
Tilajaat	Suomen KL-Lämpö Oy Sari Kurvinen Keisarinviitta 22 33960 Pirkkala Lahti Energia Olli Lindstam PL93 15141 Lahti
Tilaus	Sähköposti 30.5.2007, Sari Kurvinen, sähköposti 1.6.2007, Olli Lindstam.
Yhteyshenkilö VTT:ssä	VTT Tutkija Päivi Varis Kemistintie 3, Espoo PL 1000, 02044 VTT Puh. 020 722 6788 Faksi 020 722 7010 Sähköposti paivi.varis@vtt.fi.

Tehtävä	Kenttätutkimus hiiliteräksen korroosiosta kaukolämpöverkossa
Näytteet	VTT:n edustajan 13.6.2007 noutamat neljä hiiliteräsnäytettä, jotka otettiin kaukolämpöverkosta osoitteessa Ripistönkatu 2, Lahti. Näytteet oli merkitty numeroilla 50, 51, 52 ja 53.
Tausta	VTT:ssa toteutettiin v. 1996-1998 kaukolämmityksen tutkimusohjelmassa projekti ”Kaukolämpöverkostoissa käytettävien vedenkäsittelykemikaalien toimivuuden tutkiminen”. Projektissa tehtiin laboratoriotutkimusten lisäksi kenttäkokeita, joissa kemikaalien toimivuutta todellisissa käyttökohteissa tutkittiin painohäviökokeiden avulla. Yksi kenttäkohteista oli Lahdessa sijaitseva Ripistön aluelämpökeskus, jossa on muoviputkiverkosto. Verkostossa käytetään lisäaineena Suomen KL-Lämpö Oy:n kemikaalia KK-620. Tutkittavat näytteet ovat peräisin tästä kenttäkohteesta. Ne oli asennettu verkostoon 3.4.1997.
Suoritettut tutkimukset	Tutkittavat näytteet valokuvattiin digitaalisesti. Näytteiden pintoja tutkittiin stereomikroskoopilla. Näytteiden 51, 52 ja 53 pintoja tutkittiin ja kuvattiin pyyhkäisyelektronimikroskoopilla (SEM) sekä analysoitiin SEM:iin liitettyllä energiadiispersiivisellä röntgenanalysaattorilla (EDS), jolla voidaan todeta boori (B) ja sitä raskaammat alkuaineet. Näytteet peitattiin ja punnittiin, ja niiden painohäviöt sekä syöpymisnopeudet määritettiin. Peitattuja näytteitä tutkittiin ja yhtä näytteistä (näyte 51) kuvattiin stereomikroskoopilla. Näytteitä 51, 52 ja 53 tutkittiin ja kuvattiin SEM:lla myös peittauksen jälkeen.

Tulokset ja niiden tarkastelu

Digitaalikuivat tutkittavista näytteistä on esitetty kuvassa 1. Näytteiden pinnoilla oli ruskeaa, vaaleaa, tummaa ja vihertävää kerrostumaa. SEM-kuvia näytteiden 51, 52 ja 53 pintojen paikoitellen lohkeilevista kerrostumista on esitetty kuvassa 2. Näytteen 51 kerrostumat sisälsivät EDS-analyysien mukaan rautaa (Fe), happea (O), hiiltä (C), kuparia (Cu), nikkeliä (Ni), alumiinia (Al) ja rikkiä (S) sekä hieman natriumia (Na), mangaania (Mn), kromia (Cr), fosforia (P) ja kaliumia (K), liite 1. Näytteen 52 kerrostumissa todettiin kaliumia lukuun ottamatta samoja alkuaineita kuin näytteen 51, ja lisäksi pieniä määriä kalsiumia (Ca), liite 2. Näytteen 53 kerrostumat sisälsivät samoja alkuaineita kuin näytteen 52, ja lisäksi hieman magnesiumia (Mg), liite 3.

Kvantitatiivisten analyysien tulokset ovat varsinkin keveiden alkuaineiden osalta suuntaa-antavia. Hiili on jätetty pois kvantitatiivisista tuloksista, sillä analysointiohjelma ylikorostaa hiilen osuutta voimakkaasti.

Digitaalikuivat peitatuista näytteistä on esitetty kuvassa 3 ja stereomikroskooppikuva näytteen 51 peitatus pinnasta kuvassa 4. Stereomikroskooppitarkastuksessa näytteissä ei todettu pistesyöpyymiä. Pintojen yleinen syöpyminenkin oli erittäin lievää, kuten myös kuvassa 5 esitetyistä näytteiden 51, 52 ja 53 SEM-kuvista voidaan todeta. Kuva 5a osoittaa, etteivät peitatus näytteestä 51 otetussa stereomikroskooppikuvassa (kuva 4) havaittavat tummat läikät ole syöpyymiä vaan sakkaa, sillä metallia kevyempi sakka erottuu takaisinsirontakuvassa ympäristöönsä tummempana. Asian varmistamiseksi ko. näyte käsiteltiin vielä oksidinpoistoliuoksella ja tutkittiin uudelleen stereomikroskoopilla ja SEM:lla. Pinnoilla ei todettu pistesyöpyymiä. Pinnalle edelleen jääneen partikkelin (ks. kuva 6) EDS-analyysissä havaittiin fluoria (F), piitä, happea, hiiltä, kalsiumia, rautaa sekä hieman rikkiä, liite 4.

Tutkittavien kenttäkoe näytteiden painohäviöt, pinta-alat ja näistä määritetyt syöpyminennopeudet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Kenttäkoe näytteiden painohäviöt, pinta-alat ja syöpyminennopeudet.

Näyte	Painohäviö mg	Pinta-ala cm ²	Painohäviö/pinta-ala mg/cm ²	Syöp.no-peus mpy	Syöp.no-peus mm/y
50	140,883	40,9	3,4446	0,0172	0,000436
51	69,813	40,0	1,7453	0,0087	0,000221
52	118,513	40,9	2,8976	0,0144	0,000367
53	93,853	41,1	2,2835	0,0114	0,000289

Taulukosta voidaan todeta tutkittavien kenttäkoe näytteiden syöpyminennopeuden olleen koeaikana erittäin pieni.

Yhteenveto

Lahden Ripistön aluelämpökeskuksen kaukolämpöputkiverkostossa olleiden hiiliteräksestä valmistettujen kenttäkoe näytteiden syöpyminen n. 10 vuoden

koeaikana on sekä näytteiden ulkonäön että mitattujen painohäviöiden ja näistä määritettyjen syöpymisnopeuksien perusteella ollut erittäin vähäistä.

Espoo, 12.9.2007

Pentti Kauppinen
Johtava tutkija

Päivi Varis
Tutkija

LIITTEET

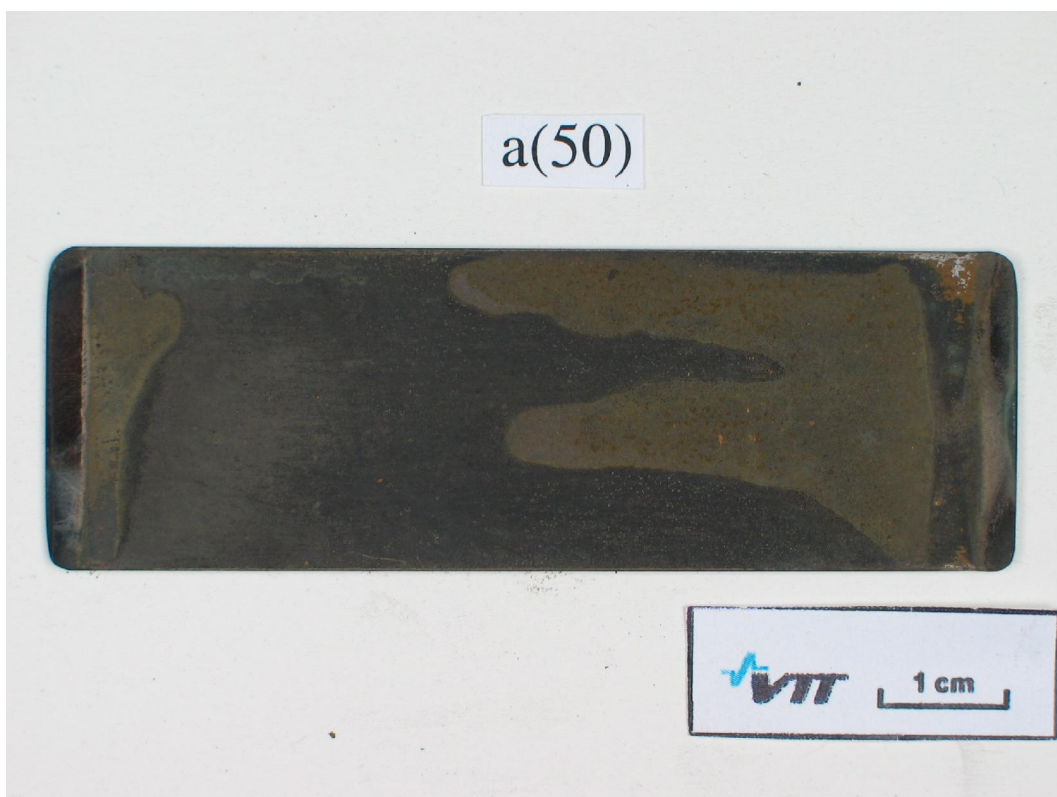
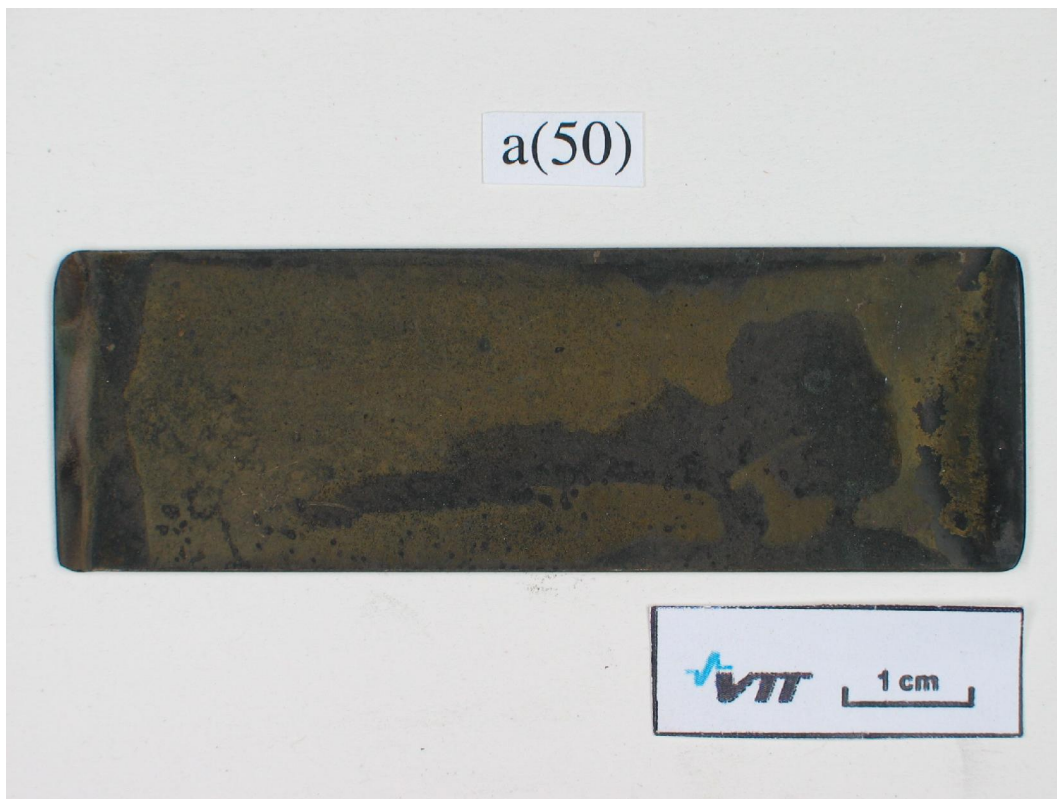
4 kpl

JAKELU

Tilaaajat (2 kpl)
VTT / Kirjaamo

Alkuperäinen
Alkuperäinen

PTV/H:\data\KLLämpö_Lahtienergia.doc/Proma16/20411



Kuva 1. Digitaaliset valokuvat kenttäkoe näytteistä ennen peittausta.



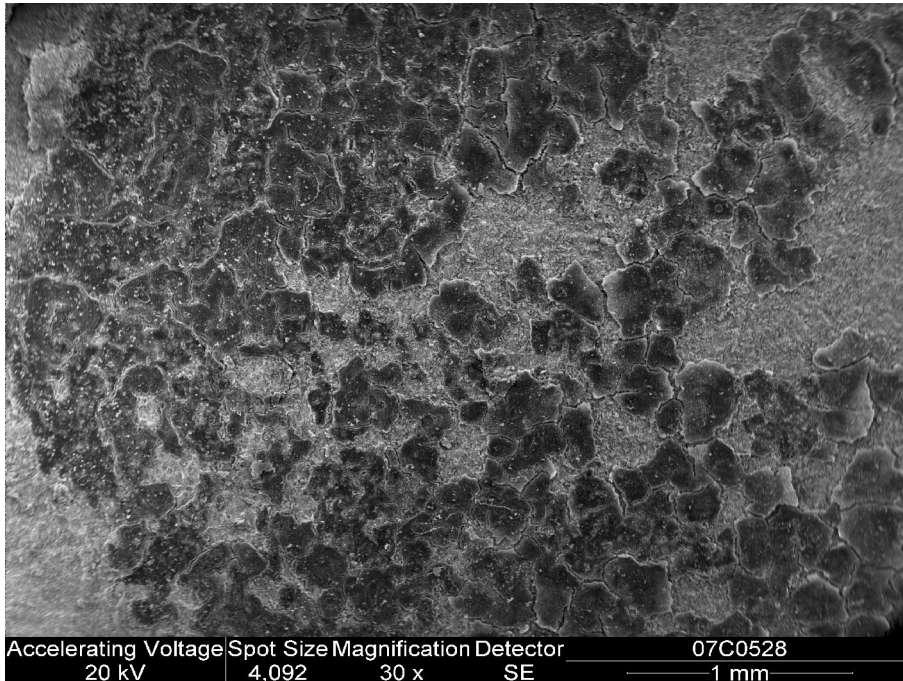
Kuva 1. Jatkuu.



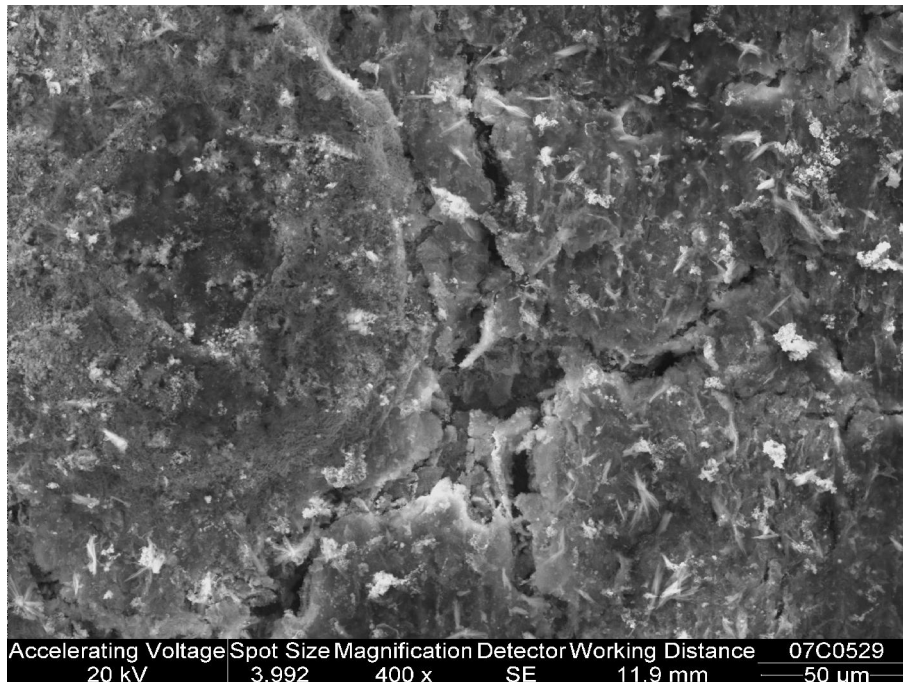
Kuva 1. Jatkuu.



Kuva 1. Jatkuu.



(a)

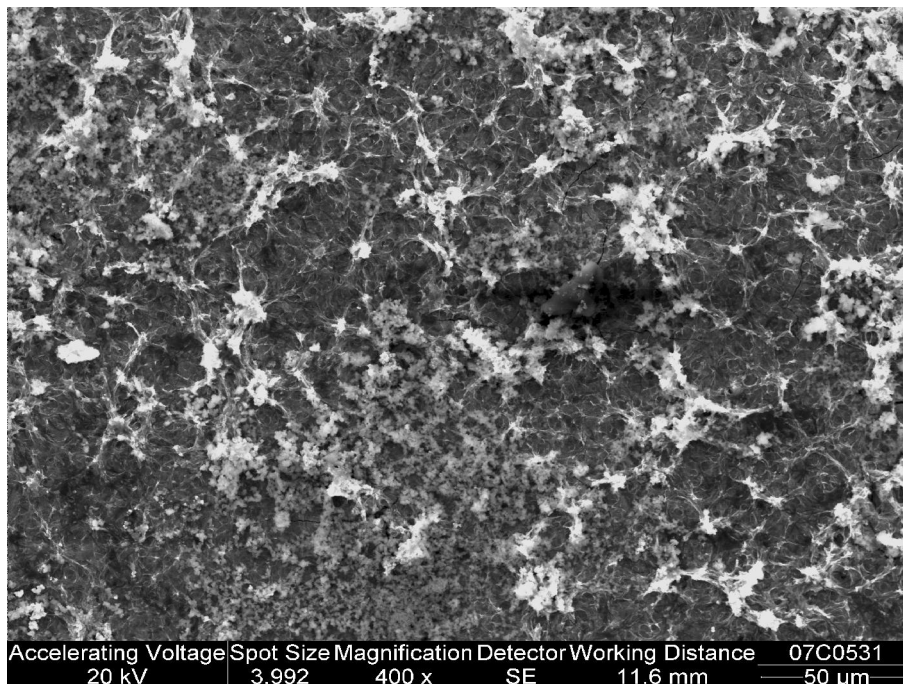


(b)

Kuva 2. SEM-kuvia kenttäkoenäytteiden pintojen kerrostumista, (a) ja (b) näyte 51, (c) ja (d) näyte 52, (e) ja (f) näyte 53.

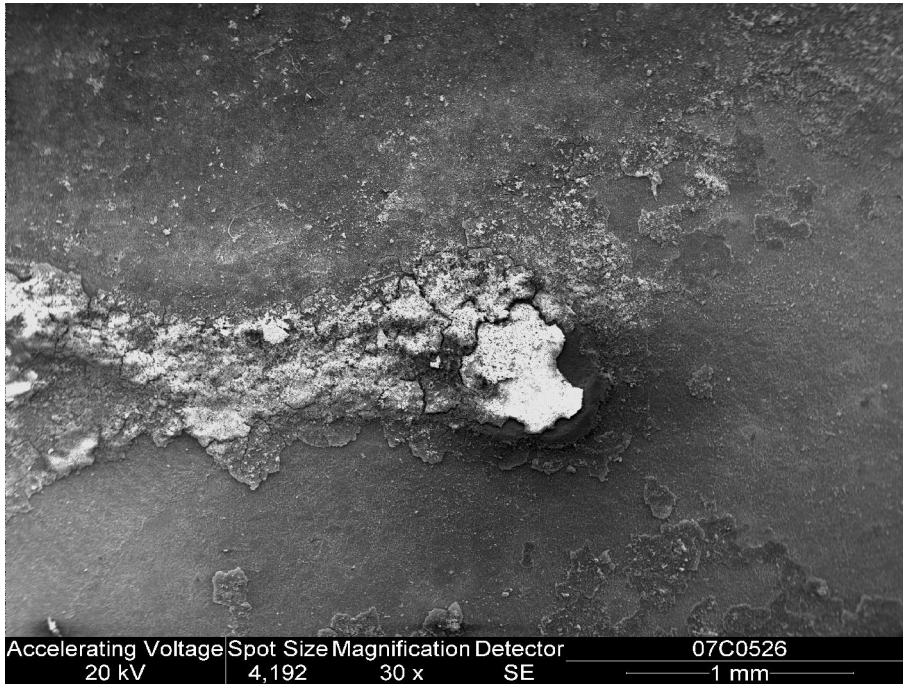


(c)



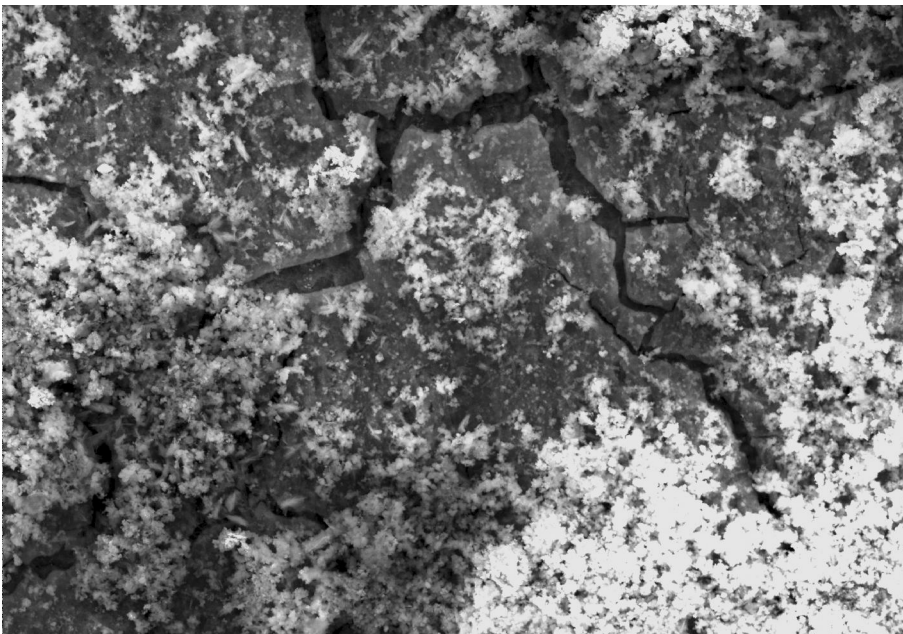
(d)

Kuva 2. Jatkuu.



(e)

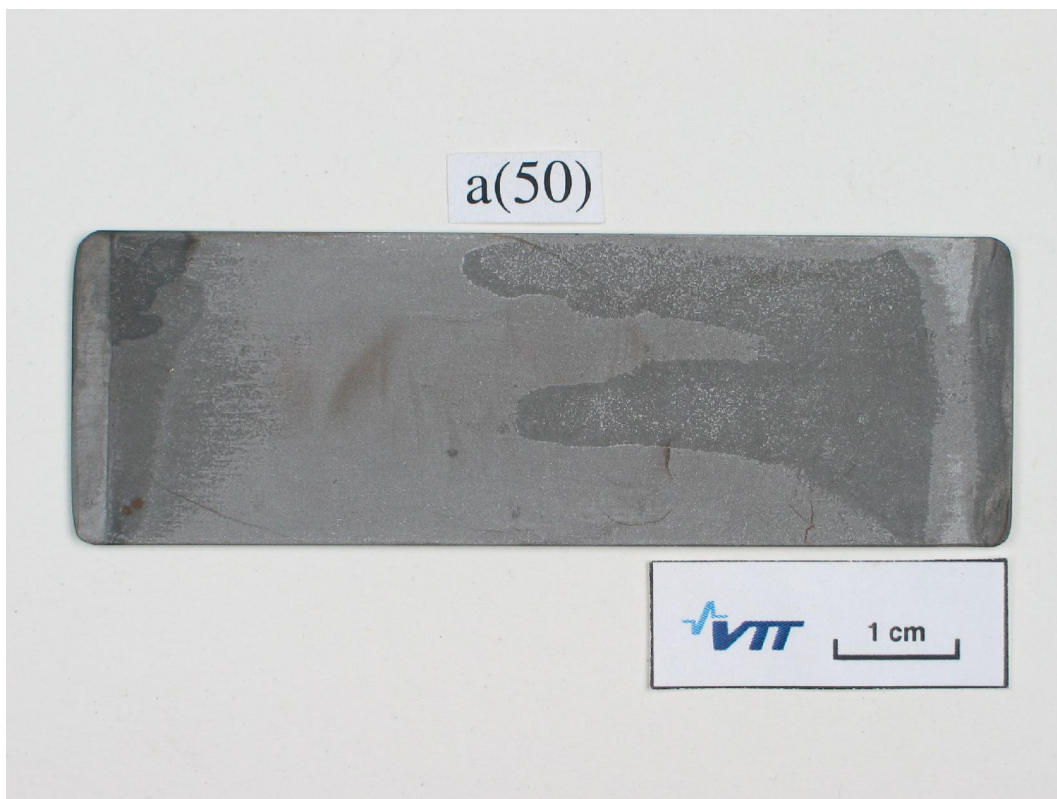
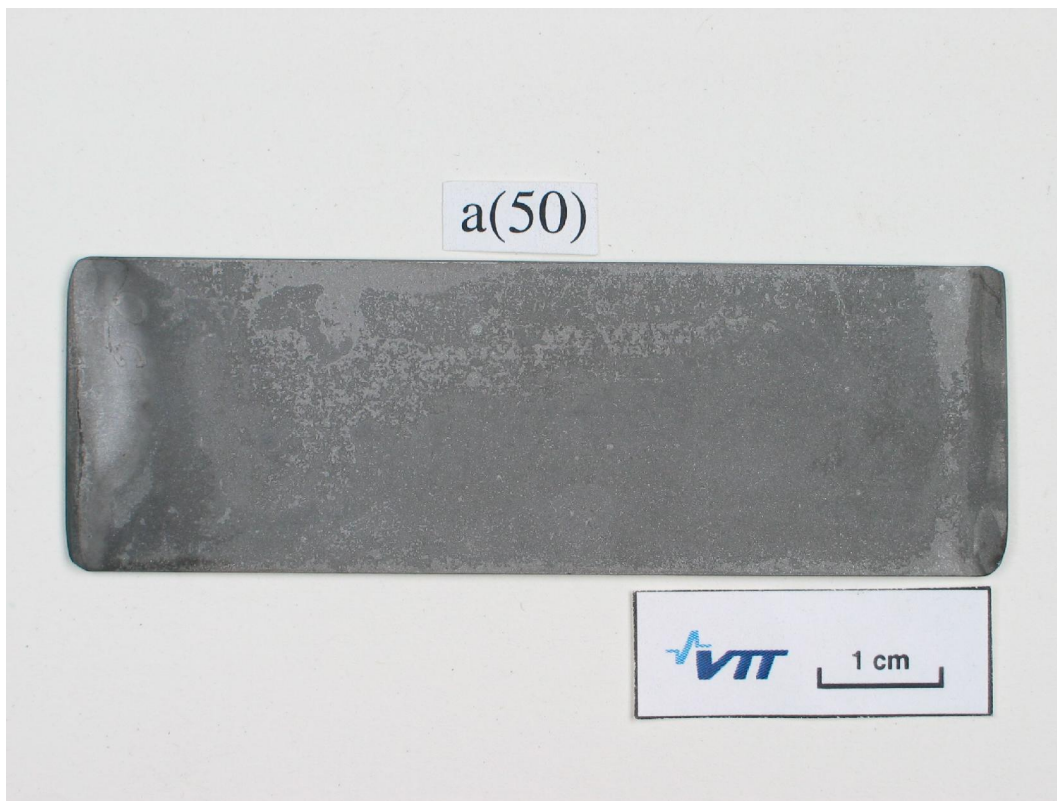
Accelerating Voltage	Spot Size	Magnification	Detector	07C0526
20 kV	4,192	30 x	SE	1 mm



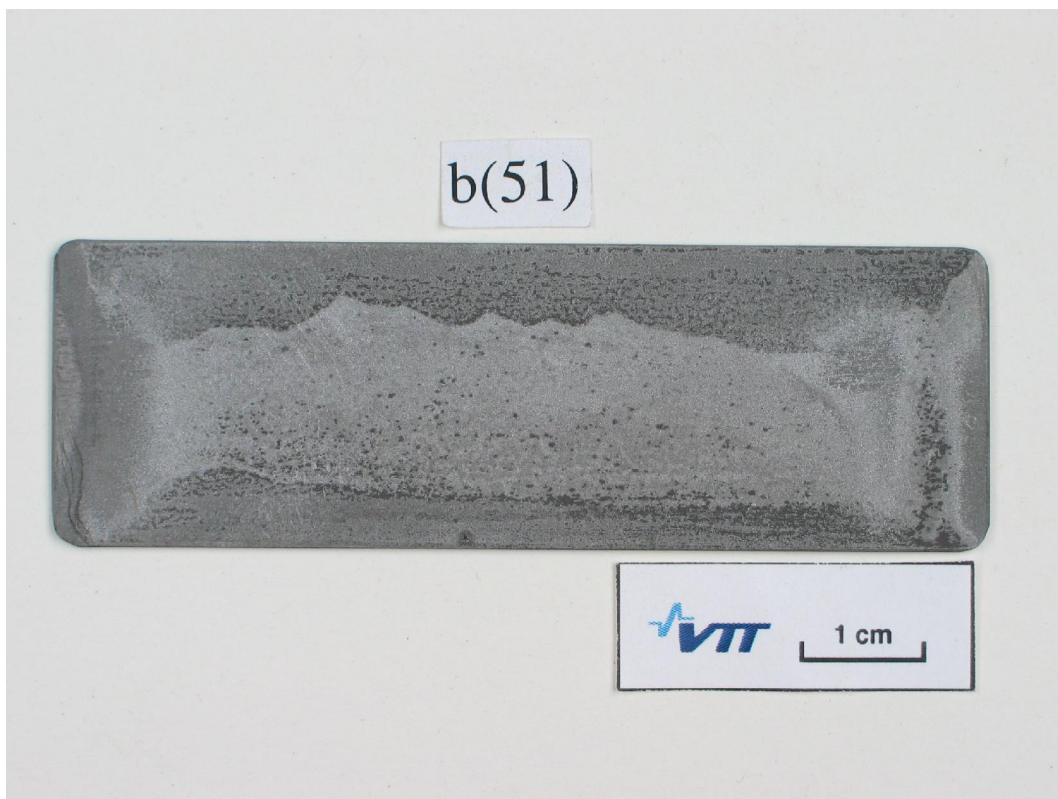
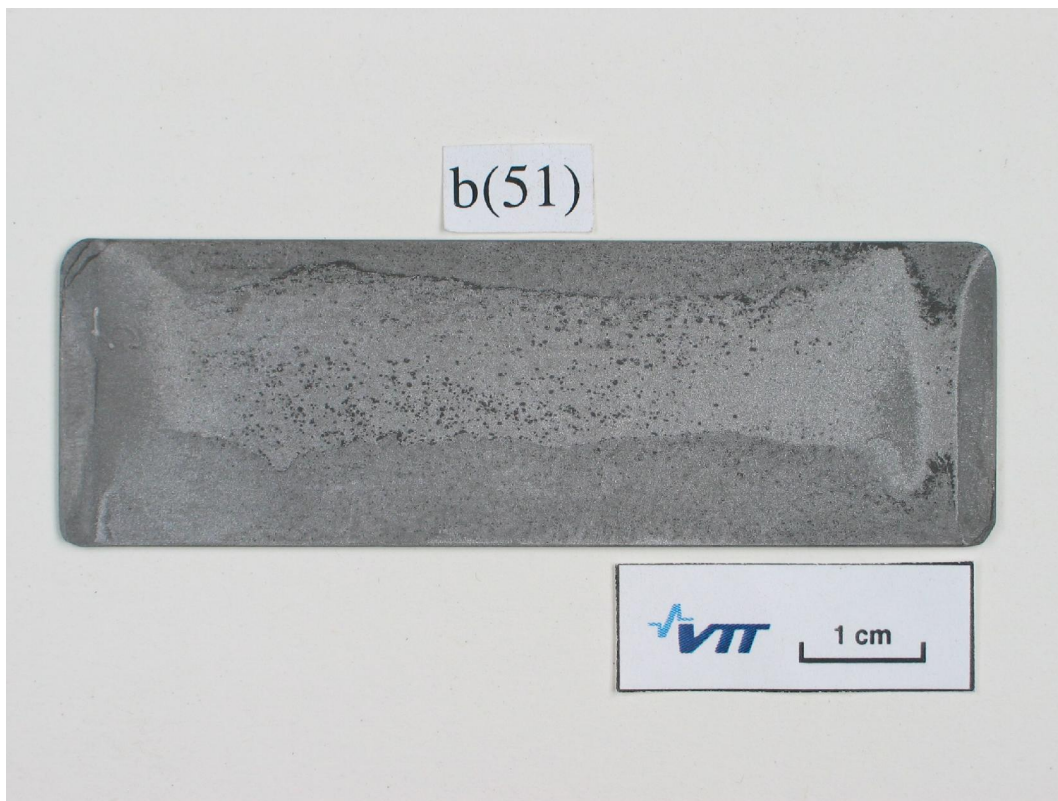
(f)

Accelerating Voltage	Spot Size	Magnification	Detector	Working Distance	07C0527
20 kV	4	400 x	SE	13,7 mm	50 μm

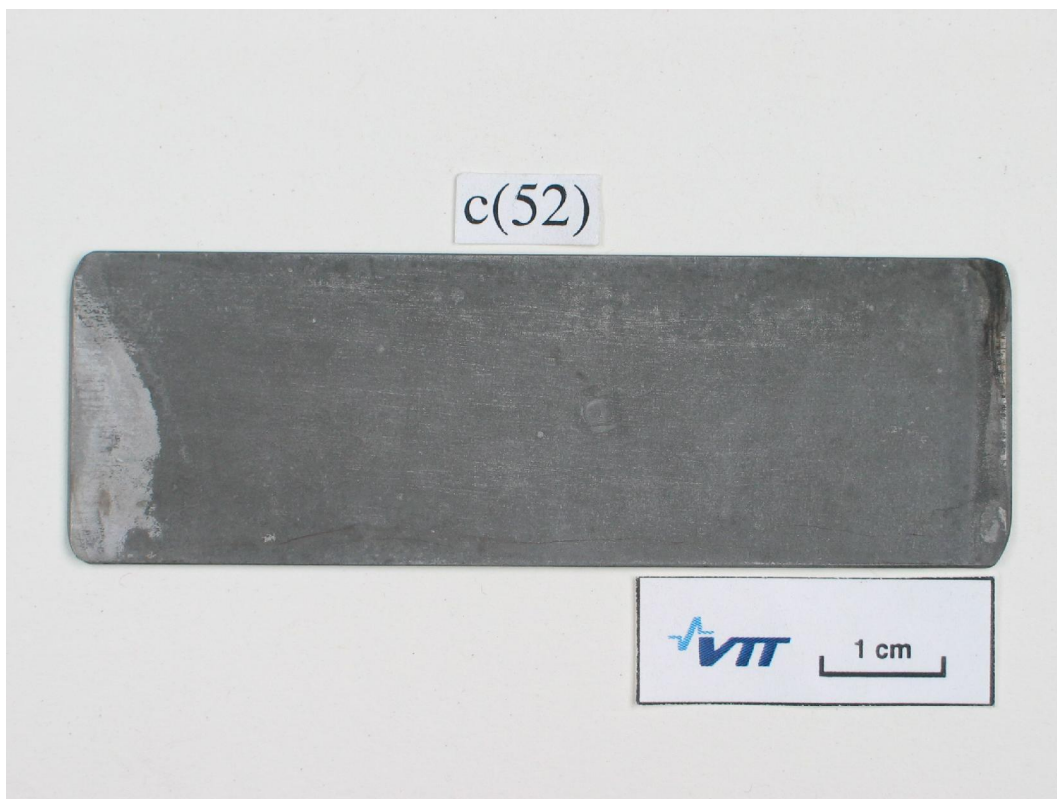
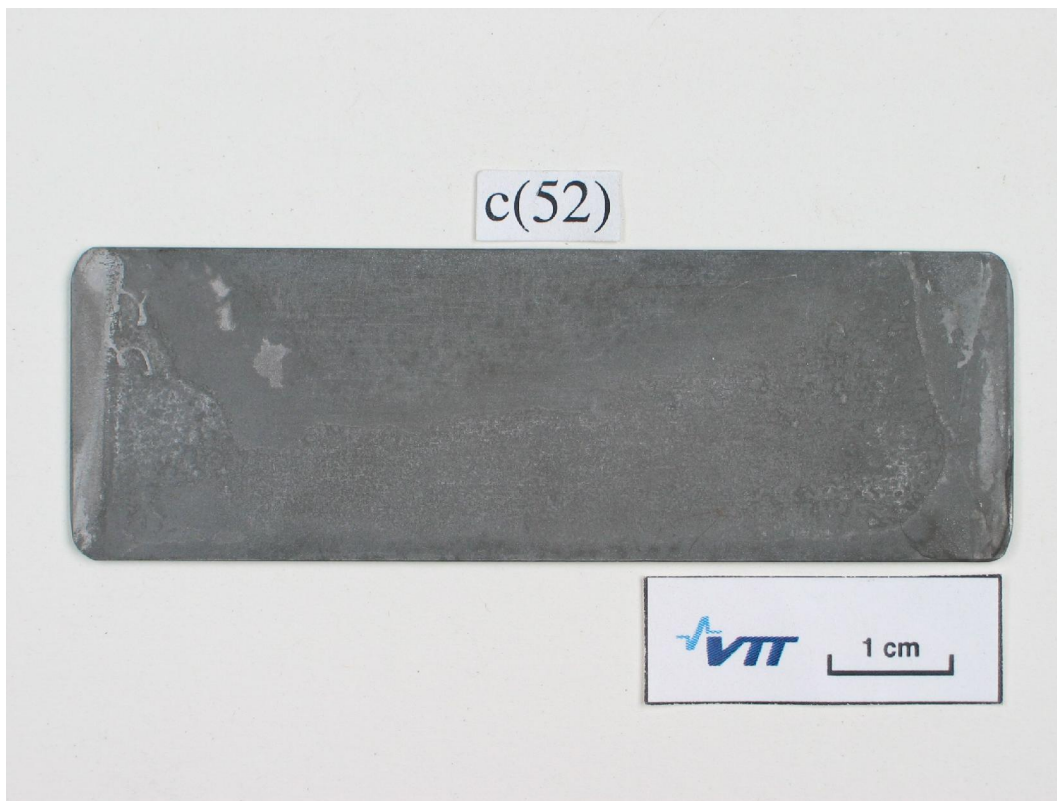
Kuva 2. Jatkuu.



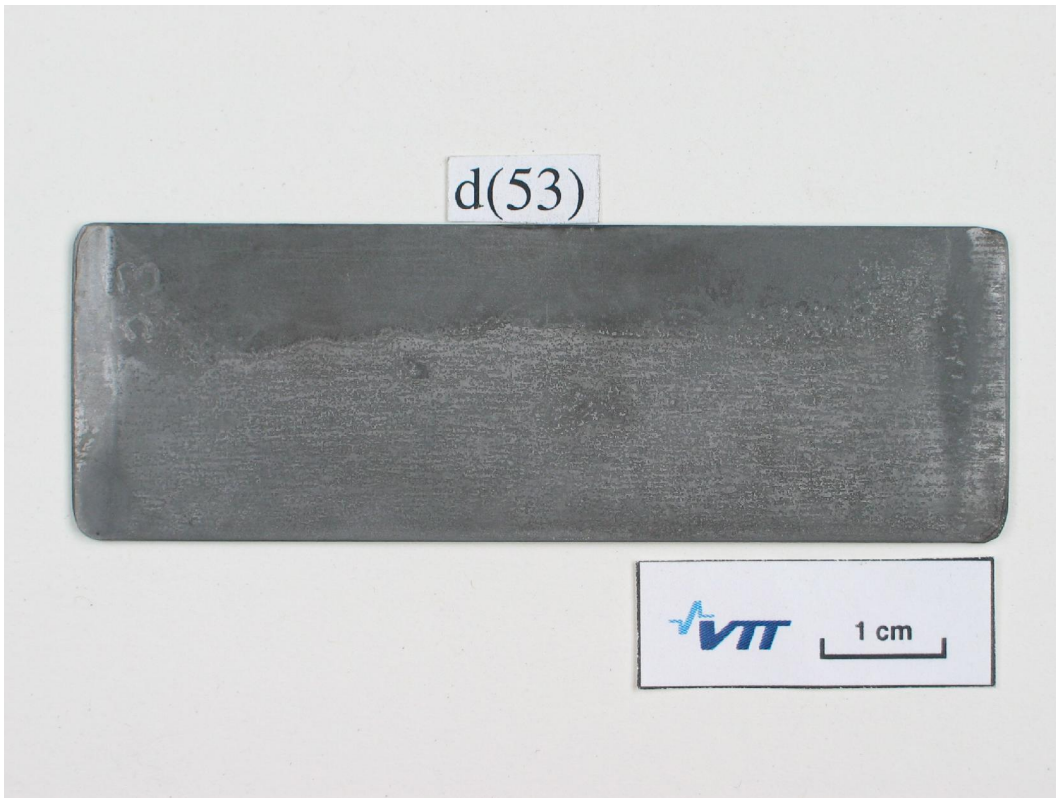
Kuva 3. Digitaaliset valokuvat peitatuista kenttäkoenäytteistä.



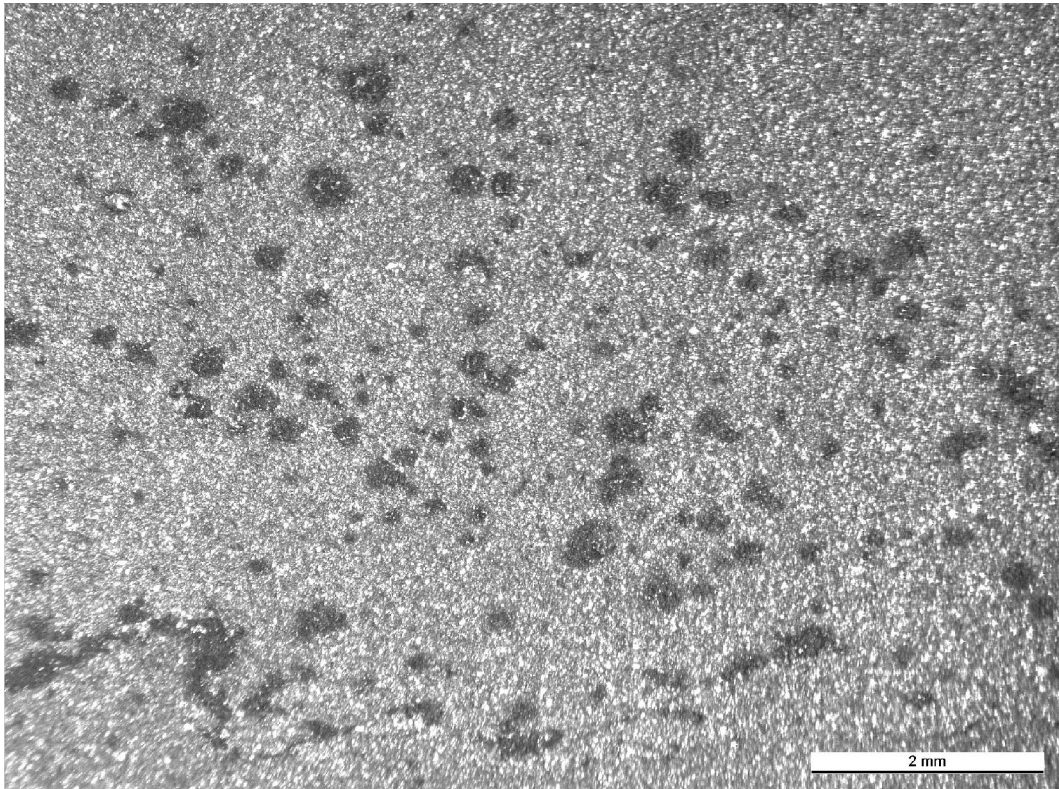
Kuva 3. Jatkuu.



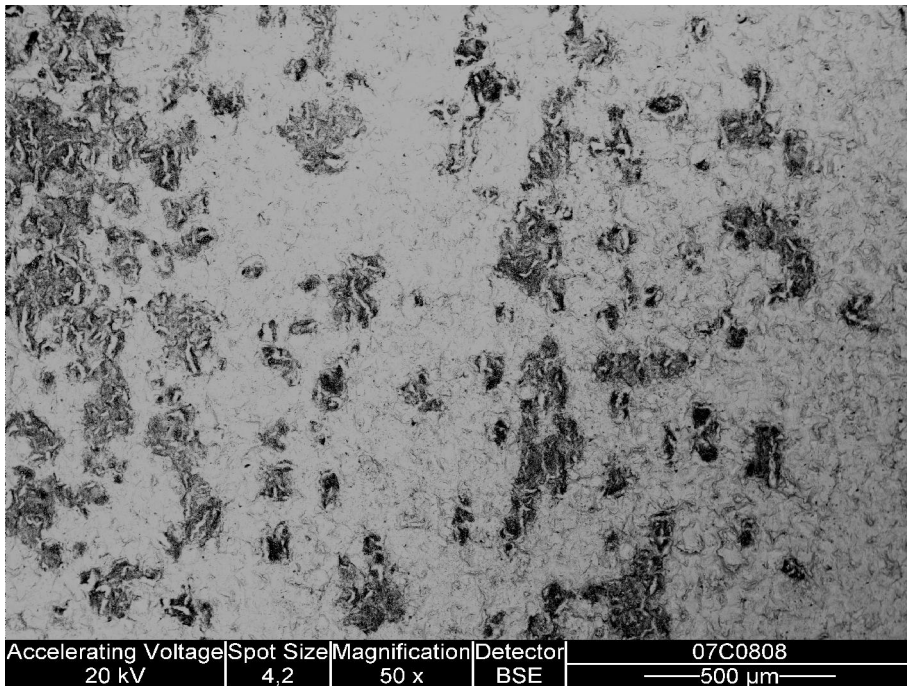
Kuva 3. Jatkuu.



Kuva 3. Jatkuu.

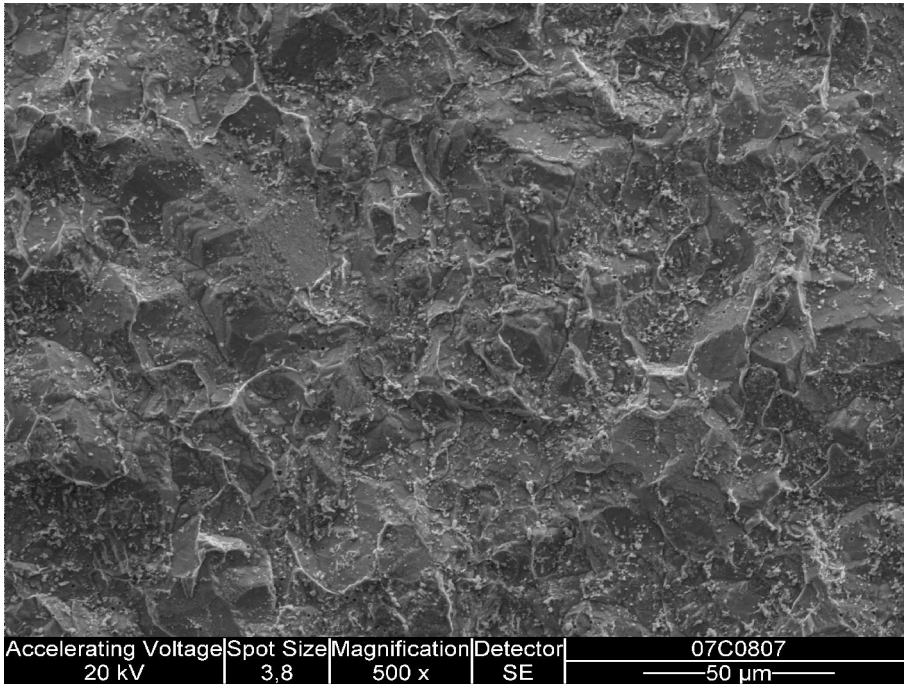


Kuva 4. Stereomikroskooppikuva kenttäkoe näytteen 51 peitattua pinnasta.

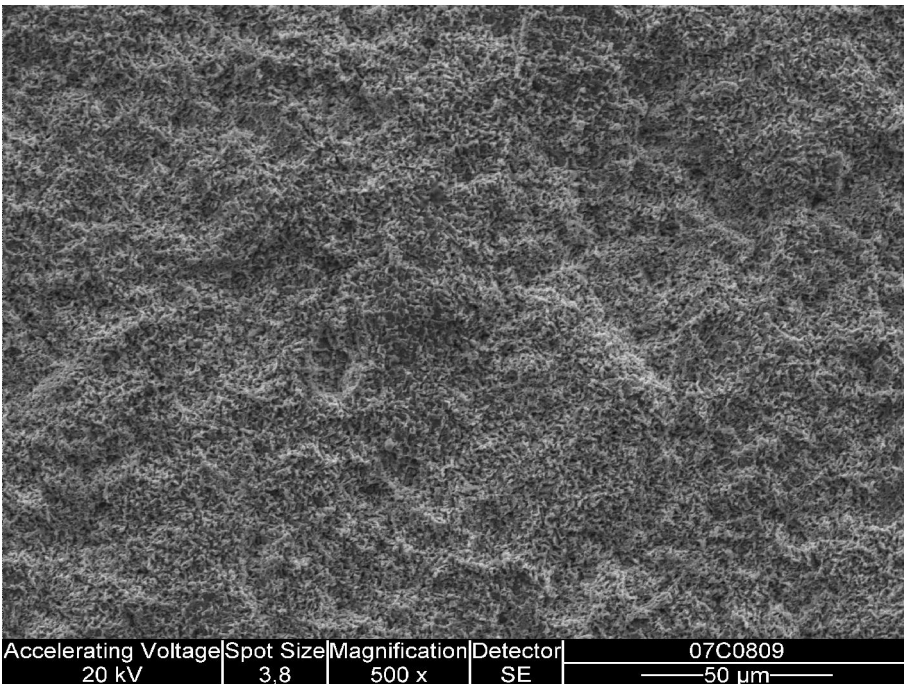


(a)

Kuva 5. SEM-kuvia peitattujen kenttäkoe näytteiden pinnoista, (a) ja (b) näyte 51, (c) näyte 52, (d) näyte 53. Kuva 5a on takaisinsirontakuva, jossa kevyet alkuaineet näkyvät tummempina.

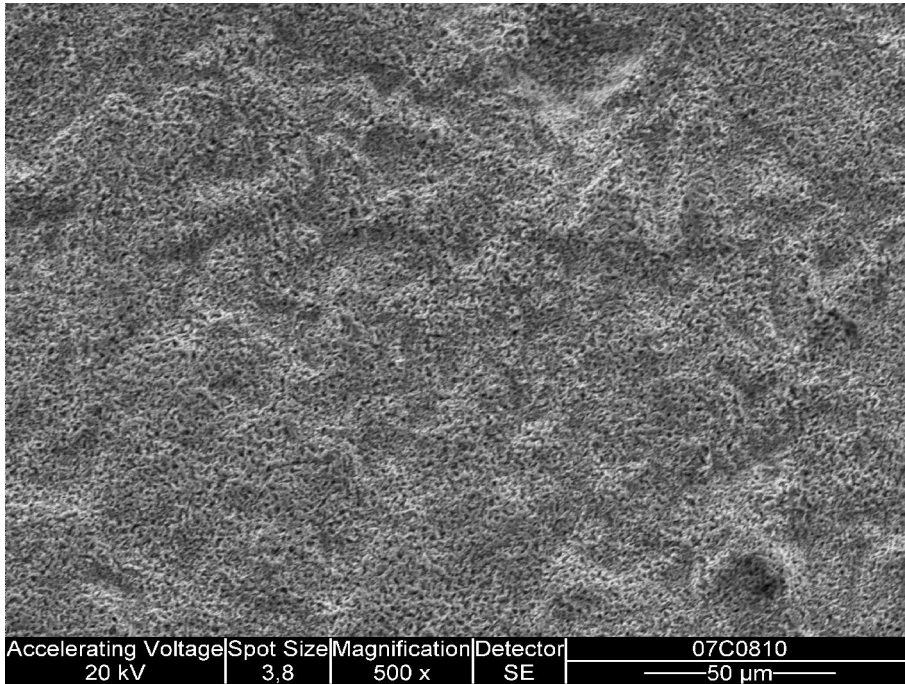


(b)



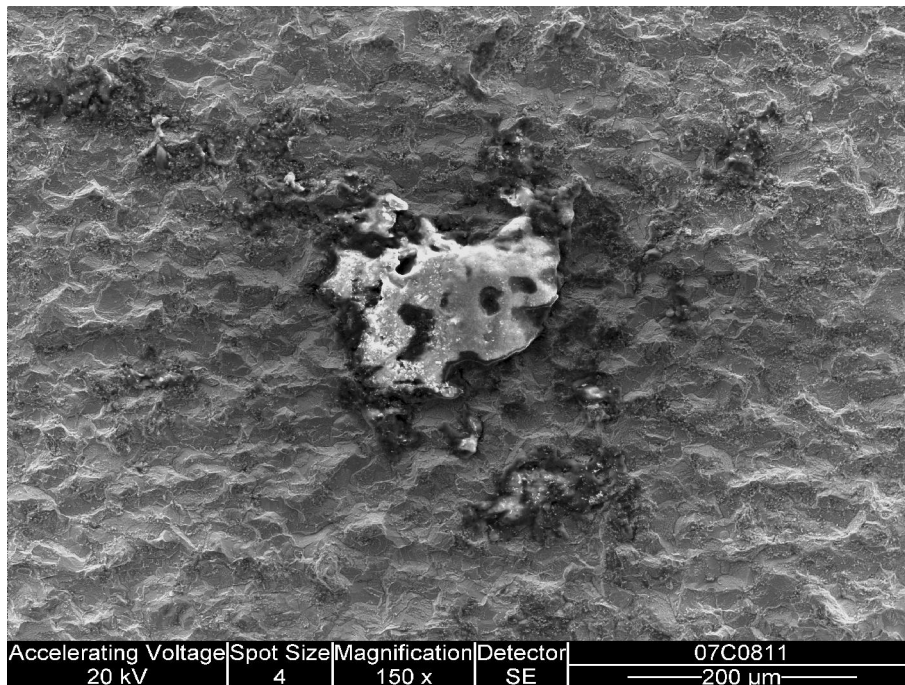
(c)

Kuva 5. Jatkuu.



(d)

Kuva 5. Jatkuu.



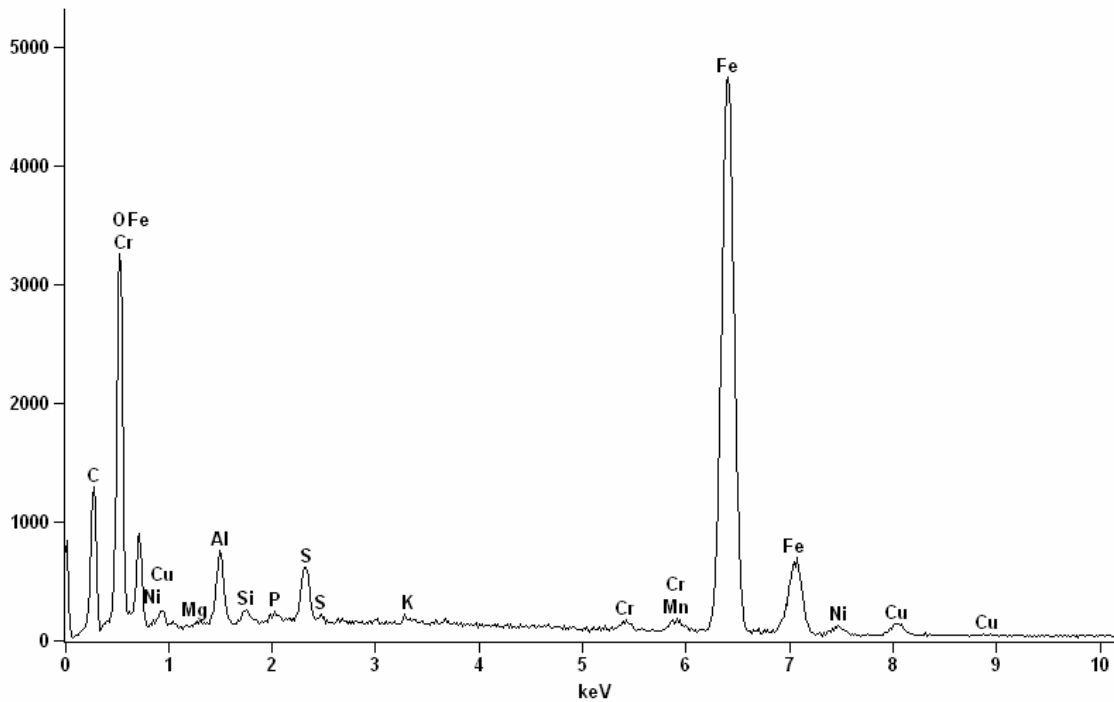
Kuva 6. SEM-kuva näytteen 51 pinnalla peittauksen ja oksidinpoiston jälkeen todetusta partikkelista.

LIITE 1

LUOTTAMUKSELLINEN

Full scale counts: 4744

Näyte 51, ruskea kerrostuma



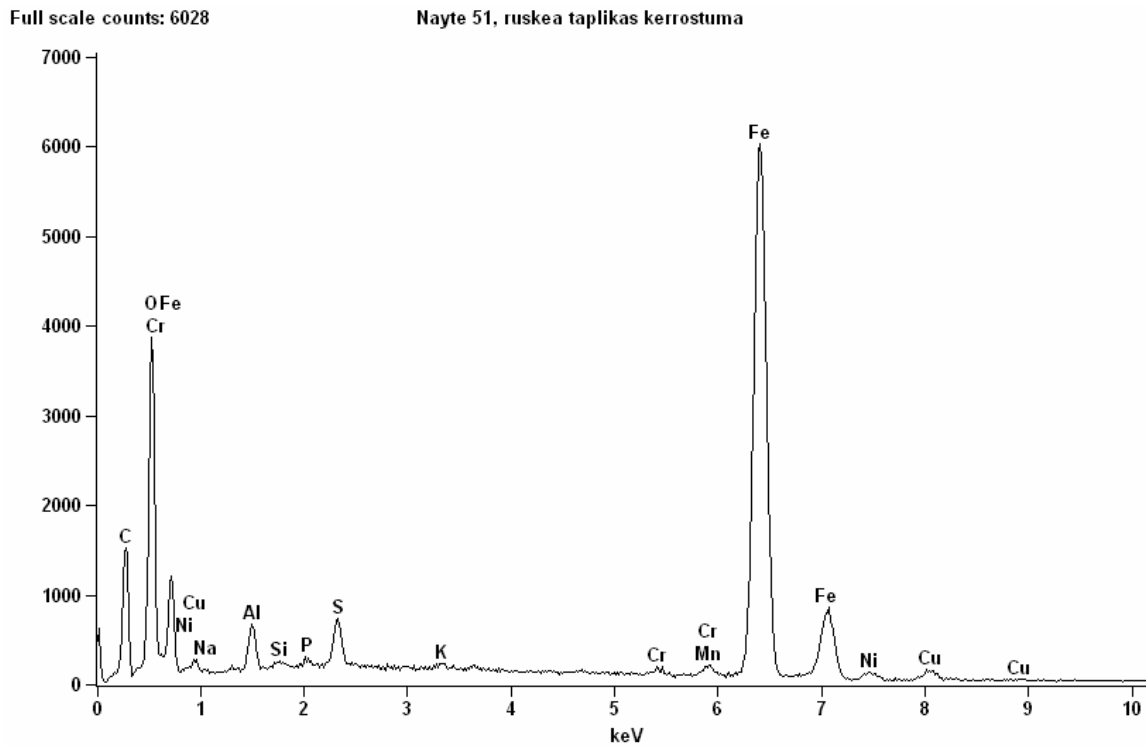
Filter Fit Chi-squared value: 5.216 Errors: +/- 1 Sigma
 Correction Method: Proza (Phi-Rho-Z)
 Acc.Voltage: 20.0 kV Take Off Angle: 37.1 deg

Kvantitatiivinen analyysi, hiili ei mukana: Näyte 51, ruskea kerrostuma

<i>Element</i>	<i>Weight %</i>	<i>Weight % Error</i>	<i>Atom %</i>	<i>Atom % Error</i>
<i>O</i>	23.98	+/- 0.31	50.75	+/- 0.67
<i>Mg</i>	0.09	+/- 0.05	0.12	+/- 0.07
<i>Al</i>	2.90	+/- 0.09	3.64	+/- 0.11
<i>Si</i>	0.48	+/- 0.04	0.58	+/- 0.04
<i>P</i>	0.23	+/- 0.04	0.26	+/- 0.04
<i>S</i>	2.05	+/- 0.08	2.17	+/- 0.09
<i>K</i>	0.23	+/- 0.03	0.20	+/- 0.03
<i>Cr</i>	0.60	+/- 0.05	0.39	+/- 0.03
<i>Mn</i>	1.11	+/- 0.17	0.68	+/- 0.10
<i>Fe</i>	64.51	+/- 0.40	39.12	+/- 0.25
<i>Ni</i>	1.37	+/- 0.23	0.79	+/- 0.13
<i>Cu</i>	2.45	+/- 0.28	1.30	+/- 0.15
Total	100.00		100.00	

LIITE 1

LUOTTAMUKSELLINEN



Filter Fit Chi-squared value: 7.049 Errors: +/- 1 Sigma
 Correction Method: Proza (Phi-Rho-Z)
 Acc.Voltage: 20.0 kV Take Off Angle: 36.7 deg

Kvantitatiivinen analyysi, hiili ei mukana: Näyte 51, ruskea täplikas kerrostuma

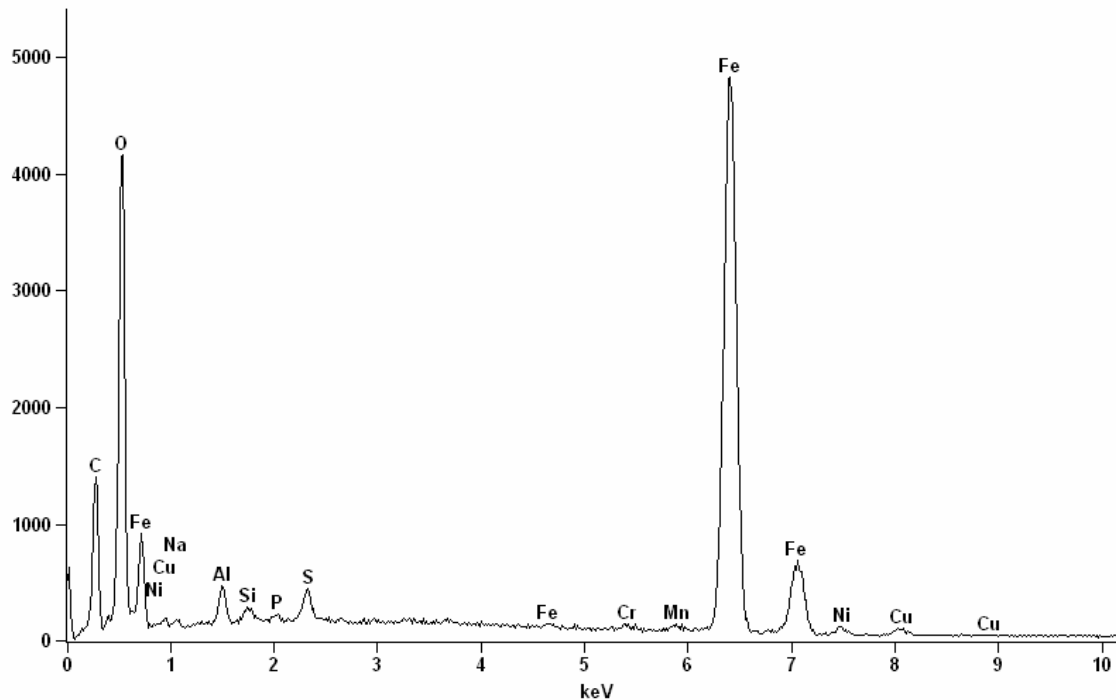
<i>Element</i>	<i>Weight %</i>	<i>Weight % Error</i>	<i>Atom %</i>	<i>Atom % Error</i>
<i>O</i>	22.59	+/- 0.30	49.00	+/- 0.65
<i>Na</i>	0.59	+/- 0.14	0.89	+/- 0.21
<i>Al</i>	1.89	+/- 0.07	2.43	+/- 0.09
<i>Si</i>	0.31	+/- 0.03	0.39	+/- 0.04
<i>P</i>	0.30	+/- 0.03	0.34	+/- 0.04
<i>S</i>	1.97	+/- 0.07	2.14	+/- 0.08
<i>K</i>	0.18	+/- 0.03	0.16	+/- 0.03
<i>Cr</i>	0.50	+/- 0.04	0.34	+/- 0.03
<i>Mn</i>	1.08	+/- 0.15	0.68	+/- 0.09
<i>Fe</i>	67.07	+/- 0.38	41.67	+/- 0.23
<i>Ni</i>	1.37	+/- 0.21	0.81	+/- 0.12
<i>Cu</i>	2.13	+/- 0.25	1.16	+/- 0.13
Total	100.00		100.00	

LIITE 1

LUOTTAMUKSELLINEN

Full scale counts: 4826

Näyte 51, tumma kerrostuma



Filter Fit Chi-squared value: 6.407 Errors: +/- 1 Sigma
 Correction Method: Proza (Phi-Rho-Z)
 Acc.Voltage: 20.0 kV Take Off Angle: 36.7 deg

Kvantitatiivinen analyysi, hiili ei mukana: Näyte 51, tumma kerrostuma

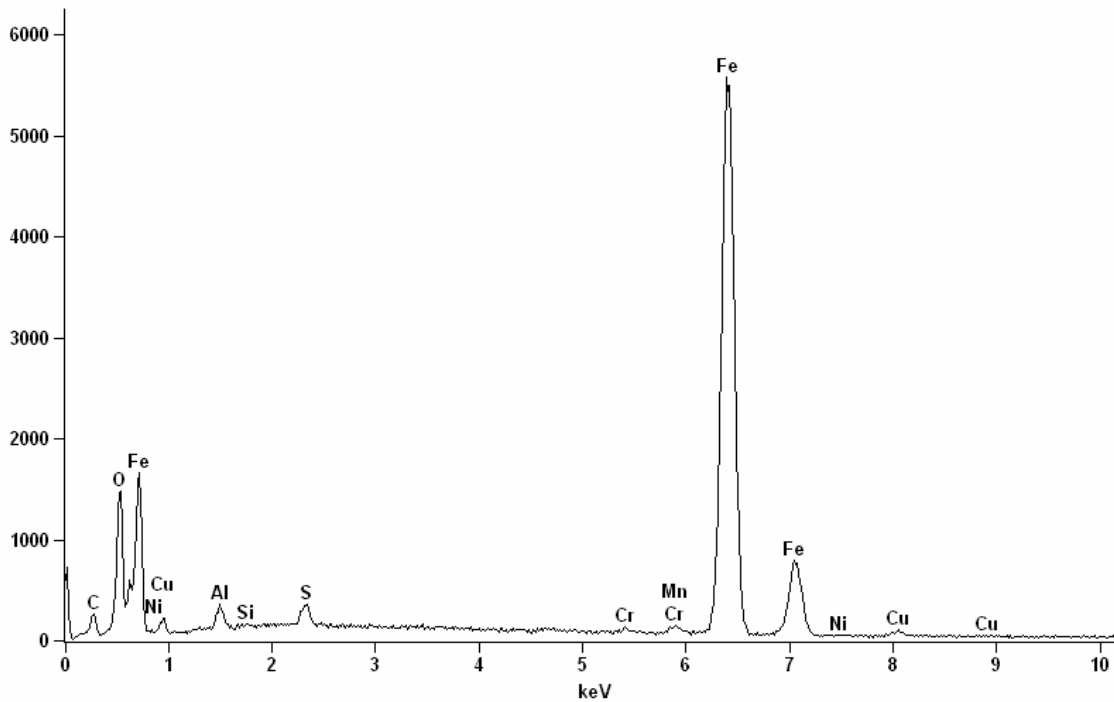
<i>Element</i>	<i>Weight %</i>	<i>Weight % Error</i>	<i>Atom %</i>	<i>Atom % Error</i>
<i>O</i>	27.98	+/- 0.31	56.21	+/- 0.63
<i>Na</i>	0.95	+/- 0.13	1.32	+/- 0.18
<i>Al</i>	1.34	+/- 0.08	1.60	+/- 0.09
<i>Si</i>	0.54	+/- 0.04	0.61	+/- 0.04
<i>P</i>	0.19	+/- 0.04	0.19	+/- 0.04
<i>S</i>	1.14	+/- 0.08	1.14	+/- 0.08
<i>Cr</i>	0.30	+/- 0.04	0.18	+/- 0.03
<i>Mn</i>	0.58	+/- 0.08	0.34	+/- 0.05
<i>Fe</i>	63.88	+/- 0.40	36.77	+/- 0.23
<i>Ni</i>	1.37	+/- 0.11	0.75	+/- 0.06
<i>Cu</i>	1.74	+/- 0.14	0.88	+/- 0.07
<i>Total</i>	100.00		100.00	

LIITE 1

LUOTTAMUKSELLINEN

Full scale counts: 5578

Näyte 51, vaalea kerrostuma



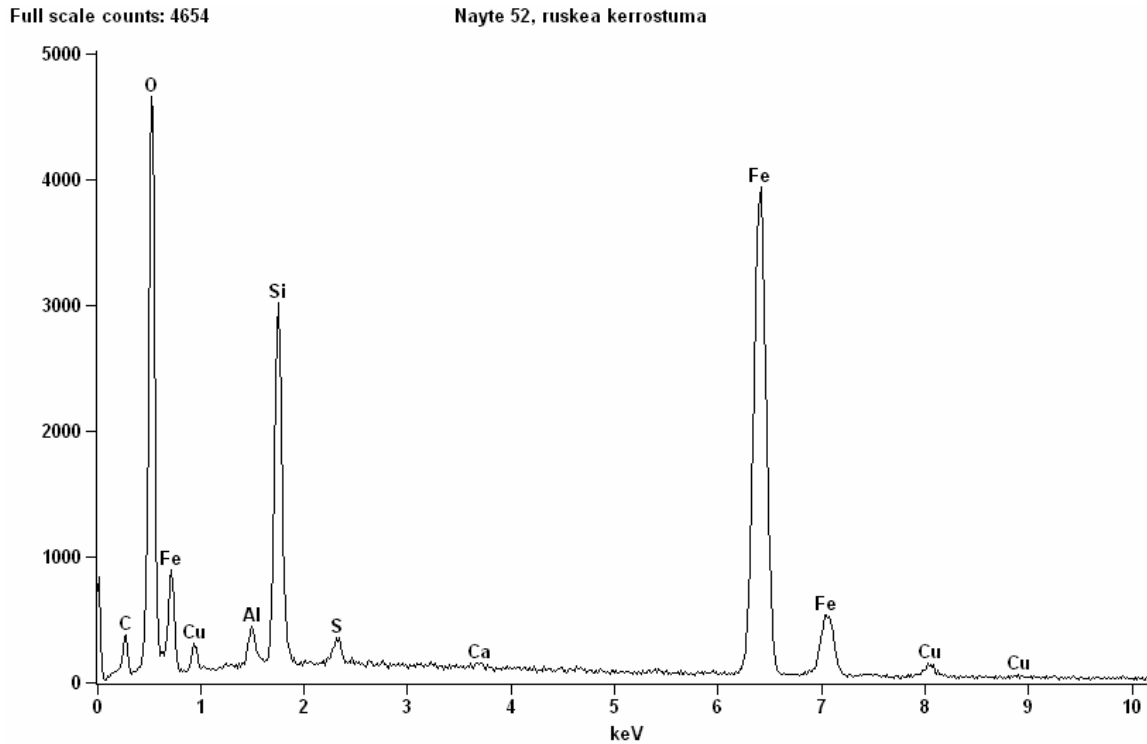
Filter Fit Chi-squared value: 9.273 Errors: +/- 1 Sigma
 Correction Method: Proza (Phi-Rho-Z)
 Acc.Voltage: 20.0 kV Take Off Angle: 36.9 deg

Kvantitatiivinen analyysi, hiili ei mukana: Näyte 51, vaalea kerrostuma

<i>Element</i>	<i>Weight %</i>	<i>Weight % Error</i>	<i>Atom %</i>	<i>Atom % Error</i>
<i>O</i>	14.10	+/- 0.16	35.92	+/- 0.40
<i>Al</i>	1.06	+/- 0.07	1.60	+/- 0.11
<i>Si</i>	0.12	+/- 0.03	0.18	+/- 0.05
<i>S</i>	1.12	+/- 0.08	1.42	+/- 0.10
<i>Cr</i>	0.22	+/- 0.04	0.17	+/- 0.03
<i>Mn</i>	0.94	+/- 0.08	0.70	+/- 0.06
<i>Fe</i>	80.27	+/- 0.44	58.60	+/- 0.32
<i>Ni</i>	0.32	+/- 0.11	0.22	+/- 0.07
<i>Cu</i>	1.85	+/- 0.14	1.19	+/- 0.09
<i>Total</i>	100.00		100.00	

LIITE 2

LUOTTAMUKSELLINEN



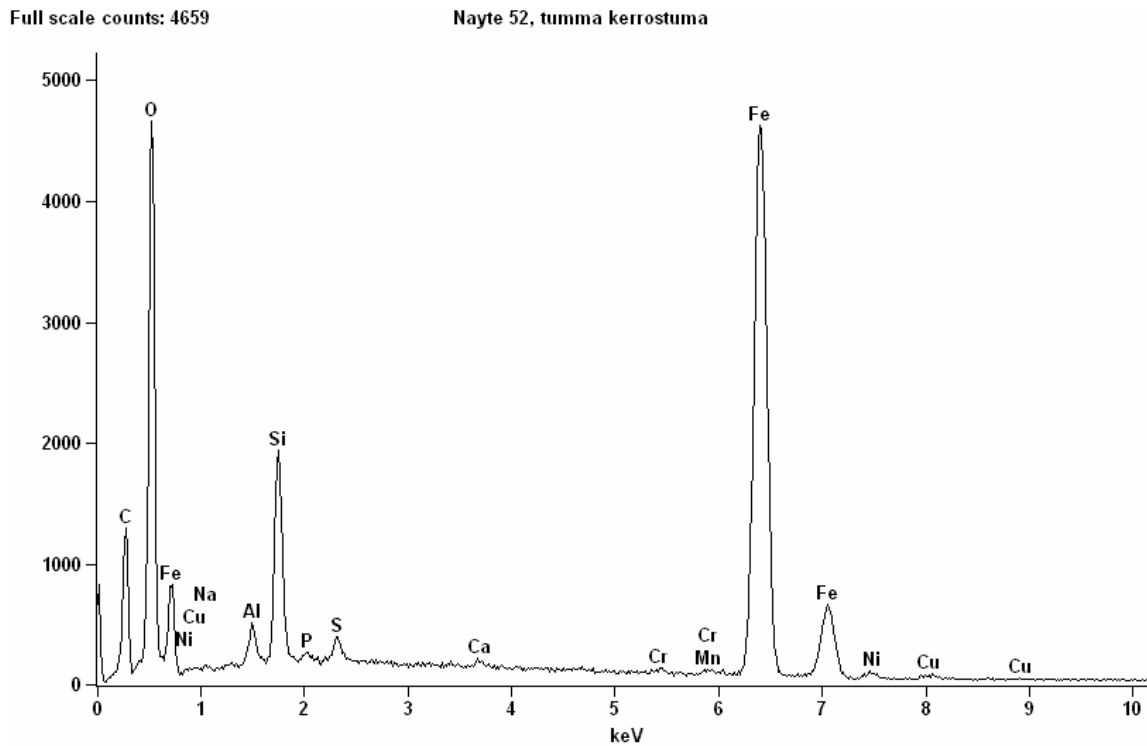
Filter Fit Chi-squared value: 3.339 Errors: +/- 1 Sigma
 Correction Method: Proza (Phi-Rho-Z)
 Acc.Voltage: 20.0 kV Take Off Angle: 37.1 deg

Kvantitatiivinen analyysi, hiili ei mukana: Näyte 52, ruskea kerrostuma

<i>Element</i>	<i>Weight %</i>	<i>Weight % Error</i>	<i>Atom %</i>	<i>Atom % Error</i>
<i>O</i>	34.34	+/- 0.33	61.02	+/- 0.58
<i>Al</i>	0.91	+/- 0.09	0.96	+/- 0.09
<i>Si</i>	9.58	+/- 0.10	9.70	+/- 0.10
<i>S</i>	0.89	+/- 0.07	0.79	+/- 0.06
<i>Ca</i>	0.22	+/- 0.03	0.16	+/- 0.02
<i>Fe</i>	51.82	+/- 0.35	26.37	+/- 0.18
<i>Cu</i>	2.23	+/- 0.25	1.00	+/- 0.11
Total	100.00		100.00	

LIITE 2

LUOTTAMUKSELLINEN



Filter Fit Chi-squared value: 4.843 Errors: +/- 1 Sigma
 Correction Method: Proza (Phi-Rho-Z)
 Acc.Voltage: 20.0 kV Take Off Angle: 36.9 deg

Kvantitatiivinen analyysi, hiili ei mukana: Näyte 52, tumma kerrostuma

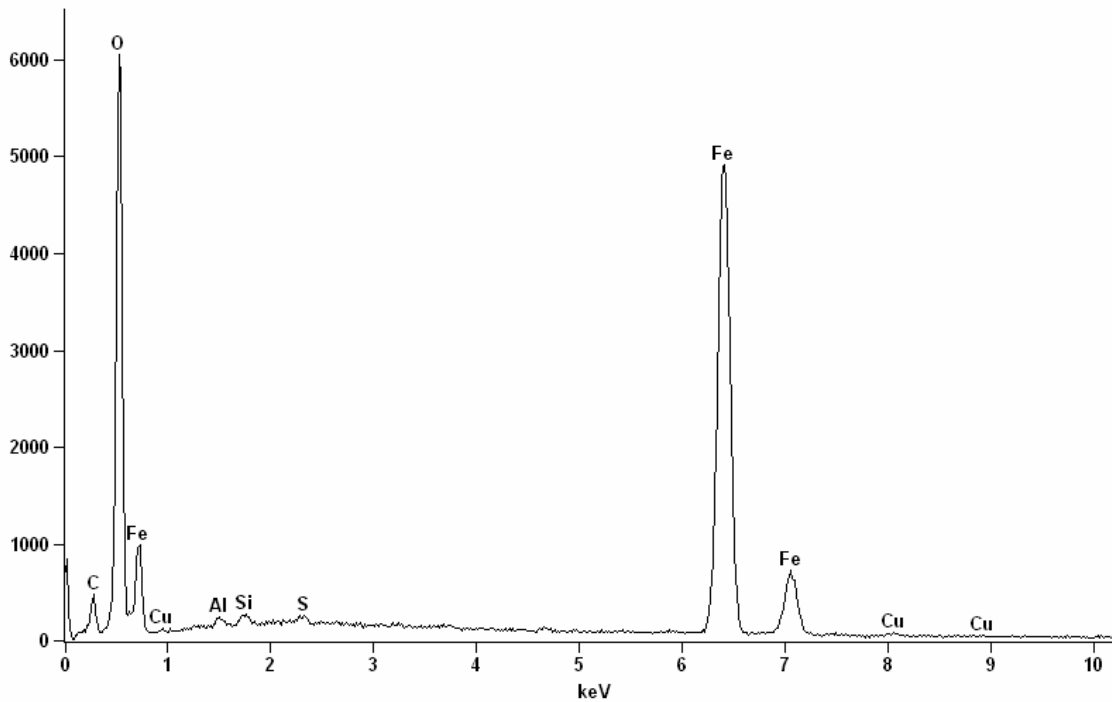
<i>Element</i>	<i>Weight %</i>	<i>Weight % Error</i>	<i>Atom %</i>	<i>Atom % Error</i>
<i>O</i>	30.41	+/- 0.32	57.69	+/- 0.61
<i>Na</i>	0.49	+/- 0.13	0.65	+/- 0.17
<i>Al</i>	1.03	+/- 0.09	1.15	+/- 0.10
<i>Si</i>	5.74	+/- 0.10	6.20	+/- 0.10
<i>P</i>	0.31	+/- 0.04	0.31	+/- 0.04
<i>S</i>	0.78	+/- 0.07	0.74	+/- 0.07
<i>Ca</i>	0.24	+/- 0.03	0.18	+/- 0.03
<i>Cr</i>	0.24	+/- 0.04	0.14	+/- 0.02
<i>Mn</i>	0.37	+/- 0.07	0.20	+/- 0.04
<i>Fe</i>	58.45	+/- 0.36	31.76	+/- 0.20
<i>Ni</i>	1.04	+/- 0.10	0.54	+/- 0.05
<i>Cu</i>	0.89	+/- 0.12	0.43	+/- 0.06
<i>Total</i>	100.00		100.00	

LIITE 2

LUOTTAMUKSELLINEN

Full scale counts: 6048

Näyte 52, vaaleanuskea kerrostuma



Filter Fit Chi-squared value: 5.747 Errors: +/- 1 Sigma
 Correction Method: Proza (Phi-Rho-Z)
 Acc.Voltage: 20.0 kV Take Off Angle: 37.1 deg

Kvantitatiivinen analyysi, hiili ei mukana: Näyte 52, vaaleanuskea kerrostuma

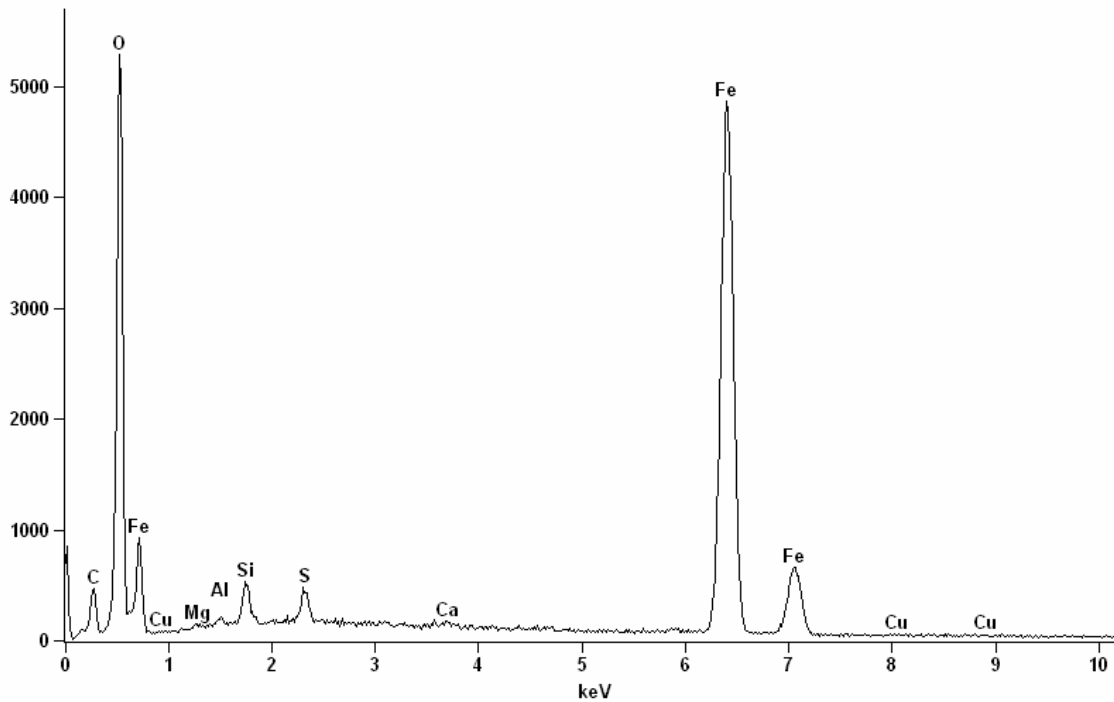
<i>Element</i>	<i>Weight %</i>	<i>Weight % Error</i>	<i>Atom %</i>	<i>Atom % Error</i>
<i>O</i>	36.05	+/- 0.28	66.01	+/- 0.51
<i>Al</i>	0.33	+/- 0.04	0.35	+/- 0.04
<i>Si</i>	0.34	+/- 0.06	0.35	+/- 0.06
<i>S</i>	0.30	+/- 0.04	0.28	+/- 0.03
<i>Fe</i>	62.38	+/- 0.37	32.73	+/- 0.19
<i>Cu</i>	0.61	+/- 0.11	0.28	+/- 0.05
<i>Total</i>	100.00		100.00	

LIITE 2

LUOTTAMUKSELLINEN

Full scale counts: 5287

Nayte 52, vihertavanruskea kerrostuma



Filter Fit Chi-squared value: 5.812 Errors: +/- 1 Sigma
 Correction Method: Proza (Phi-Rho-Z)
 Acc.Voltage: 20.0 kV Take Off Angle: 37.1 deg

Quantitative Results for: Nayte 52, vihertavanruskea kerrostuma

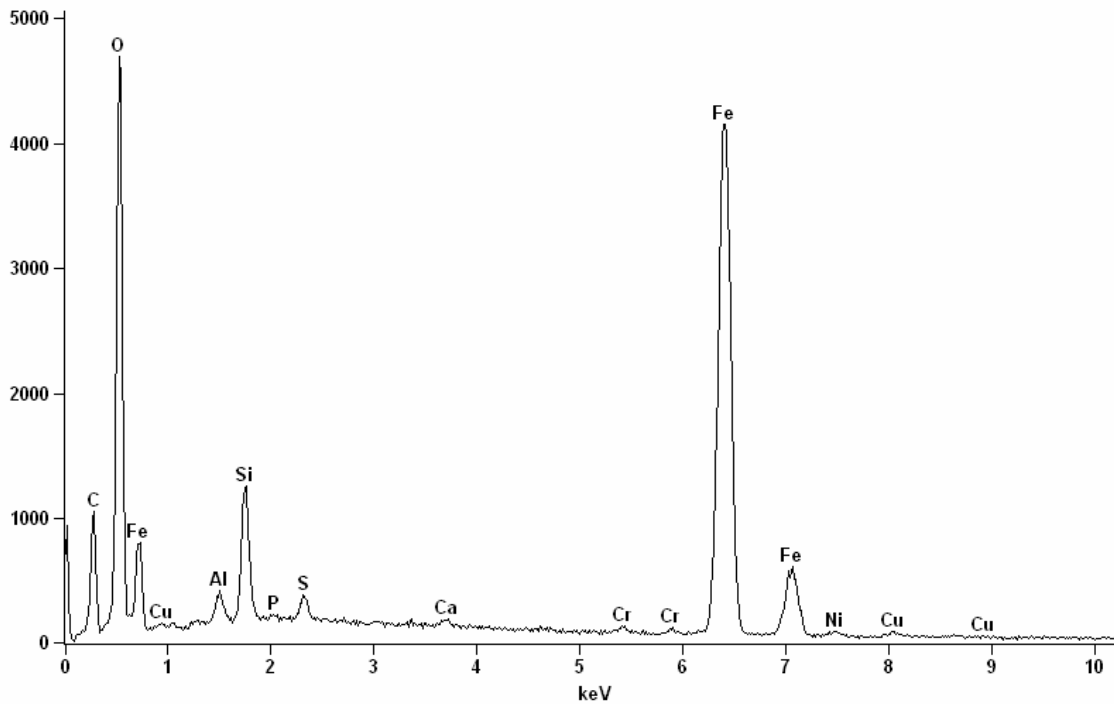
<i>Element</i>	<i>Weight %</i>	<i>Weight % Error</i>	<i>Atom %</i>	<i>Atom % Error</i>
<i>O</i>	33.77	+/- 0.28	63.19	+/- 0.53
<i>Mg</i>	0.17	+/- 0.04	0.21	+/- 0.05
<i>Al</i>	0.17	+/- 0.04	0.18	+/- 0.04
<i>Si</i>	1.21	+/- 0.06	1.29	+/- 0.06
<i>S</i>	1.10	+/- 0.07	1.03	+/- 0.07
<i>Ca</i>	0.12	+/- 0.03	0.09	+/- 0.02
<i>Mn</i>	0.41	+/- 0.07	0.22	+/- 0.04
<i>Fe</i>	62.87	+/- 0.38	33.70	+/- 0.20
<i>Cu</i>	0.19	+/- 0.11	0.09	+/- 0.05
<i>Total</i>	100.00		100.00	

LIITE 3

LUOTTAMUKSELLINEN

Full scale counts: 4692

Näyte 53, musta kerrostuma



Filter Fit Chi-squared value: 3.646 Errors: +/- 1 Sigma
 Correction Method: Proza (Phi-Rho-Z)
 Acc.Voltage: 20.0 kV Take Off Angle: 36.8 deg

Kvantitatiivinen analyysi, hiili ei mukana: Näyte 53, musta kerrostuma

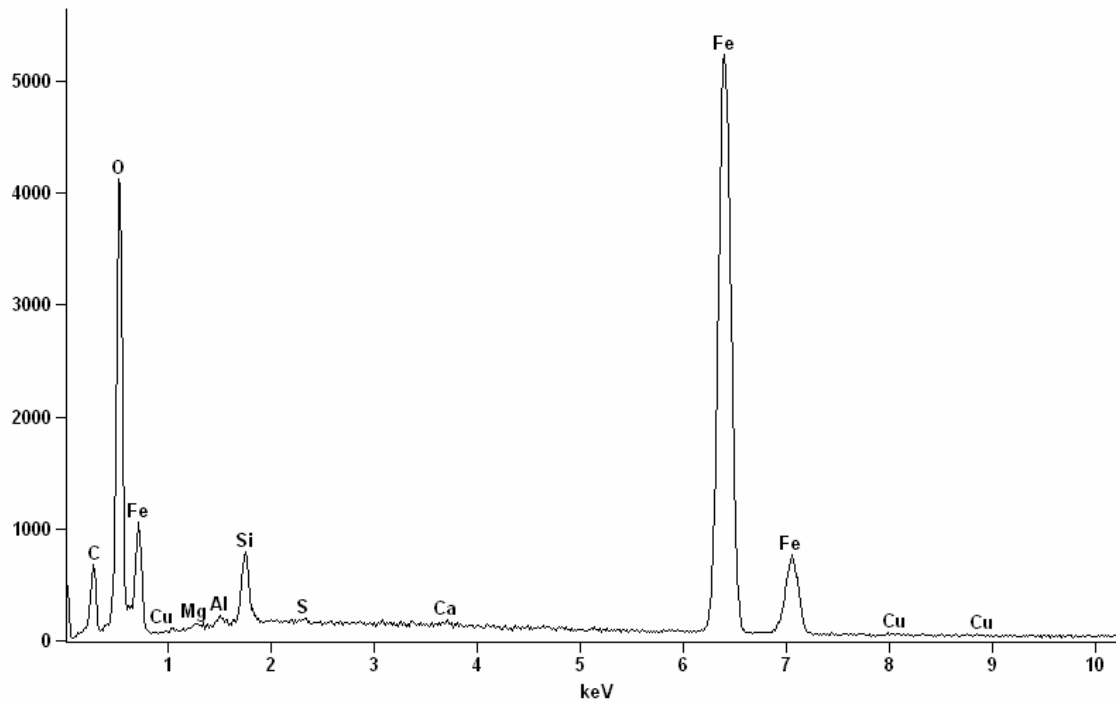
<i>Element</i>	<i>Weight %</i>	<i>Weight % Error</i>	<i>Atom %</i>	<i>Atom % Error</i>
<i>O</i>	33.19	+/- 0.34	61.53	+/- 0.62
<i>Al</i>	0.86	+/- 0.10	0.95	+/- 0.10
<i>Si</i>	3.98	+/- 0.10	4.21	+/- 0.10
<i>P</i>	0.19	+/- 0.04	0.19	+/- 0.04
<i>S</i>	0.93	+/- 0.08	0.86	+/- 0.07
<i>Ca</i>	0.27	+/- 0.04	0.20	+/- 0.03
<i>Cr</i>	0.32	+/- 0.04	0.18	+/- 0.03
<i>Fe</i>	57.84	+/- 0.38	30.72	+/- 0.20
<i>Ni</i>	1.12	+/- 0.11	0.57	+/- 0.06
<i>Cu</i>	1.30	+/- 0.13	0.60	+/- 0.06
<i>Total</i>	100.00		100.00	

LIITE 3

LUOTTAMUKSELLINEN

Full scale counts: 5231

Näyte 53, ruskea kerrostuma



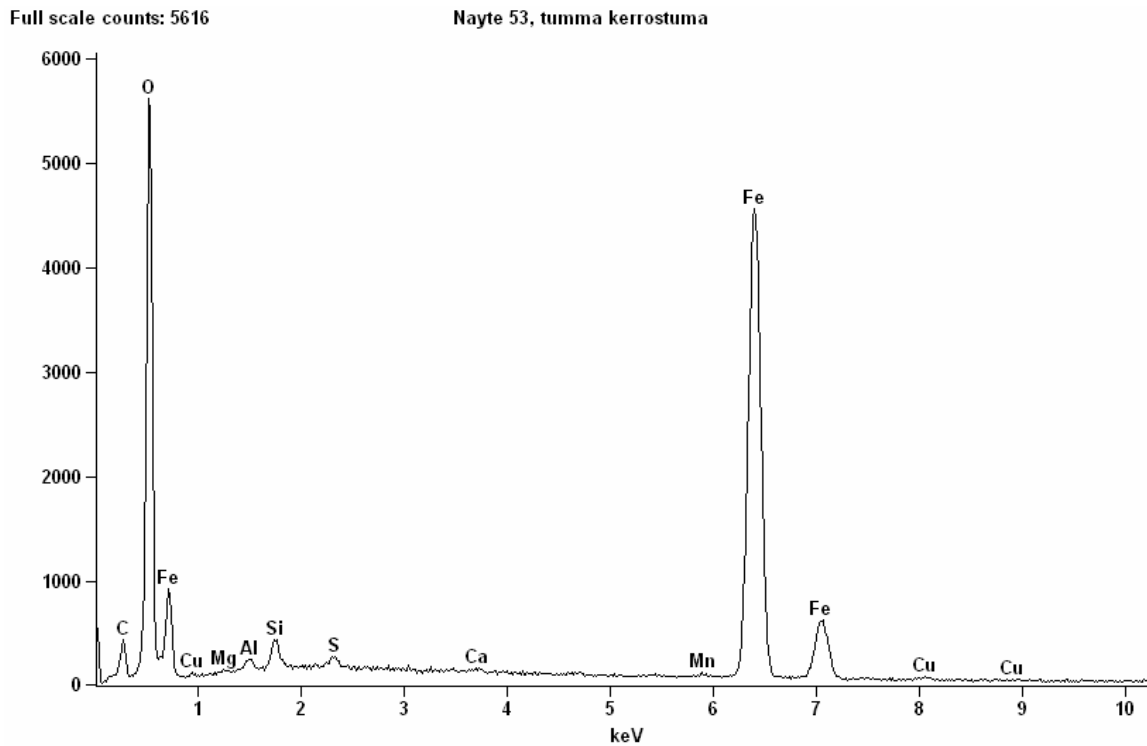
Filter Fit Chi-squared value: 2.969 Errors: +/- 1 Sigma
 Correction Method: Proza (Phi-Rho-Z)
 Acc.Voltage: 20.0 kV Take Off Angle: 35.4 deg

Kvantitatiivinen analyysi, hiili ei mukana: Näyte 53, ruskea kerrostuma

<i>Element</i>	<i>Weight %</i>	<i>Weight % Error</i>	<i>Atom %</i>	<i>Atom % Error</i>
<i>O</i>	27.58	+/- 0.29	56.10	+/- 0.60
<i>Mg</i>	0.27	+/- 0.04	0.36	+/- 0.06
<i>Al</i>	0.25	+/- 0.04	0.30	+/- 0.05
<i>Si</i>	2.19	+/- 0.07	2.54	+/- 0.08
<i>S</i>	0.14	+/- 0.03	0.14	+/- 0.04
<i>Ca</i>	0.15	+/- 0.03	0.12	+/- 0.03
<i>Fe</i>	69.13	+/- 0.39	40.29	+/- 0.23
<i>Cu</i>	0.28	+/- 0.11	0.15	+/- 0.06
<i>Total</i>	100.00		100.00	

LIITE 3

LUOTTAMUKSELLINEN



Filter Fit Chi-squared value: 5.593 Errors: +/- 1 Sigma
 Correction Method: Proza (Phi-Rho-Z)
 Acc.Voltage: 20.0 kV Take Off Angle: 37.4 deg

Kvantitatiivinen analyysi, hiili ei mukana: Näyte 53, tumma kerrostuma

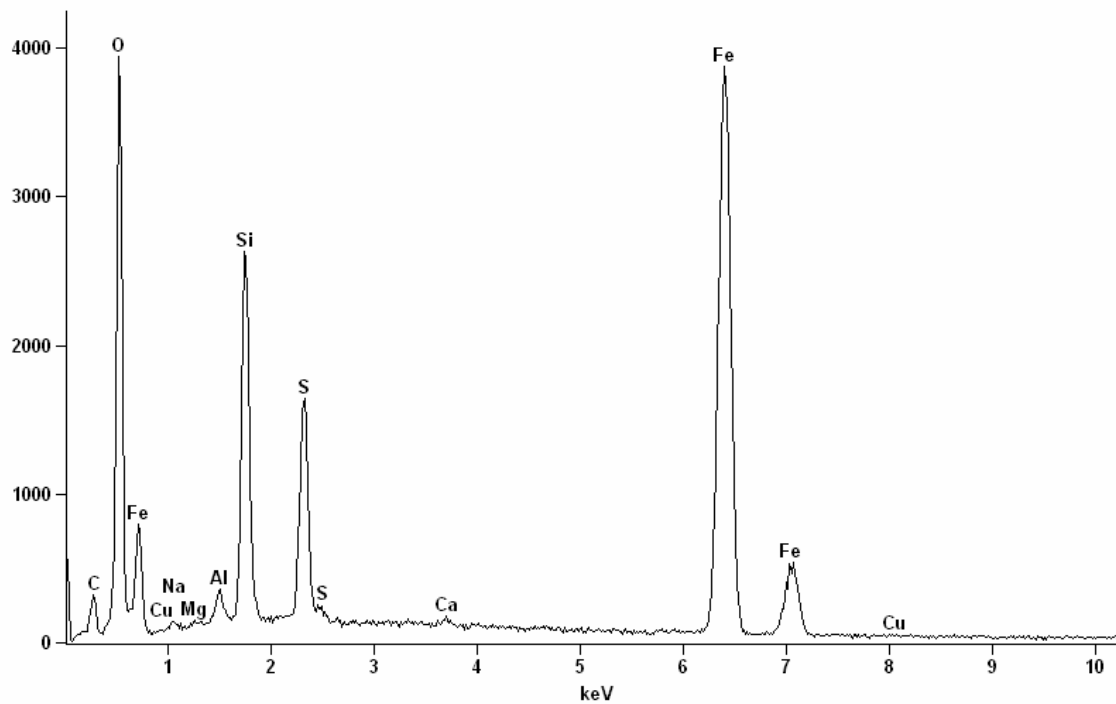
<i>Element</i>	<i>Weight %</i>	<i>Weight % Error</i>	<i>Atom %</i>	<i>Atom % Error</i>
<i>O</i>	36.12	+/- 0.28	65.68	+/- 0.52
<i>Mg</i>	0.14	+/- 0.04	0.17	+/- 0.05
<i>Al</i>	0.47	+/- 0.04	0.51	+/- 0.04
<i>Si</i>	0.99	+/- 0.06	1.02	+/- 0.06
<i>S</i>	0.48	+/- 0.04	0.43	+/- 0.03
<i>Ca</i>	0.14	+/- 0.03	0.10	+/- 0.02
<i>Mn</i>	0.48	+/- 0.07	0.25	+/- 0.04
<i>Fe</i>	60.59	+/- 0.38	31.56	+/- 0.20
<i>Cu</i>	0.60	+/- 0.12	0.27	+/- 0.05
<i>Total</i>	100.00		100.00	

LIITE 3

LUOTTAMUKSELLINEN

Full scale counts: 3936

Näyte 53, vihertava kerrostuma



Filter Fit Chi-squared value: 2.492 Errors: +/- 1 Sigma
 Correction Method: Proza (Phi-Rho-Z)
 Acc.Voltage: 20.0 kV Take Off Angle: 36.5 deg

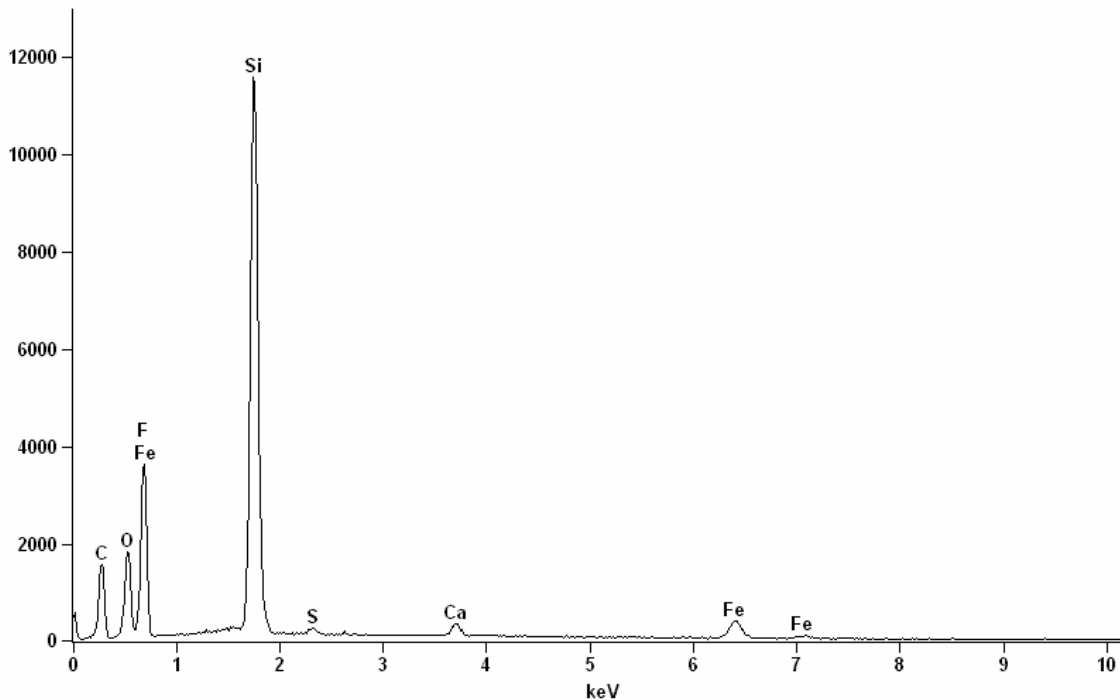
Kvantitatiivinen analyysi, hiili ei mukana: Näyte 53, vihertävä kerrostuma

<i>Element</i>	<i>Weight %</i>	<i>Weight % Error</i>	<i>Atom %</i>	<i>Atom % Error</i>
<i>O</i>	32.17	+/- 0.33	57.54	+/- 0.59
<i>Na</i>	0.67	+/- 0.08	0.83	+/- 0.09
<i>Mg</i>	0.11	+/- 0.04	0.13	+/- 0.04
<i>Al</i>	0.82	+/- 0.04	0.87	+/- 0.04
<i>Si</i>	8.34	+/- 0.09	8.50	+/- 0.09
<i>S</i>	6.36	+/- 0.09	5.68	+/- 0.08
<i>Ca</i>	0.26	+/- 0.03	0.19	+/- 0.02
<i>Fe</i>	51.06	+/- 0.35	26.17	+/- 0.18
<i>Cu</i>	0.22	+/- 0.11	0.10	+/- 0.05
<i>Total</i>	100.00		100.00	

LIITE 4

LUOTTAMUKSELLINEN

Full scale counts: 11581 Näyte 51, tumma partikkeli pinnalla peittauksen ja oksidinpoiston jälkeen



Filter Fit Chi-squared value: 16.574 Errors: +/- 1 Sigma
 Correction Method: Proza (Phi-Rho-Z)
 Acc.Voltage: 20.0 kV Take Off Angle: 35.5 deg

Kvantitatiivinen analyysi, hiili ei mukana:
 Näyte 51, tumma partikkeli pinnalla peittauksen ja oksidinpoiston jälkeen

<i>Element</i>	<i>Weight %</i>	<i>Weight % Error</i>	<i>Atom %</i>	<i>Atom % Error</i>
<i>O</i>	20.23	+/- 0.37	26.49	+/- 0.49
<i>F</i>	44.85	+/- 0.32	49.47	+/- 0.36
<i>Si</i>	28.68	+/- 0.11	21.40	+/- 0.09
<i>S</i>	0.51	+/- 0.03	0.34	+/- 0.02
<i>Ca</i>	1.03	+/- 0.07	0.54	+/- 0.04
<i>Fe</i>	4.69	+/- 0.16	1.76	+/- 0.06
<i>Total</i>	100.00		100.00	