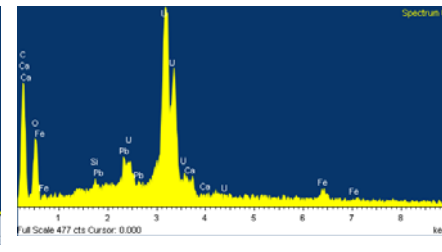
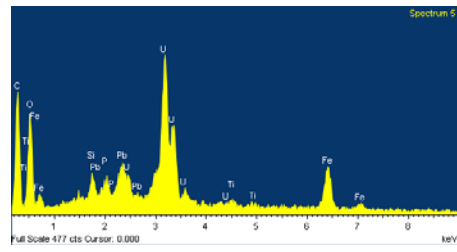
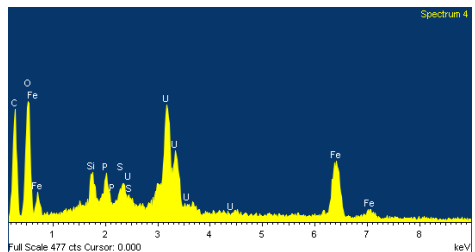
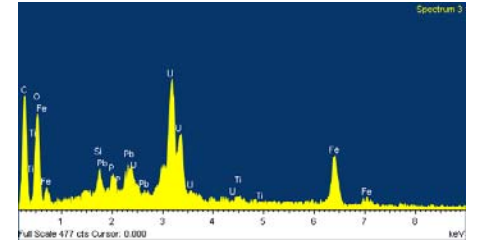
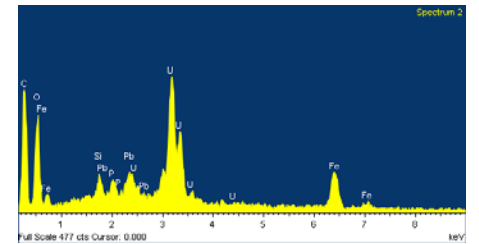


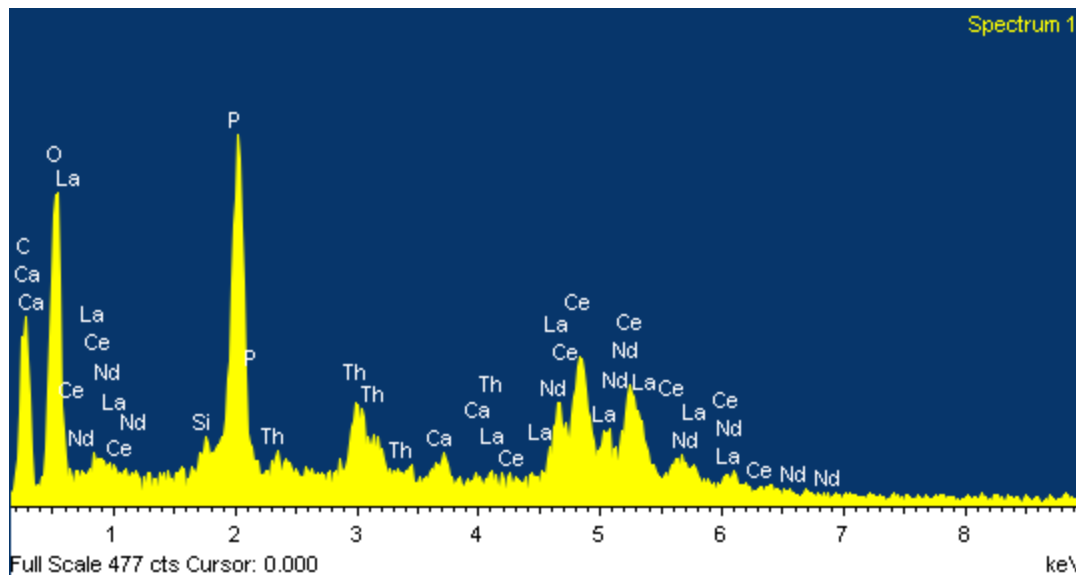
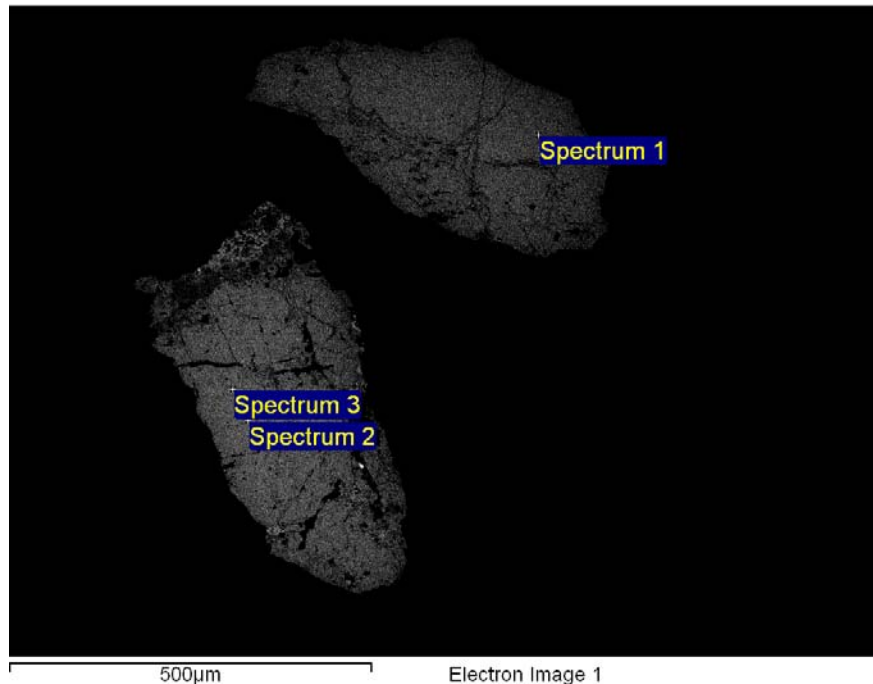
Electron Image 1



Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Al	Si	P	S	Ca	Ti	Fe	Pb	U	O	Total
Spectrum 1	Yes		2.06	3.21				19.29		52.77	22.66	100.00
Spectrum 2	Yes		2.68	2.21				14.90	5.63	53.23	21.35	100.00
Spectrum 3	Yes		2.79	2.36			1.39	17.33	5.96	47.92	22.25	100.00
Spectrum 4	Yes		3.78	3.64	1.73			22.11		42.29	26.46	100.00
Spectrum 5	Yes		2.59	1.71			1.19	14.07	6.43	52.87	21.14	100.00
Spectrum 6	Yes		1.01			1.86		3.08	6.59	70.05	17.41	100.00
Spectrum 7	Yes	1.00	3.69	1.87	1.66			30.07		35.88	25.83	100.00
Spectrum 8	Yes		5.78					7.85	25.69	41.51	19.18	100.00
Max.		1.00	5.78	3.64	1.73	1.86	1.39	30.07	25.69	70.05	26.46	
Min.		1.00	1.01	1.71	1.66	1.86	1.19	3.08	5.63	35.88	17.41	

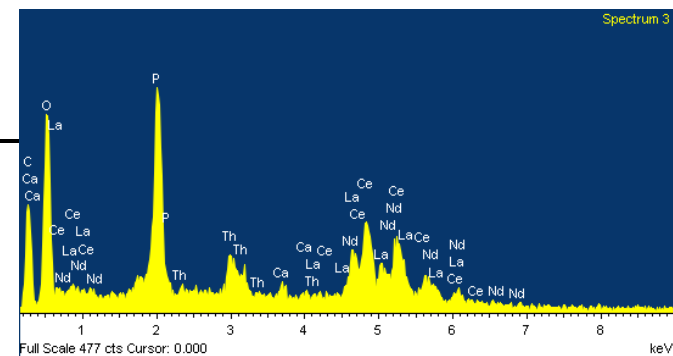
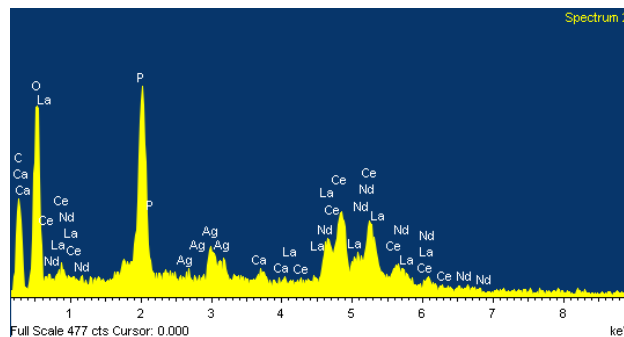




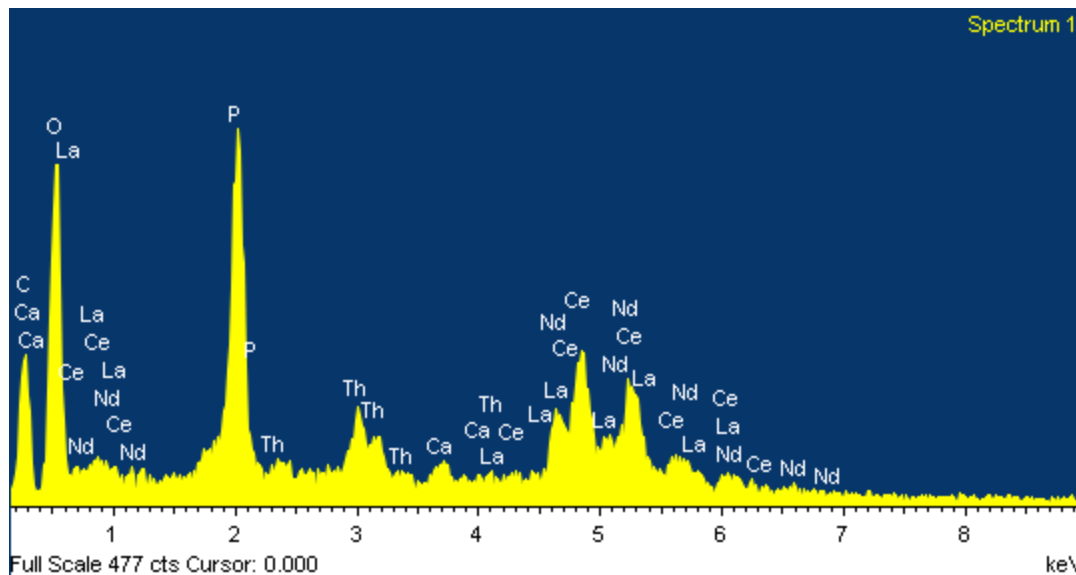
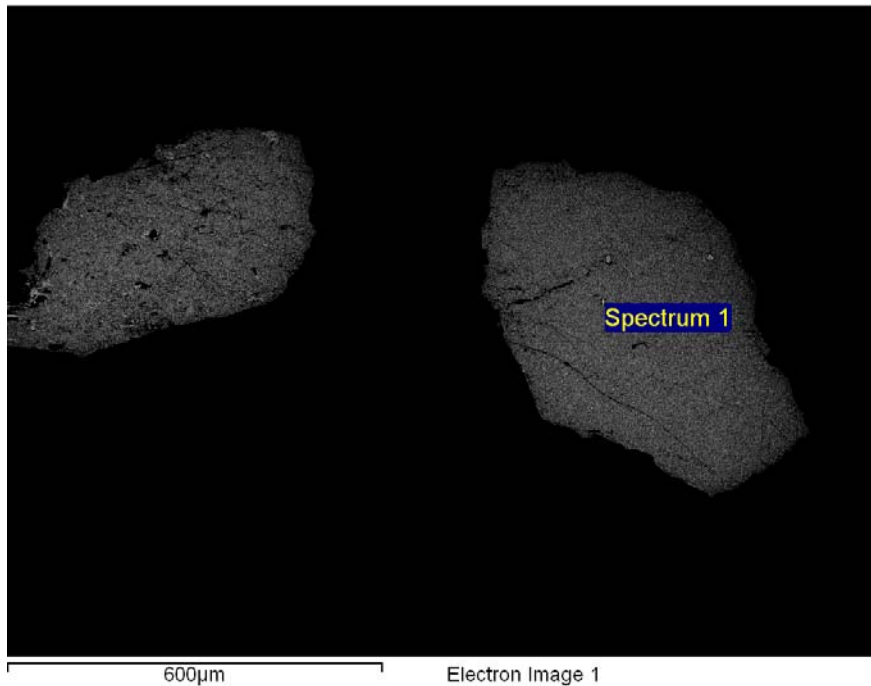
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Si	P	Ca	Ag	La	Ce	Nd	Th	O	Total
Spectrum 1	Yes	0.87	14.49	1.21		12.92	24.65	6.40	10.34	29.13	100.00
Spectrum 2	Yes		15.04	0.93	5.68	14.46	27.33	7.87		28.70	100.00
Spectrum 3	Yes		13.99	1.19		13.75	25.25	7.97	9.92	27.94	100.00
Max.		0.87	15.04	1.21	5.68	14.46	27.33	7.97	10.34	29.13	
Min.		0.87	13.99	0.93	5.68	12.92	24.65	6.40	9.92	27.94	

All results in weight%



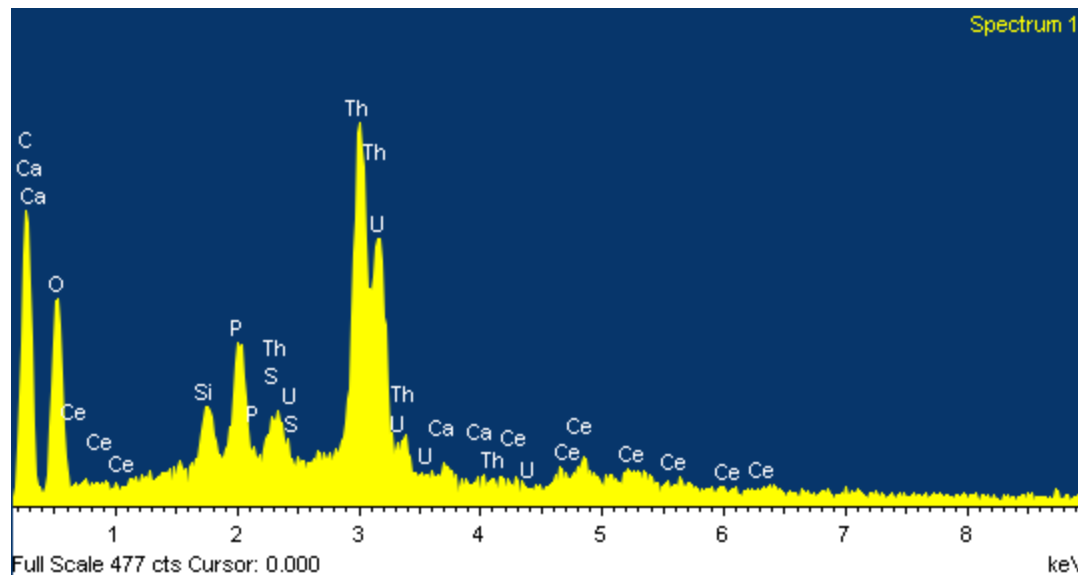
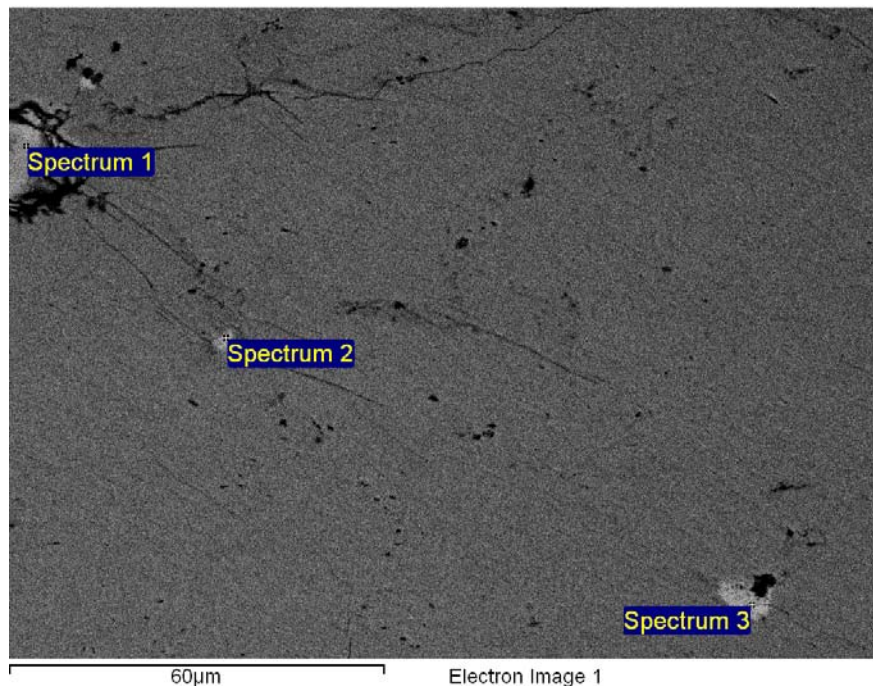
Project: Asentolamminoja_MOUNT
 Site: Site of Interest 13
A1937 BIOTITE ROCK
 monazite



Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	P	Ca	La	Ce	Nd	Th	O	Total
Spectrum 1	Yes	14.77	1.11	12.44	25.85	7.65	9.52	28.68	100.00
Mean		14.77	1.11	12.44	25.85	7.65	9.52	28.68	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Max.		14.77	1.11	12.44	25.85	7.65	9.52	28.68	
Min.		14.77	1.11	12.44	25.85	7.65	9.52	28.68	

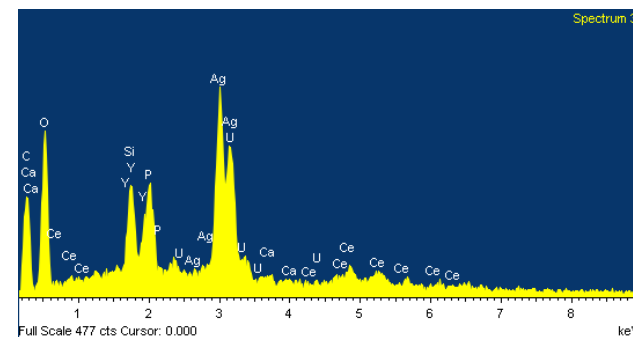
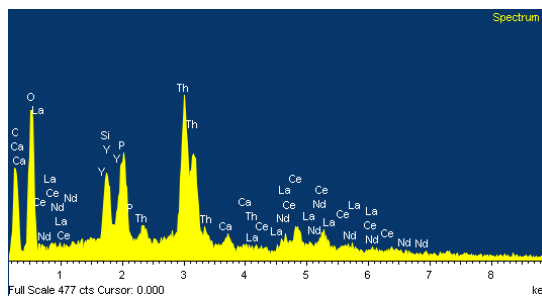
All results in weight%

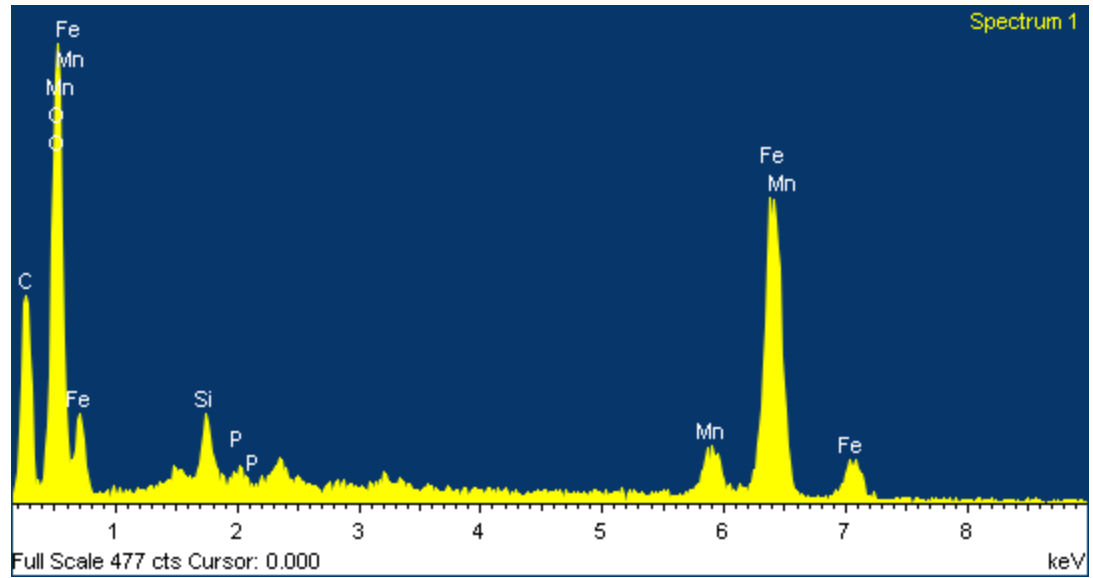
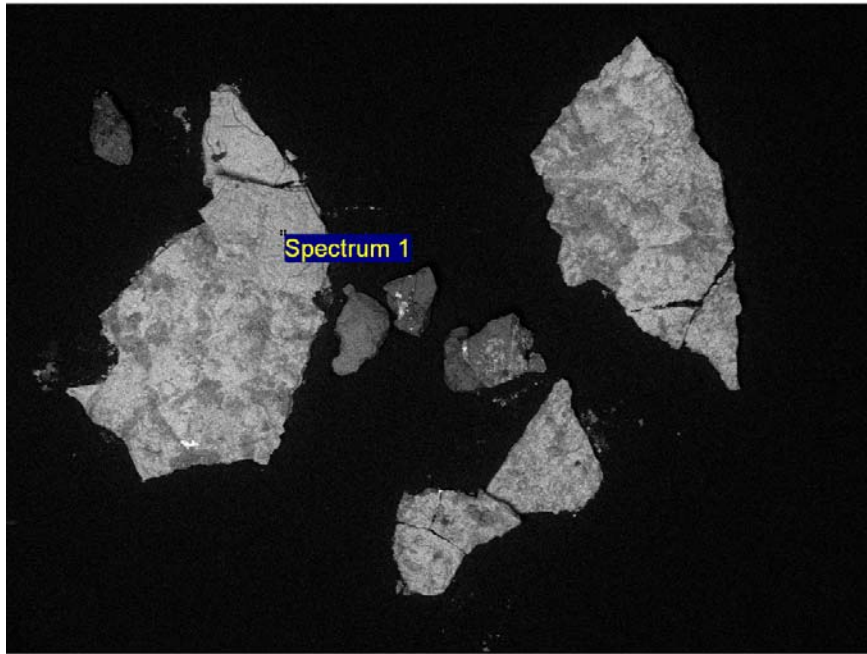


Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Si	P	S	Ca	Y	Ag	La	Ce	Nd	Th	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	2.65	6.04	1.13	1.06				4.85		55.61	6.03	22.64	100.00
Spectrum 2	Yes	5.28	6.53		1.28	4.00		4.46	10.32	3.16	40.31		24.66	100.00
Spectrum 3	Yes	7.18	6.46		1.19	6.61	34.16		6.99			12.39	25.02	100.00
Max.		7.18	6.53	1.13	1.28	6.61	34.16	4.46	10.32	3.16	55.61	12.39	25.02	
Min.		2.65	6.04	1.13	1.06	4.00	34.16	4.46	4.85	3.16	40.31	6.03	22.64	

All results in weight%



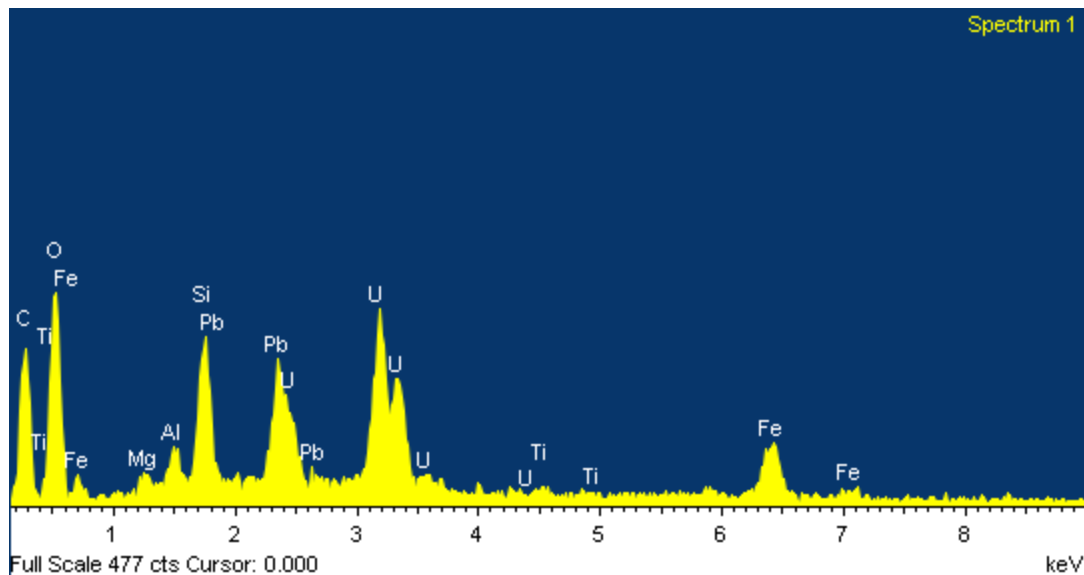
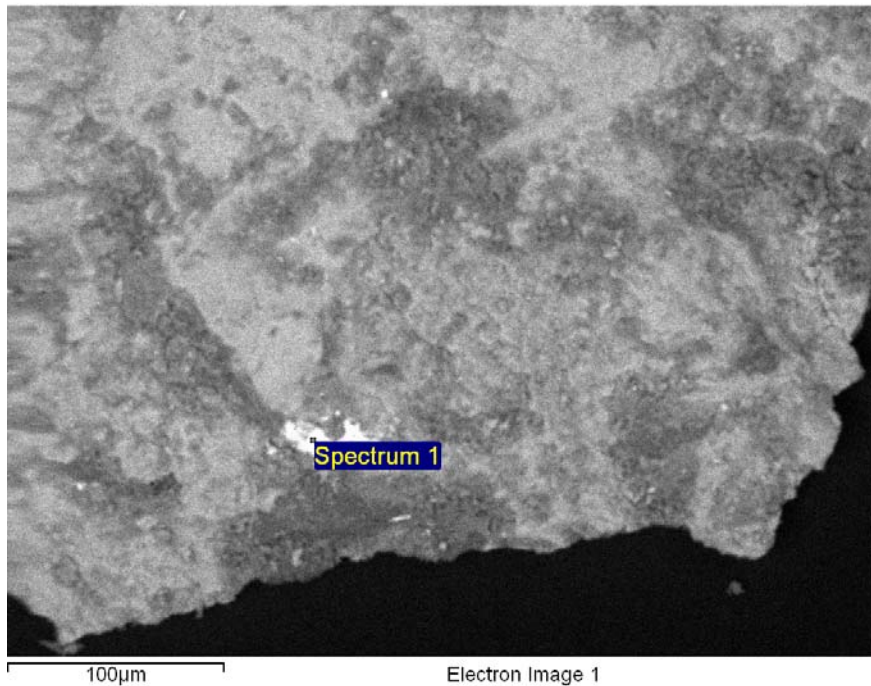


Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Si	P	Mn	Fe	O	Total
Spectrum 1	Yes	4.18	1.38	7.84	60.45	26.15	100.00
Mean		4.18	1.38	7.84	60.45	26.15	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Max.		4.18	1.38	7.84	60.45	26.15	
Min.		4.18	1.38	7.84	60.45	26.15	

Project: Asentolamminoja
 Site: Site of Interest 2
A1938 BIOTITE GRANITE
FRACTURE FILLING MINERAL

LIITE 2 / 21



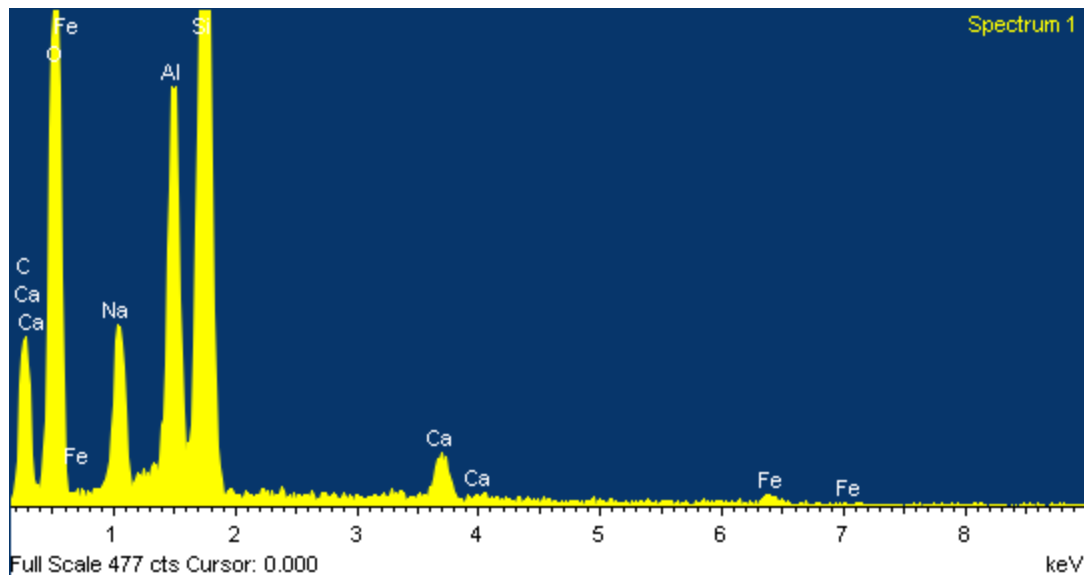
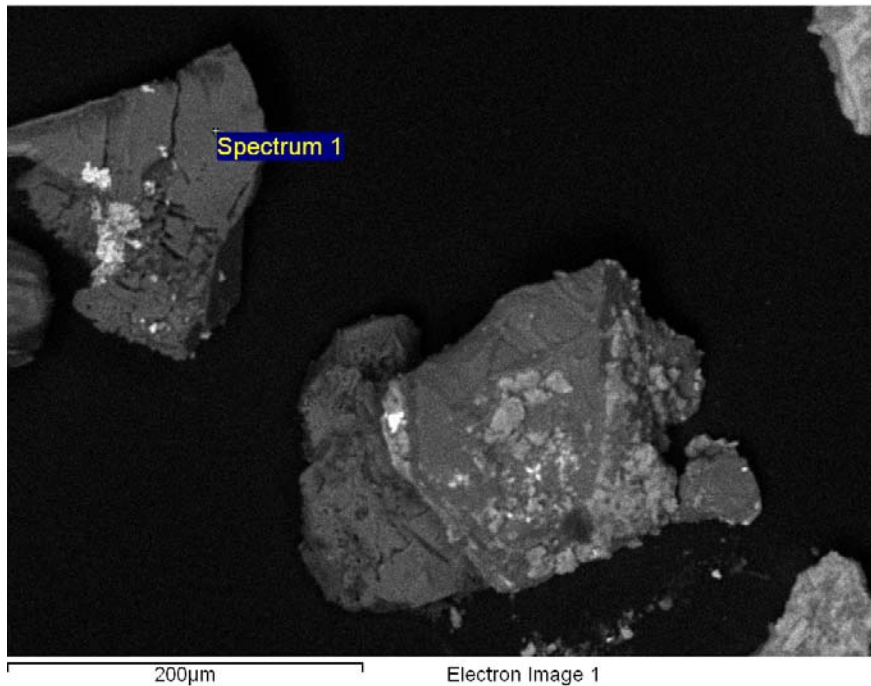
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Mg	Al	Si	Ti	Fe	Pb	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	1.29	1.99	8.17	1.12	9.87	17.25	36.18	24.13	100.00
Mean		1.29	1.99	8.17	1.12	9.87	17.25	36.18	24.13	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Max.		1.29	1.99	8.17	1.12	9.87	17.25	36.18	24.13	
Min.		1.29	1.99	8.17	1.12	9.87	17.25	36.18	24.13	

All results in weight%

Project: Asentolamminoja
 Site: Site of Interest 3
**A1938 BIOTITE GRANITE
 FRACTURE FILLING MINERAL**

LIITE 2 / 22



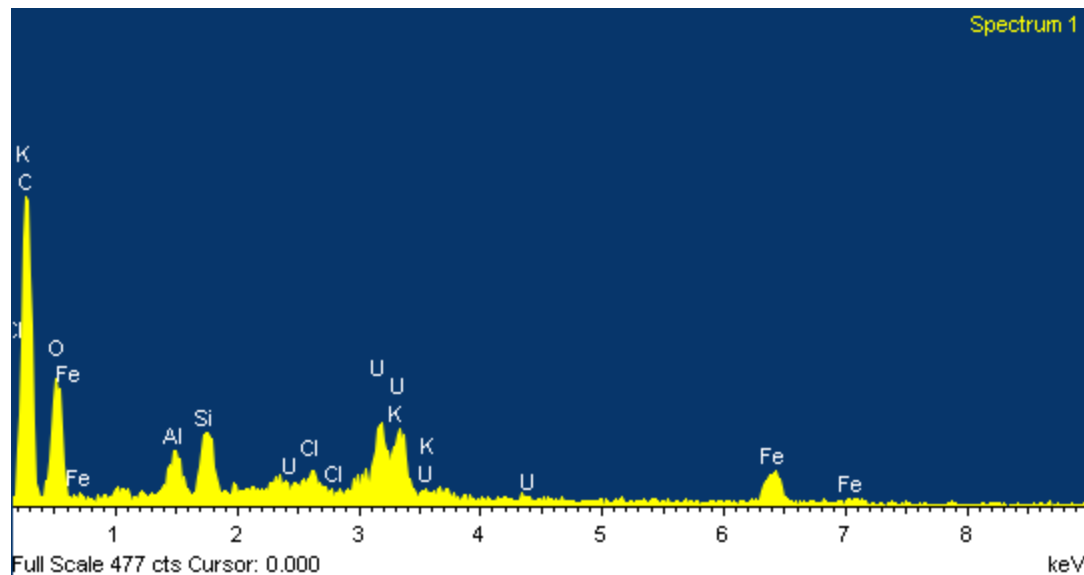
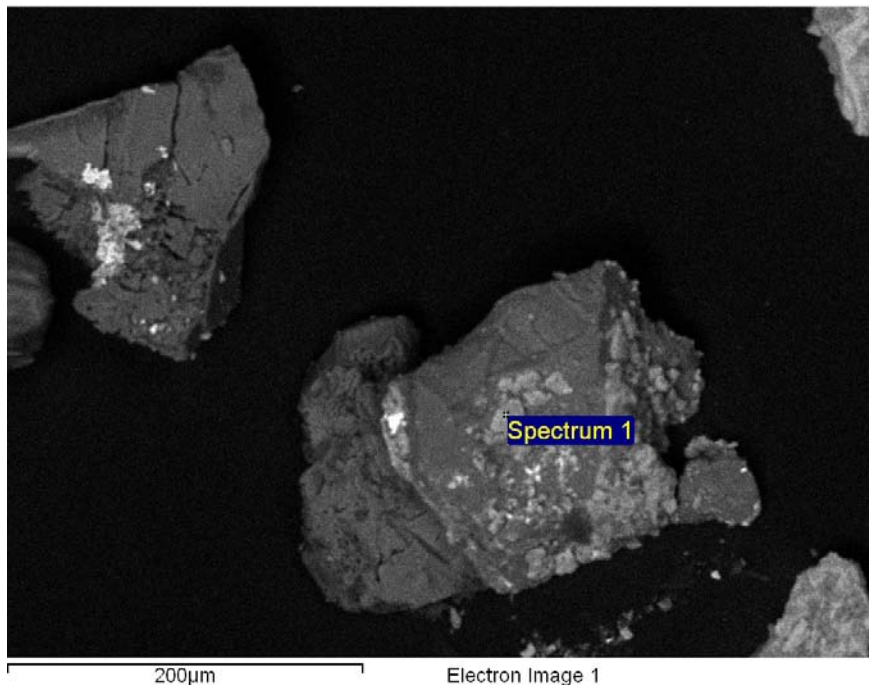
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Na	Al	Si	Ca	Fe	O	Total
Spectrum 1	Yes	7.91	11.61	29.41	2.28	1.01	47.78	100.00
Mean		7.91	11.61	29.41	2.28	1.01	47.78	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Max.		7.91	11.61	29.41	2.28	1.01	47.78	
Min.		7.91	11.61	29.41	2.28	1.01	47.78	

All results in weight%

Project: Asentolamminoja
 Site: interest 4
A1938 BIOTITE GRANITE
FRACTURE FILLING MINERAL

LIITE 2 / 23



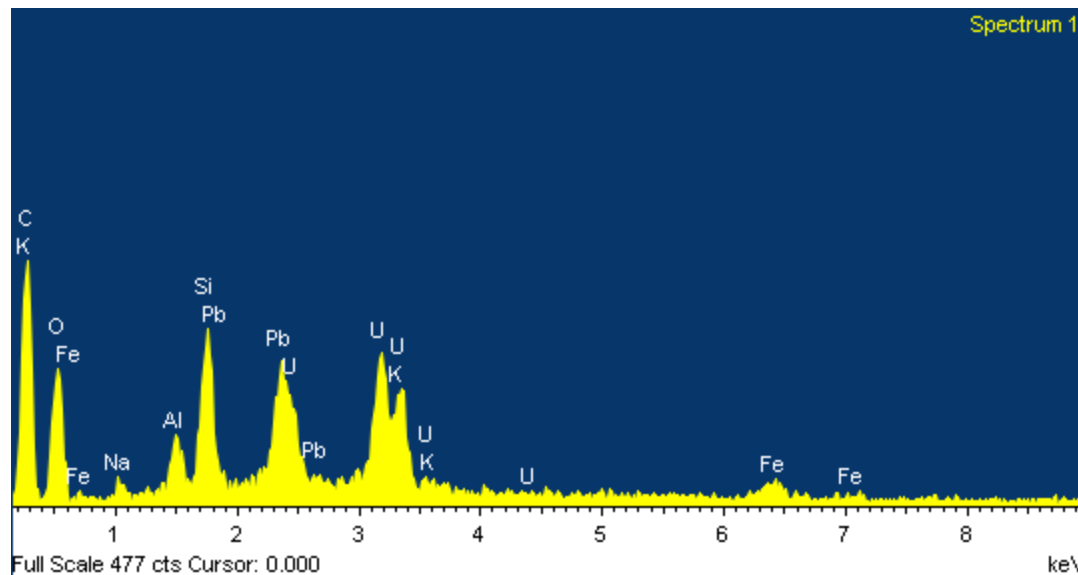
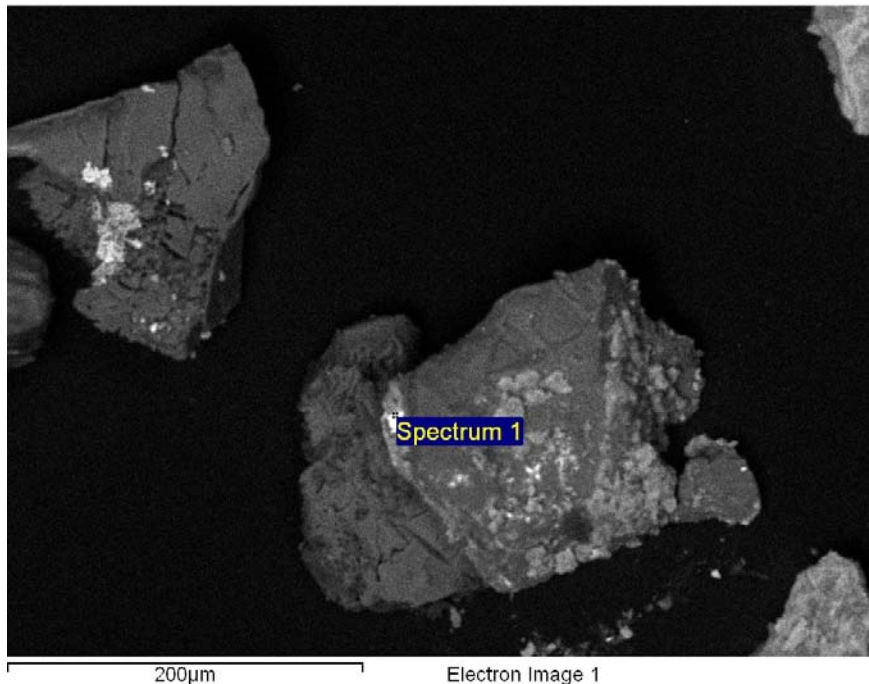
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Al	Si	Cl	K	Fe	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	5.20	9.39	2.20	4.57	15.43	35.40	27.81	100.00
Mean		5.20	9.39	2.20	4.57	15.43	35.40	27.81	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Max.		5.20	9.39	2.20	4.57	15.43	35.40	27.81	
Min.		5.20	9.39	2.20	4.57	15.43	35.40	27.81	

All results in weight%

Project: Asentolamminoja
 Site: Site of Interest 5
A1938 BIOTITE GRANITE
FRACTURE FILLING MINERAL

LIITE 2 / 24



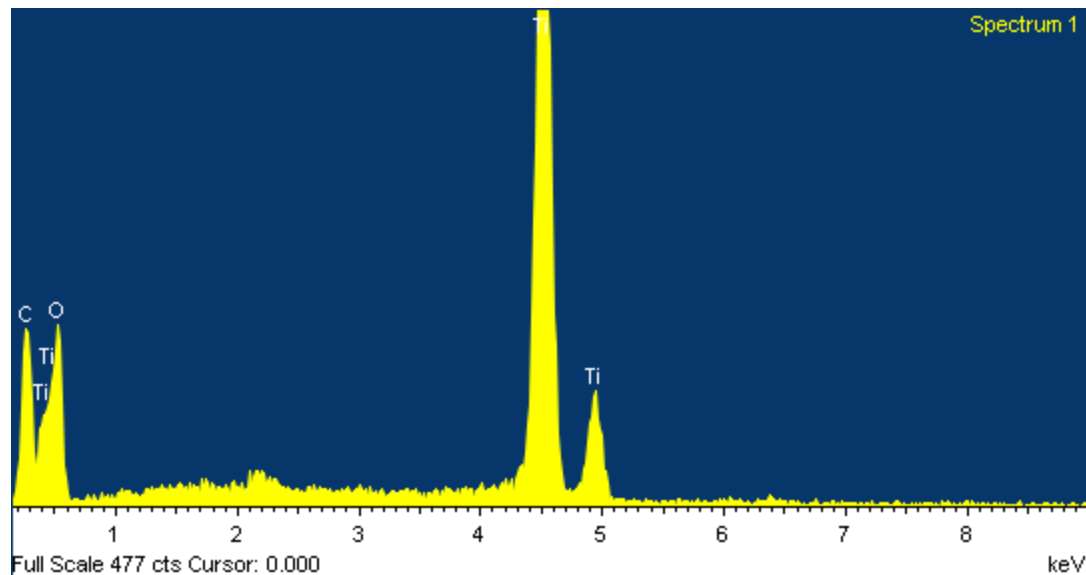
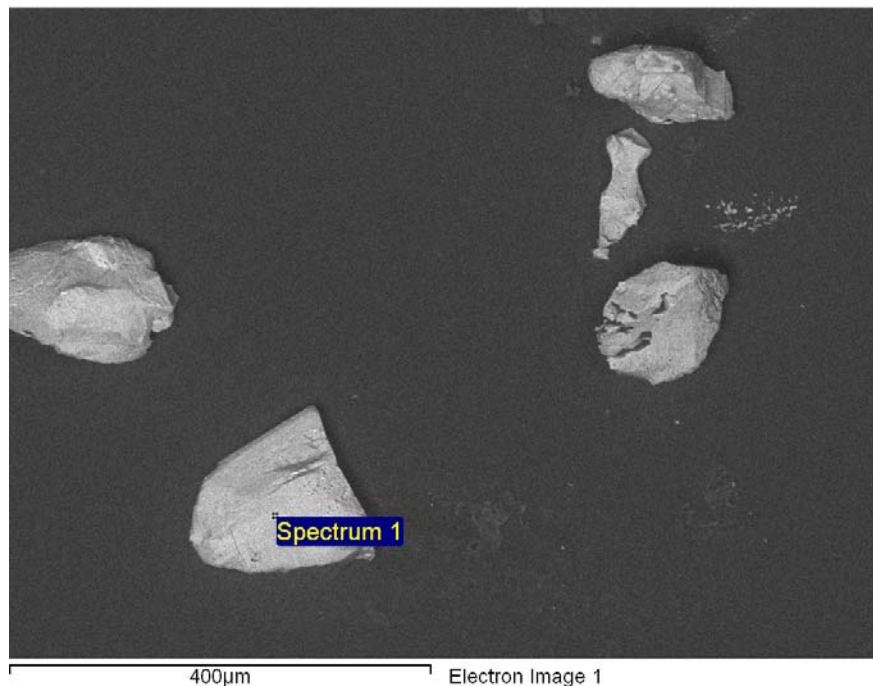
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Na	Al	Si	K	Fe	Pb	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	1.91	3.02	9.72	2.06	3.23	19.44	36.09	24.54	100.00
Mean		1.91	3.02	9.72	2.06	3.23	19.44	36.09	24.54	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Max.		1.91	3.02	9.72	2.06	3.23	19.44	36.09	24.54	
Min.		1.91	3.02	9.72	2.06	3.23	19.44	36.09	24.54	

All results in weight%

Project: Asentolamminoja
 Site: Site of Interest 12
A1938 BIOTITE GRANITE
HNO₃ INSOLUBLE MINERALS

LIITE 2 / 25



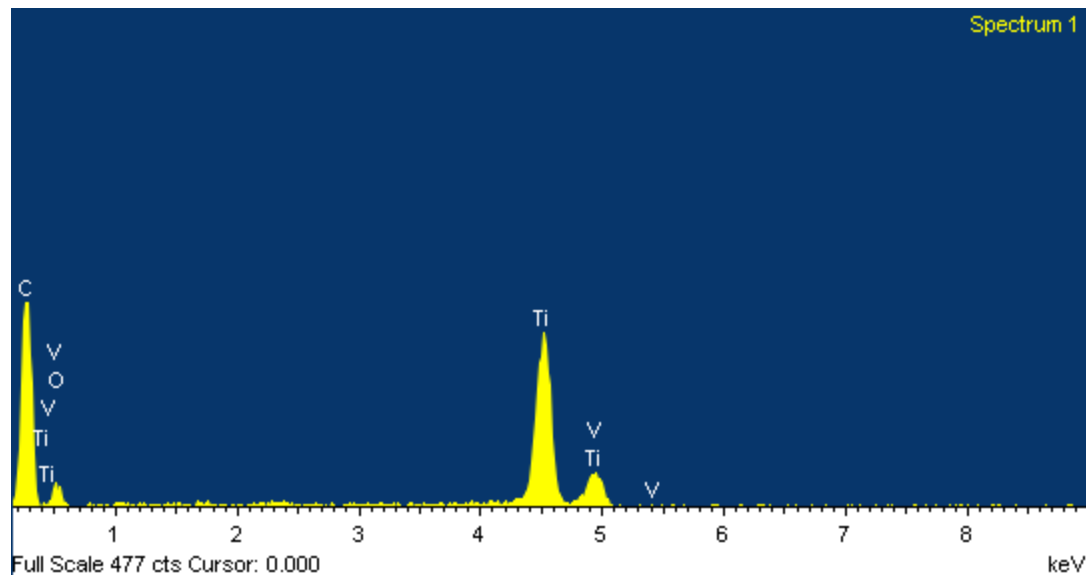
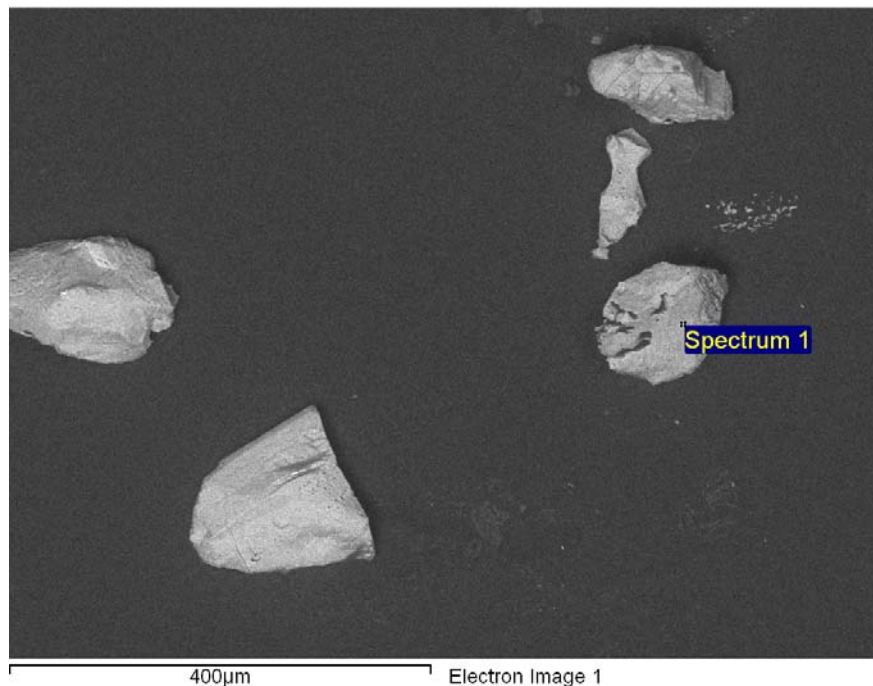
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Ti	O	Total
Spectrum 1	Yes	59.95	40.05	100.00
Mean		59.95	40.05	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	
Max.		59.95	40.05	
Min.		59.95	40.05	

All results in weight%

Project: Asentolamminoja
 Site: Site of Interest 13
A1938 BIOTITE GRANITE
HNO₃ INSOLUBLE MINERALS

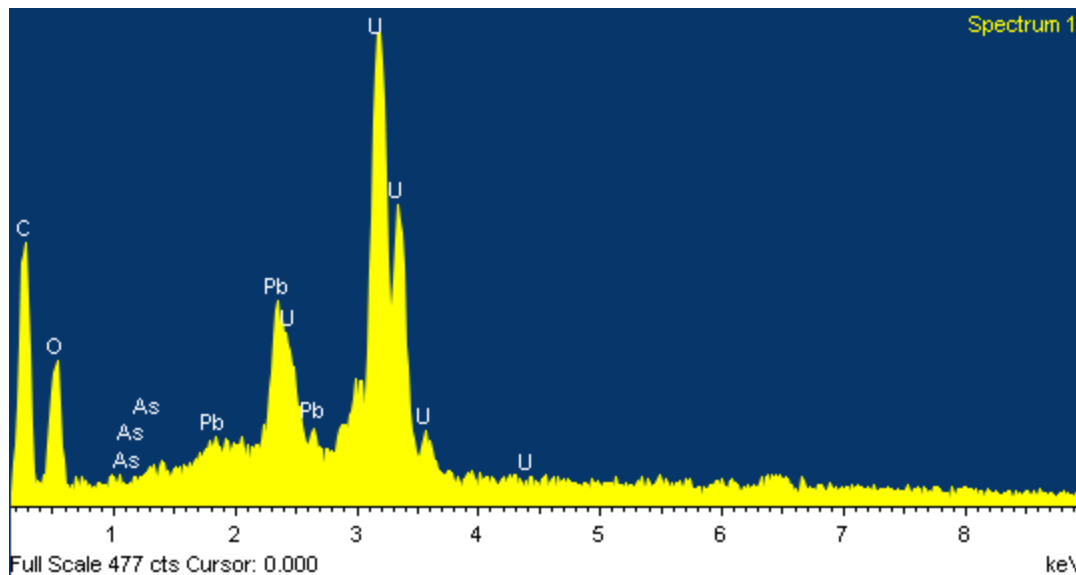
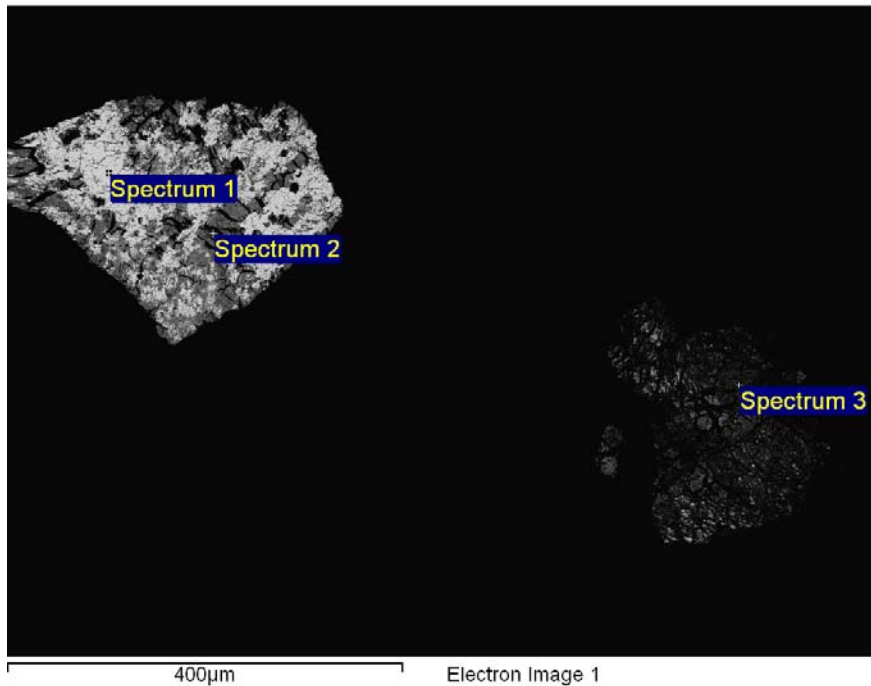
LIITE 2 / 26



Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Ti	V	O	Total
Spectrum 1	Yes	55.49	4.17	40.34	100.00
Mean		55.49	4.17	40.34	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	
Max.		55.49	4.17	40.34	
Min.		55.49	4.17	40.34	

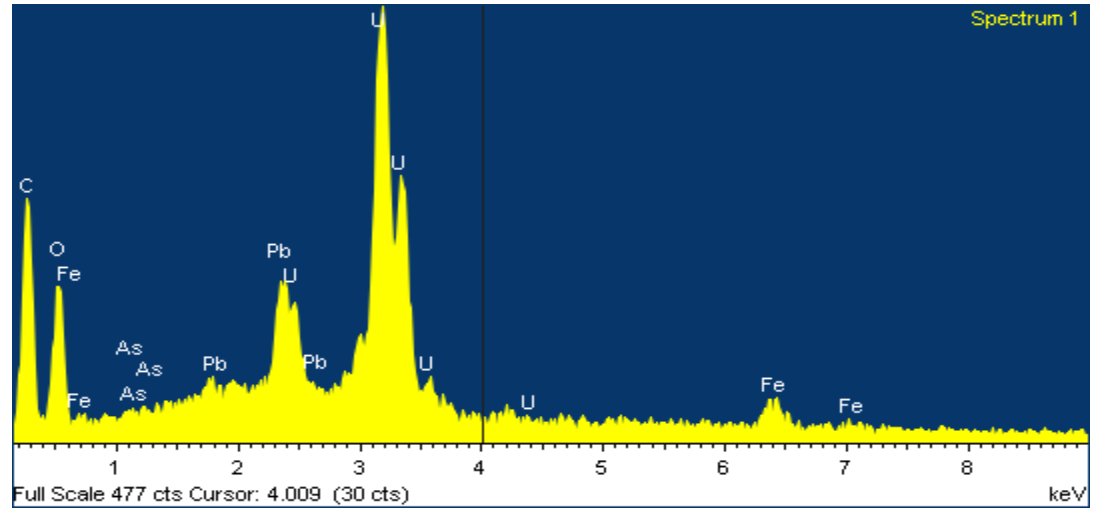
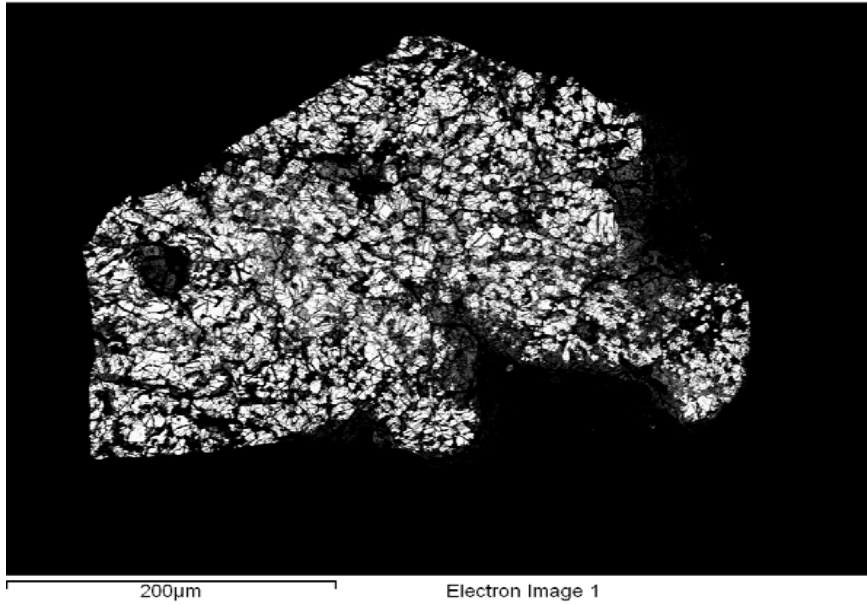
All results in weight%



Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Al	Si	P	S	Ti	Fe	As	Ag	Pb	U	O	Total
Spectrum 1	Yes							0.33		15.04	69.37	15.26	100.00
Spectrum 2	Yes		2.87	1.44	1.87		27.00		7.28		36.08	23.47	100.00
Spectrum 3	Yes	2.42	5.18	1.63		1.54	15.58		19.47		30.86	23.32	100.00
Max.		2.42	5.18	1.63	1.87	1.54	27.00	0.33	19.47	15.04	69.37	23.47	
Min.		2.42	2.87	1.44	1.87	1.54	15.58	0.33	7.28	15.04	30.86	15.26	

All results in weight%

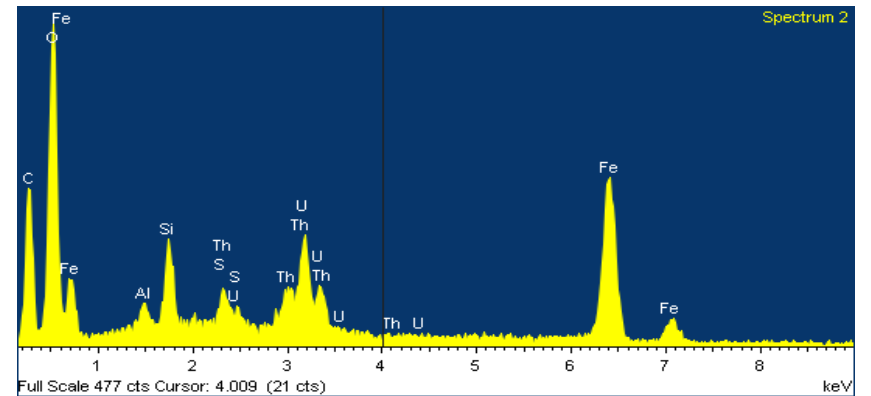


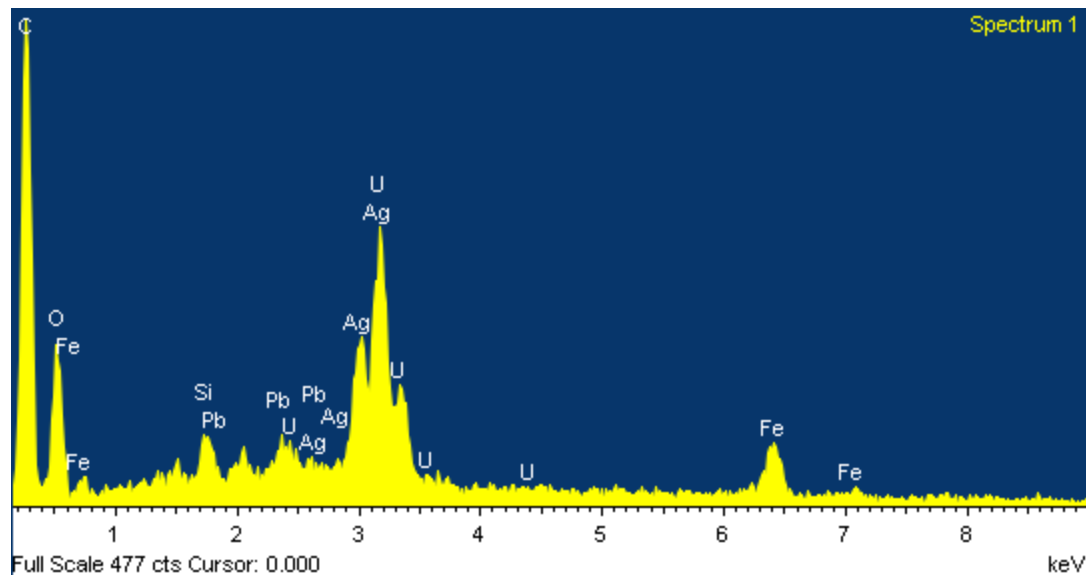
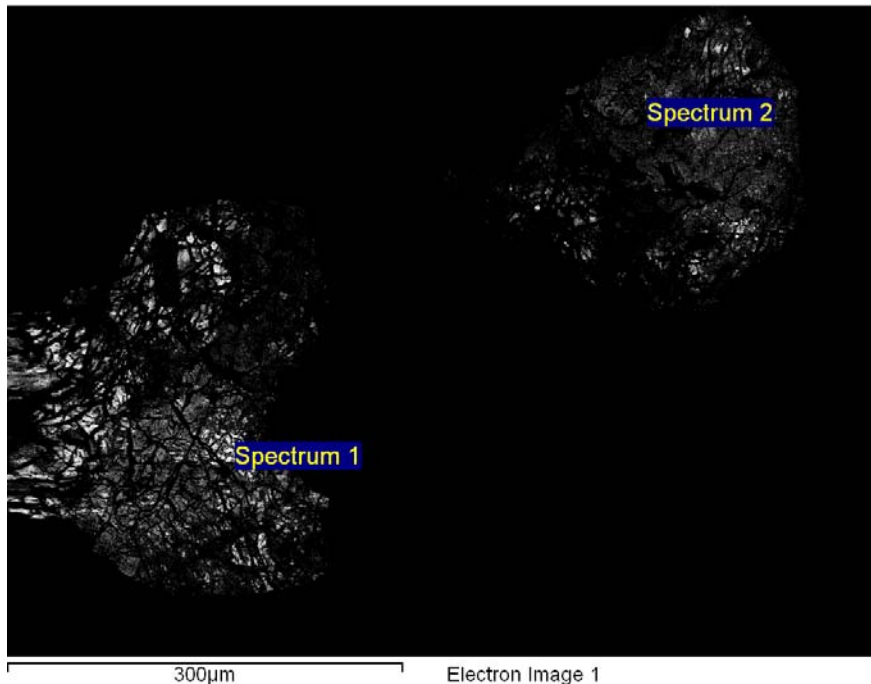
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	C	Al	Si	S	Fe	As	Pb	Th	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	14.24				1.90	-0.15	5.76		32.76	45.49	100.00
Spectrum 2	Yes	17.25	0.46	1.94	0.61	14.27			3.41	6.66	55.39	100.00
Max.		17.25	0.46	1.94	0.61	14.27	-0.15	5.76	3.41	32.76	55.39	
Min.		14.24	0.46	1.94	0.61	1.90	-0.15	5.76	3.41	6.66	45.49	

All results in weight%

OBS!!!! Tässä hiiltä ei ole korjattu pois.
Spektri 1: vaalea ja 2 tummempi alue

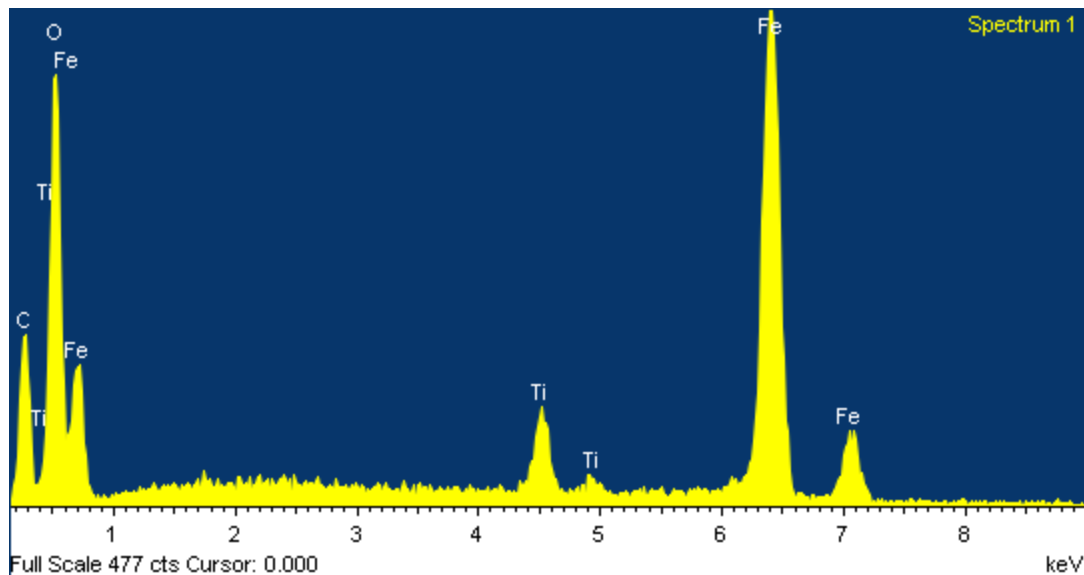
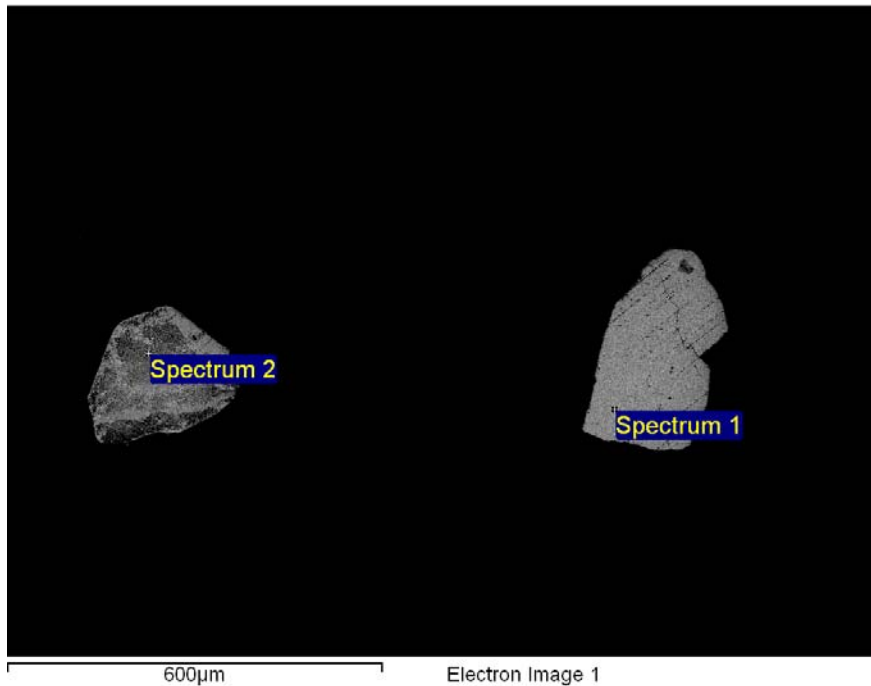




Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

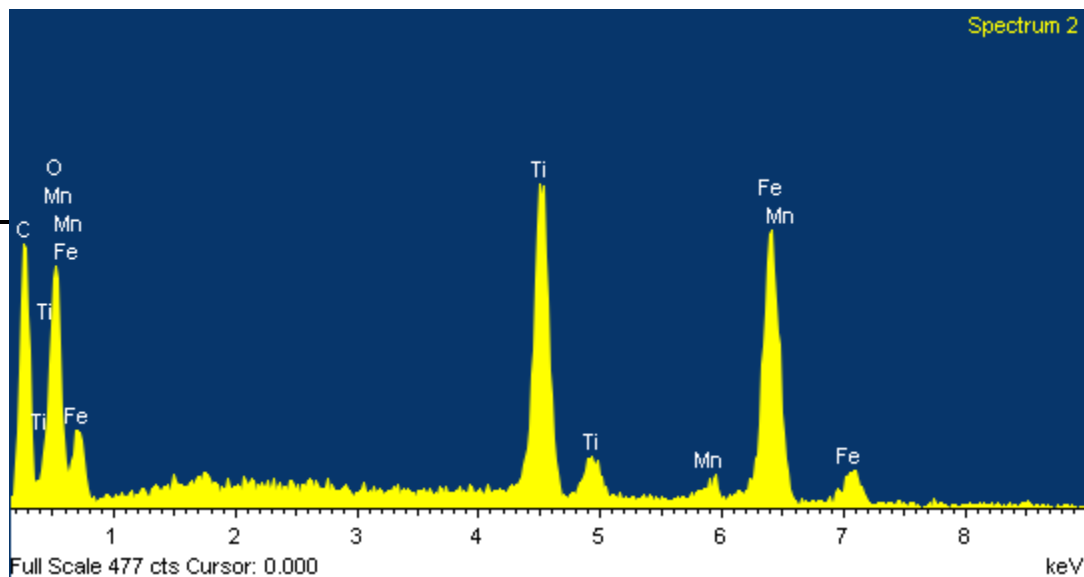
Spectrum	In stats.	Al	Si	Fe	Ag	Pb	U	O	Total
Spectrum 1	Yes		3.69	11.34	19.15	5.86	42.15	17.82	100.00
Spectrum 2	Yes	3.88	6.91	18.97	15.31		30.83	24.11	100.00
Max.		3.88	6.91	18.97	19.15	5.86	42.15	24.11	
Min.		3.88	3.69	11.34	15.31	5.86	30.83	17.82	

All results in weight%



Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

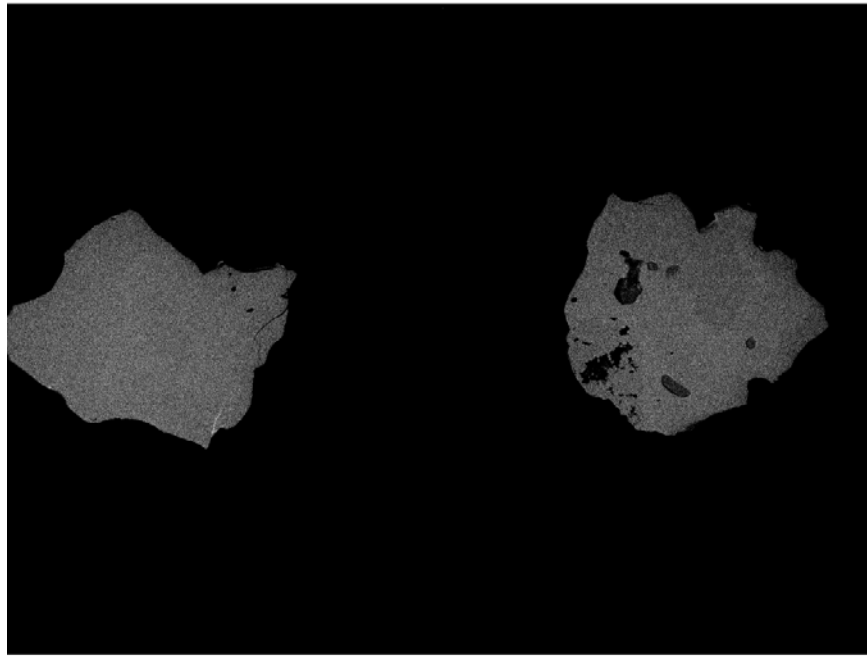
Spectrum	In stats.	Ti	Mn	Fe	O	Total
Spectrum 1	Yes	5.43		70.69	23.88	100.00
Spectrum 2	Yes	25.14	2.52	42.60	29.73	100.00
Max.		25.14	2.52	70.69	29.73	
Min.		5.43	2.52	42.60	23.88	



All results in weight%

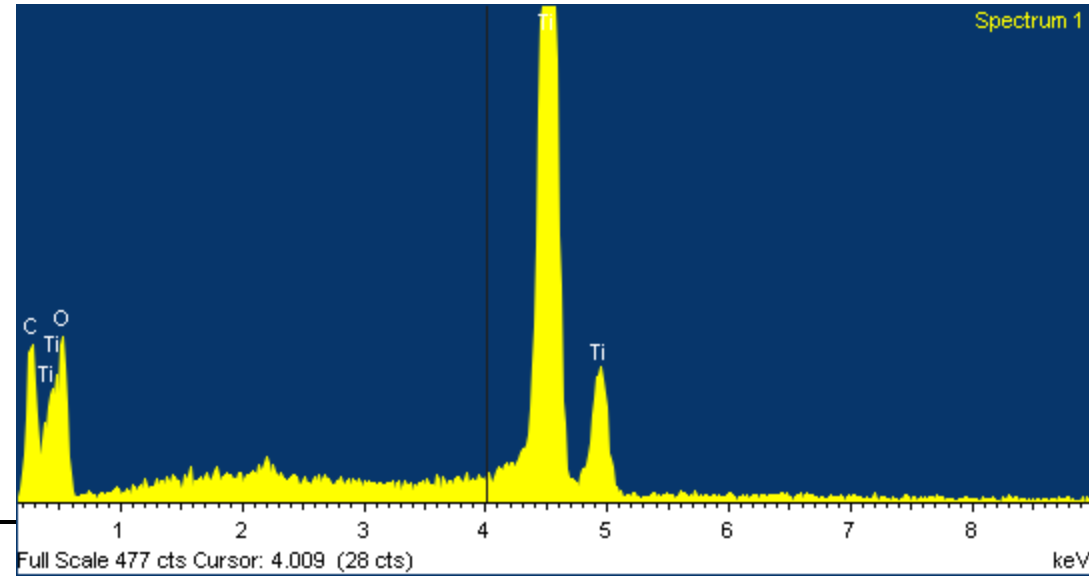
Project: Asentolamminoja_MOUNT
 Site: Site of Interest 1
A1939 GRANITE
ilmenite

LIITE 2 / 31



400µm

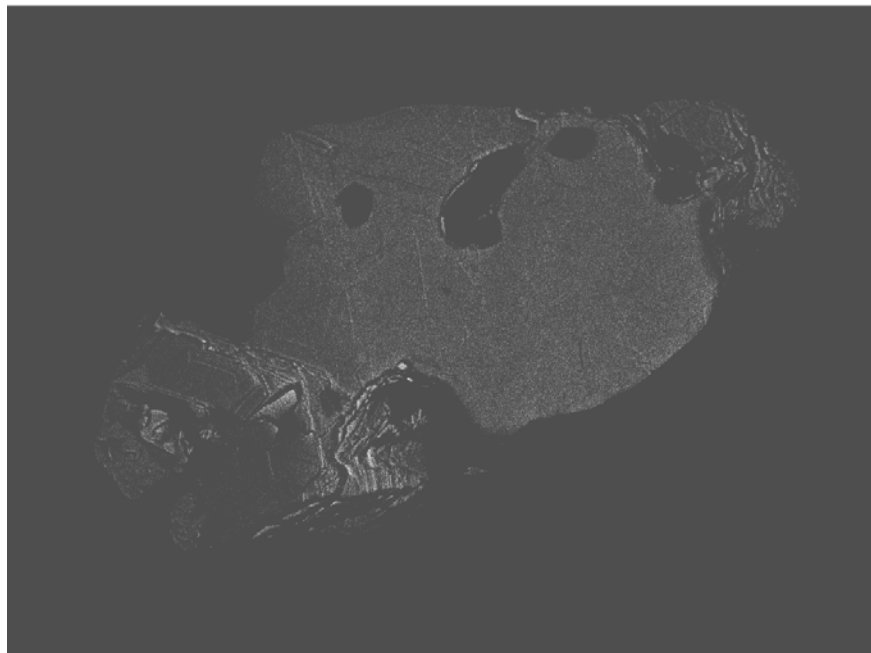
Electron Image 1



Full Scale 477 cts Cursor: 4.009 (28 cts)

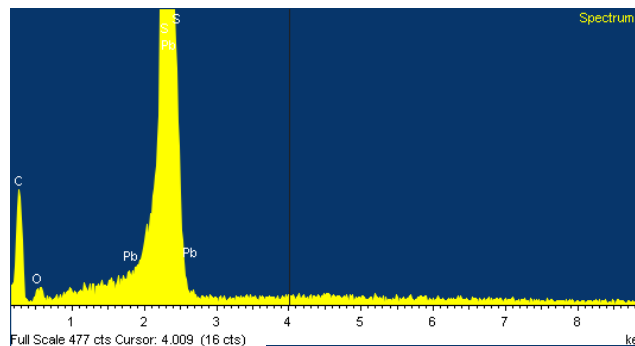
keV

Spectrum 1	Yes	12.36	32.79	54.84	100.00
Mean		12.36	32.79	•	100.00
Std. deviation		0.00	0.00	0.00	
Max.		12.36	32.79	54.84	
Min.		12.36	32.79	54.84	

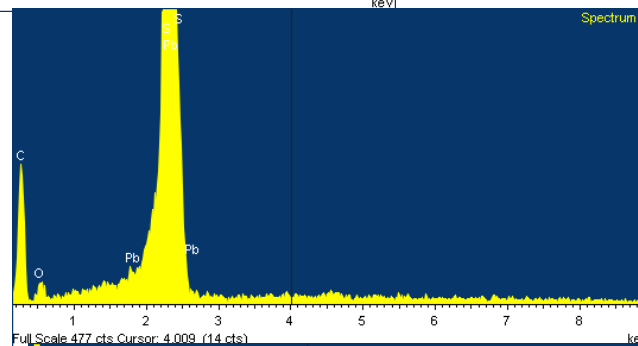


100µm

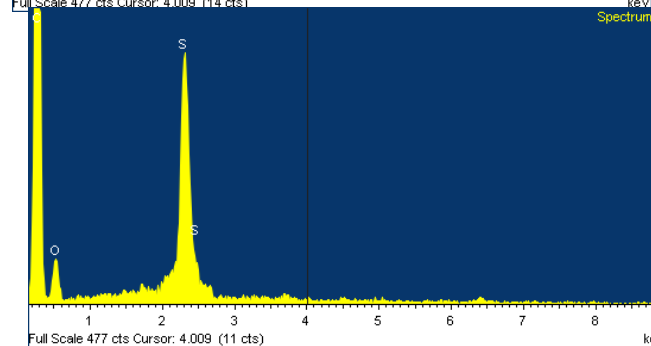
Electron Image 1



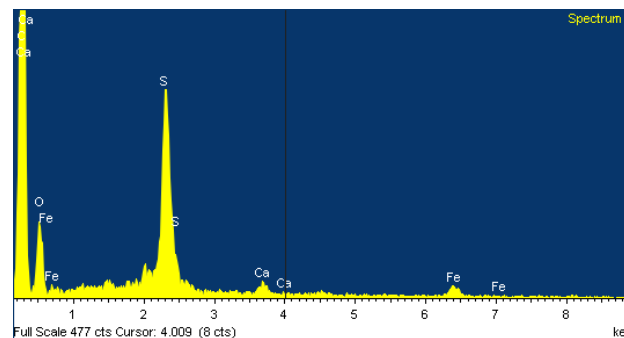
Full Scale 477 cts Cursor: 4.009 (16 cts)



Full Scale 477 cts Cursor: 4.009 (14 cts)



Full Scale 477 cts Cursor: 4.009 (11 cts)



Full Scale 477 cts Cursor: 4.009 (8 cts)

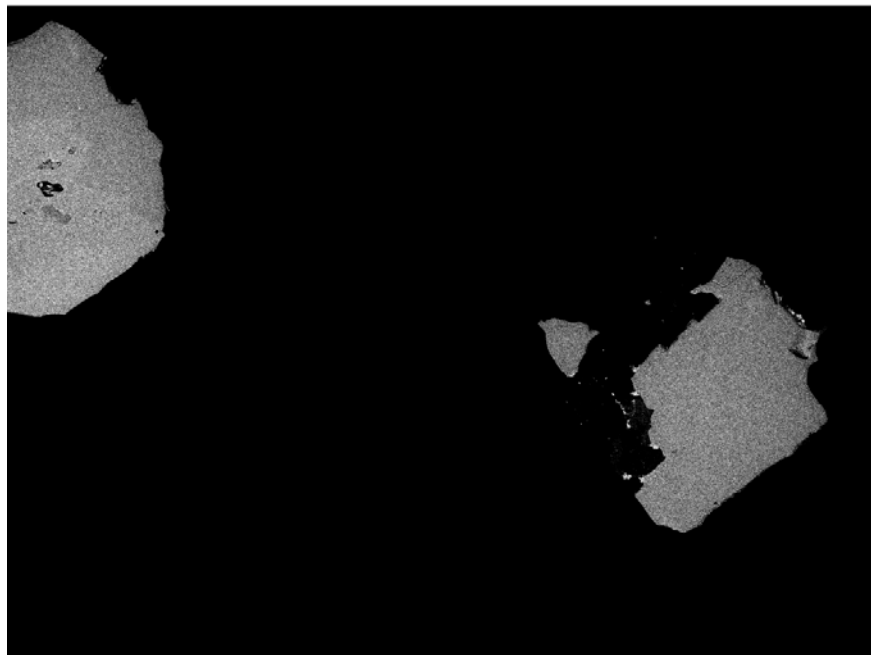
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	C	S	Ca	Fe	Pb	O	Total
Spectrum 1	Yes	15.88	14.59			4.98	64.54	100.00
Spectrum 2	Yes	16.91	13.46			4.11	65.52	100.00
Spectrum 3	Yes	25.71	2.33				71.97	100.00
Spectrum 4	Yes	25.66	2.06	0.16	0.48		71.64	100.00
Max.		25.71	14.59	0.16	0.48	4.98	71.97	
Min.		15.88	2.06	0.16	0.48	4.11	64.54	

All results in weight%

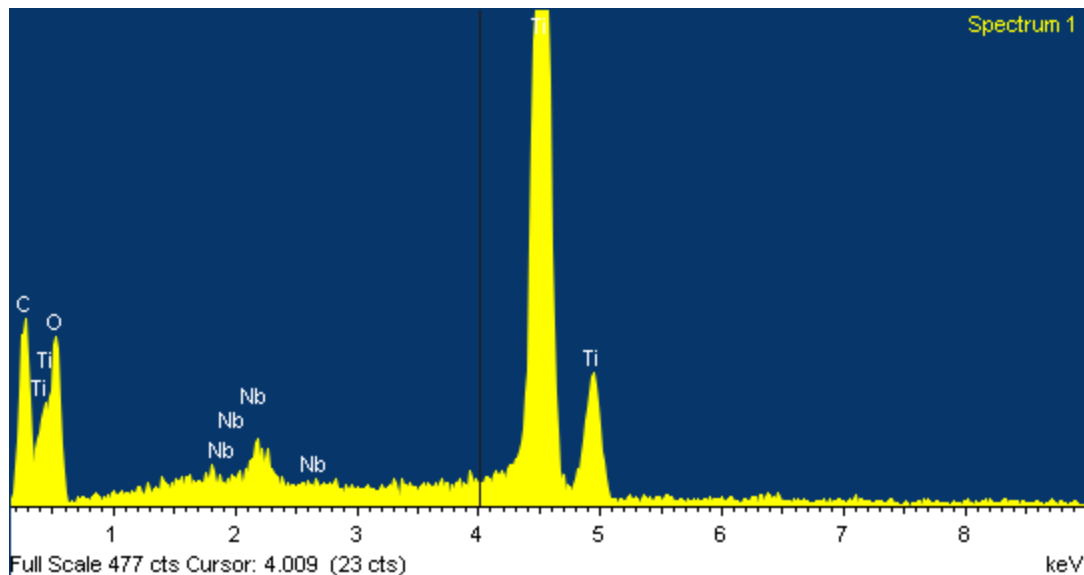
Project: Asentolamminoja_MOUNT
 Site: Site of Interest 3
A1939 GRANITE
 ilmenite

LIITE 2 / 33



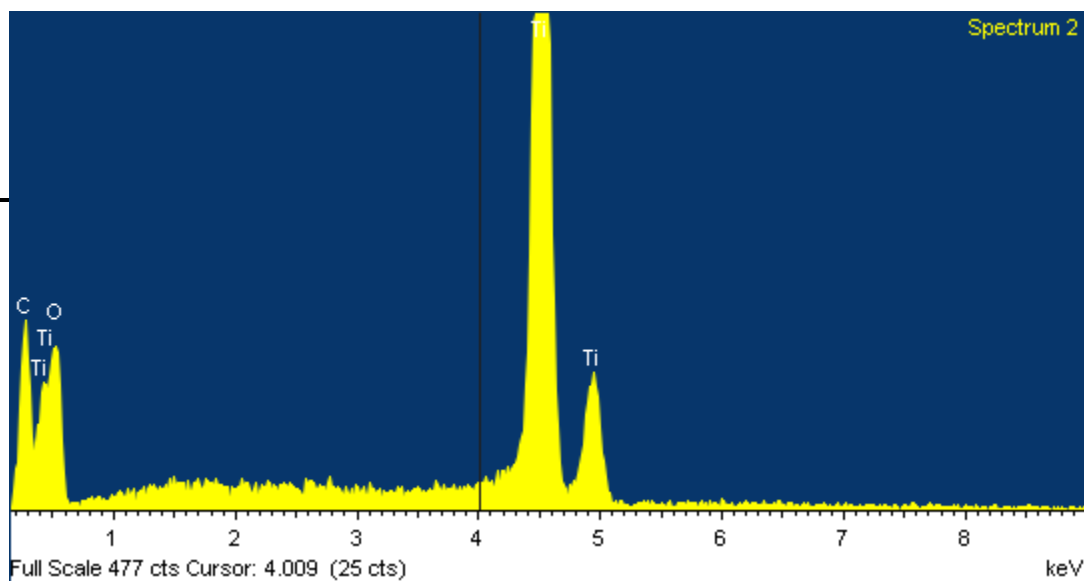
500µm

Electron Image 1

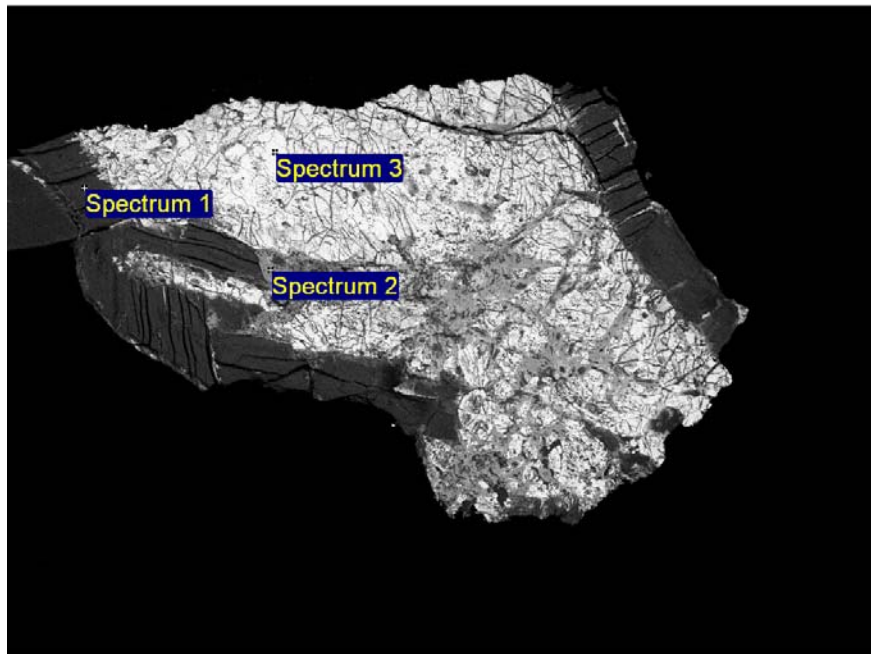


Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	C	Ti	Nb	O	Total
Spectrum 1	Yes	12.80	30.65	1.38	55.17	100.00
Spectrum 2	Yes	12.79	31.85		55.36	100.00
Max.		12.80	31.85	1.38	55.36	
Min.		12.79	30.65	1.38	55.17	

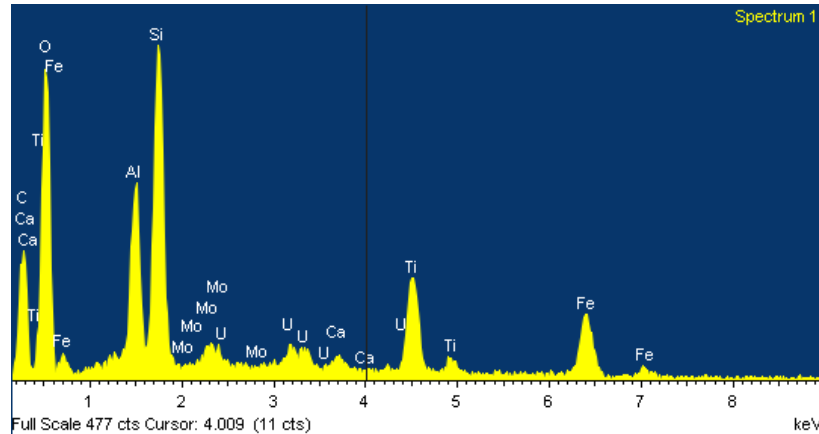


All results in weight%



200µm

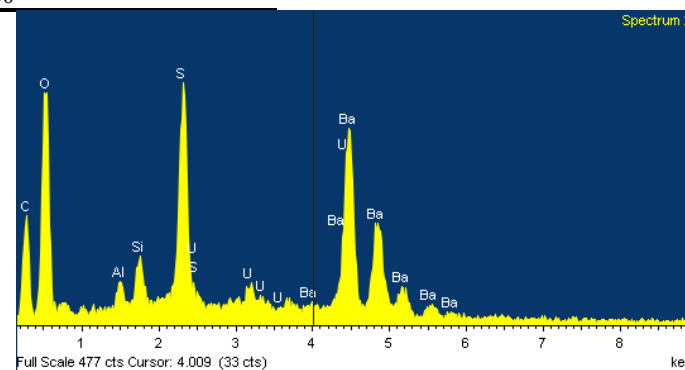
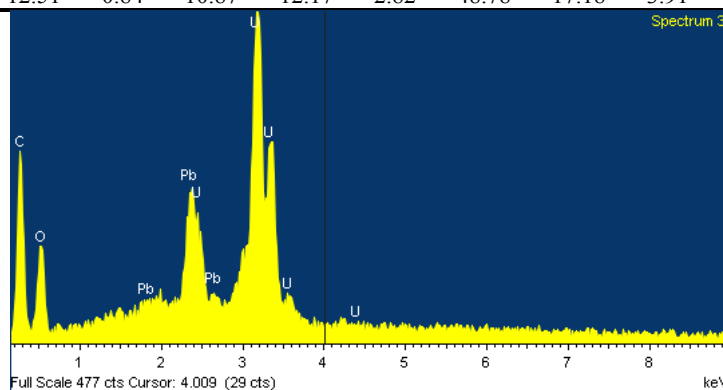
Electron Image 1

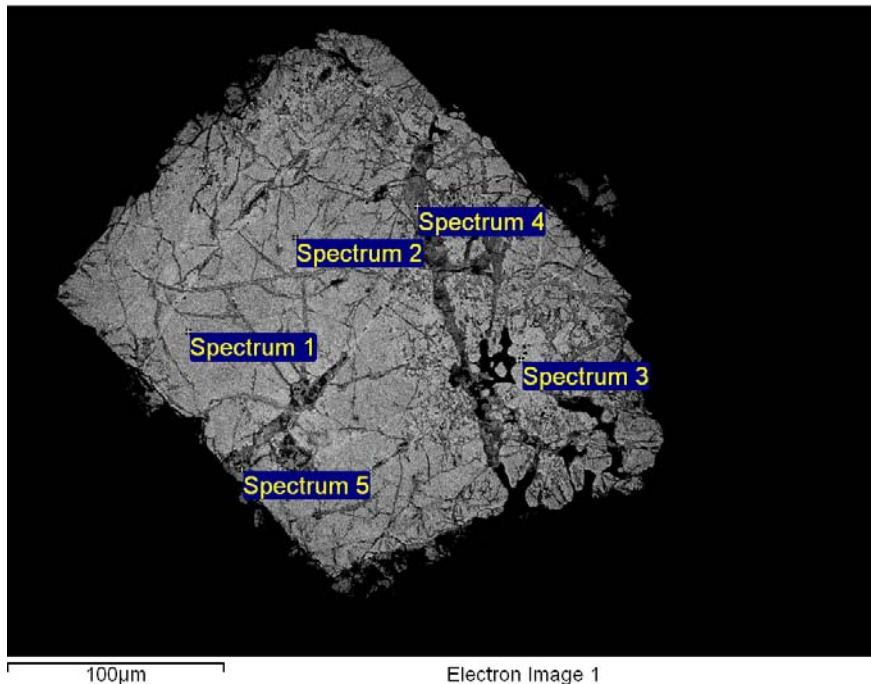


Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

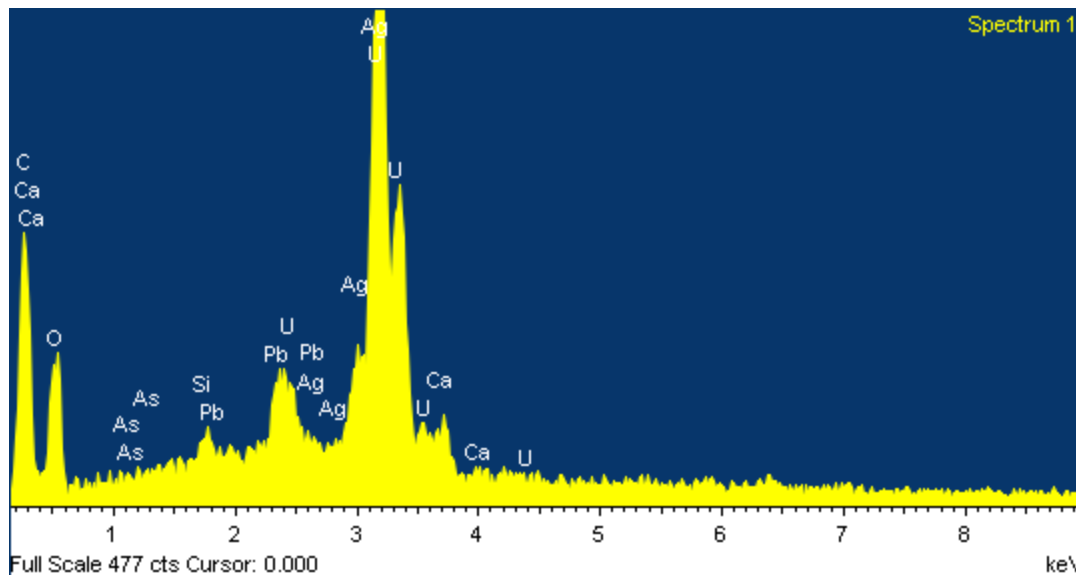
Spectrum	In stats.	Al	Si	S	Ca	Ti	Fe	Mo	Ba	Pb	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	9.22	17.63		0.84	10.87	12.17	2.82			4.73	41.73	100.00
Spectrum 2	Yes	1.80	2.90	12.51					48.78		3.91	30.10	100.00
Spectrum 3	Yes									17.18	67.82	15.00	100.00
Max.		9.22	17.63	12.51	0.84	10.87	12.17	2.82	48.78	17.18	67.82	41.73	
Min.		1.80	2.90	12.51	0.84	10.87	12.17	2.82	48.78	17.18	3.91	15.00	

All results in weight%



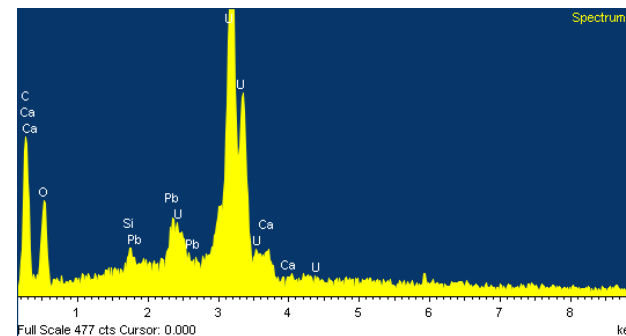
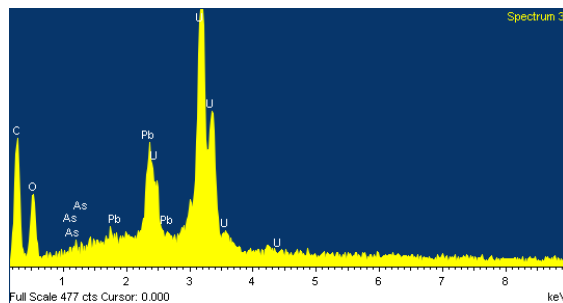
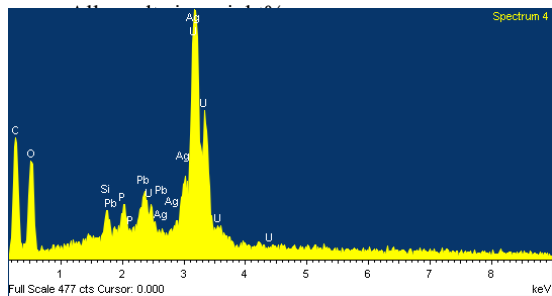
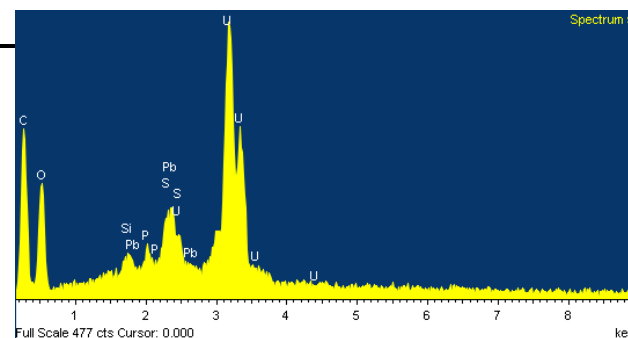


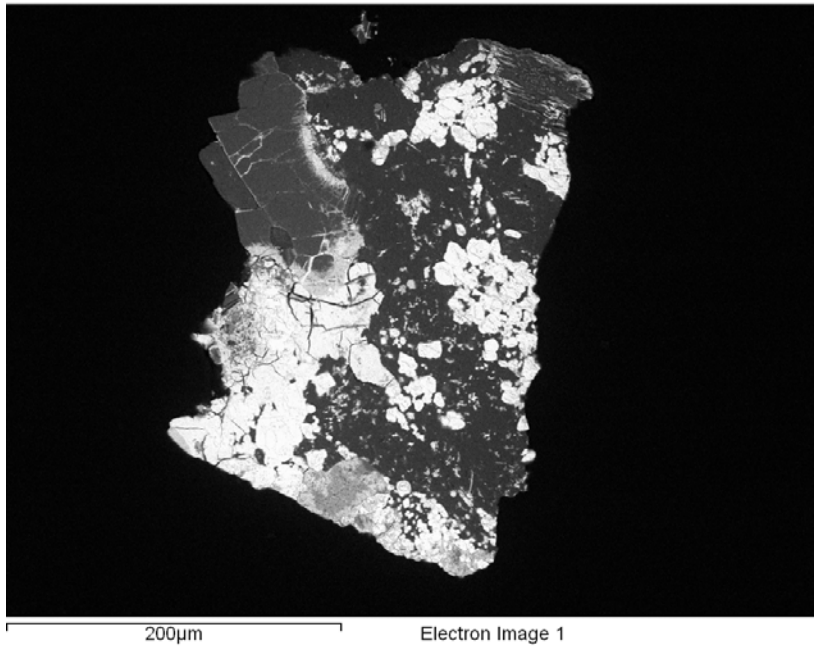
Electron Image 1



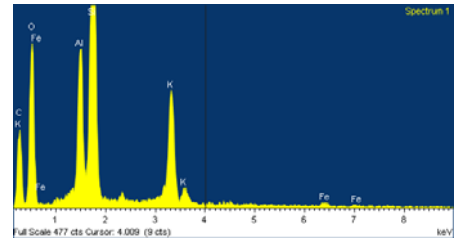
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	Si	P	S	Ca	As	Ag	Pb	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	0.99			2.54	-0.13	6.67	7.69	65.79	16.45	100.00
Spectrum 2	Yes	1.41			2.25			6.74	72.06	17.55	100.00
Spectrum 3	Yes					-0.47		16.16	69.24	15.06	100.00
Spectrum 4	Yes	2.11	2.19				7.69	6.51	62.58	18.92	100.00
Spectrum 5	Yes	1.33	1.68	2.04				5.96	68.05	20.93	100.00
Max.		2.11	2.19	2.04	2.54	-0.13	7.69	16.16	72.06	20.93	
Min.		0.99	1.68	2.04	2.25	-0.47	6.67	5.96	62.58	15.06	





Project: Asentolamminoja_MOUNT
 Site: Site of Interest 5 Site: Site of Interest 3
A1939 GRANITE
 White domains=uraninite



Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)

Spectrum	In stats.	C	Al	Si	P	K	Ca	Ti	Fe	Pb	U	O	Total
Spectrum 1	Yes	17.35	3.83	11.04		4.13			0.47			63.18	100.00
Spectrum 2	Yes	16.75		0.40	7.60		14.56					60.70	100.00
Spectrum 3	Yes	14.80		1.66			0.61	12.76			16.72	53.45	100.00
Spectrum 4	Yes	14.95		1.15						2.70	33.16	48.03	100.00
Spectrum 5	Yes	15.05	0.56	1.72							33.37	49.29	100.00
Max.		17.35	3.83	11.04	7.60	4.13	14.56	12.76	0.47	2.70	33.37	63.18	
Min.		14.80	0.56	0.40	7.60	4.13	0.61	12.76	0.47	2.70	16.72	48.03	

All results in weight%

