



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

Suomen Soodakattilayhdistys ry

**Viherlipeäsakan hiilipitoisuuden riip-
puvuus soodakattilan ajo-olosuhteista**

**Mikael Forssén, Mikko Hupa;
ÅboAkademi**

Raportti 11/2010

(16A0913-E0119)



Rapporti 11/2010

Viherlipeäsakan hiilipitoisuuden riippuvuus soodakattilan ajo-olosuhteista

Tutkimusprojektin loppuraportti
Suomen Soodakattilayhdistykselle

Mikael Forssén, Mikko Hupa,
Åbo Akademi, Turku

Raportin koonnut
Markus Nieminen
Suomen Soodakattilayhdistys

Loppuraportin sisällys

- [Tavoite](#)
- [Kirjallisuuskatsaus](#)
- [Mittauskampanjat](#)
- [Laboratoriomittaukset](#)
 - [Sakan määrä ja virtaus](#)
 - [SEM tulokset](#)
 - [XRD tulokset](#)
 - [Hiilen määrä sulassa](#)
- [Johtopäätökset ja yhteenveto](#)
- [Liite 1 kuvat ja taulukot](#)



Tavoite

Viherlipeäsakan hiilipitoisuus – Taustaa

- Viherlipeäsakan määrään ja suodattavuuteen vaikuttaa soodakattilasta sulan mukana kulkeutuvan palamattoman (hiilen) määrä
 - hiilen määrä sakassa vaihtelee 1.5 % - 30 %
- Pääosa sakasta syntyy laihavalkoliipeässä palaavan karbonaatin sekä kuidunvalmistuksesta tulevan mustaliipeän epäpuhtauksien johdosta.
 - mikäli Ca-pirssoniittia syntyy, sen nesteen läpäisy on myös huono.
- kokemusperäistä tietoa on jonkin verran alan kirjallisuudessa, mutta tieteellisten julkaisujen määrä on pieni

Viherlipeäsakan hiilipitoisuus – Tavoite ja tulosten hyödyntäminen

- Luodaan ymmärrystä siitä kuinka soodakattilan ajo-olosuhteet vaikuttavat ko. palamattoman hiilen määrään.
 - Tieto on erityisen kiinnostavaa uudemmissa soodakattiloista joissa mustalipeän kuiva-ainepitoisuus on korkea
- Projektissa luotu tietämys, eli viherlipeäsakan hiilipitoisuuteen vaikuttavia keskeisiä tekijöitä, raportoidaan SKY:n jäsenyritysten käyttöön
- Johtopäätöksiä:
 - soodakattiloiden ajo-olosuhteisiin vaikuttaminen siten että viherlipeäsakan kokonaismäärää voidaan pienentää nykyisestä

Viherlipeäsakan hiilipitoisuus – Toteutus

- Suoritetaan kirjallisuusselvitys jossa kirjallisuudessa oleva tieto kerätään yhteen lyhyehkönä raporttina
- Työssä kerätään mittaustietoa sekä viherlipeä- ja sulanäytteitä 4 eri soodakattilalta
 - määritetään mm. viherlipeän reduktioaste, sakan hiilipitoisuus sekä samanaikaiset soodakattilan ajo-olosuhteet
 - tutkitaan myös suodatinlaitteen prosessitietoja (suodattimen paine-ero, pesuväli)
 - sakan kidemuotojen tarkastelu (SEM) valituista näytteistä
- Viherlipeäsakan ominaisuudet (hiilipitoisuus, suodattuvuus) tarkastelu soodakattilan ajoparametrien funktiona
 - ⇒ mahdolliset korrelaatiot ja trendit

Kirjallisuuskatsaus



Kirjallisuus (LTR 6.3.2007)

- Löytyy joitakin viherlipeän hiilianalyyskejä
 - Uusin data - Saviharju 2006
- SK:n ajomalleista ei tietoa
 - Clement et al 1995 tutki lipeäruiskutuksen vaikutusta (uudet suuttimet, lipeä ulkolaidoille)
- Viherlipeäsakan ominaisuuksia
 - Empie et al., IPST 1999
 - “GL settling, dregs filtration and removal”
 - synteettisiä ja tehdas sulanäytteitä

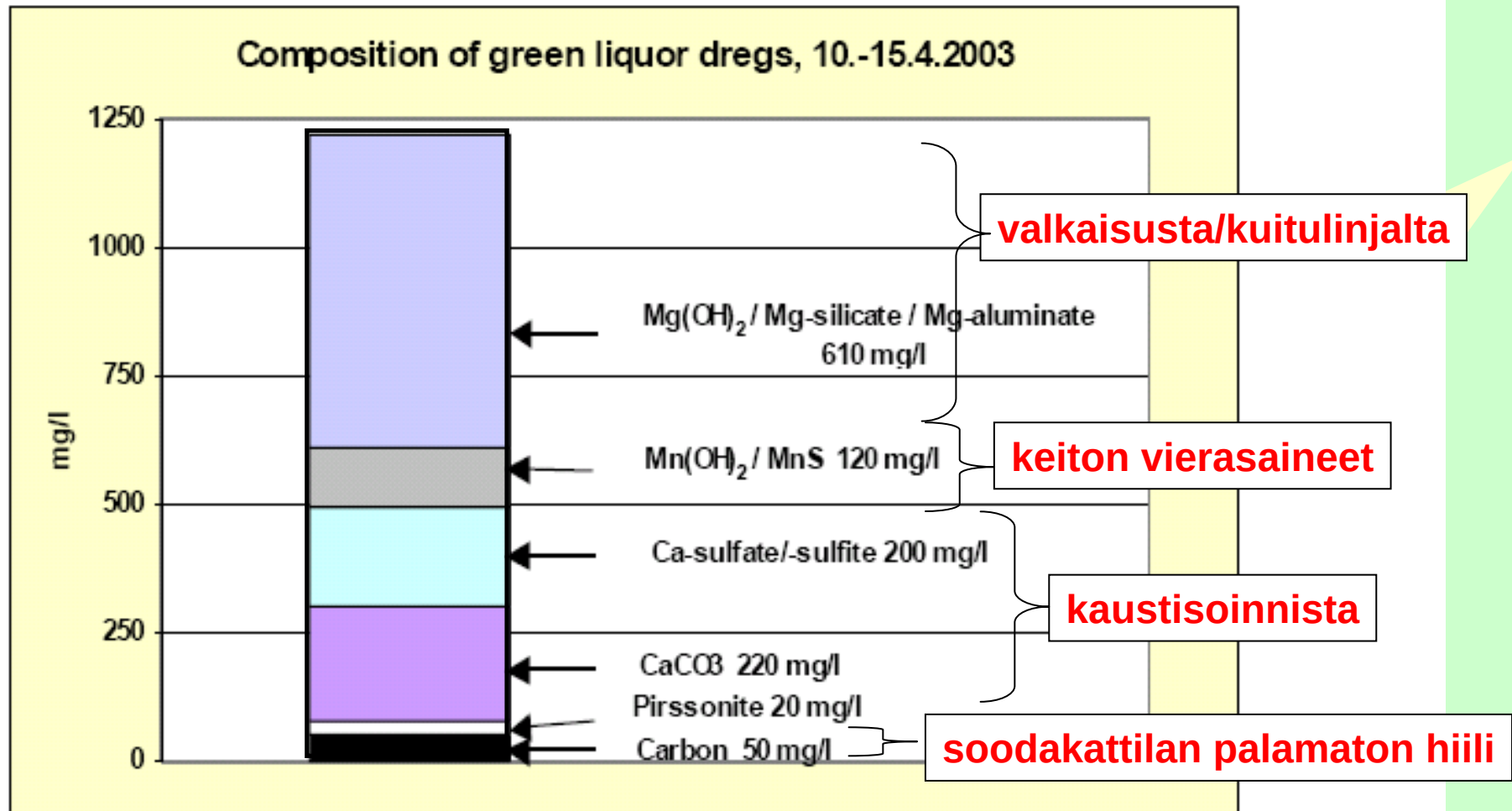
Viherlipeäsakan hiilipitoisuus – kirjallisuus

- Kirjallisuusselvityksessä löytyi
 - ainostaan vähän numerotietoa sakkamääristä
 - Andritz: 0.4 – 2 g/l
 - Clement: "ennen": 2000-4000ppm; "jälkeen": 0-1000 ppm
 - Koukkunen: 180 – 760 mg ka / l (Äänekoski 2002)
 - Keskinen: 24 – 4464 mg/l (Wisaforest 1995)
 - erittäin vähän numerotietoa sakan hiilimääristä
 - Andritz: 0 – 50 % C (ka:ssa)
 - Empie: 0 -33 % C (ka:ssa)
 - ei tietoa miten sakan hiilimäärään pystytään polttoteknisin keinoin vaikuttamaan

Viherlipeäsakan hiilipitoisuus – kirjallisuus

- Kirjallisuusselvityksessä löytyi myöskin
 - Sakka+kuori/turve seos polttokokeet kuori/leijukattilassa
 - VTT - AEL INSKO 2001
 - Kymi – kaksi viikkoa kuorikattilassa: sakan päivittäinen lisäys lietteeseen
 - Sunila – yksi vuorokausi leijupedissä
 - Veitsiluoto – sakan määrä vähäinen
 - Opinnäytetöitä
 - VL-selkeytyksen tehostaminen (Äänekoski) - A. Koukkunen (2002)
 - VL-suodatus (Wiseforest) – H.Keskinen (1995)
 - Sakan suodattuminen
 - teoreettisia tutkielmia IPST:ssä
 - "Fundamentals of dregs removal", IPST report F01707 (1999)

Viherlipeäsakan koostumus



Kuva 3. Viherlipeäsakan päälähde on happivaiheen Mg-syöttö, matala hiilimäärä sakassa

Saviharju 2006

Mg happivaiheesta

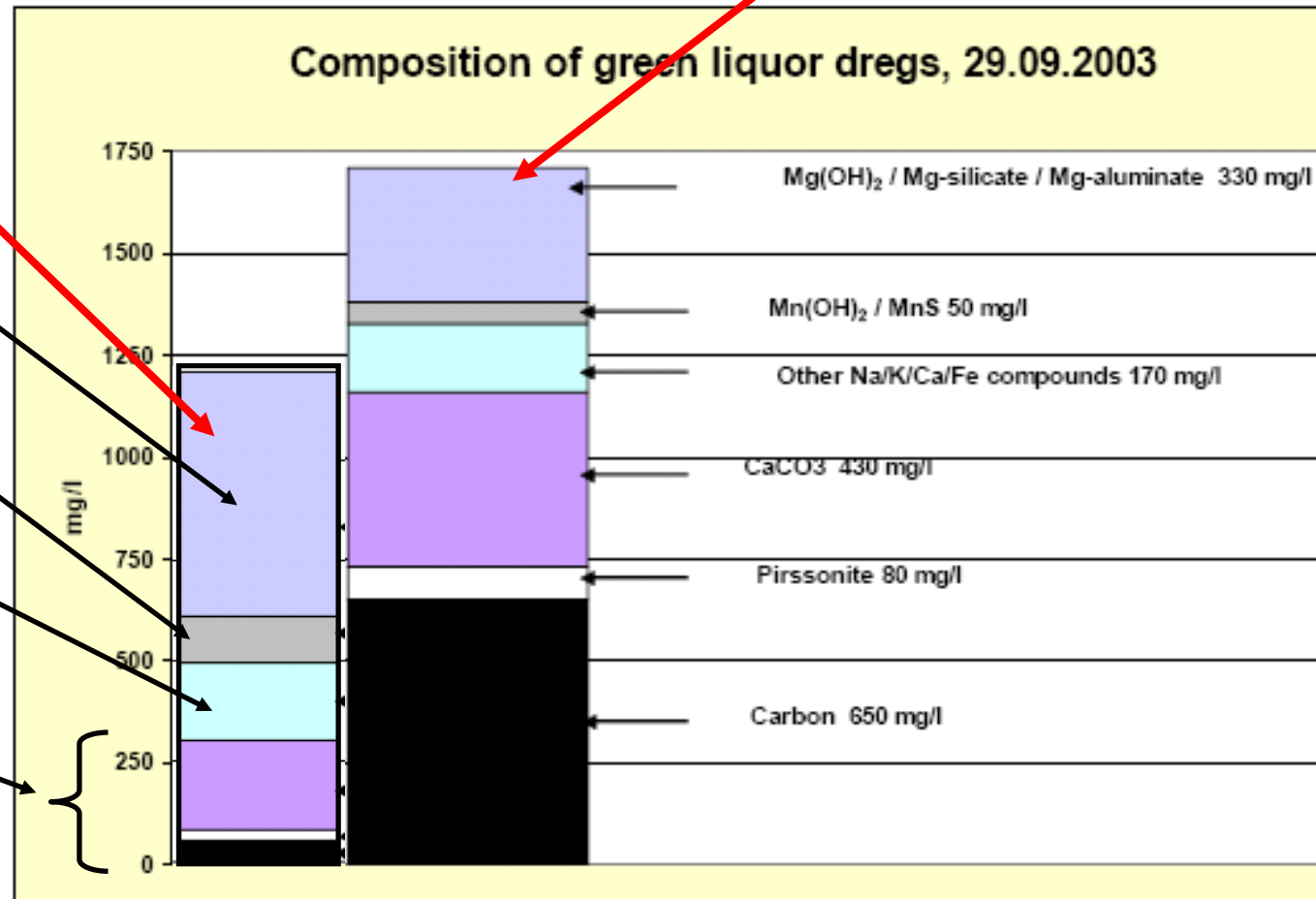
Mg kuitulinjasta

Mg(OH)₂ / Mg-silicate / Mg-aluminate
610 mg/l

Mn(OH)₂ / MnS 120 mg/l

Ca-sulfate/-sulfite 200 mg/l

CaCO₃ 220 mg/l
Pirssonite 20 mg/l
Carbon 50 mg/l



Kuva 4. Kuitulinjan Mg-annostus näkyy sakkamäärässä, samoin la Sulassa pesästä ulos tulevan hiilen määrä on suuri ja osuus sakasta :

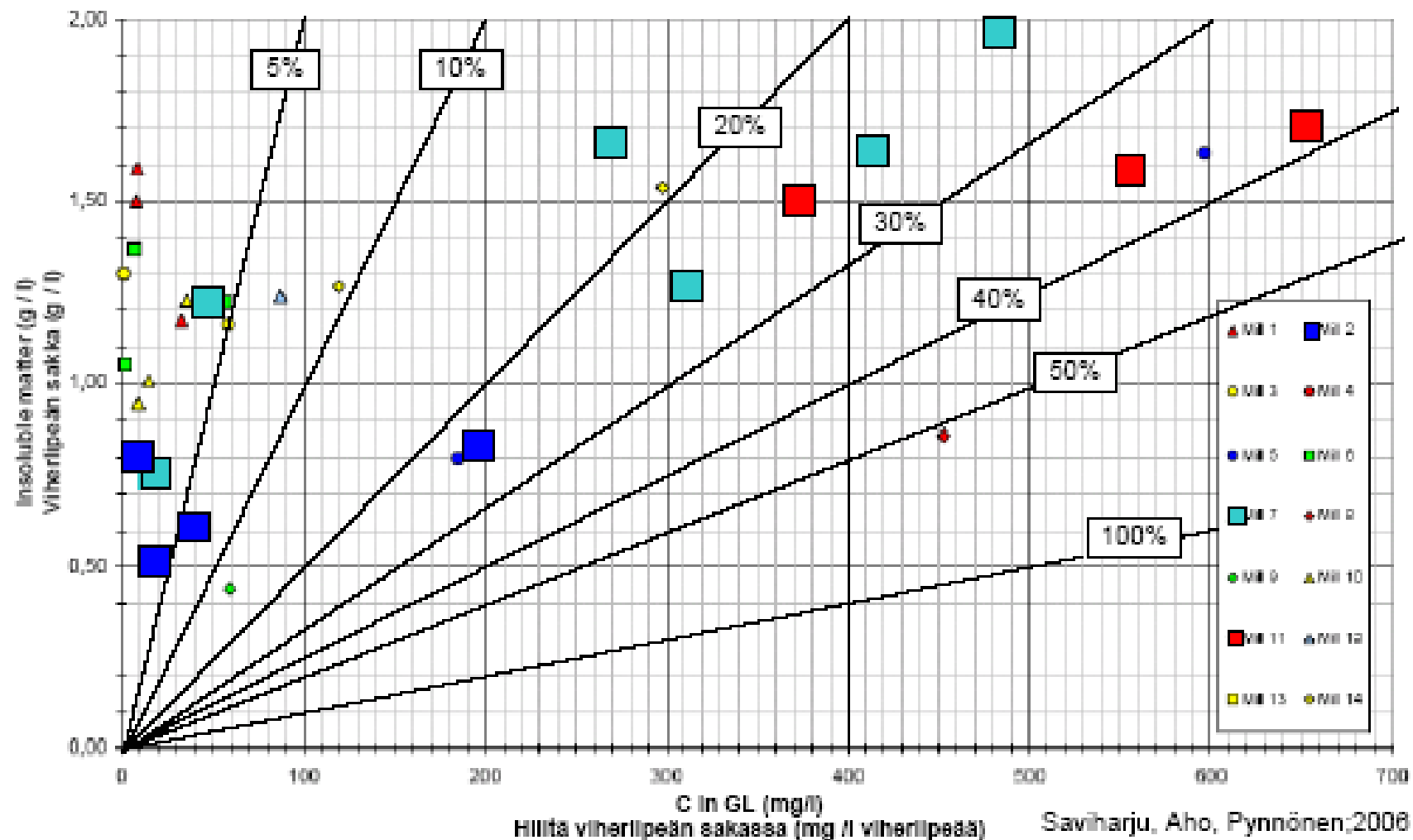
Lane and Empie, Tappi JI Vol 4, No 10

Element Present	Filter Dregs, mg/kg	Clarifier Dregs, mg/kg	Element Present	Filter Dregs, mg/kg	Clarifier Dregs, mg/kg
Al	3,000	3375	Mn	6,910	8,225
B	24	83	Na	53,900	90,600
Ba	251	278	Ni	37	41
C	159,000	164,400	O	417,600	405,400
Ca	242,000	193,500	P	794	473
Cd	6	7	Pb	49	50
Co	12	14	S	18,950	28,400
Cr	34	38	Si (acid sol.)	580	659
Cu	202	241	Si (total)	1,785	2,120
Fe	4,885	5,610	Sr	233	228
H	3,100	4,000	Ti	77	82
K	4,160	6,885	V	8	10
Mg	13,850	14,900	Zn	1,850	2,070

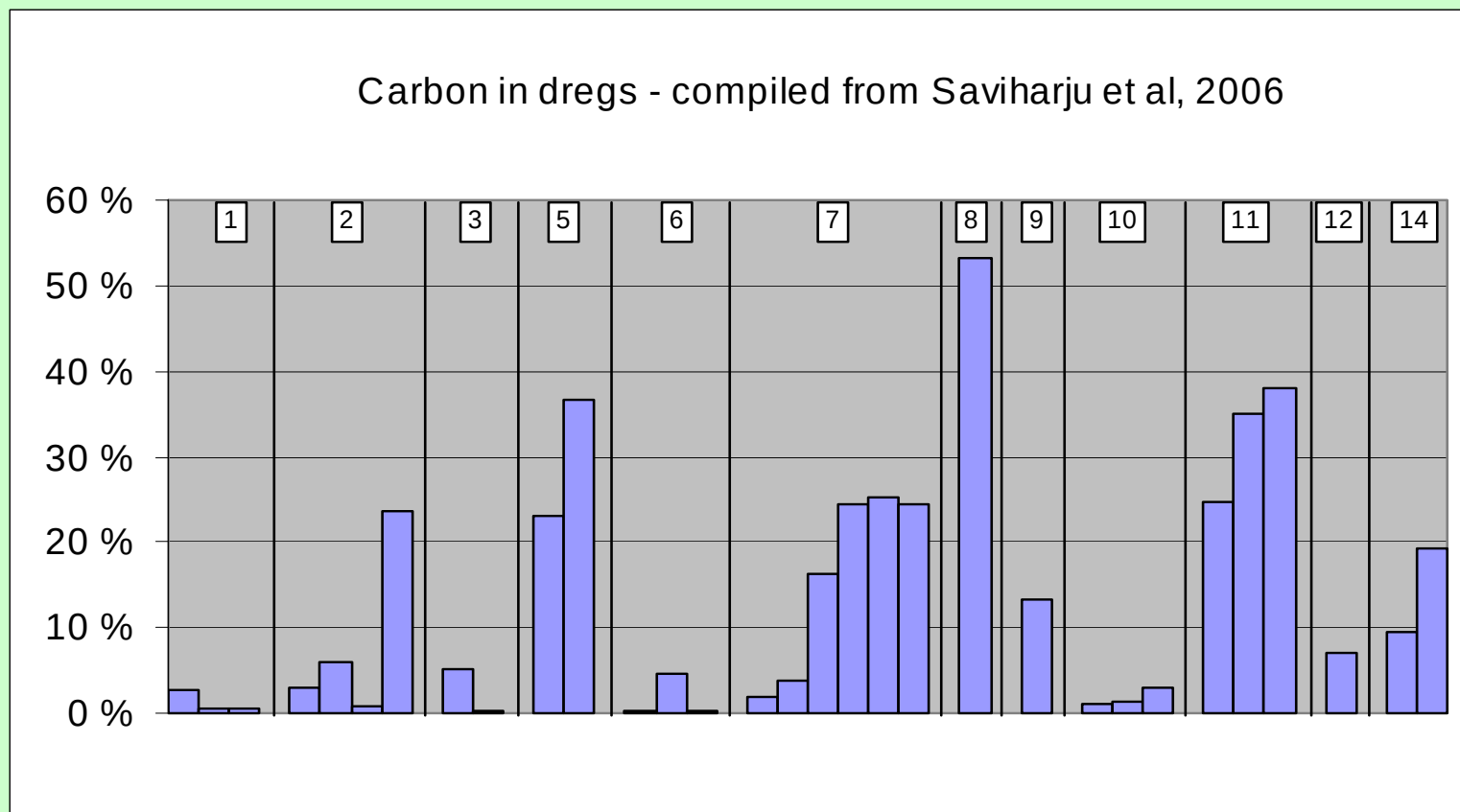
Chemical Present	Filter Dregs	Clarifier Dregs
Ca(CO) ₃	56.60%	42.74%
Fe ₂ O ₃	0.63%	0.68%
Mg(OH) ₂	3.23%	3.33%
Na ₂ CO ₃	11.61%	17.85%
Metal sulfides	4.11%	5.66%
MnO ₂	1.00%	1.10%
SiO ₂	0.57%	0.59%
Al ₂ O ₃	0.58%	0.64%
C	7.80%	9.29%

1. Elemental and chemical composition of green liquor dregs.

Uudet kattilat ja polttojärjestelmä uusittu



Hiilen osuus viherlipeäsakassa eri kattiloilla



Tämä työ
A = 3% C
B = 3% C
C = 40% C
D = 2% C

Kirjallisuus, suomalaisia diplomitöitä

- Erään sellutehtaan viherlipeäselkeytyksen tehostaminen
 - Atte Koukkunen, Satakunnan AKK, 2002 , DI Timo Hannelius ja DI Aimo Konola, Äänekoski
 - Sakan Na, P, Fe, Si, Mg, Al
- Viherlipeän kirkastaminen
 - Anne Lukkari, LTY, 1992 , Prof. Lars Nyström ja DI Jouni Jäntti, Ahlström, Savonlinna
 - Selkeytyskokeet
 - Teollisuus: $d=10,5\text{m}, h=10,5\text{m}, V=906\text{ m}^3$
 - Laboratorio: $V=2\text{ litraa}$
 - Liuottajan virtausmallinnus 2-D ja 3-D
- Viherlipeän suodatus
 - Pasi Vääntinen, LTY, 1994 , Prof. Lars Nyström ja DI Pekka Törnikoski, Ahlström, Savonlinna
 - Kokeet
 - Laboratoriosuodatin: $V=20\text{ litraa}$
 - Suodatinelementti
- Viherlipeäsuodatus ja sen vaikutus kaustistamo- ja meesauuniprosessiin
 - Heikki Keksinen, OY, 1995, Prof. Kauko Leiviskä ja DI Paavo Heikkilä
 - Teknillistaloudellinen katsaus esimerkkinä/tapauksena: Wisaforest

A large, light yellow arrow pointing to the right, with a black outline. The arrow is positioned in the center of the slide, pointing towards the right edge.

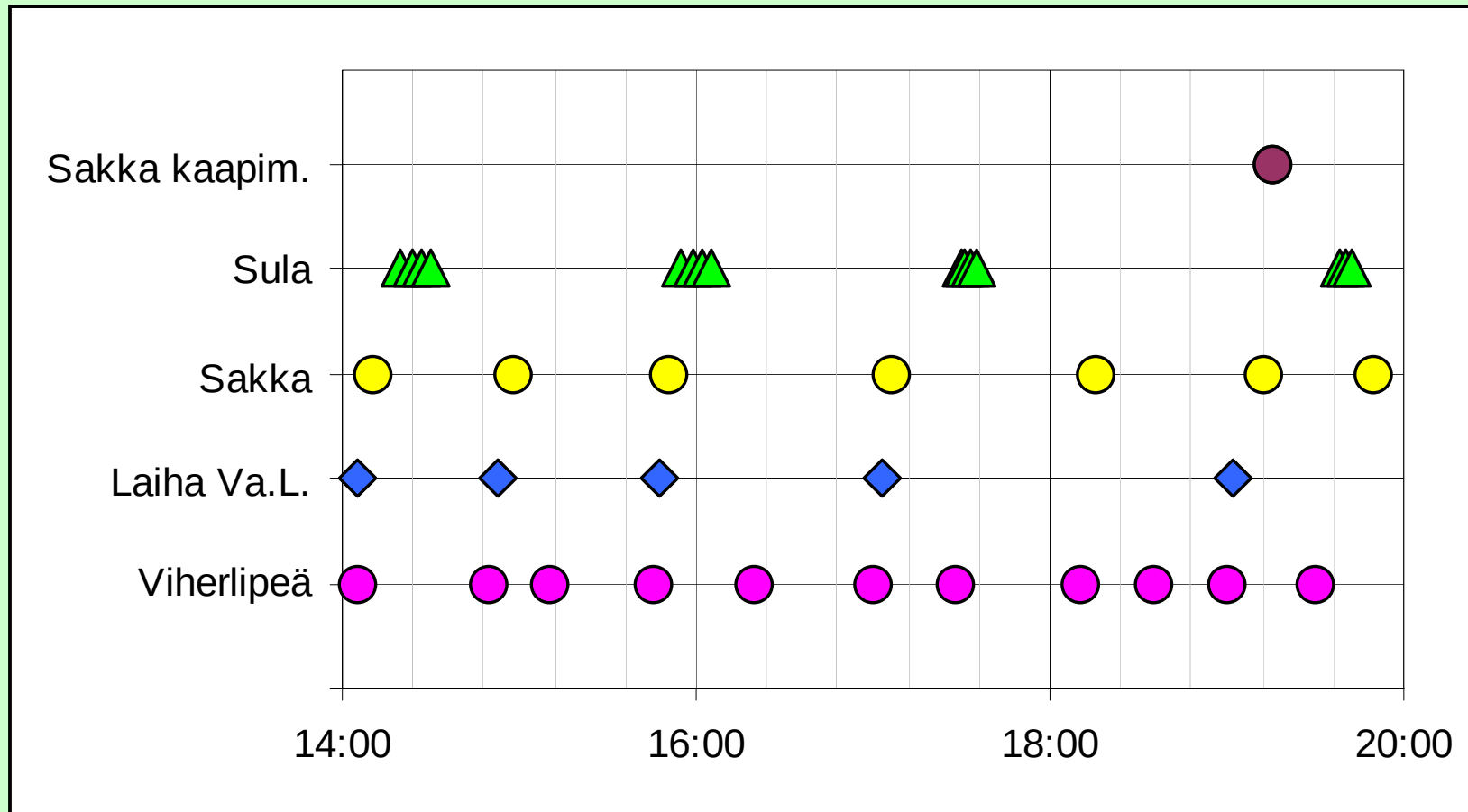
Mittauskampanjat

Näytteenottokampanjat

- Neljä kampanjaa
 - 24.4. StoraEnso, Enocell, Uimaharju
 - 7.5. MetsäBotnia, Rauma
 - 22-25.5 StoraEnso, Skoghall
 - 14-15.6 UPM, Wisaforest, Pietarsaari
- Näytteet
 - Sula
 - Viherlipeä
 - Heikkovalkolipeä
 - Sakka suotimelle

- StoraEnso - Enocell, Uimaharju
 - Otetut näytteet
 - Vihelipeäsakka, sakka suotimelle,
 - **sakka suotimelle - hiilipitoisuus**
 - suodatinkakun uusintaväli
 - poltto kattilalla
- Metsä-Botnia, Rauma
 - Otetut näytteet
 - Vihelipeäsakka, sakka suotimelle
 - suodatinkakun uusintaväli
 - poltto kattilalla

Enocell, Uimaharju – Samples



Näytteet

2 kpl

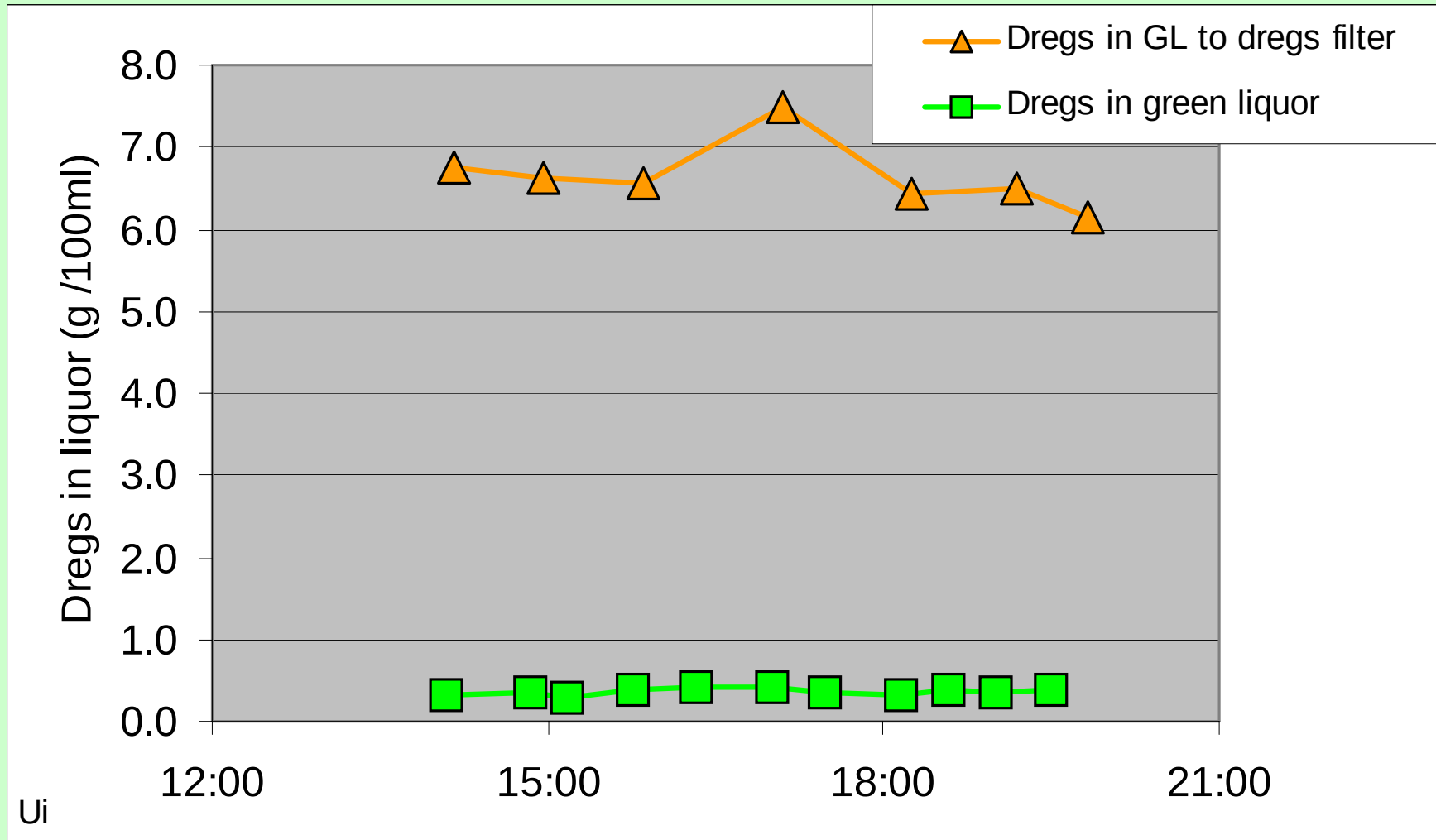
15 kpl

7 kpl

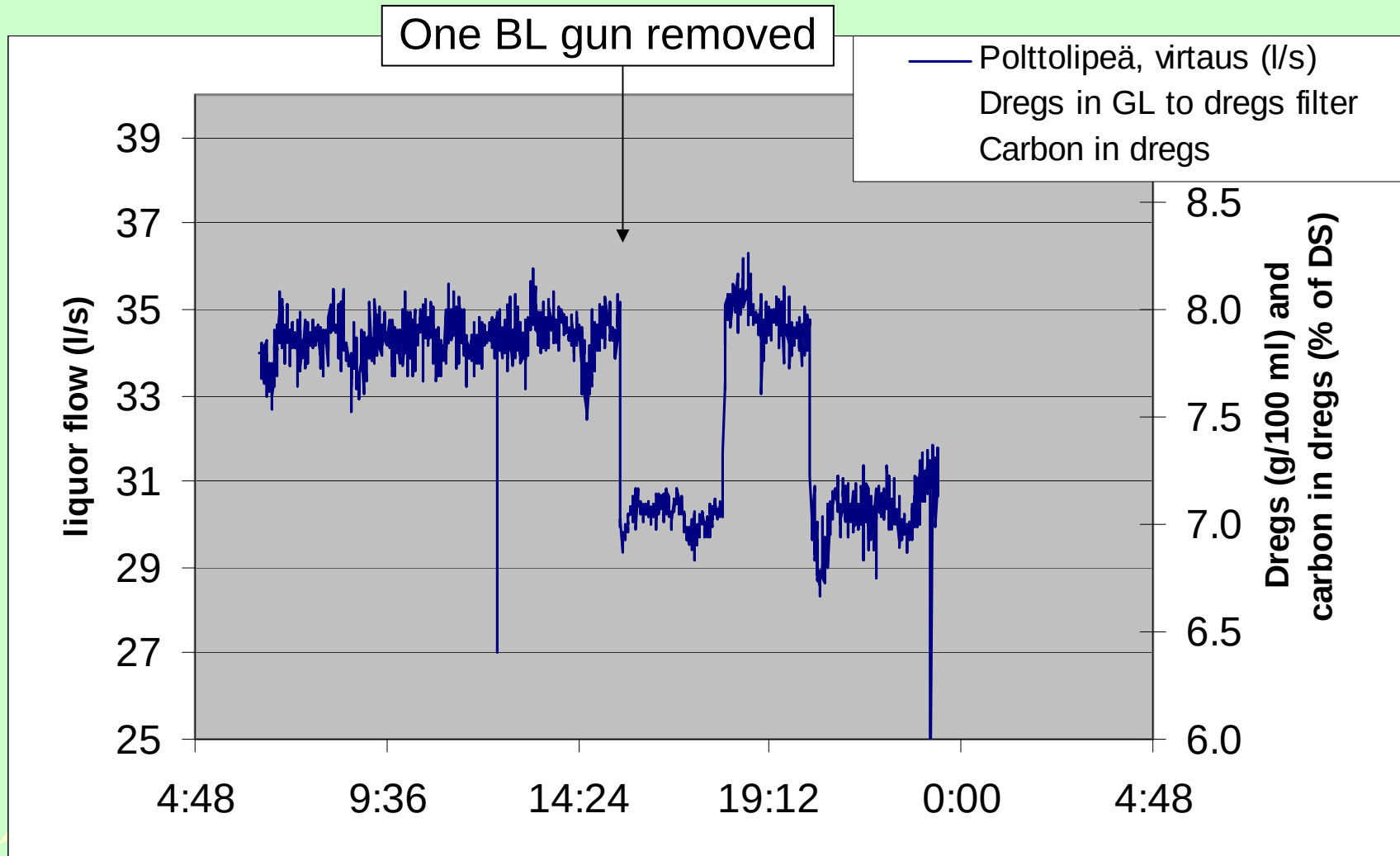
5 kpl

11 kpl

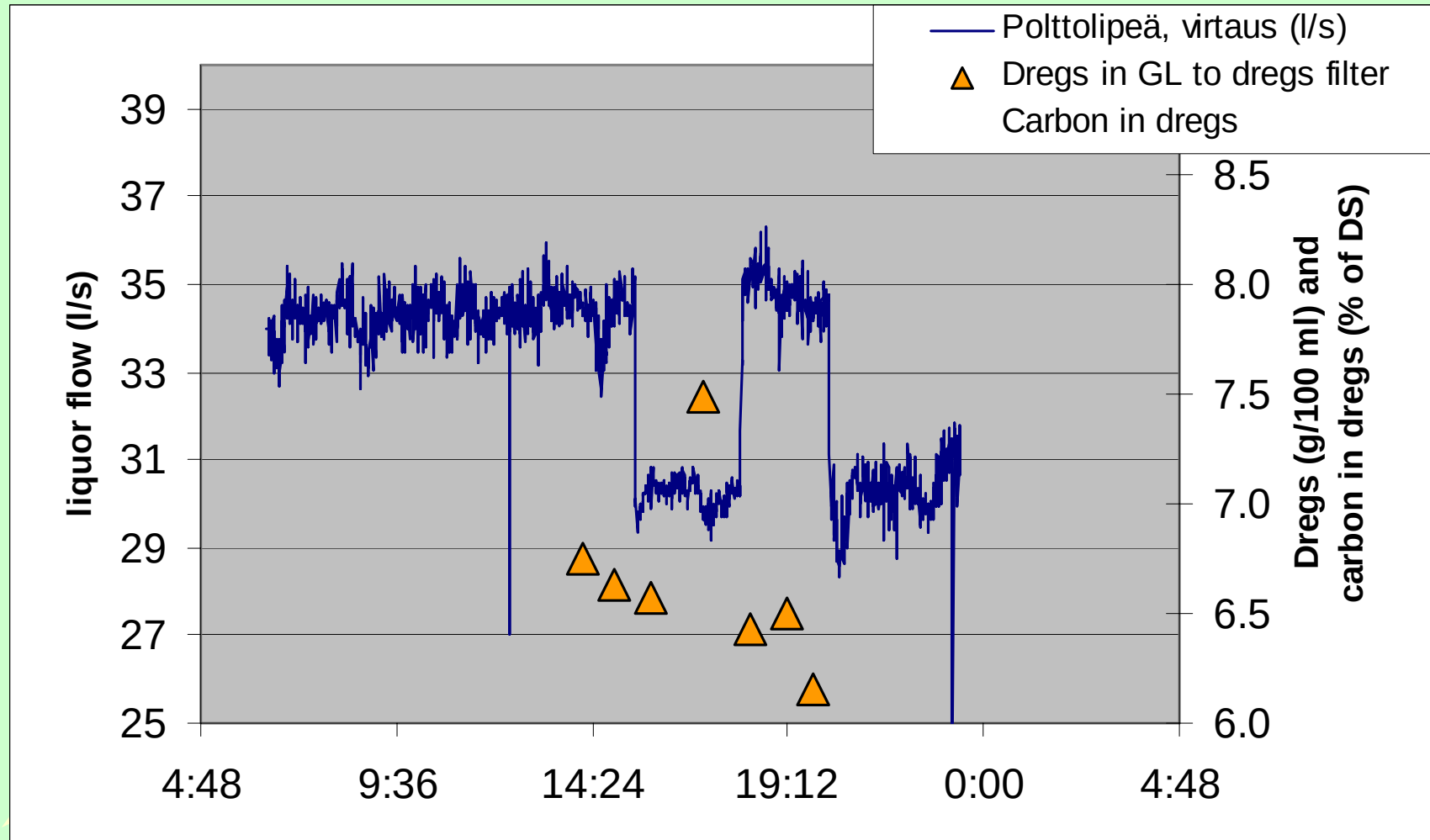
Dregs in green liquor and in GL sludge to dregs filter



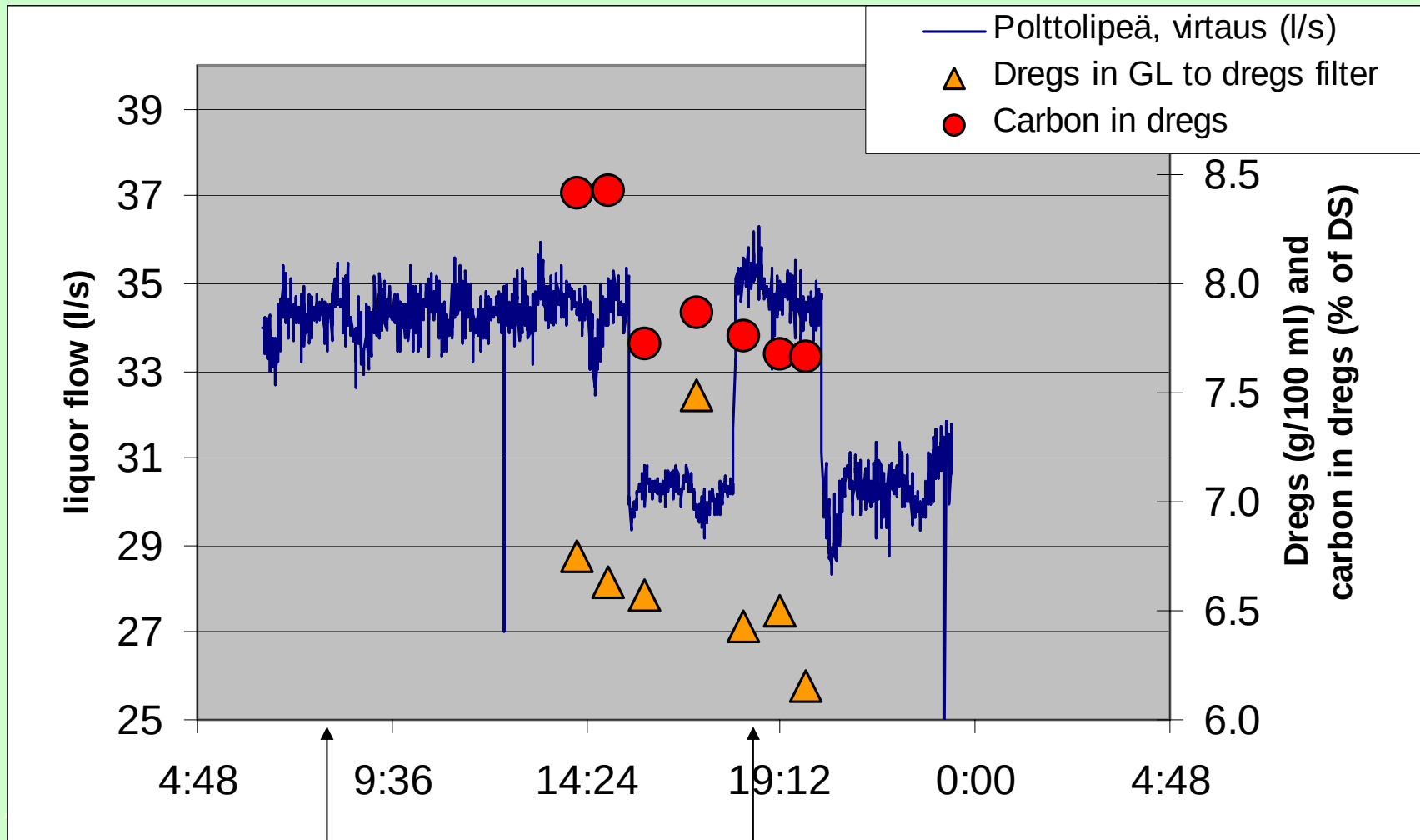
Black liquor feed to boiler



Black liquor to boiler and dregs in GL sludge



Black liquor to boiler, dregs in GL sludge and carbon in dregs

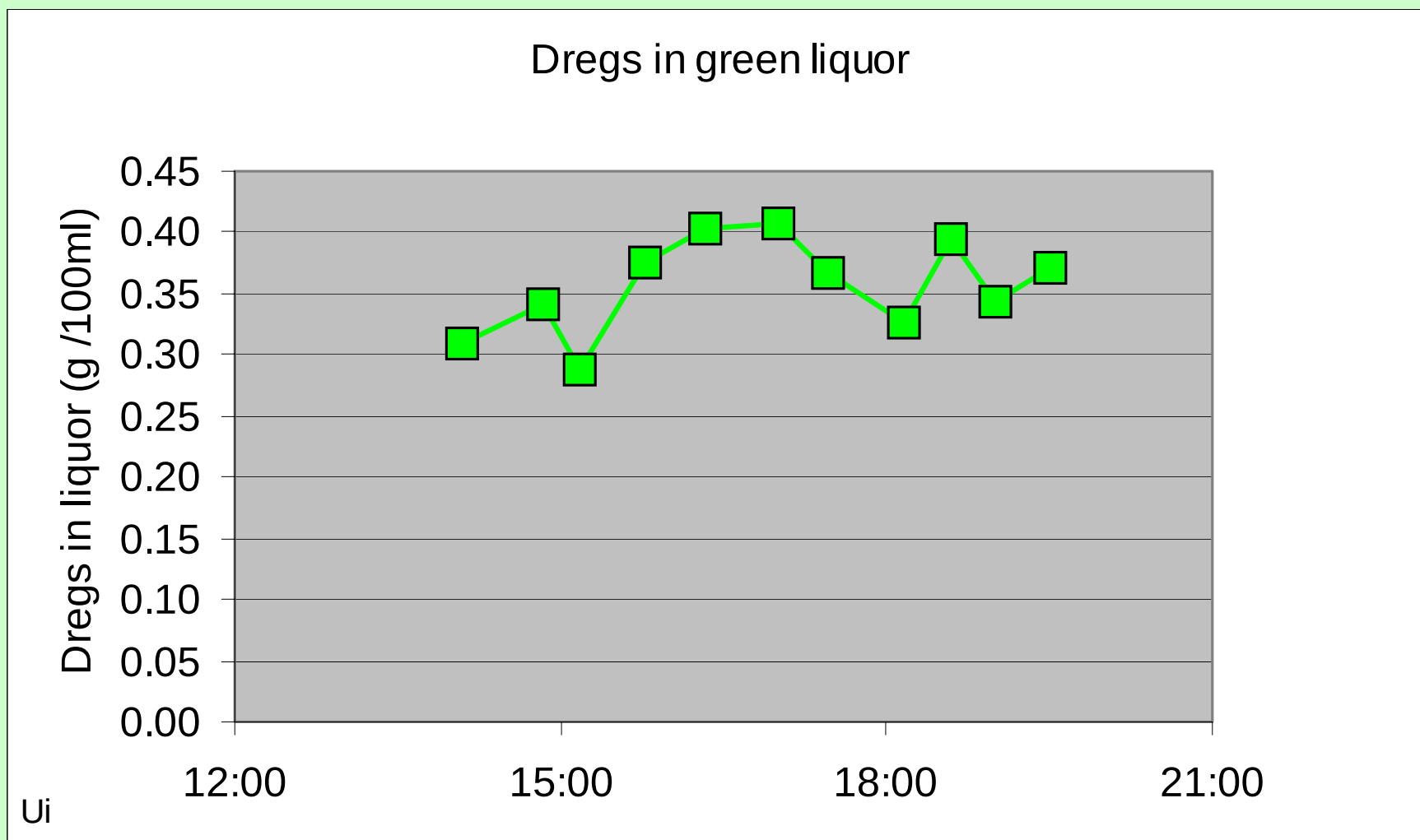


Sulareduktio

95.7%

?

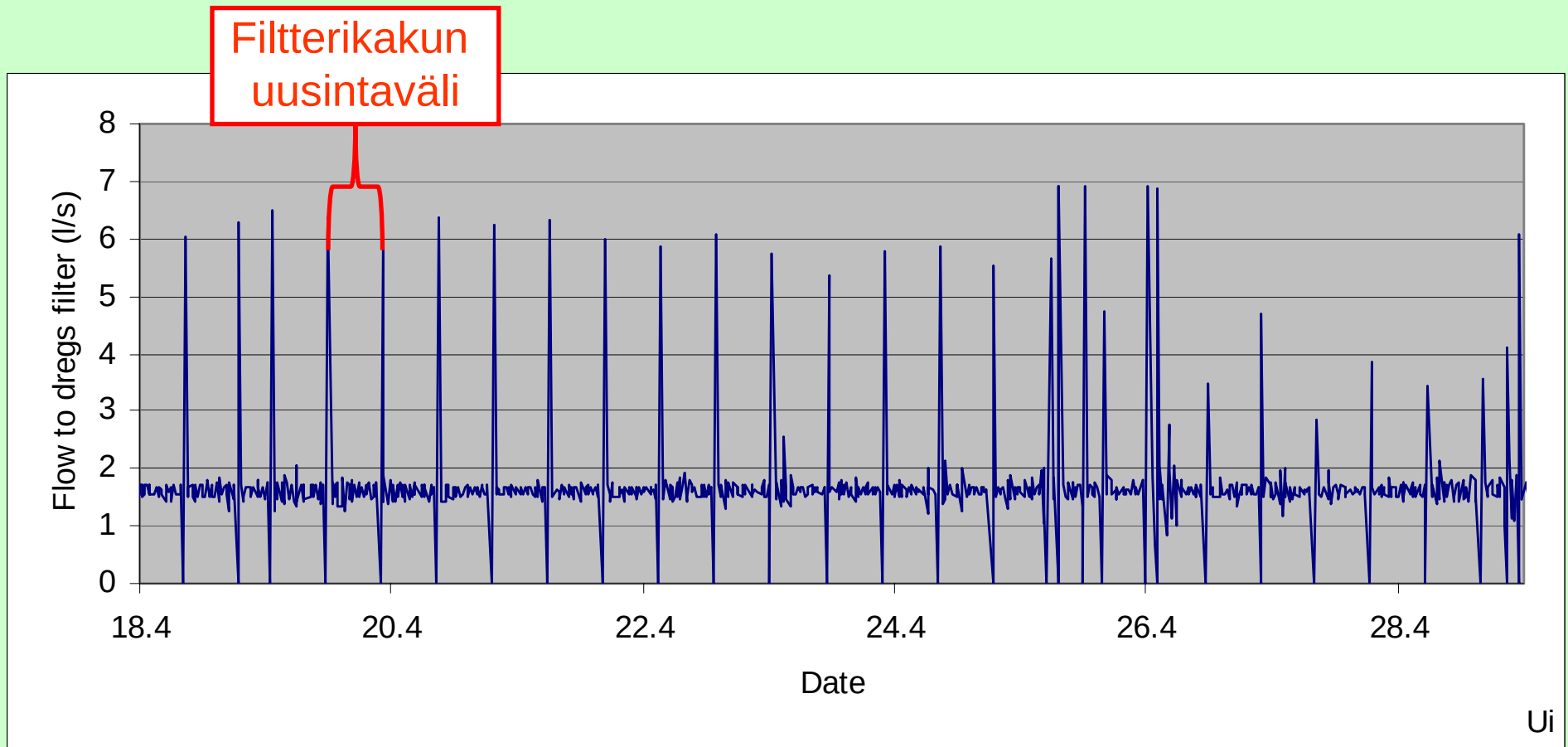
Dregs in green liquor from dissolver



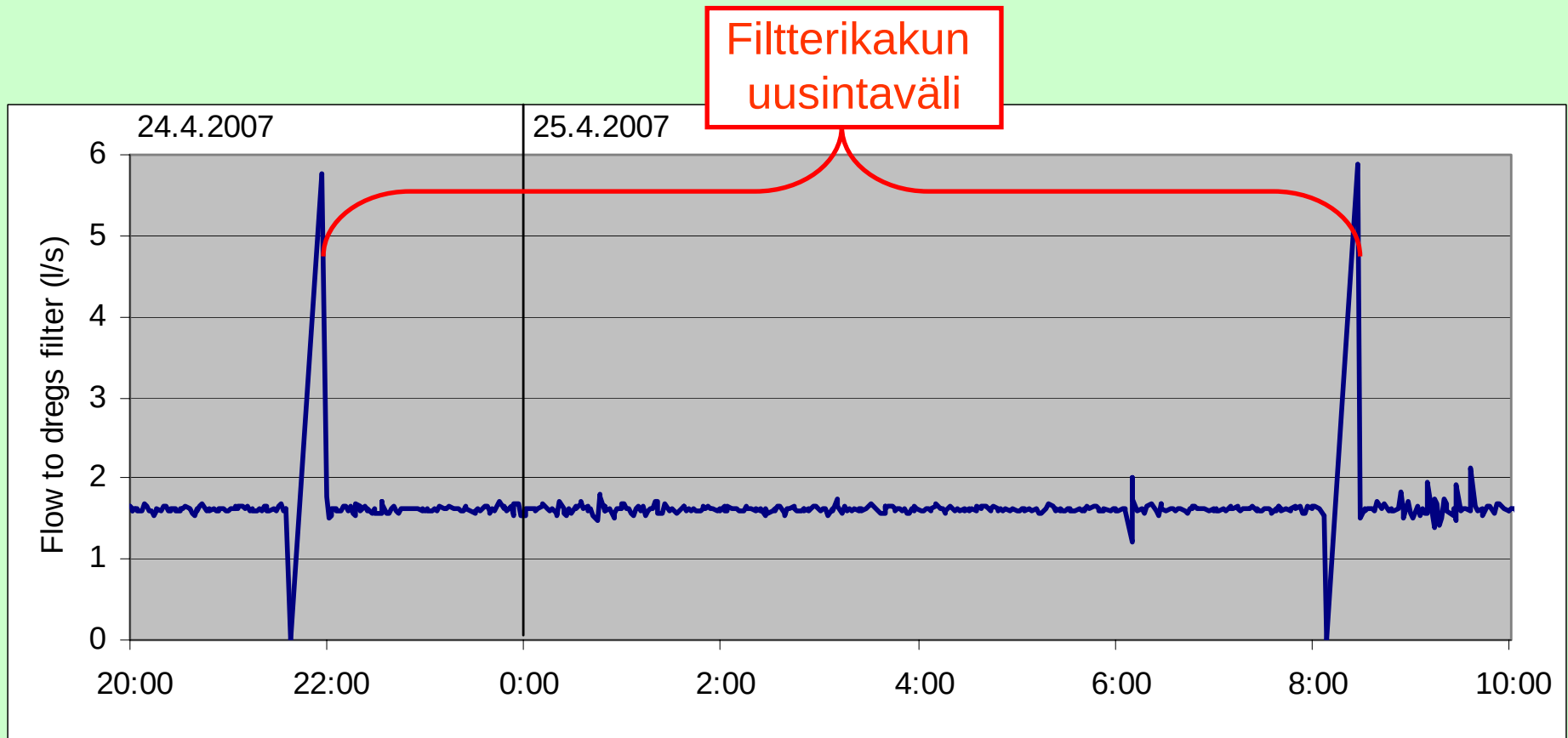
Renewal of filter cake on dregs filter

- Kun filtterikakku on uusi, niin kaavari on ääriulkoasennossa
 - kakun paksuus 35-40 mm
- Kerääntynyt sakka kaavitaan kaapimella
- Kaavari siirtyy sisäänpäin määrätyin aikaväleihin
 - Uimaharju:
 - sisäänpäin siirto kestää 1sekunnin
 - siirto tapahtuu x sekunnin välein
- Kun kaavari on äärisisäasennossa niin viherlipeäsakkavirtaus lopetetaan ja uuden (meesa)kakun teko alkaa

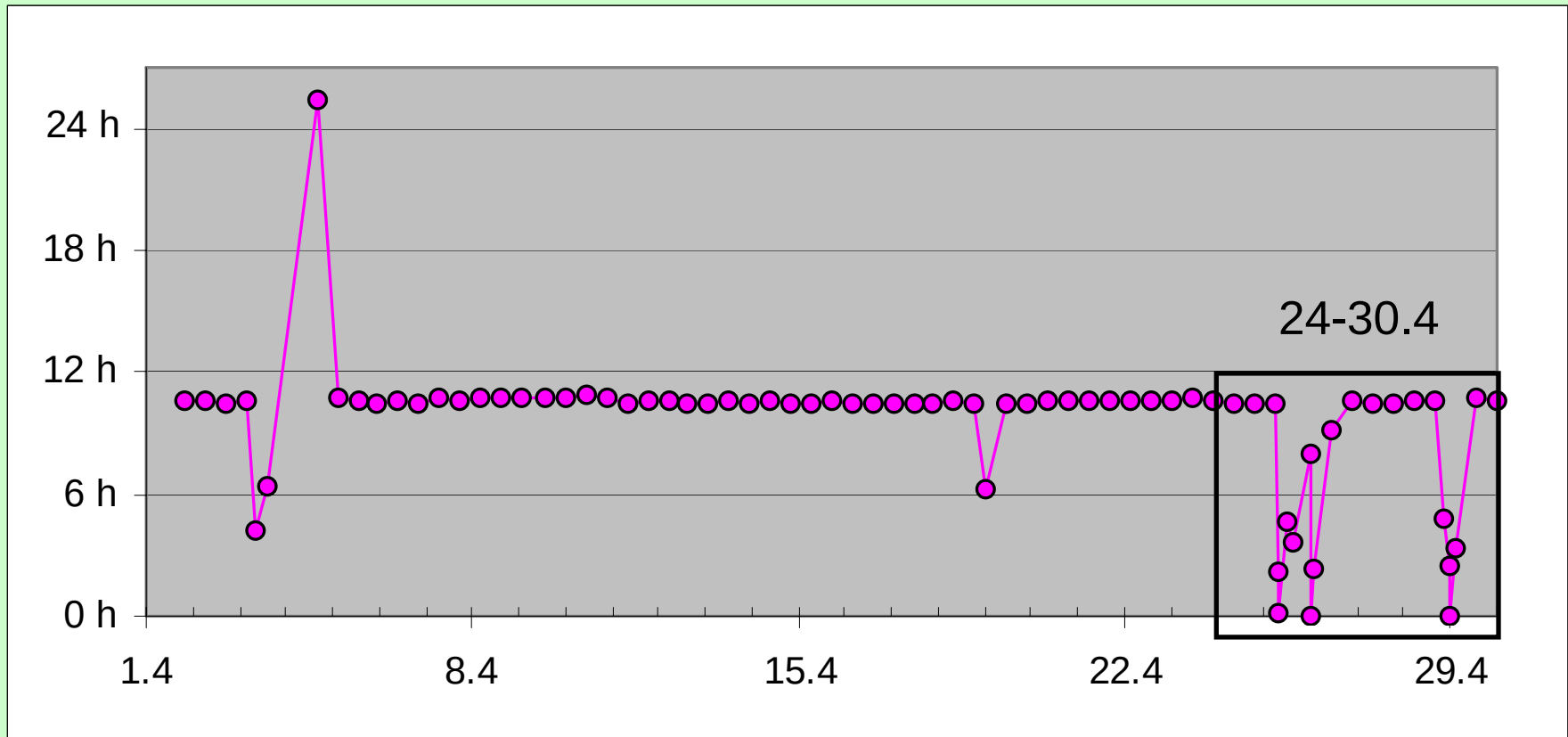
Sludge flow to dregsfilter 18-29.4



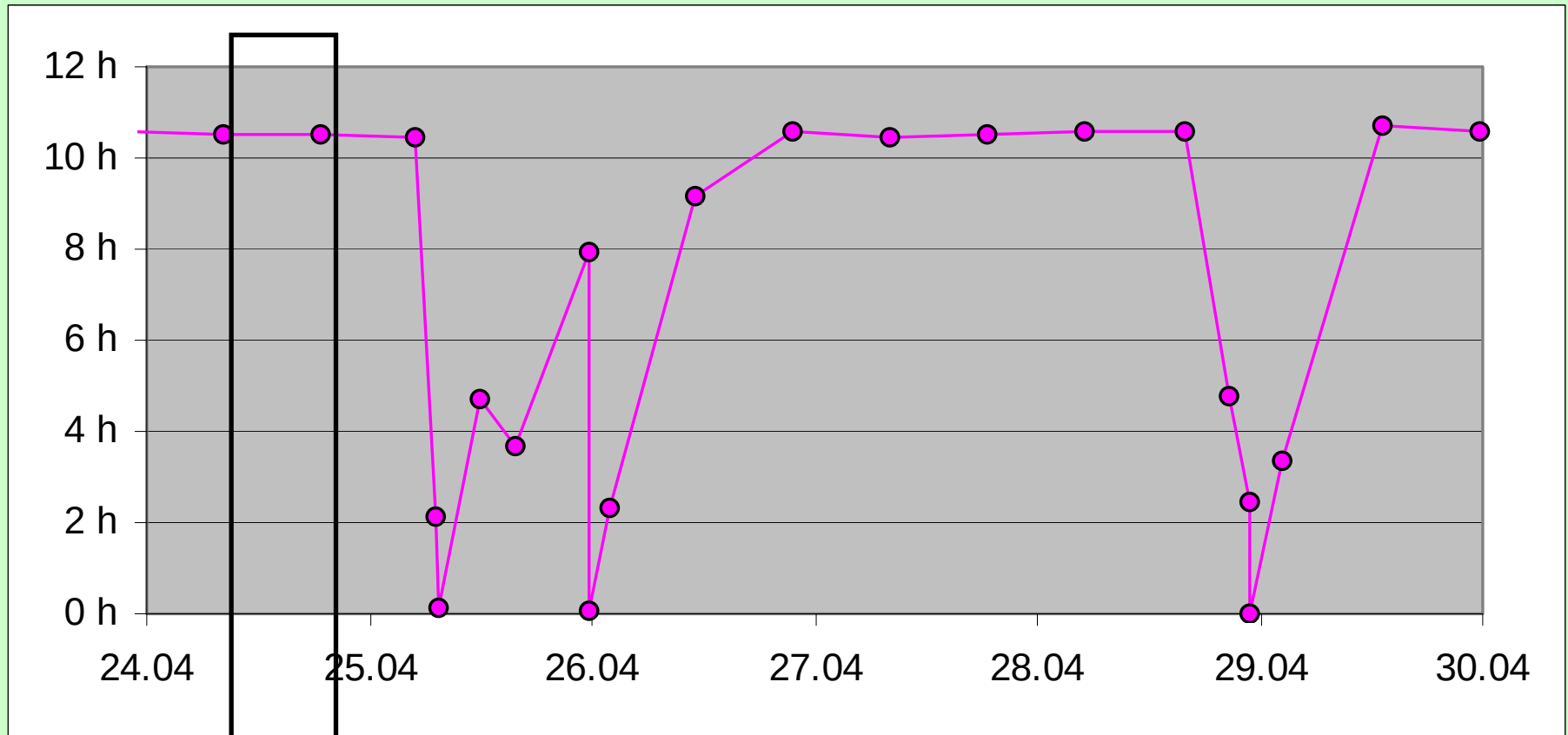
Example: Dregs filter cake renewal time



Dregs filter cake renewal time

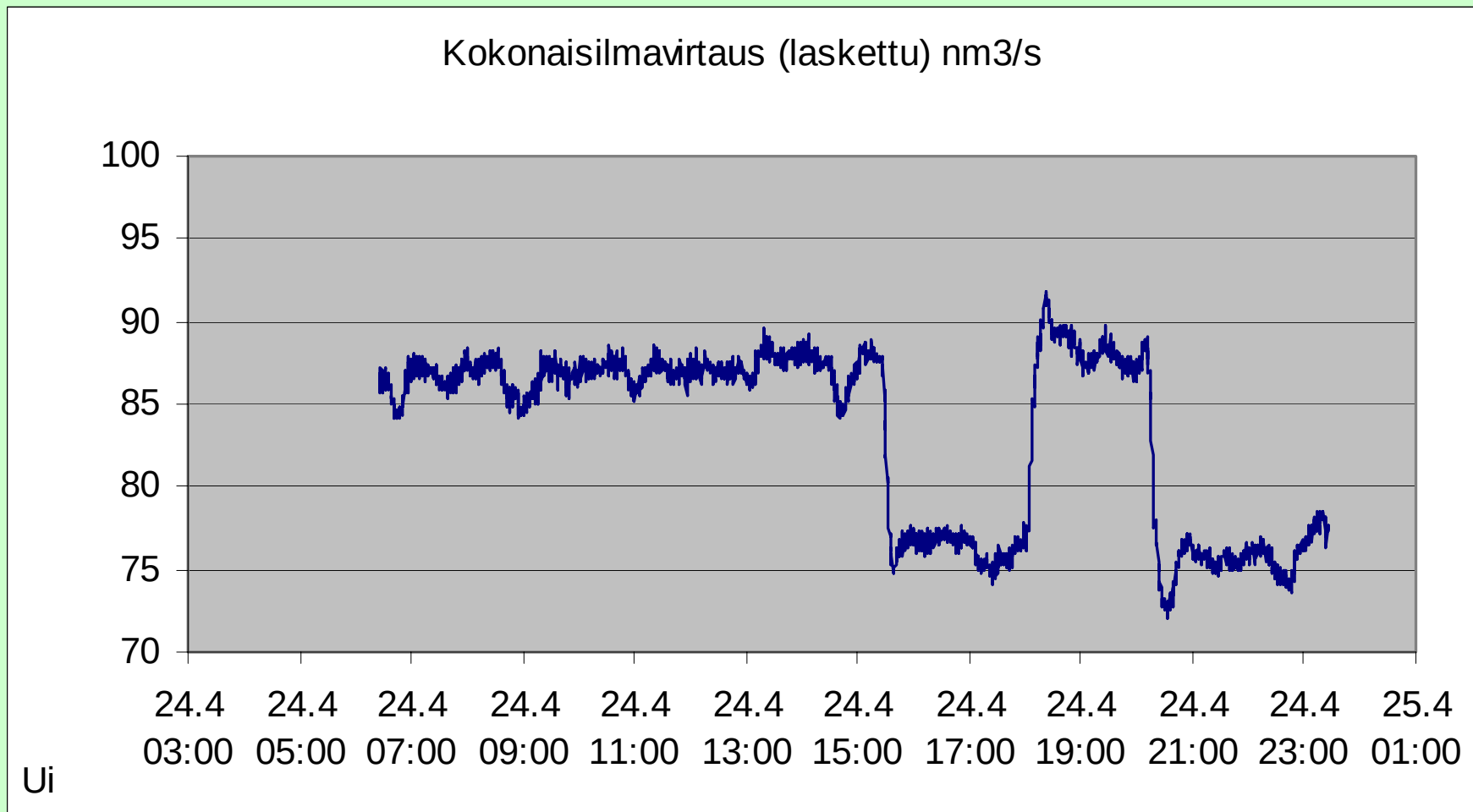


Dregs filter cake renewal time, 24-30.4

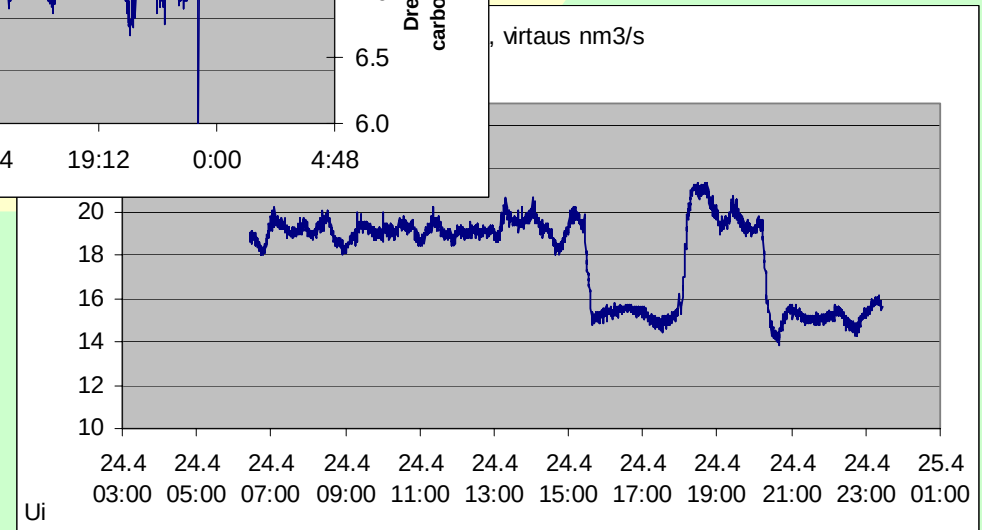
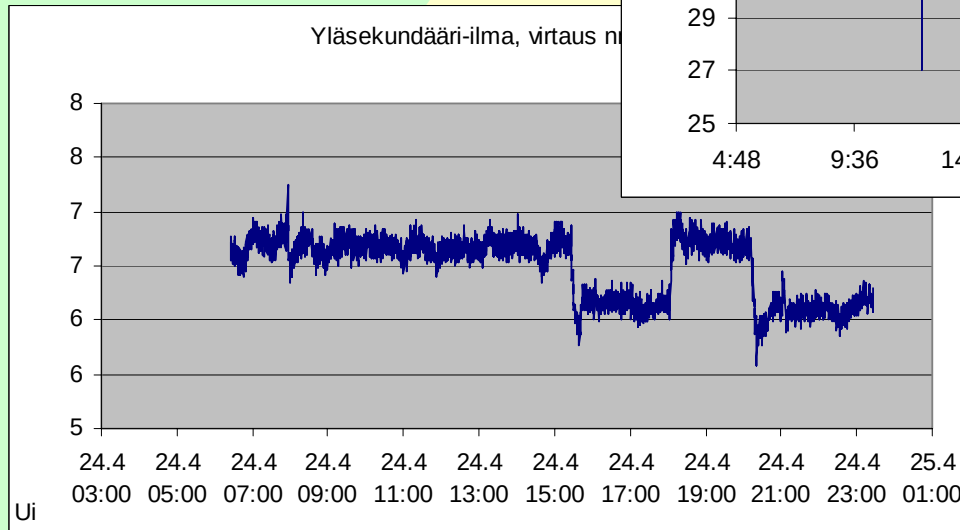
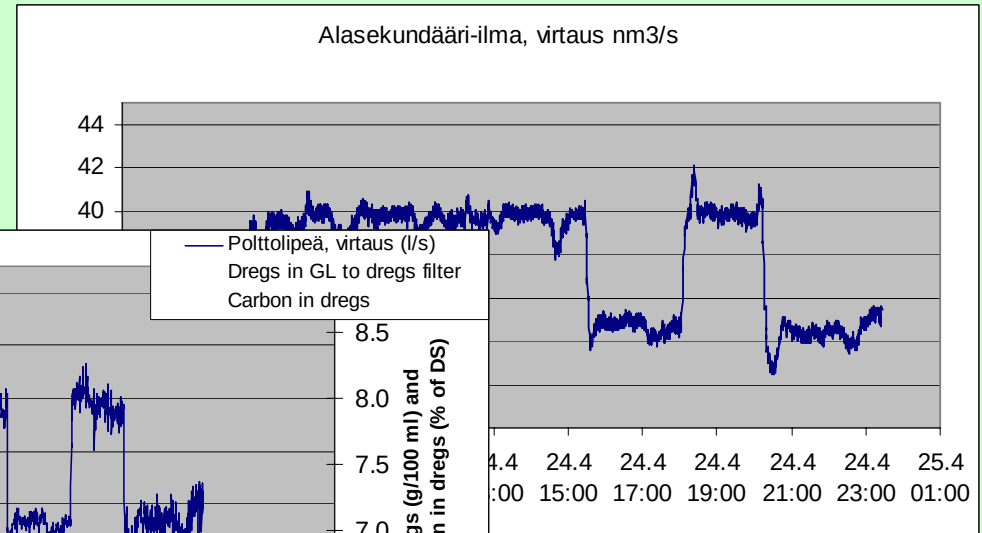
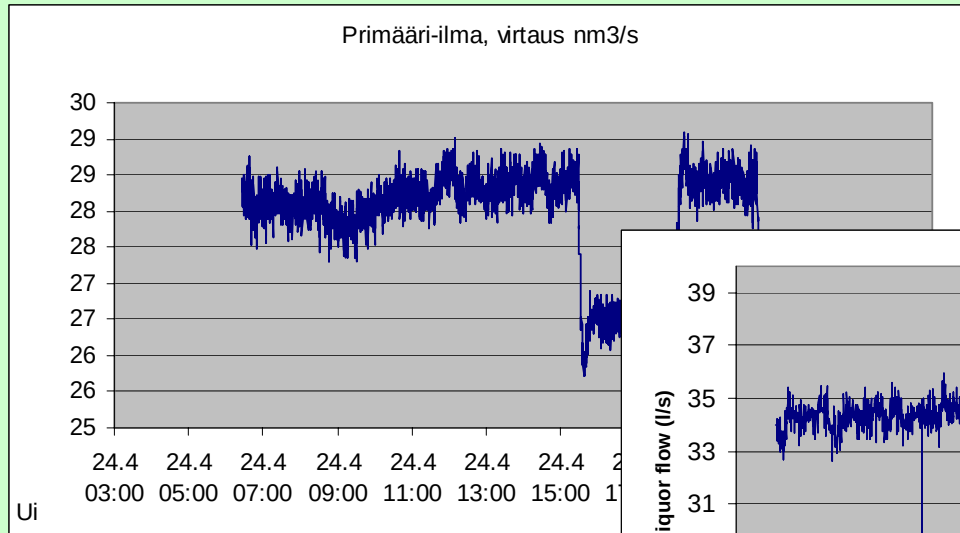


24.4.2007

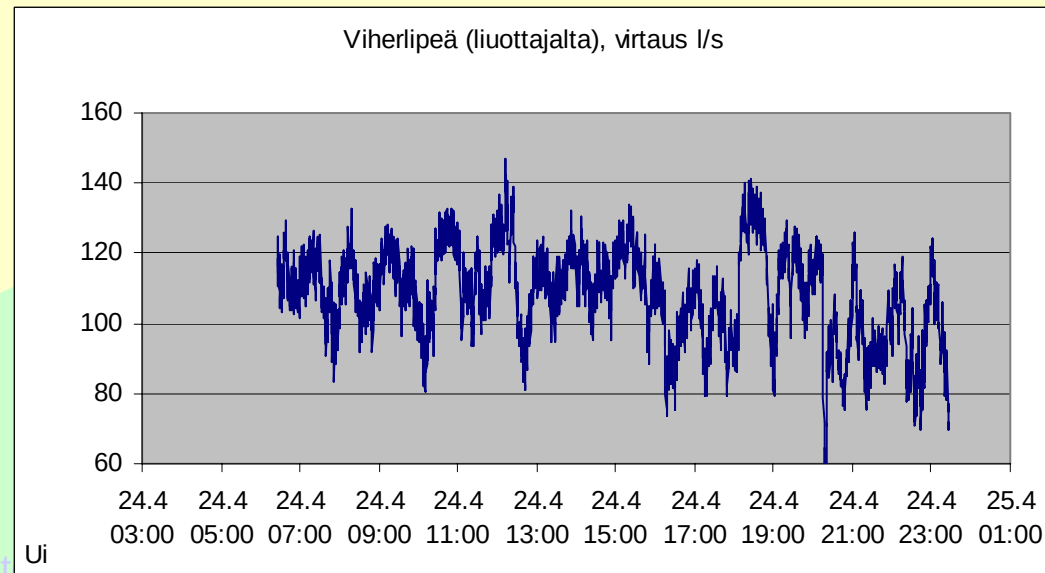
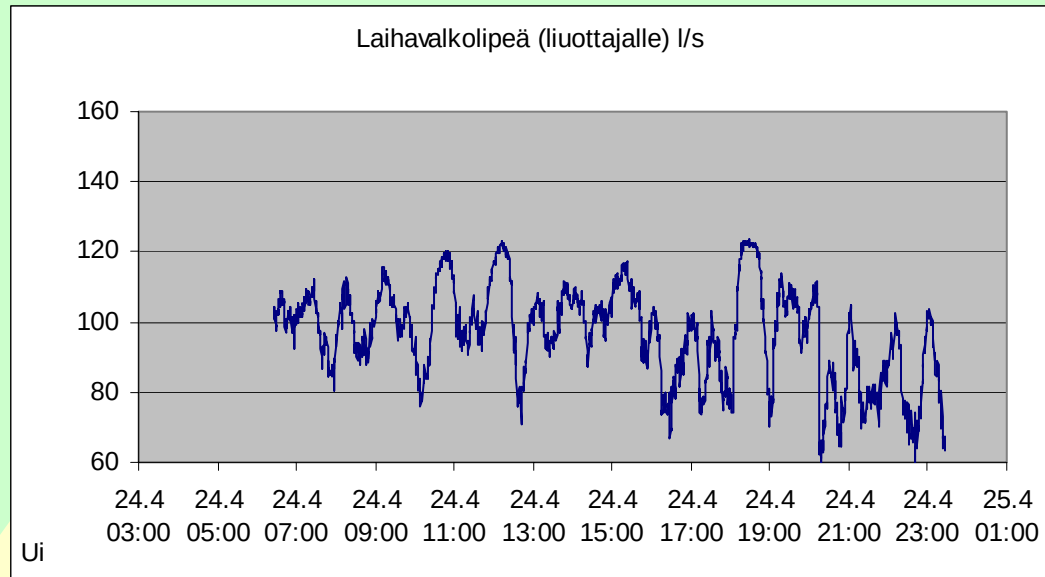
Total air flow to boiler, Uimaharju



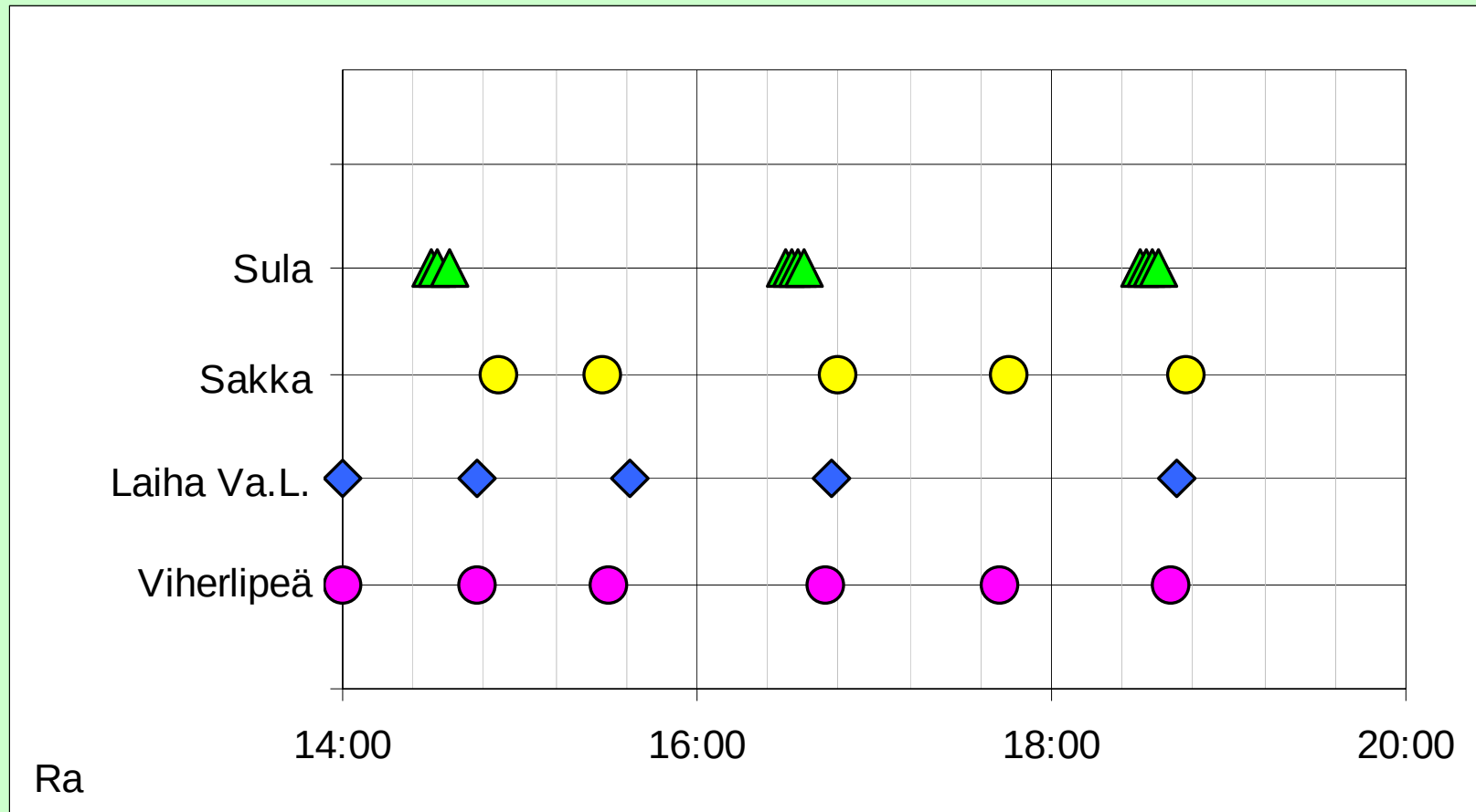
Cmbustion air to boiler, nm3/s



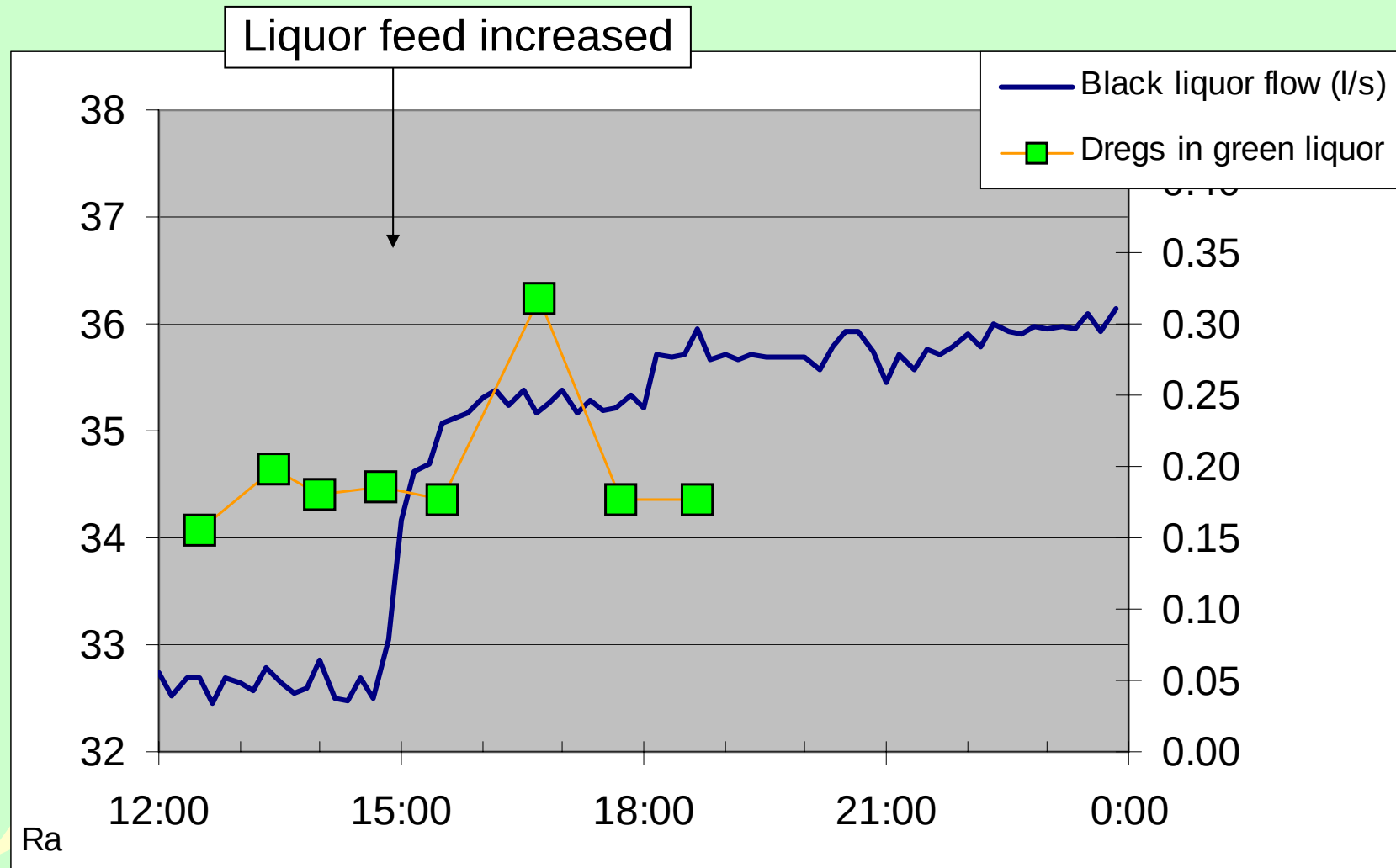
Dissolver liquor flows, l/s



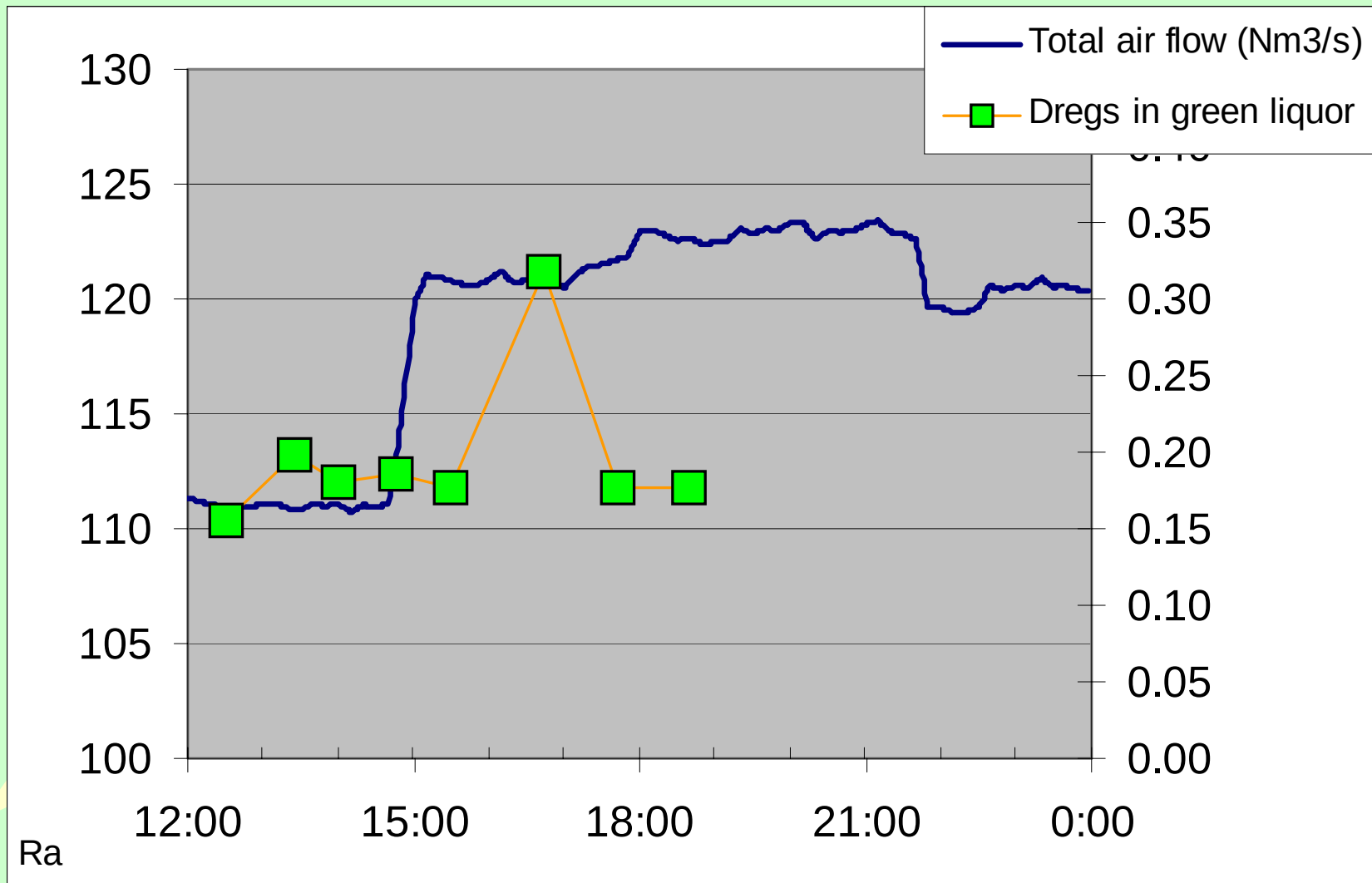
Rauma – Sampling



Black liquor feed and dregs in green liquor



Total air flow and dregs in green liquor



MB - Rauma green liquor reduction

VIHERLIPEÄ REDUKTIO KOEAJOA 7.5.07			
Näyte klo	Reduktio %	S tot.reduktio %	Vetysulfidi g NaS ₂ /l
12:30	94.5	-	25.9
14:00	94.2	82.8	26.6
15:30	94.2	86.7	27.1
17:00	94.2	84.8	26.9
18:40	93.9	85.6	25.3

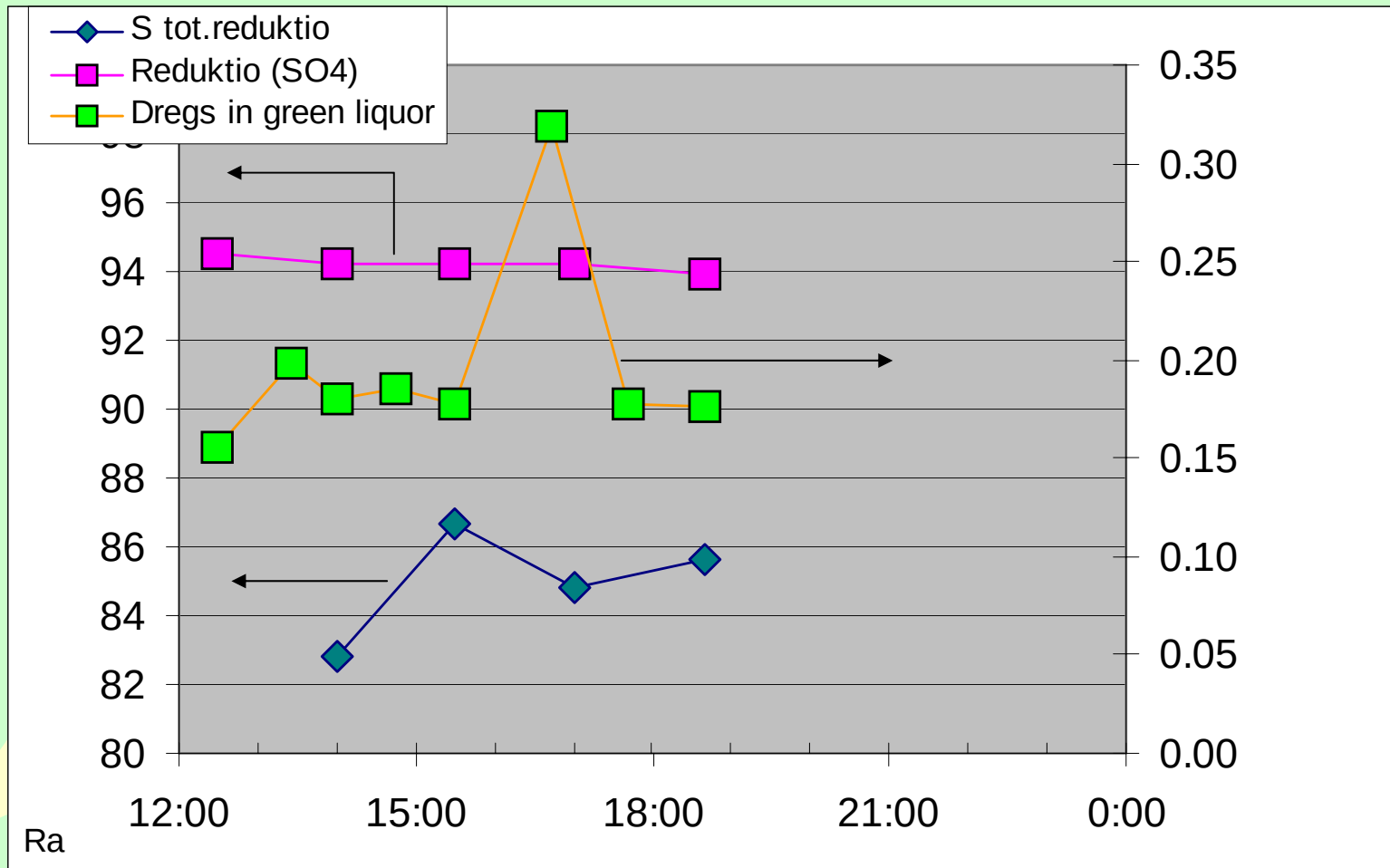
S tot. reduktio : S²⁻ / Tot S

Reduktio : S²⁻ / SO₄²⁻

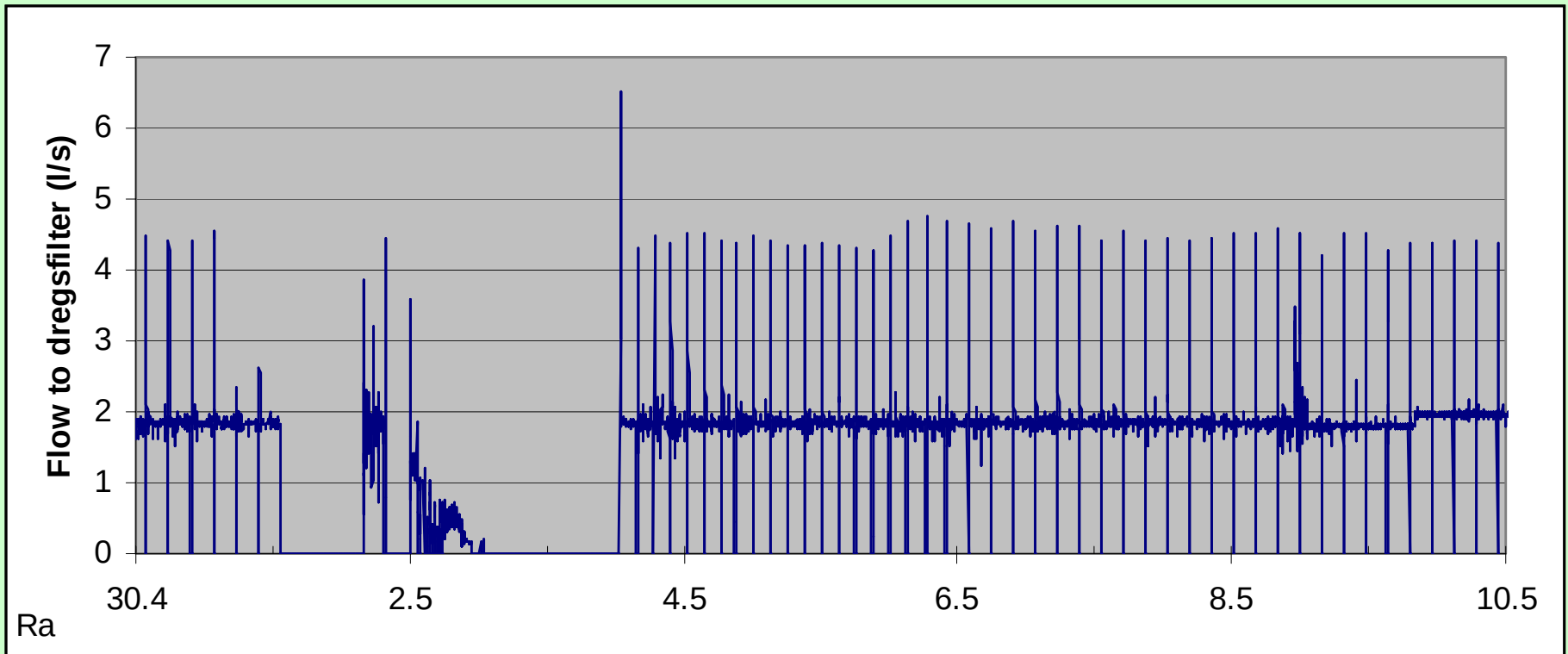
- Tot S = SO₄²⁻ peroksidihapetuksen jälkeen

- SO₄²⁻ jonikromatografilla

Dregs (g /100ml) and reduction of green liquor (%)

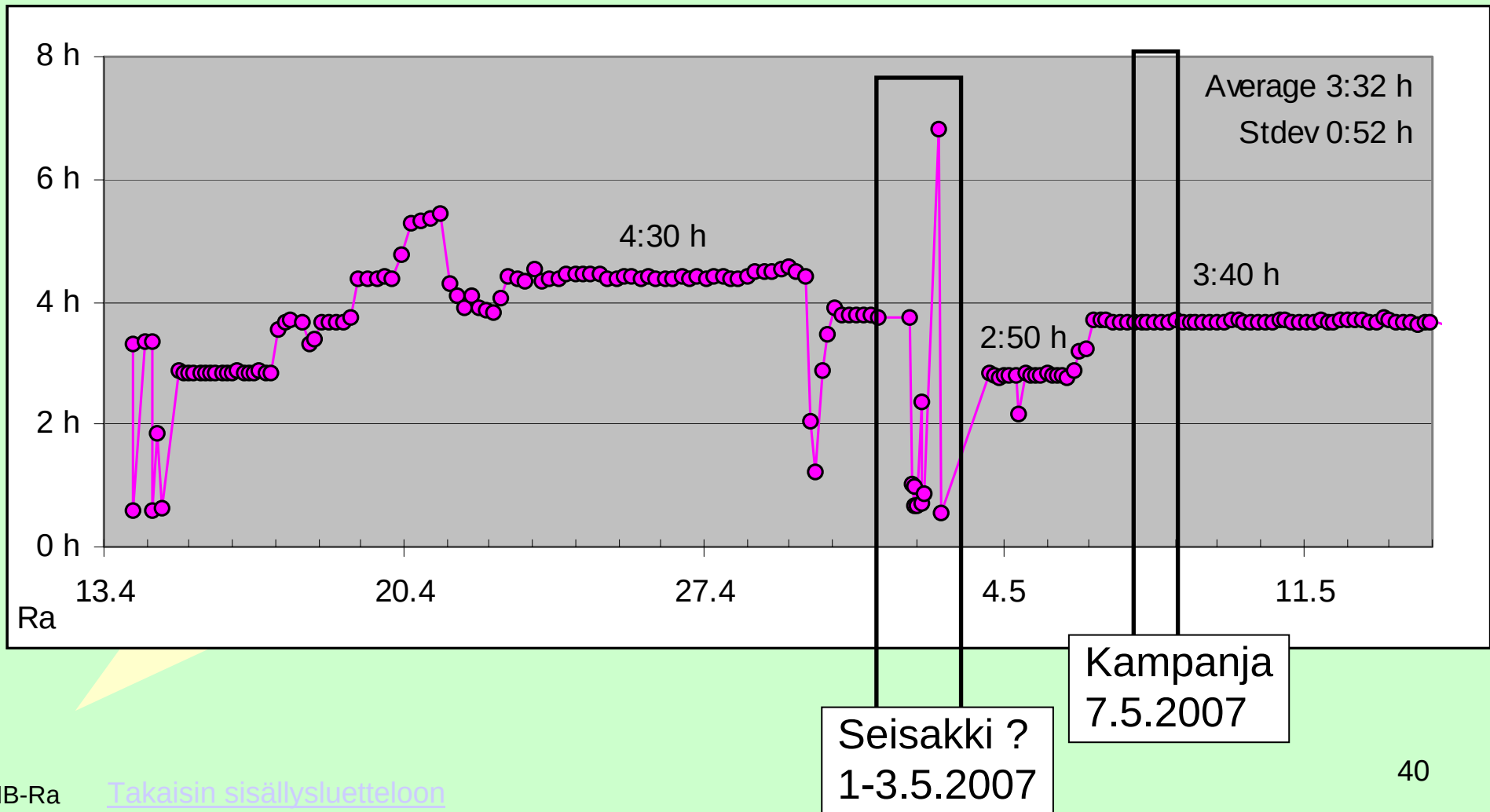


Sludge flow to dregsfilter 30.4-10.5, l/s

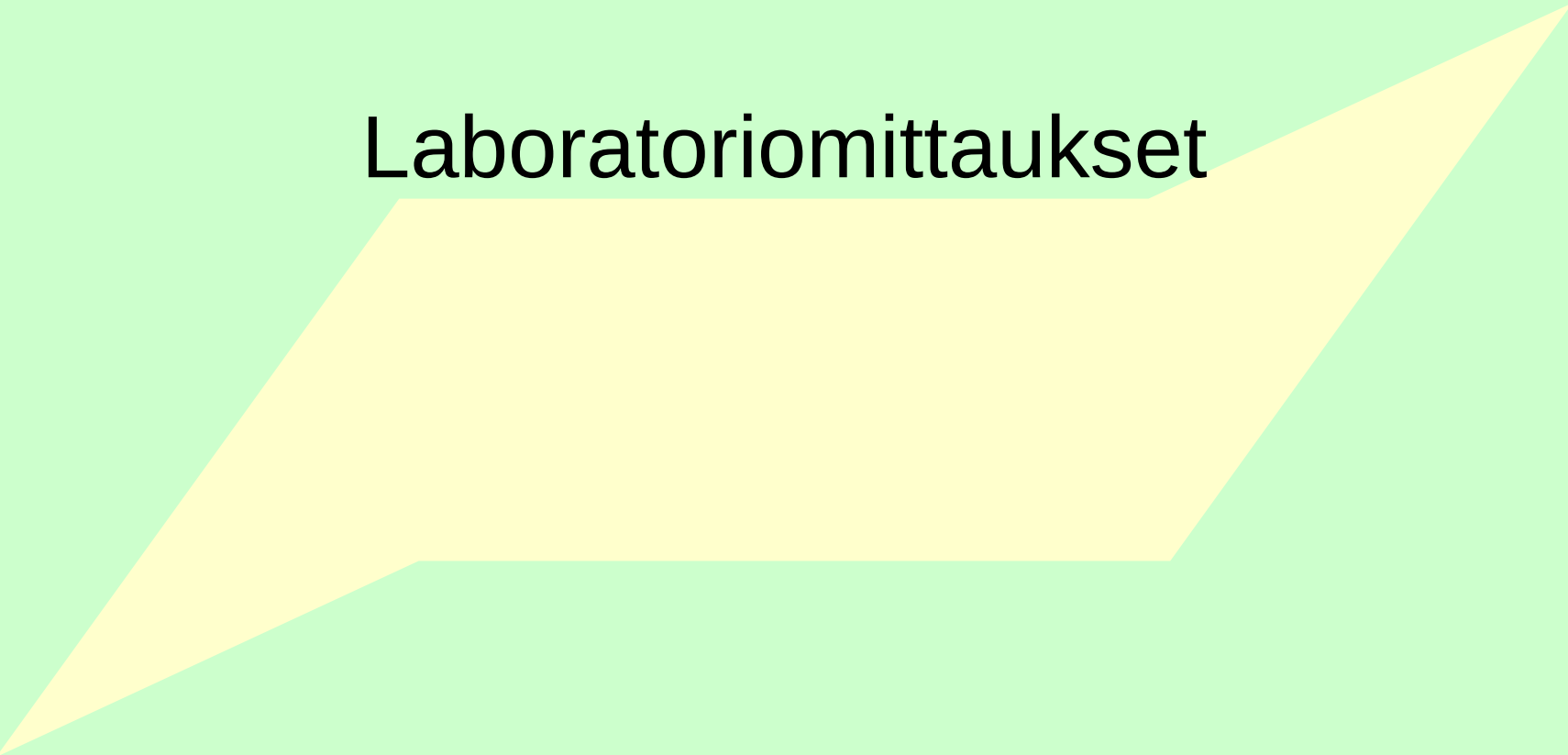


Filter cake renewal time

13.4-14.5.2007



Laboratoriomittaukset



Sakan määrä ja virtaus

Sakan määrä

Sakka viherlipeässä

	g/l	kg/h	C in dregs
• Uimaharju	3.6	1320	-
• Rauma	2.0	620	7.95 %
• Skoghall	5.3	850	23.1 %
• Wisaforest	2.6	1050	7.5%

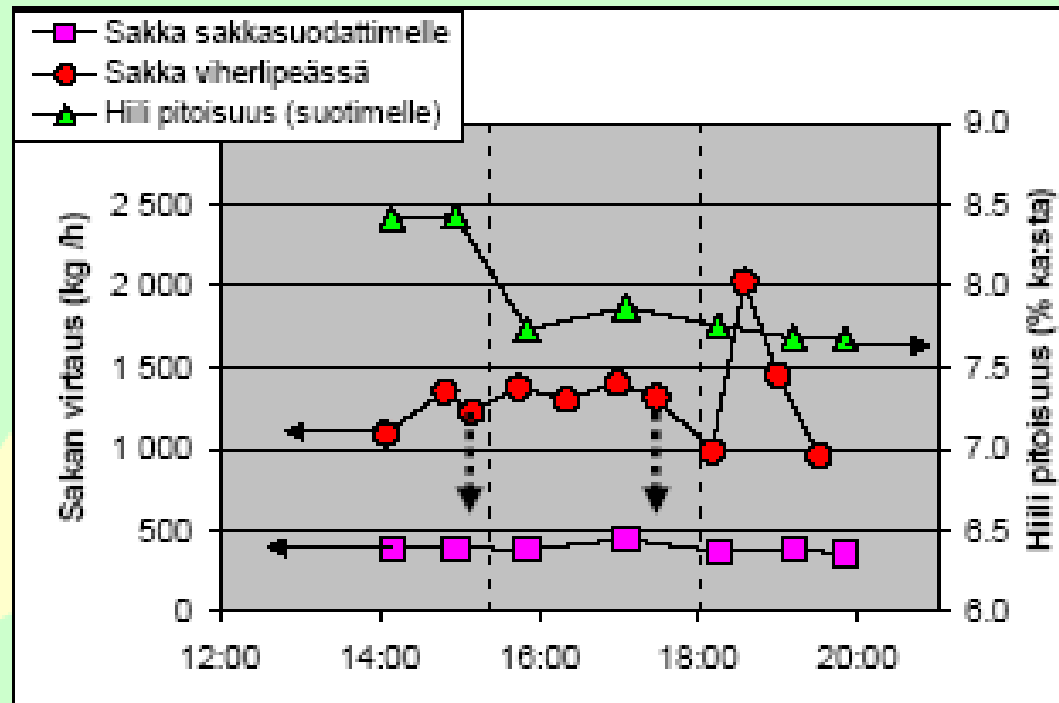
Sakka suotimelle

	g/l	kg/h	C in dregs
• Uimaharju	66	387	7.94 %
• Rauma	114	804	8.51 %
• Skoghall	-	-	-
• Wisaforest	22	622	7.6%

LTR, 20.9.2007

Uimaharju

- Sakkavirtaus suotimelle ja viherlipeässä sekä hiilipitoisuus sakassa suotimelle.



Uusinta-analyysit sakan määrälle

- Viherlipeäsakalle tehtiin uusinta-analyysit
- Viherlipeä pidetty 2 tuntia 95 °C:ssa
 - Suodatus kolmella eri mentelmällä
 - A. Kolme pesua * 15 ml tislattu vesi: $T_{H_2O} = 95\text{ °C}$
 - B. Kolme pesua * 15 ml tislattu vesi: $T_{H_2O} = 25\text{ °C}$
 - C. Yksi pesu minimi määrällä vettä: $T_{H_2O} = 25\text{ °C}$

Tuloksia – sakan määrän uusinta-analyysi

A= Hot water

B= Cold water

C= Minimum water

18.12.2007 / MF

Sample	Filtration method	Filtrated volume (ml)	Dry dregs		Compared to original
			(g)	(g/l)	
Sa-04	Original			65.7	
Sa-04	A	200	12.3467	61.7	94 %
Sa-04	B	200	11.6309	58.2	89 %
Sa-04	C	200	12.1701	60.9	93 %
R-Sa-02	Original			125.6	
R-Sa-02	A	200	19.6092	98.0	78 %
R-Sa-02	B	200	19.4811	97.4	78 %
R-Sa-02	C	200	21.2223	106.1	84 %
W-Sa-01	Original			17.2	
W-Sa-01	A	200	2.7173	13.6	79 %
W-Sa-01	B	200	2.8513	14.3	83 %
W-Sa-01	C	200	3.1297	15.6	91 %
R-VII-02	Original			2.0	
R-VII-02	A	150	0.1467	1.0	49 %
R-VII-02	B	150	0.0956	0.6	32 %

Uusinta-analyysin johtopäätökset

- Sakka suotimelle
 - arvot kuten aikaisemmin raportoitu
- Sakka viherlipeässä
 - arvot matalammat kuin aikaisemmin raportoidut
 - uutta tasoa ei pysty määrittämään viherlipeänäytteiden vähyyden takia

Sakan määrä - johtopäätöksiä

- Sakkamäärän analysoiminen?
 - Määrä riippuu kuinka paljon karbonaattia liukenee otetusta sakkanäytteestä
 - Riippuu pesutavasta
 - Standardimentelmässä myöskin valinnan varaa
 - "...three or more rinses...."
 - "...phenolphthalein can be used..."
- Pesun jälkeen sakka filterille noin 90% viime kokouksen numeroista
 - Sakan pitoisuus filterille suuri:
 - vaihtelee prosessista johtuen
 - Selkeyttimen jälkeen 60-100 g/l
 - X-filtteriltä vain ~10g /l
- Pesun jälkeen sakka viherlipeässä noin 30-50% viime kokouksen numeroista
 - Sakan määrä viherlipeässä pieni, noin 1-2 g/l
 - Määrää vaikea analysoida
 - pesuvaiheen tarkka suorittaminen tärkeä
 - Orgaaninen- ja karbonaattihiili pieni

... Johtopäätöksiä

- Sakka viherlipeässä:
 - Määrä: noin 1-2 g/l
 - Hiilimäärä: ~8 % (Skoghall 23%)
- Sakka suotimelle:
 - Määrä: 22-114 g/l
 - Hiilimäärä: ~ 8%
- Uimaharjulla
 - VL-sakan hiili pieneni kun lipeävirtaus pieneni
 - VL-sakkamäärä nousi hetkellisesti kun lipeävirtausta nostettiin
 - Sakkavirtaus suotimelle tasaisempi (aika viiveet!)
- Muut tehtaات
 - ei selviä eroja mittauspäivinä
- Sakan ja sulan hiili vaikea korreloida prosessiparametreihin
 - Näytteenottojakso lyhyt
 - Sakan hiili $\leftarrow ? \rightarrow$ sulan reduktio $\leftarrow ? \rightarrow$ sulan hiili



SEM tulokset

Sakan uusinta-analyysi

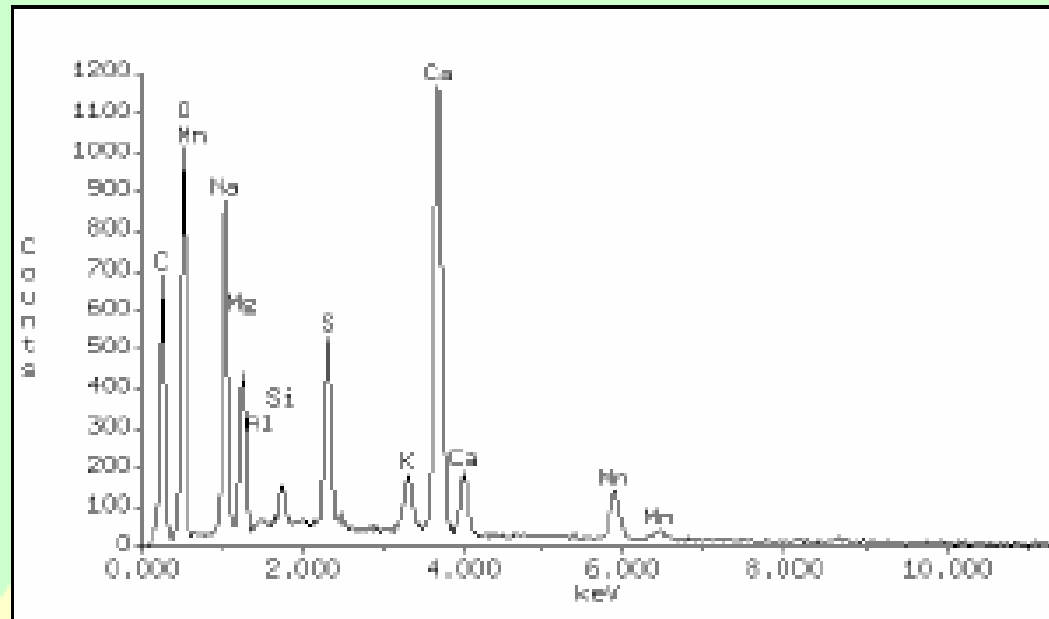
- Sakka eri pesumenetelmistä (A, B, C)
 - SEM
 - kemialliset analyysit
 - XRD analyysit
 - kristallianalyysi

SEM - elementary analysis of dregs to filter – Method A

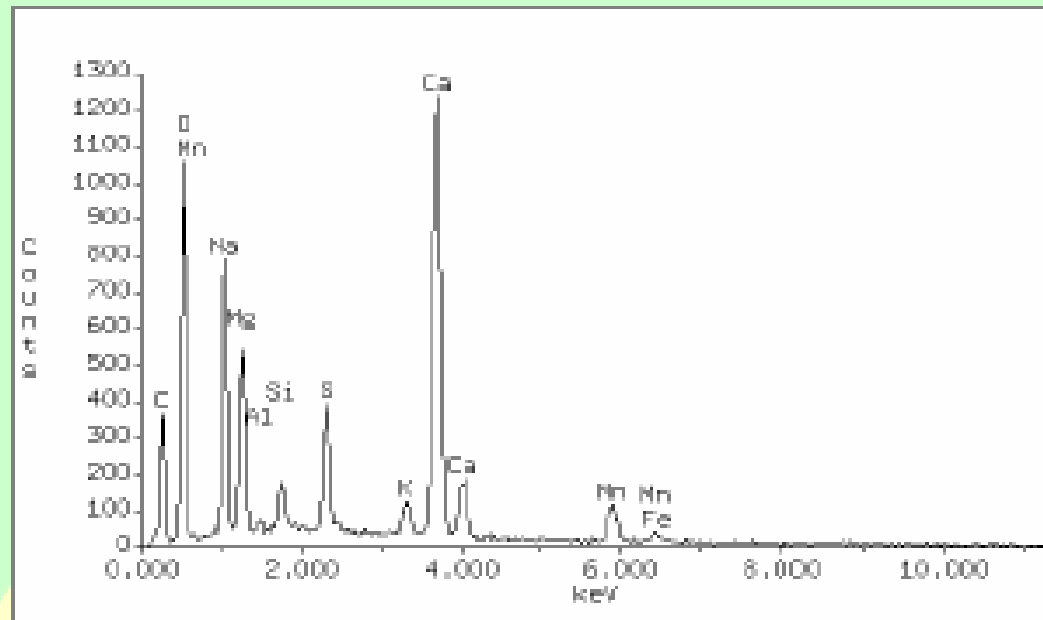
	Ui-Sa-04	R-Sa-02	W-Sa-01
	Wt %	Wt %	Wt %
O	42.3	40.5	47.2
C	26.0	24.4	17.6
Na	9.2	17.8	3.9
Ca	10.8	4.7	9.5
Mg	3.3	3.2	10.2
S	3.1	4.2	3.3
Mn	2.7	1.3	1.9
Si	0.6	1.4	2.7
K	1.1	1.4	0.4
Fe	0.3	0.5	1.3
Al	0.1	0.3	1.6
Zn	0.6	0.4	0.5

O by balance

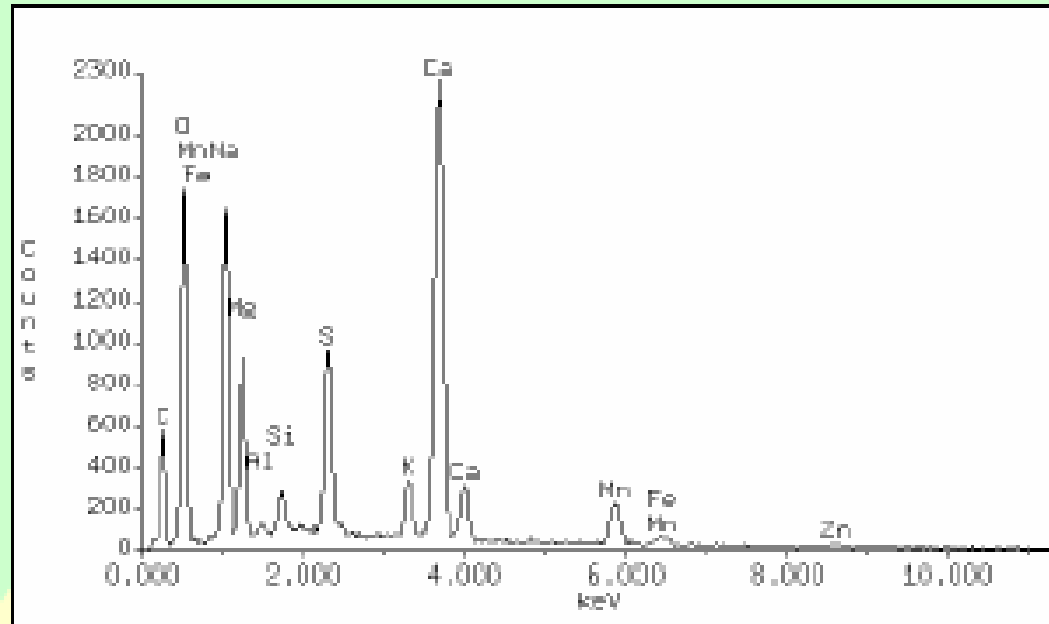
Ui-Sa-04 (M1 100x area31) - Method A



Ui-Sa-04 (M2 100x area40) - Method B



Ui-Sa-04 (M3 100x area48) - Method C



SEM analyysi – Ui-Sa-04 suodatettu eri menetelmin

	Method A	Method B	Method C
	Wt %	Wt %	Wt %
O	44.9	46.1	42.3
C	16.4	17.7	26.0
Ca	13.3	13.8	10.8
Na	10.7	10.0	9.2
Mg	4.3	4.7	3.3
S	3.9	2.7	3.1
Mn	2.9	2.5	2.7
K	1.4	0.7	1.1
Si	0.8	0.8	0.6
Zn	0.7	0.3	0.6
Fe	0.6	0.5	0.3
Al	0.2	0.2	0.1

O by balance

← ← ← "pesua lisätään" ← ← ←

SEM analyysit

- Sakan hiili vähenee kun pesua lisätään
 - karbonaattihiili
- Sakan Na ja K ei vähene, vaan nousee hiukan!
- Myöskin sakan Ca, O ja S nousee
- Myöskin Mg, Mn, Si, Zn, Fe ja Al nousee
 - CO_3 vähenee jolloin muut nousee
 - Pirssoniitti ($\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ei liukoista
 - Eiliukoiset sulfidit

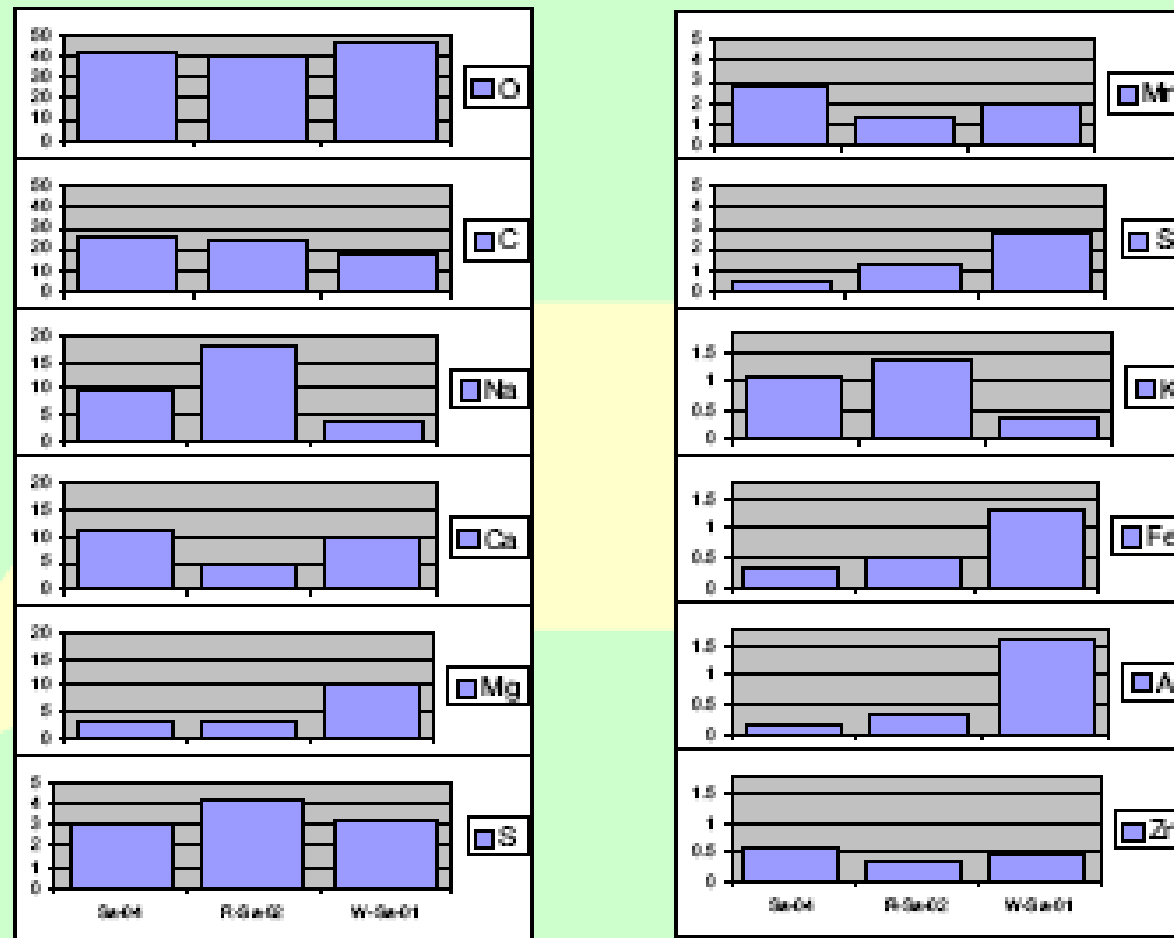
Uimaharju, Rauma ja Wisaforest - Viherlipeäsakan SEM analyysit

– Ca	4-11%
– Mg	3-10%
– S	3-4%
– Mn	~2%
– Si	0.5-3%
– Fe	0.3-2%
– Al	0.1-2%
– Zn	~0.5%

- Sakassa löytyy (M. Lind, 2005)
 - Mn, Cd, Co, Pb,
 - Vähän Cr, Cu,
 - Erittäin vähän - Hg
- Sakassa löytyy (Böök, 2007)
 - Cr 30-200 mikrog
 - Cu 50-200
 - **Mn 2 000-25 000**
 - Ni 30-500
 - Pb 7-50
- Erityisesti Cd, Pb ja Mn

SEM – kemialliset analyysit

Pesutapa A = kuuma vesi

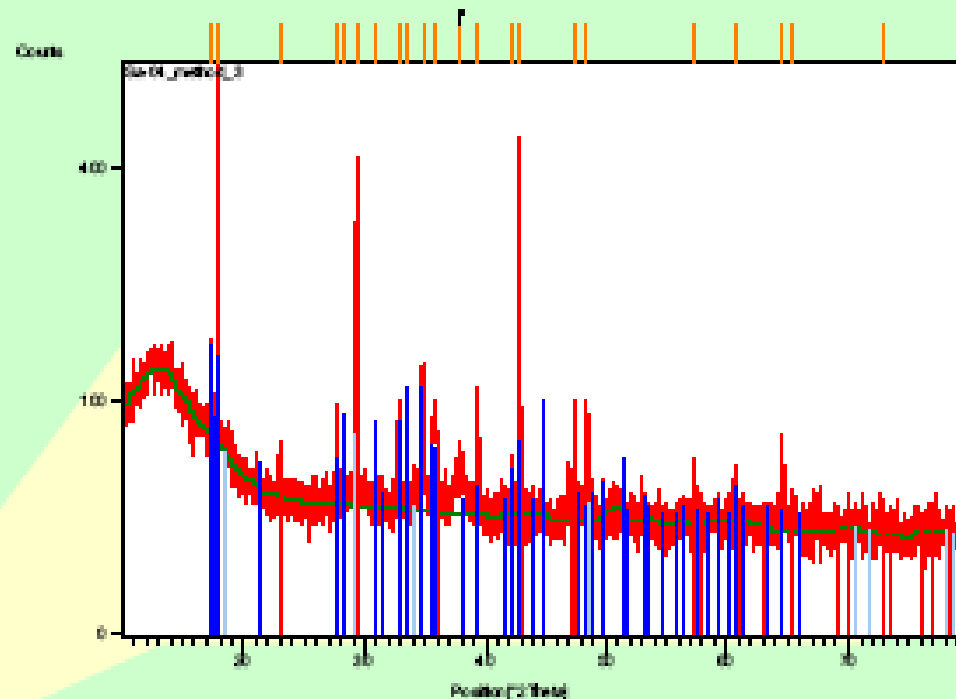


A large yellow parallelogram with a black border, tilted slightly to the right, serving as a background for the text.

XRD tulokset

XRD on sample Ui-Sa-04

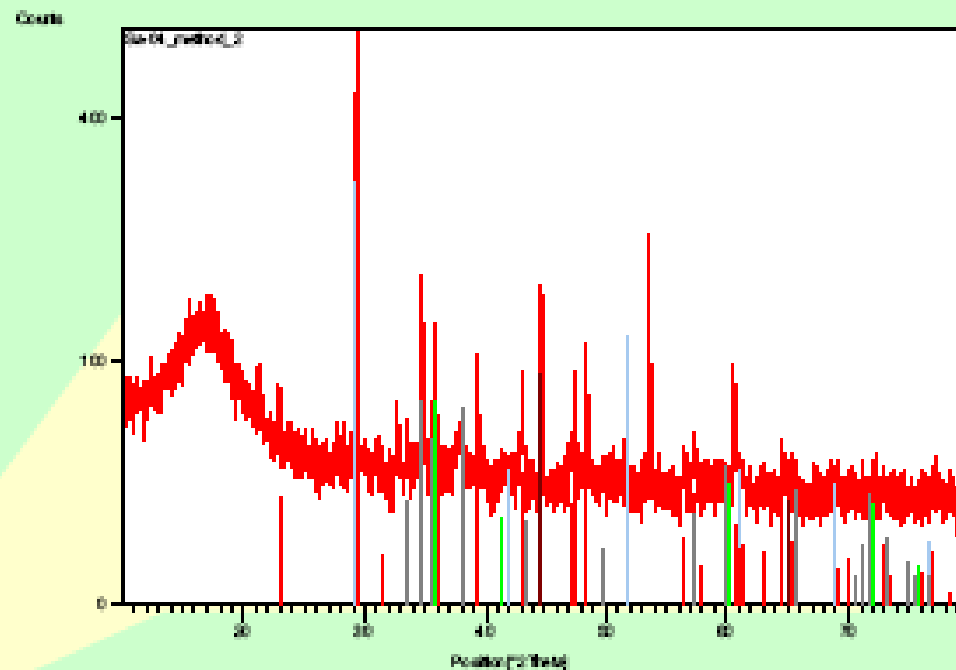
Method C – minimum water



- Calcite CaCO_3
- Pirssonite: $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

XRD on sample Ui-Sa-04

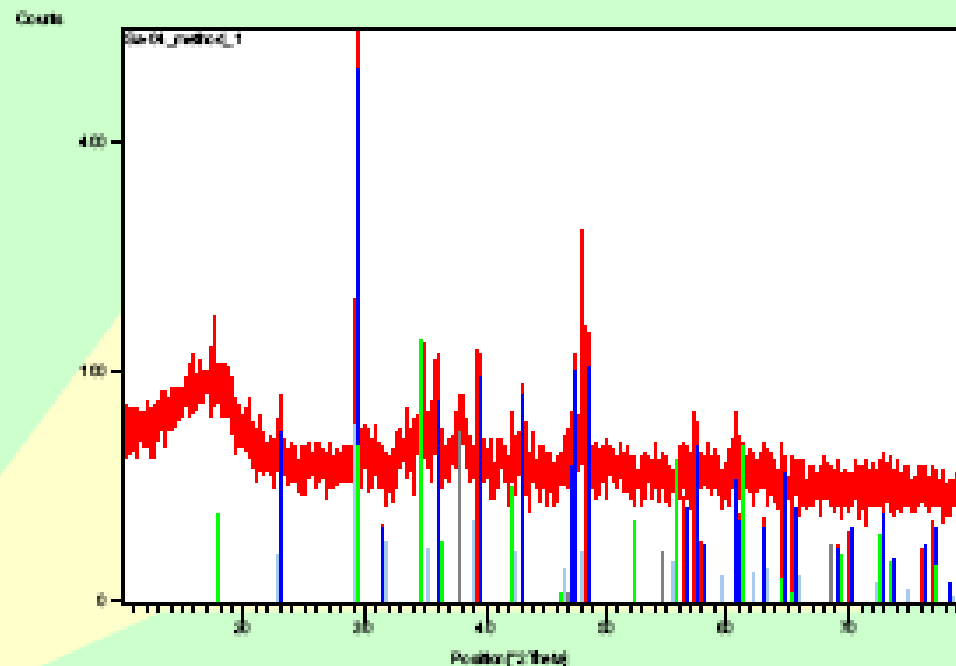
Method B – 3 * cold water



- Calcite: CaCO_3
- Moissanite: SiC
- Ferrite: Fe

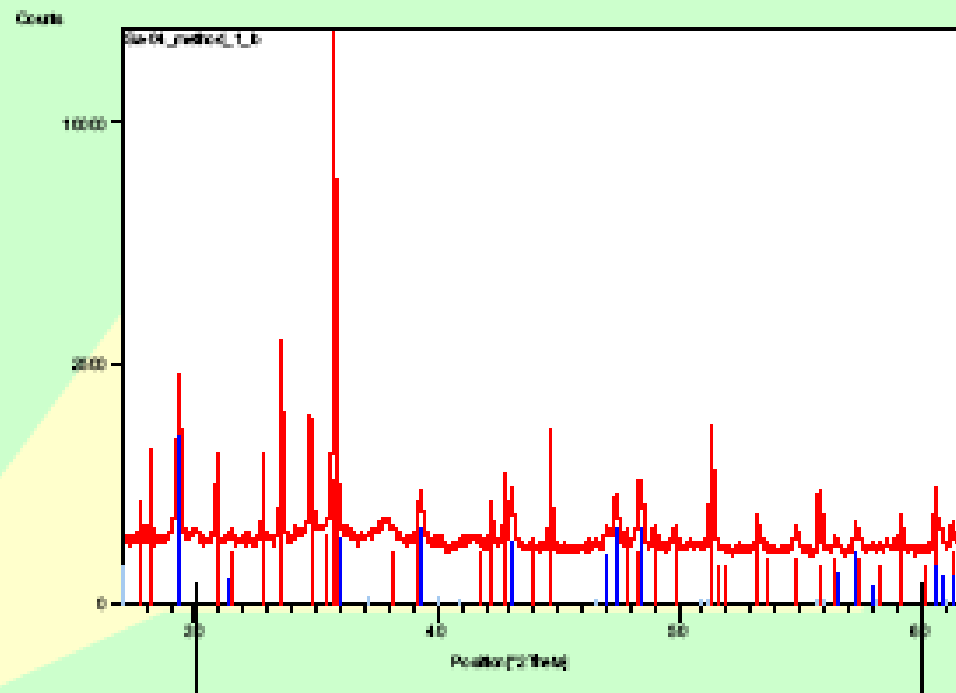
XRD on sample Ui-Sa-04

Method A – 3 * hot water



- Calcite: CaCO_3
- Moissanite: SiC
- Ferrite: Fe

XRD on sample Ui-Sa-04
Method A – 3 * hot water
(°2Theta 27→ 62)



XRD - tulokset eri pesumenetelmille

- Ui-Sa-04 – Kalsiumkarbonaattia, myöskin pirssoniittia löytyy
 - A: CaCO_3 , crystal- H_2O , Coulsonite (FeV_2O_4) ("Perus" XRD-analyysi)
 - A: Pirssonite ($\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), CaCO_3 ("Tarkka" XRD-analyysi)
 - B: CaCO_3 , SiC, Fe
 - C: CaCO_3 , Pirssonite ($\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- R-Sa-02 - Pirssoniittia
 - A: Pirssonite ($\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Na_2CO_3
 - B: Pirssonite ($\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
 - C: Pirssonite ($\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Pyrrhotite ($\text{Fe}^{*0.95}\text{S}^{*1.05}$)
- W-Sa-01 - Kalsiumkarbonaattia
 - A: CaCO_3 - 0.421
 - B: CaCO_3 - 0.809
 - C: CaCO_3 - 0.134

Hiilen määrä sulassa

Uimaharju,

Sulan kokonais- ja karbonaattihiili sekä niiden erotus.
Ränni 2 (vasen) ja ränni 5 (oikea).

Spout 2			
Time	Carbon, total (w-%)	Carbon, CO ₃ ²⁻ (w-%)	Carbon not CO3 (w-%)
14:20	7.26 %	7.21 %	0.05 %
14:24	7.37 %	7.33 %	<0.05%
14:27	7.42 %	7.38 %	<0.05%
15:55	7.42 %	7.39 %	<0.05%
15:59	7.48 %	7.45 %	<0.05%
17:30	7.31 %	7.27 %	<0.05%
17:31	7.36 %	7.32 %	<0.05%
19:38	6.64 %	6.61 %	<0.05%
19:40	7.18 %	7.15 %	<0.05%

Spout 5			
Time	Carbon, total (w-%)	Carbon, CO ₃ ²⁻ (w-%)	Carbon not CO3 (w-%)
14:30	6.87 %	6.81 %	0.06 %
16:02	7.51 %	7.45 %	0.06 %
16:05	7.54 %	7.51 %	<0.05%
17:33	7.32 %	7.27 %	0.05%
17:35	7.26 %	7.23 %	<0.05%
19:42	7.42 %	7.39 %	<0.05%

Rauma,

Total carbon and carbon in CO_3^{2-} for smelt from smelt spout 2 and 5; 7.5.2007

Spout 2				Spout 5			
Time	Carbon, total (w-%)	Carbon, CO_3^{2-} (w-%)	Difference (w-%)	Time	Carbon, total (w-%)	Carbon, CO_3^{2-} (w-%)	Difference (w-%)
12:26	7.04 %	6.97 %	0.07 %	12:26	7.25 %	7.21 %	<0.05
12:26	7.14 %	7.05 %	0.09 %	12:26	7.01 %	6.96 %	0.05 %
14:34	7.19 %	7.14 %	0.05 %	14:30	7.15 %	7.10 %	0.05 %
14:36	7.10 %	7.04 %	0.06 %	14:32	7.10 %	7.06 %	<0.05%
16:34	7.15 %	7.12 %	<0.05%	16:30	6.97 %	6.94 %	<0.05%
16:36	7.11 %	7.08 %	<0.05%	16:32	7.18 %	7.14 %	<0.05%
18:34	7.15 %	7.11 %	<0.05%	18:30	7.04 %	7.01 %	<0.05%
18:36	7.17 %	7.14 %	<0.05%	18:32	7.09 %	7.06 %	<0.05%

Näyte	Reduktio %	S tot.reduktio %
R-Su-03-2-A	97.0	89.7
R-Su-04-2-A	96.8	89.7
R-Su-08-2-A	91.3	45.8
R-Su-09-2-A	96.0	94.3
R-Su-12-2-A	96.6	92.1
R-Su-13-2-A	95.7	86.4
R-Su-16-2-A	96.0	90.3
R-Su-17-2-A	95.1	86.9

Näyte	Reduktio %	S tot.reduktio %
R-Su-01-5-A	93.5	88.1
R-Su-02-5-A	93.2	81.6
R-Su-06-5-A	96.0	93.6
R-Su-07-5-A	95.6	85.6
R-Su-10-5-A	95.8	90.0
R-Su-11-5-A	96.3	95.4
R-Su-14-5-A	96.3	103.4
R-Su-15-5-A	96.2	97.4

MB- Rauma viherlipeän reduktiot

VIHERLIPEÄ REDUKTIO KOEAJOA 7.5.07			
Näyte klo	Reduktio %	S tot.reduktio %	Vetysulfidi g NaS ₂ /l
12:30	94.5	-	25.9
14:00	94.2	82.8	26.6
15:30	94.2	86.7	27.1
17:00	94.2	84.8	26.9
18:40	93.9	85.6	25.3

S tot. reduktio : S²⁻ / Tot S
Reduktio : S²⁻ / SO₄²⁻

Tot S= SO₄²⁻ peroksidihapetuksen jälkeen
SO₄²⁻ jonikromatografilla

Skoghall,

Total carbon and carbon in CO_3^{2-} for smelt from
smelt spout 2 (left) and 5 (right); 22-25.5.2007

Spout 2				
Sample	Time	Carbon, total (w-%)	Carbon, CO_3^{2-} (w-%)	Difference (w-%)
S-Su-03	14:13	6.93 %	6.74 %	0.19 %
S-Su-04	14:14	6.30 %	5.92 %	0.38 %
S-Su-09	18:03	7.28 %	7.13 %	0.15 %
S-Su-10	18:04	6.97 %	6.81 %	0.16 %
S-Su-13	11:12	7.16 %	6.90 %	0.26 %
S-Su-14	11:13	7.01 %	6.50 %	0.51 %
S-Su-17	13:21	6.93 %	6.76 %	0.17 %
S-Su-18	13:22	7.36 %	7.01 %	0.35 %
S-Su-1-24/5	8:00	7.47 %	6.85 %	0.62 %
S-Su-3-24/5	10:00	7.35 %	6.80 %	0.55 %
S-Su-5-24/5	12:00	7.45 %	7.33 %	0.12 %

Spout 5				
Sample	Time	Carbon, total (w-%)	Carbon, CO_3^{2-} (w-%)	Difference (w-%)
S-Su-01	14:10	6.61 %	6.44 %	0.17 %
S-Su-02	14:11	7.59 %	7.31 %	0.28 %
S-Su-05	16:02	7.22 %	7.03 %	0.19 %
S-Su-06	16:03	6.14 %	6.02 %	0.12 %
S-Su-07	18:01	6.86 %	6.64 %	0.22 %
S-Su-08	18:02	7.17 %	6.90 %	0.27 %
S-Su-11	11:08	7.02 %	6.88 %	0.14 %
S-Su-12	11:09	7.12 %	6.59 %	0.53 %
S-Su-15	13:18	7.01 %	6.51 %	0.50 %
S-Su-16	13:19	7.06 %	6.79 %	0.27 %
S-Su-2-24/5	8:00	7.32 %	7.07 %	0.25 %
S-Su-4-24/5	10:00	7.43 %	7.05 %	0.38 %
S-Su-6-24/5	12:00	7.32 %	7.15 %	0.17 %

Skoghall – sulanäytteiden reduktiot

	Datum analys	Red.grad	Sulfat rs. Na2S g/l	Na2S g/l
Su-03-A	24.7.2007	98.1	0.38	19.6
Su-04-A	25.7.2007	99.0	0.19	18.5
Su-09-A	25.7.2007	99.2	0.17	20.8
Su-10-A	25.7.2007	99.0	0.22	21.4
Su-13-A	25.7.2007	99.2	0.18	18.9
Su-14-A	25.7.2007	99.2	0.16	19.8
Su-17-A	25.7.2007	100.0		20.3
Su-18-A	25.7.2007	100.0		20.6
Su-24/5-1-A	26.7.2007	98.6	0.25	17.1
Su-24/5-3-A	26.7.2007	97.1	0.58	19.4
Su-24/5-5-A	25.7.2007	97.5	0.48	18.7

	Datum analys	Red.grad	Sulfat rs. Na2S g/l	Na2S g/l
Su-01-A	19.7.2007	98.2	0.07	3.7
Su-02-A	25.7.2007	97.0	0.61	19.4
Su-05-A	25.5.2007	99.3	0.15	20.9
Su-06-A	25.7.2007	98.8	0.23	19.0
Su-07-A	25.7.2007	98.9	0.15	13.3
Su-08-A	25.7.2007	99.0	0.21	21.2
Su-11-A	25.7.2007	98.6	0.25	17.1
Su-12-A	19.7.2007	100.0		1.8
Su-15-A	25.7.2007	98.7	0.25	18.4
Su-16-A	25.7.2007	98.5	0.29	18.6
Su-24/5-2-A	26.7.2007	97.9	0.39	17.9
Su-24/5-4-A	26.7.2007	97.4	0.52	19.2
Su-24/5-6-A	26.7.2007	100.0		20.2

Viherlipeän reduktio - Skoghall

Datum	Tid	Red.grad %	*Jmf. Red grad
22.maj	14:26	98.4	*98,4
	16:20	97.2	*97,2
	18:10	98.7	*98,8
23.maj	11:24	97.9	
	13:26	98.2	
24.maj	8:00	97.5	
	10:00	97.6	
	12:00	96.5	

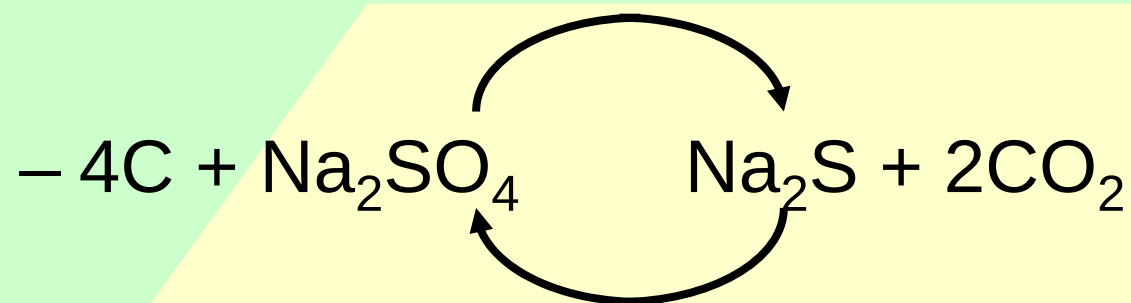
Sulanäytteet - johtopäätöksiä

- Orgaanista hiiltä löytyy pieni määrä sulassa
 - Uimaharju ja Rauma ~0.05%
 - Skoghall ~0.30%
 - vaihtelee 0.12% - 0.62%
- Suurin osa hiilestä karbonaattina (CO_3^{2-})
 - ~6-7% $\text{CO}_3\text{-C}$ kaikissa näytteissä
- Sulan reduktio
 - Rauma ~95% (vaihtelee 93 % - 97 %)
 - Skoghall~99% (vaihtelee 97 % - 100 %)
- Ei selviä korreelaatioita esim. reduktio vs sulan hiili.

Johtopäätökset ja yhteenveto

Sakan hiili

- Hiili löytyy sakassa koska
 - sitä tarvitaan sulassa sulfidin redusoimiseen



Viherlipeäsakan määrä, virtaus ja orgaaninen hiili - neljä kattilaa

	sakka		sakan hiili
	g ka/l	kg ka/h	C-org (% ka)
• Uimaharju	0.6	210	3 %
• Rauma	0.8	250	3 %
• Skoghall	2.1	340	40 %
• Wiseforest	1.0	420	2 %

Sakan hiili - johtopäätökset

- Sakan hiili vaihtelee poltosta riippuen
 - Hiili palaa kökkäreinä sulan pinnalla
 - Loppuhiili hienojakeista sulassa
 - Loppuunpoltto vaikeaa → löytyy sakassa
 - Orgaanista hiiltä löytyy
 - Sulassa 0.1 – 0.4%
 - Sakassa 2-50%
 - Hiiltä tarvitaan sulassa tietty määrä jotta reduktio pysyisi korkealla

Johtopäätöksiä ...

- Sakan määrä viherlipeässä pieni
 - noin 1 g/l (pesutapa huomioitu)
 - pesuvaihe määrityksessä tehtävä tarkasti muuten voi aiheuttaa suuria heittoja tuloksiin
 - seurattava pH:ta tai Na:ta
 - Uimaharjulla
 - VL-sakkamäärä nousi hetkekkäisesti kun lipeävirtaus nostettiin
 - VL-sakan hili pieneni kun lipeävirtaus pieneni
 - Sakka suotimelle tasaisempi laatu (aika viiveet!)
- Sakka suotimelle
 - Sakan pitoisuus filterille suuri
 - Vaihtelee prosessista johtuen
 - Selkeyttimen jälkeen 60-100 g/l
 - X-filteriltä vain ~10g/l
 - Pesutapa ei merkittävää vaikutusta määrän analyysissä

... Johtopäätöksiä

- Sakan ja sulan hiili vaikea korreloida prosessiparametreihin
 - Sakan hiili $\leftarrow ? \rightarrow$ sulan reduktio $\leftarrow ? \rightarrow$ sulan hiili

Sulanäytteet - johtopäätöksiä

- Orgaanista hiiltä löytyy pieni määrä sulassa
 - Uimaharju ja Rauma ~0.05%
 - Skoghall ~0.30%
 - vaihtelee 0.12% - 0.62%
- Suurin osa hiilestä karbonaattina (CO_3^{2-})
 - ~6-7% $\text{CO}_3\text{-C}$ kaikissa näytteissä
- Sulan reduktio
 - Rauma ~95% (vaihtelee 93 % - 97 %)
 - Skoghall~99% (vaihtelee 97 % - 100 %)
- Ei selviä korreelaatioita esim. reduktio vs sulan hiili.

Projektin johtopäätökset

- Neljän kattilan vertailu antoi kolme samantapaista ja yhden erilaisen tuloksen
- Ainoastaan yksi "selvä" korrelaatio ajoparametrien ja tuloksien välillä
- Sakan hiili erittäin pieni joten ei selvinnyt jos sakan hiilipitoisuus on kattilan ilmajaosta johtuva
- Pidempikestoinen selvitys tarpeellinen asian selvittämiseksi
 - Esimerkiksi
 - Kahdella kattilalla VL-sakan seuraaminen pidemmällä jaksolla jossa mukana muutoksia ajomallissa
 - Tehdas lähettää VL- tai VL-sakkanäytteitä jakson aikana Åboon
 - Ajoparametrien kerääminen ajanjaksolta
 - Åbo analysoi sakan karbonaatin ja hiilen

Liite 1

Kuvat ja taulukot

Kuvat ja taulukot – kooste

(korjattu 21.9.2007)

1 /9

Viherlipeäsakan hiilipitoisuuden riippuvuus soodakattilan ajo- olosuhteista.

Mikael Forssén

Tekninen raportti

Kuvat ja taulukot - kooste

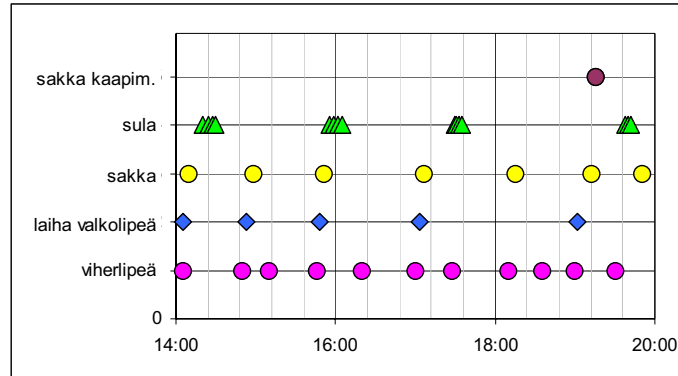
Rauma, 20.9.2007

Kuvat ja taulukot – kooste

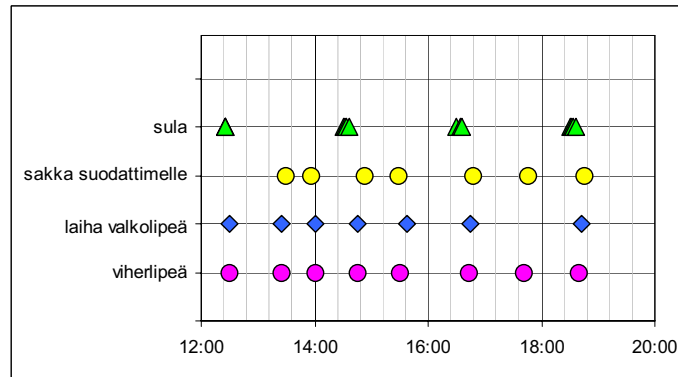
(korjattu 21.9.2007)

2 /9

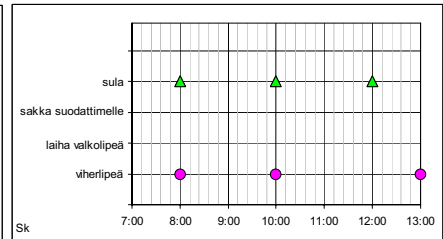
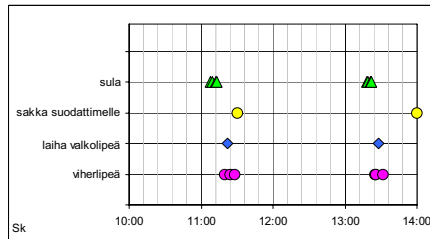
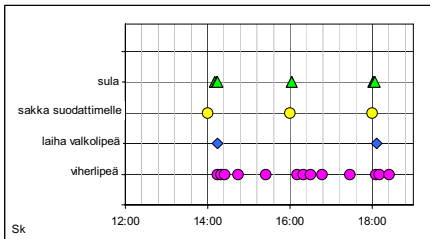
Uimaharju - 24.4.2007



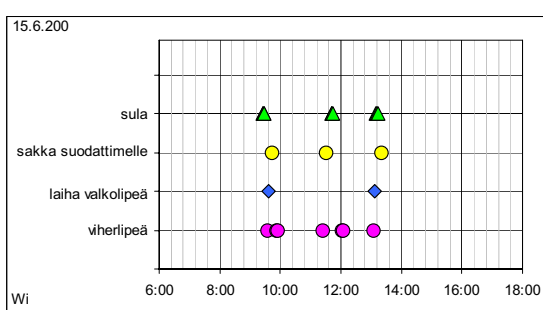
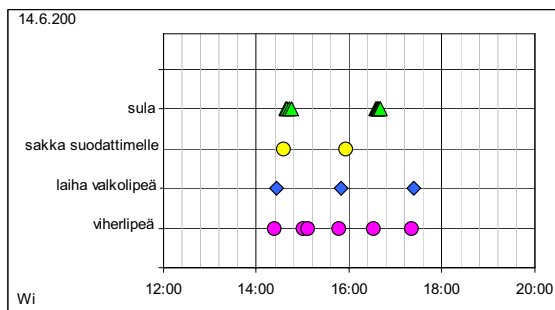
Rauma – 7.5.2007



Skoghall – 22-24.5.2007



Wisaforest – 14-15.6.2007

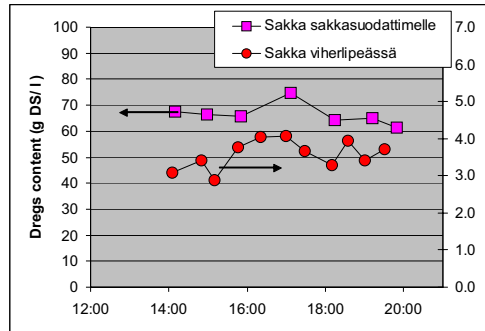


Kuvat ja taulukot – kooste

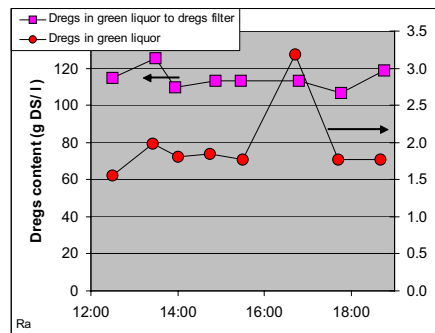
(korjattu 21.9.2007)

3 / 9

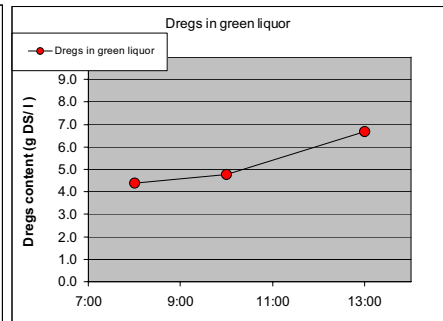
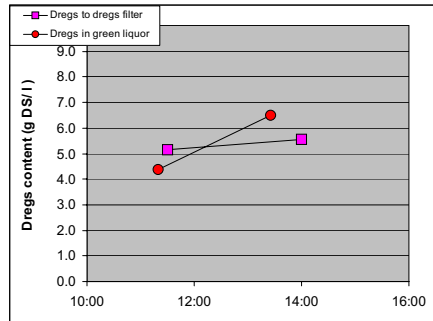
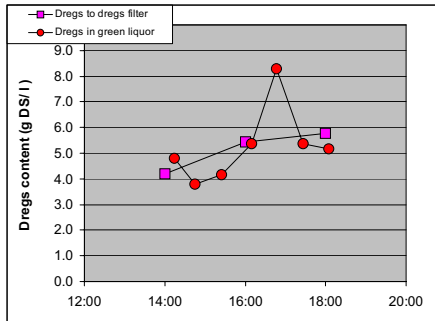
Uimaharju - 24.4.2007



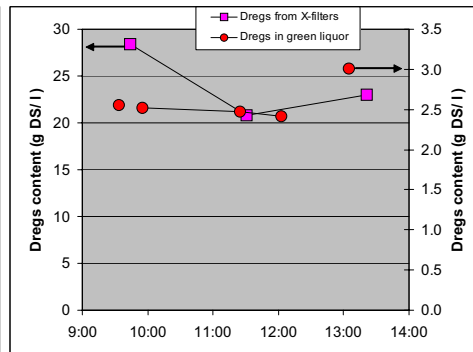
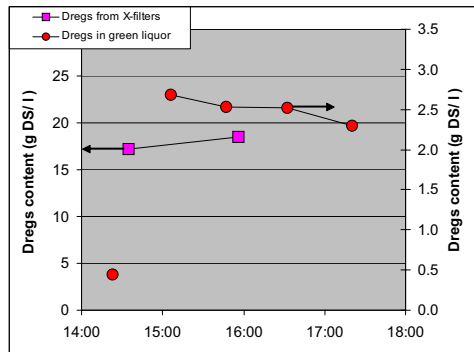
Rauma – 7.5.2007



Skoghall – 22-24.5.2007



Wisaforest – 14-15.6.2007



Kuvat ja taulukot – kooste

(korjattu 21.9.2007)

4 /9

ViL=Viherlipeä,

Uimaharju - 24.4.2007

Aika	Näyte	Sakka viherlipeässä			
		virtaus l/s	sakan määrä g ka / l	sakan virtaus g ka / s	kg ka / h
14:05	ViL-01	98.74	3.10	305.6	1 100
14:50	ViL-02	110.25	3.40	375.3	1 351
15:10	ViL-03	118.91	2.88	342.0	1 231
15:46	ViL-04	101.42	3.76	381.3	1 373
16:20	ViL-05	89.95	4.04	363.2	1 308
17:00	ViL-06	95.57	4.08	390.0	1 404
17:28	ViL-07	99.64	3.67	365.5	1 316
18:10	ViL-08	83.62	3.27	273.7	985
18:35	ViL-09	143.06	3.94	563.9	2 030
19:00	ViL-10	117.86	3.42	403.4	1 452
19:30	ViL-11	71.55	3.71	265.1	954

Rauma – 7.5.2007

Time	Sample	GL flow l/s	Dregs in green liquor amount			Dregs carbon content % of DS	Flow of carbon in green liquor	
			of dregs g DS / l	dregs flow g DS / s	kg DS / h		g/s	kg/h
12:30	R-ViL-01	88.20	1.6	137.1	493	8.37	11.5	41
13:25	R-ViL-02	80.66	2.0	159.5	574	8.16	13.0	47
14:00	R-ViL-03	83.81	1.8	151.1	544	7.76	11.7	42
14:45	R-ViL-04	83.28	1.9	154.1	555	7.53	11.6	42
15:30	R-ViL-05	95.94	1.8	170.3	613	8.84	15.1	54
16:43	R-ViL-06	87.40	3.2	278.2	1 002	8.19	22.8	82
17:42	R-ViL-07	93.05	1.8	164.7	593	7.57	12.5	45
18:40	R-ViL-08	92.80	1.8	163.9	590	7.20	11.8	42

Skoghall – 22-24.5.2007

Time	Sample	GL flow l/s	Dregs in green liquor amount			Dregs carbon content % of DS	Flow of carbon in green liquor	
			of dregs g DS / l	dregs flow g DS / s	kg DS / h		g/s	kg/h
14:15	S-ViL-01	43.6	4.8	208	751	22.6	47	169
14:45	S-ViL-02	44.6	3.8	170	612	21.9	37	134
15:25	S-ViL-03	44.5	4.2	186	670	22.0	41	147
16:10	S-ViL-04	47.9	5.4	258	929	21.7	56	201
16:47	S-ViL-05	46.0	8.3	380	1 369	21.4	81	293
17:27	S-ViL-06	46.8	5.4	251	903	22.5	56	203
18:05	S-ViL-07	45.9	5.2	238	855	22.9	54	196
11:20	S-ViL-08-23/5	41.3	4.4	181	653	22.8	41	149
13:25	S-ViL-09-23/5	45.1	6.5	292	1 052	23.6	69	248
8:00	S-ViL-24/5-01	40.5	4.4	177	639	25.2	45	161
10:00	S-ViL-24/5-02	44.2	4.8	211	758	23.0	48	174
13:00	S-ViL-24/5-03	41.8	6.7	279	1 005	28.0	78	282

Wisaforest – 14-15.6.2007

Time	Sample	GL flow l/s	Dregs in green liquor amount			Dregs carbon content % of DS	Flow of carbon in green liquor	
			of dregs g DS / l	dregs flow g DS / s	kg DS / h		g/s	kg/h
14:23	W-ViL-01	97.30	0.4					
15:00	W-ViL-02	104.30						
15:06	W-ViL-03	108.80	2.7	292	1 053	7.6	22	80
15:47	W-ViL-04	121.80	2.5	308	1 108	7.7	24	86
16:32	W-ViL-05	113.20	2.5	286	1 029	7.6	22	78
17:20	W-ViL-06	117.30	2.3	269	970	7.7	21	74
9:34	W-ViL-07	115.50	2.6	295	1 063	7.6	22	80
9:53	W-ViL-08	120.20						
9:55	W-ViL-09	119.30	2.5	300	1 080	7.3	22	79
11:25	W-ViL-10	105.30	2.5	260	936	7.5	19	70
12:03	W-ViL-11	115.40	2.4	279	1 005	7.6	21	76
12:04	W-ViL-12	116.00						
13:05	W-ViL-13	111.20	3.0	334	1 203	7.3	25	88

Kuvat ja taulukot – kooste

(korjattu 21.9.2007)

5 /9

Sa = Sakka, ViSa = Viherlipeäsakka

Uimaharju - 24.4.2007

Aika	Näyte	virtaus l/s	Sakka sakkasuodattimelle			Hiili* pitoisuus % ka:sta	Hiili määrä suodattimelle	
			sakan määrä g ka / l	sakan virtaus g ka / s	kg ka /h		g/s	kg/h
14:10	Sa-01	1.61	67.5	108.6	391	8.42	9.1	33
14:58	Sa-02	1.63	66.4	108.0	389	8.43	9.1	33
15:51	Sa-04	1.62	65.7	106.5	383	7.73	8.2	30
17:06	Sa-06	1.63	74.9	122.0	439	7.87	9.6	35
18:15	Sa-08	1.60	64.3	103.0	371	7.76	8.0	29
19:12	Sa-10	1.61	64.9	104.6	377	7.68	8.0	29
19:50	Sa-11	1.61	61.5	99.1	357	7.67	7.6	27

*GTK.Kuopio

Rauma – 7.5.2007

Time	Sample	Dregs in green liquor to dregs filter amount				Filter dregs carbon content % of DS	Flow of carbon to dregs filter	
		GL flow l/s	of dregs g DS / l	dregs flow g DS / s	kg DS /h		g/s	kg/h
12:30	R-Sa-01	1.84	114.9	211.3	761	8.64	18.3	66
13:30	R-Sa-02	1.85	125.6	232.7	838	8.34	19.4	70
13:57	R-Sa-03	1.84	109.4	201.0	724	8.65	17.4	63
14:53	R-Sa-04	1.82	113.2	206.3	743	8.50	17.5	63
15:28	R-Sa-05	1.87	113.4	211.6	762	8.25	17.5	63
16:48	R-Sa-06	2.74	113.4	310.9	1 119	8.47	26.3	95
17:46	R-Sa-07	1.83	106.9	195.9	705	8.53	16.7	60
18:46	R-Sa-08	1.83	119.0	217.7	784	8.68	18.9	68

Skoghall – 22-24.5.2007

Time	Sample	Dregs to dregs filter amount				Dregs carbon content % of DS	Flow of carbon in dregs to dr.filter	
		GL flow l/s	of dregs g DS / l	dregs flow g DS / s	kg DS /h		g/s	kg/h
14:00	S-ViSa-01	44.8	4.2	187	674	20.9	39	141
16:00	S-ViSa-02	46.7	5.4	254	915	21.6	55	198
18:00	S-ViSa-03	46.0	5.8	266	958	20.7	55	198
11:30	S-ViSa-04-23/5	41.7	5.2	215	774	22.2	48	172
14:00	S-ViSa-05-23/5	43.1	5.6	240	864	23.8	57	206

Wisaforest – 14-15.6.2007

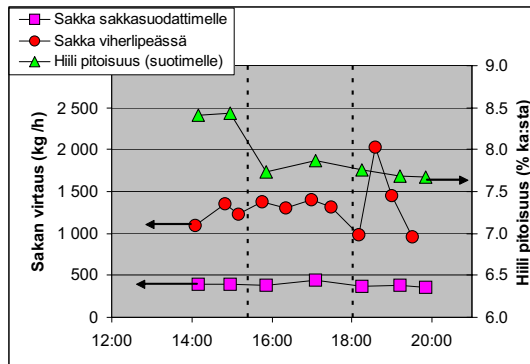
Time	Sample	Dregs from X-filters amount				Dregs carbon content % of DS	Flow of carbon in dregs from X-filter	
		Flow from X-filters l/s	of dregs g DS / l	dregs flow g DS / s	kg DS /h		g/s	kg/h
14:35	W-Sa-01	7.89	17.2	136	489	7.6	10	37
15:56	W-Sa-02	8.00	18.5	148	532	7.7	11	41
9:44	W-Sa-03	8.08	28.4	230	827	7.8	18	64
11:31	W-Sa-04	8.00	20.8	166	599	7.6	13	46
13:21	W-Sa-05	8.00	23.0	184	662	7.5	14	50

Kuvat ja taulukot – kooste

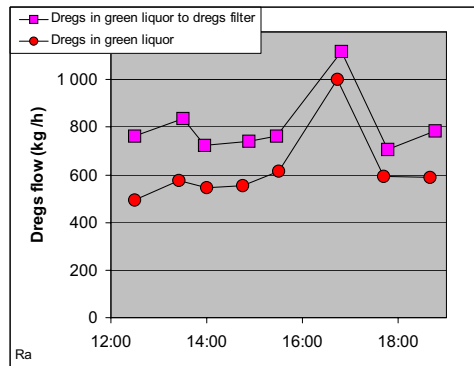
(korjattu 21.9.2007)

6 / 9

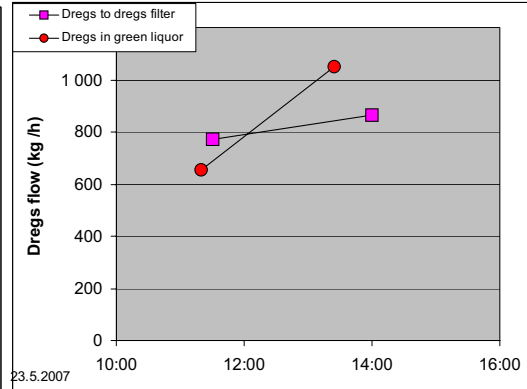
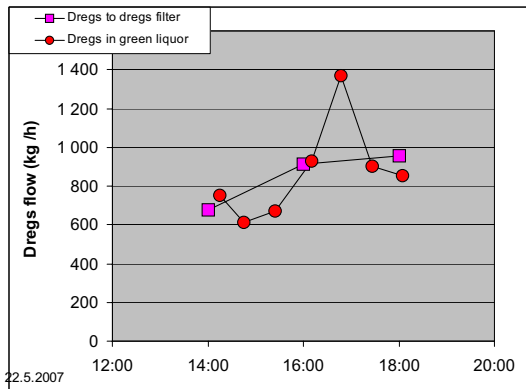
Uimaharju - 24.4.2007



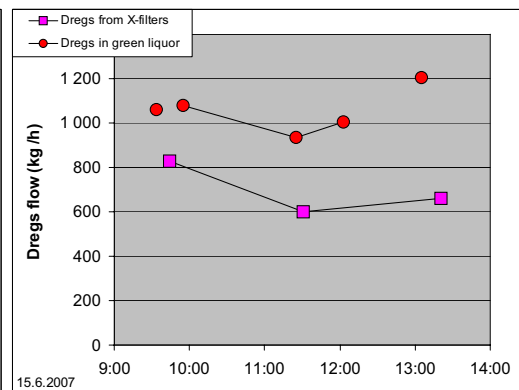
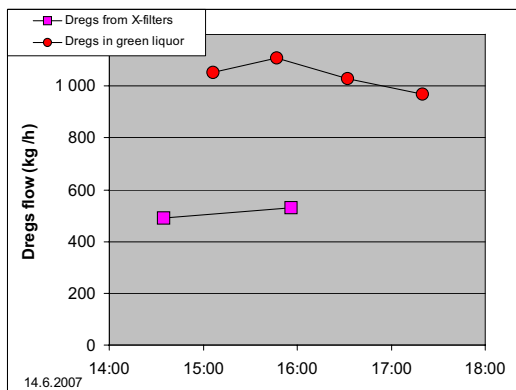
Rauma – 7.5.2007



Skoghall – 22-24.5.2007



Wisaforest – 14-15.6.2007

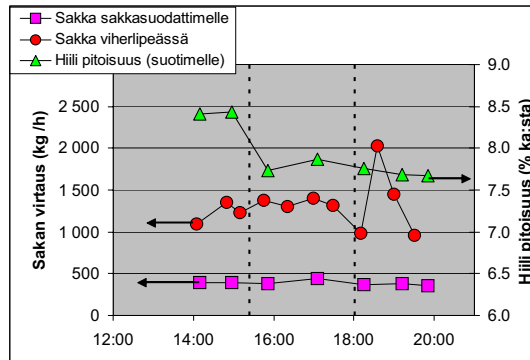


Kuvat ja taulukot – kooste

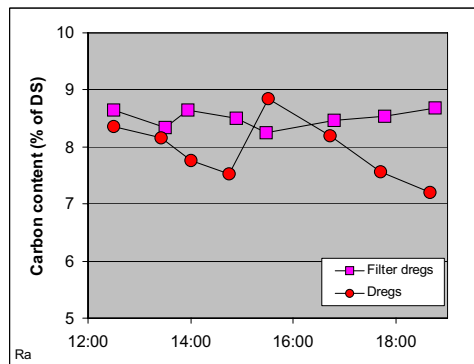
(korjattu 21.9.2007)

7 / 9

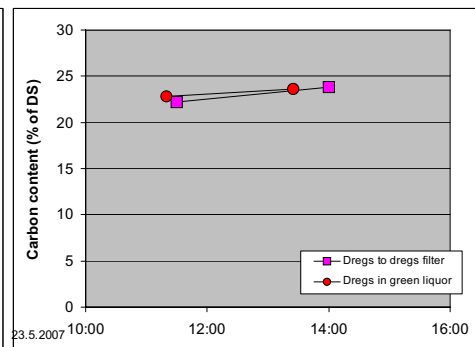
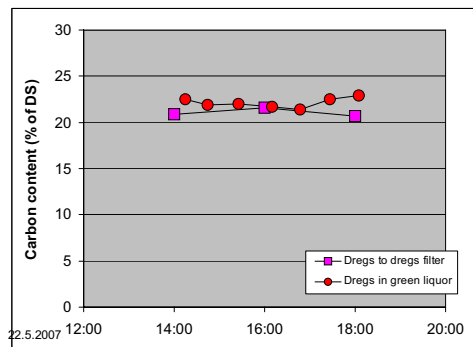
Uimaharju - 24.4.2007



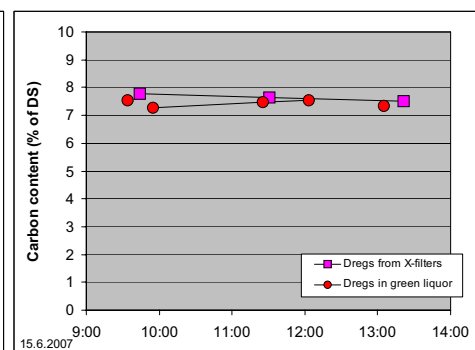
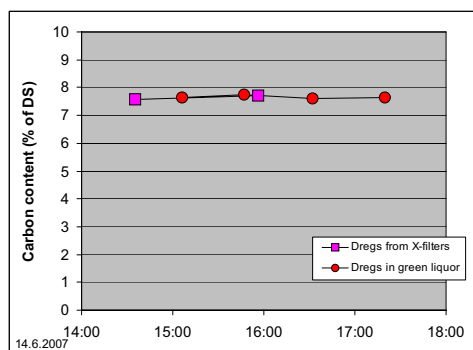
Rauma – 7.5.2007



Skoghall – 22-24.5.2007



Wisaforest – 14-15.6.2007

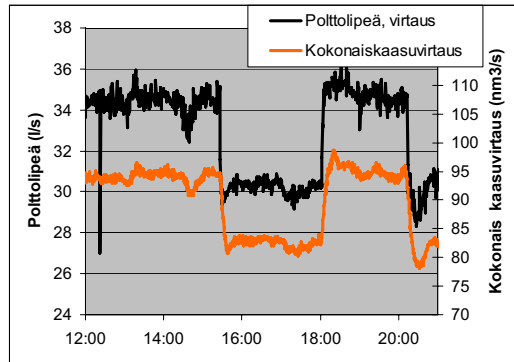


Kuvat ja taulukot – kooste

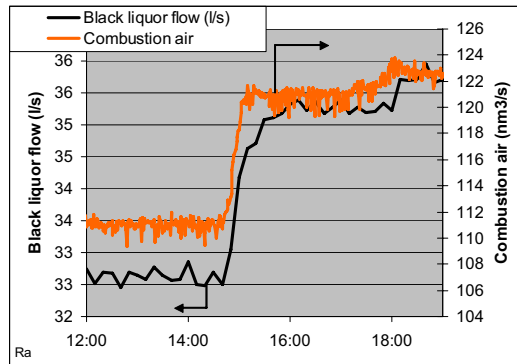
(korjattu 21.9.2007)

8 / 9

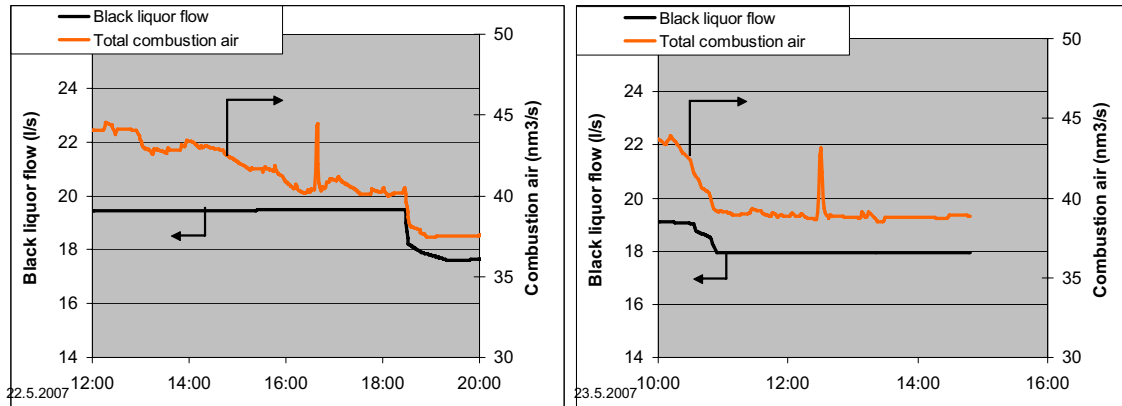
Uimaharju - 24.4.2007



Rauma – 7.5.2007



Skoghall – 22-24.5.2007



Wisaforest – 14-15.6.2007

Wisaforest Puuttuu

Kuvat ja taulukot – kooste

(korjattu 21.9.2007)

9 /9

Uimaharju - 24.4.2007

Spout 2			
Time	Carbon, total (w-%)	Carbon, CO ₃ ²⁻ (w-%)	Carbon not CO ₃ (w-%)
14:20	7.26 %	7.21 %	0.05 %
14:24	7.37 %	7.33 %	<0.05%
14:27	7.42 %	7.38 %	<0.05%
15:55	7.42 %	7.39 %	<0.05%
15:59	7.48 %	7.45 %	<0.05%
17:30	7.31 %	7.27 %	<0.05%
17:31	7.36 %	7.32 %	<0.05%
19:38	6.64 %	6.61 %	<0.05%
19:40	7.18 %	7.15 %	<0.05%

Spout 5			
Time	Carbon, total (w-%)	Carbon, CO ₃ ²⁻ (w-%)	Carbon not CO ₃ (w-%)
14:30	6.87 %	6.81 %	0.06 %
16:02	7.51 %	7.45 %	0.06 %
16:05	7.54 %	7.51 %	<0.05%
17:33	7.32 %	7.27 %	0.05 %
17:35	7.26 %	7.23 %	<0.05%
19:42	7.42 %	7.39 %	<0.05%

Rauma – 7.5.2007

Spout 2			
Time	Carbon, total (w-%)	Carbon, CO ₃ ²⁻ (w-%)	Difference (w-%)
12:26	7.04 %	6.97 %	0.07 %
12:26	7.14 %	7.05 %	0.09 %
14:34	7.19 %	7.14 %	0.05 %
14:36	7.10 %	7.04 %	0.06 %
16:34	7.15 %	7.12 %	<0.05%
16:36	7.11 %	7.08 %	<0.05%
18:34	7.15 %	7.11 %	<0.05%
18:36	7.17 %	7.14 %	<0.05%

Spout 5			
Time	Carbon, total (w-%)	Carbon, CO ₃ ²⁻ (w-%)	Difference (w-%)
12:26	7.25 %	7.21 %	<0.05
12:26	7.01 %	6.96 %	0.05 %
14:30	7.15 %	7.10 %	0.05 %
14:32	7.10 %	7.06 %	<0.05%
16:30	6.97 %	6.94 %	<0.05%
16:32	7.18 %	7.14 %	<0.05%
18:30	7.04 %	7.01 %	<0.05%
18:32	7.09 %	7.06 %	<0.05%

Skoghall – 22-24.5.2007

Spout 2 (Sk.)			
Time	Carbon, total (w-%)	Carbon, CO ₃ ²⁻ (w-%)	Difference (w-%)
14:13	6.93 %	6.74 %	0.19 %
14:14	6.30 %	5.92 %	0.38 %
18:03	7.28 %	7.13 %	0.15 %
18:04	6.97 %	6.81 %	0.16 %
11:12	7.16 %	6.90 %	0.26 %
11:13	7.01 %	6.50 %	0.51 %
13:21	6.93 %	6.76 %	0.17 %
13:22	7.36 %	7.01 %	0.35 %
8:00	7.47 %	6.85 %	0.62 %
10:00	7.35 %	6.80 %	0.55 %
12:00	7.45 %	7.33 %	0.12 %

Spout 5 (Sk.)			
Time	Carbon, total (w-%)	Carbon, CO ₃ ²⁻ (w-%)	Difference (w-%)
14:10	6.61 %	6.44 %	0.17 %
14:11	7.59 %	7.31 %	0.28 %
16:02	7.22 %	7.03 %	0.19 %
16:03	6.14 %	6.02 %	0.12 %
18:01	6.86 %	6.64 %	0.22 %
18:02	7.17 %	6.90 %	0.27 %
11:08	7.02 %	6.88 %	0.14 %
11:09	7.12 %	6.59 %	0.53 %
13:18	7.01 %	6.51 %	0.50 %
13:19	7.06 %	6.79 %	0.27 %
8:00	7.32 %	7.07 %	0.25 %
10:00	7.43 %	7.05 %	0.38 %
12:00	7.32 %	7.15 %	0.17 %

Wisaforest – 14-15.6.2007

Smelt spouts				
Time	Spout	Carbon, total (w-%)	Carbon, CO ₃ ²⁻ (w-%)	Difference (w-%)
14:38	3	6.94	6.90	<0.05
14:40	3	6.85	6.81	<0.05
14:43	5	6.82	6.77	0.05
14:45	5	6.89	6.85	<0.05
16:35	1	6.75	6.70	0.05
16:36	3	6.86	6.82	<0.05
16:37	5	6.95	6.90	0.05
16:38	7	6.73	6.70	<0.05
16:39	3	6.86	6.82	<0.05
16:40	5	7.05	7.01	<0.05
9:25	1	6.77	6.73	<0.05
9:26	3	6.74	6.70	<0.05
9:27	5	6.88	6.84	<0.05
9:28	7	6.88	6.83	0.05
11:41	1	6.78	6.73	0.05
11:42	3	6.83	6.80	<0.05
11:43	5	6.91	6.88	<0.05
11:44	7	7.07	7.04	<0.05
13:10	1	6.72	6.69	<0.05
13:11	3	6.80	6.76	<0.05
13:12	5	6.80	6.77	<0.05
13:13	7	6.90	6.87	<0.05

**Viherlipeäsakan hiilipitoisuuden riippuvuus soodakattilan ajo-
olosuhteista.**

Mikael Forssén

Tekninen raportti

SEM kooste

Rauma, 20.9.2007

SEM-kooste

2 / 6

SEM näytteet
R-Sa-03
R-Sa-06
Sa-04-Fi
Sa-10-Fi
W-Sa-04-Fi
W-Sa-02-Fi

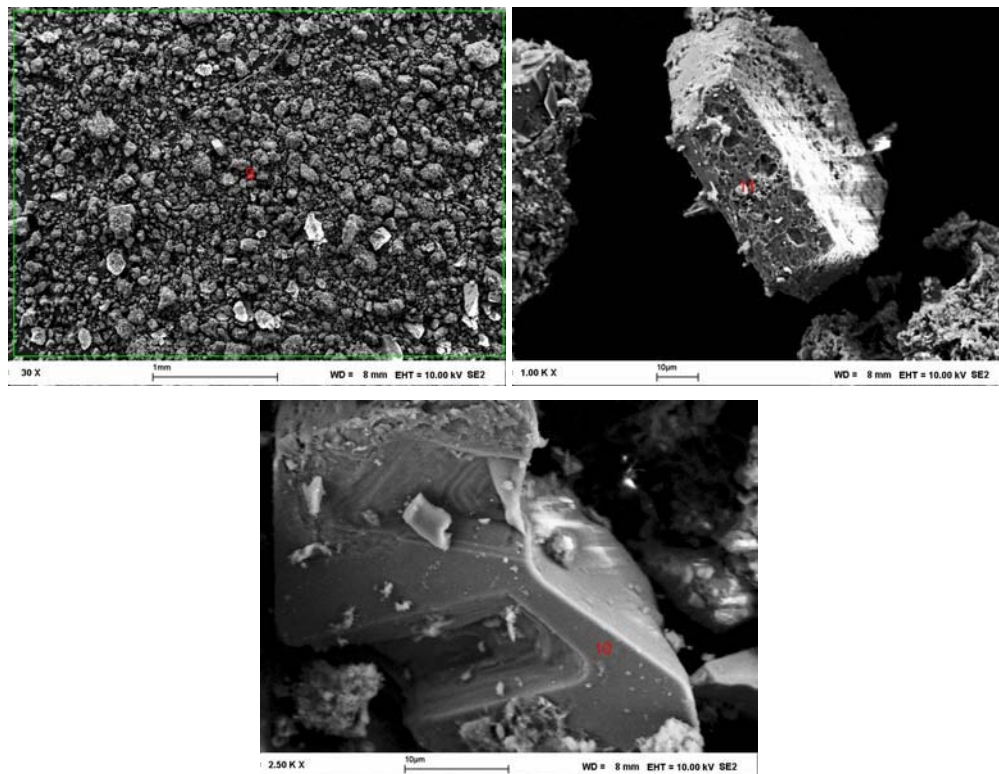
ELEMENT Wt%

	Ca	Na	S	Mg	K	Si	Al
R-Sa-03_30xarea09	9.1	23.1	9.4	3.3	3.3	1.6	0.5
R-Sa-03_01kx_spot11	26.2	22.6					
R-Sa-03_02,5kx_spot10	53.5	6.8	3.1	1.2	1.7	0.4	1.4
R-Sa-06_30x_spot12	7.8	27.3	10.0	3.4	3.6	1.6	0.5
R-Sa-06_01kx_spot13	25.8	20.2					
R-Sa-06_01kx_spot14		21.6	12.9	1.9	13.0	1.2	5.1
R-Sa-06_01kx_spot16	32.2	18.4	0.7	0.4	0.2	0.2	0.2
R-Sa-06_2,5kx_spot15	80.0	18.9	0.4		0.4	0.1	0.3
Sa-04-Fi_30x_area01	12.9	16.8	9.3	4.9	3.9	1.0	0.4
Sa-04-Fi_5kx_spot02	30.7	2.0	0.7	0.5	0.3		0.1
Sa-04-Fi_5kx_spot03	2.1	6.7	8.0	14.9	1.9	2.3	0.6
Sa-10-Fi_30x_area04	11.5	18.1	9.3	5.2	4.1	1.1	0.3
Sa-10-Fi_2,5kx_spot05	22.1	8.7	2.5	7.2		1.1	
Sa-10-Fi_2,5kx_spot06	35.6	2.9	1.7	0.7	2.5	0.2	0.9
Sa-10-Fi_5kx_spot07	43.7	0.9					
Sa-10-Fi_5kx_spot08	1.3	11.3	8.7	7.9	3.5	1.4	0.4
W-Sa-04-Fi_30xarea25	13.2	10.4	7.8	9.0	2.0	2.5	1.4
W-Sa-04-Fi_5kx_spot26	43.5	1.5	0.6	0.6		0.2	0.2
W-Sa-04-Fi_5kx_spot27	24.9	3.2	3.2	8.2	0.8	2.3	1.0
W-Sa-04-Fi_7,5kx_spot28	36.2			1.6			
W-Sa-04-Fi_7,5kx_spot29	3.1	4.8	10.2	17.4	1.9	5.9	3.5
W-Sa-02-Fi_30x_area17	13.8	7.9	6.7	10.4	1.8	2.9	1.7
W-Sa-02-Fi_5kx_spot18	45.4	3.3	1.3	3.8	0.7	0.9	0.6
W-Sa-02-Fi_5kx_spot22	64.4	0.7					
W-Sa-02-Fi_5kx_spot23	40.8	1.4		1.7			
W-Sa-02-Fi_5kx_spot24	36.2	0.7					

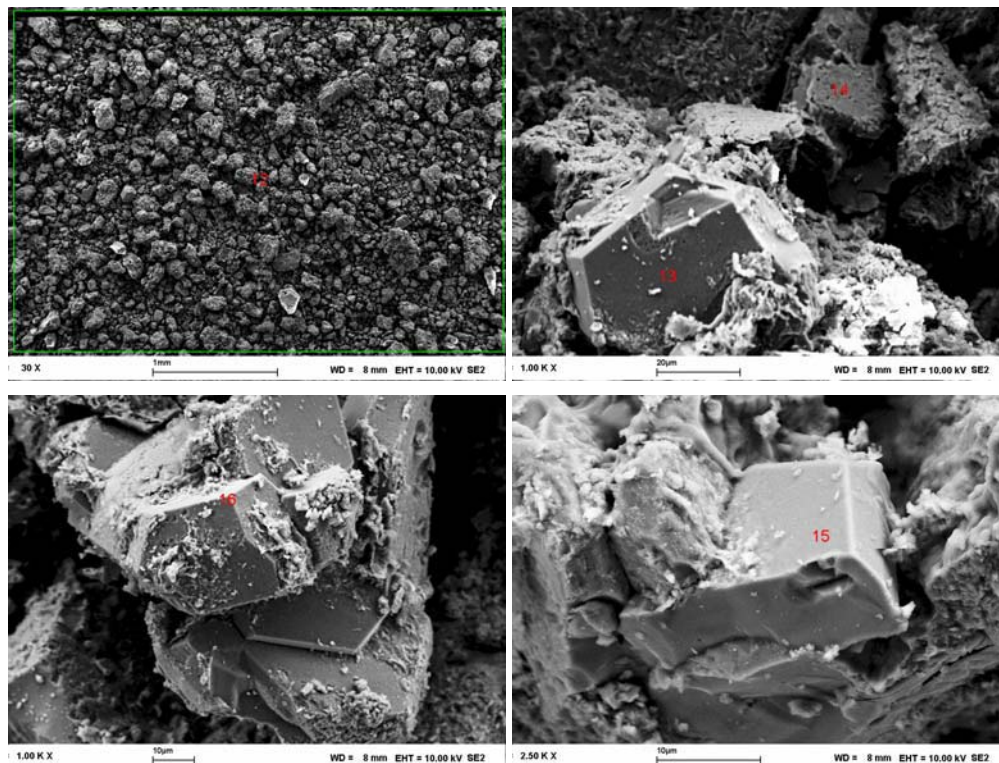
....ELEMENT Wt%

	Mn	Fe	Zn	Fe	Cl	O
R-Sa-03_30xarea09	3.1					46.7
R-Sa-03_01kx_spot11						51.1
R-Sa-03_02,5kx_spot10						31.9
R-Sa-06_30x_spot12						45.9
R-Sa-06_01kx_spot13						54.0
R-Sa-06_01kx_spot14						44.4
R-Sa-06_01kx_spot16						47.7
R-Sa-06_2,5kx_spot15						
Sa-04-Fi_30x_area01	6.5				0.4	43.9
Sa-04-Fi_5kx_spot02						65.7
Sa-04-Fi_5kx_spot03	12.3					51.2
Sa-10-Fi_30x_area04	5.8					44.7
Sa-10-Fi_2,5kx_spot05						58.4
Sa-10-Fi_2,5kx_spot06	44.8					10.8
Sa-10-Fi_5kx_spot07						55.4
Sa-10-Fi_5kx_spot08	25.9					39.8
W-Sa-04-Fi_30xarea25	3.8	3.6				46.3
W-Sa-04-Fi_5kx_spot26	1.5					52.0
W-Sa-04-Fi_5kx_spot27	2.9			3.2		50.4
W-Sa-04-Fi_7,5kx_spot28			4.2			58.0
W-Sa-04-Fi_7,5kx_spot29	9.5	10.3				33.5
W-Sa-02-Fi_30x_area17	4.2	3.2				47.2
W-Sa-02-Fi_5kx_spot18	1.3					42.8
W-Sa-02-Fi_5kx_spot22						34.9
W-Sa-02-Fi_5kx_spot23						56.1
W-Sa-02-Fi_5kx_spot24						63.1

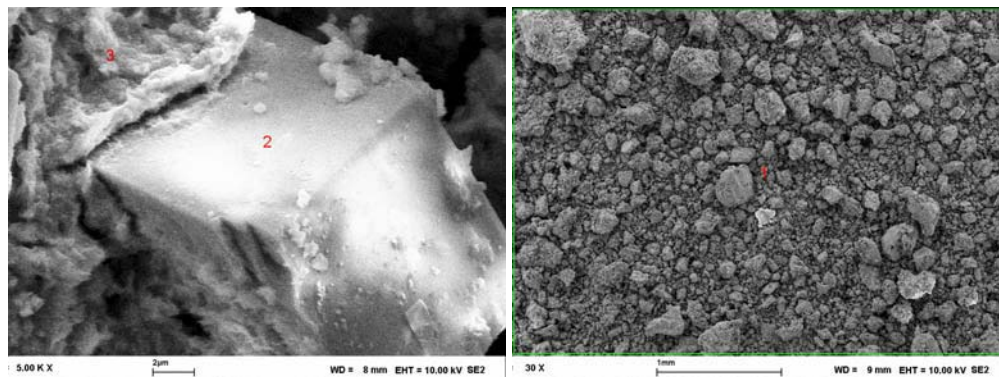
R-Sa-03



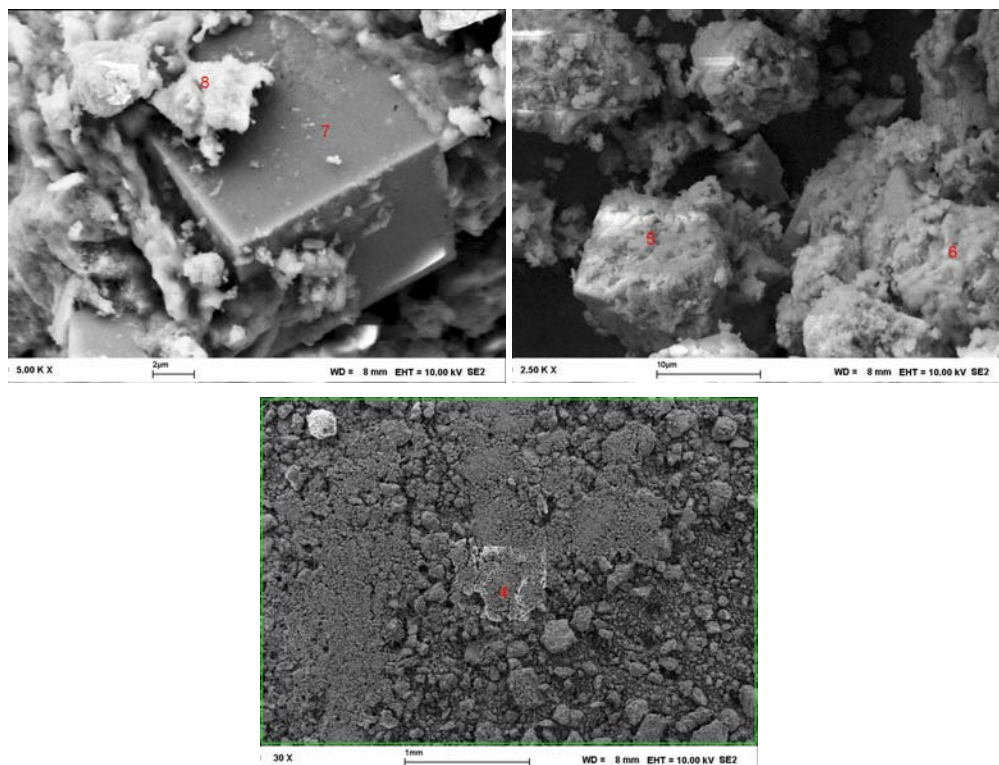
R-Sa-06



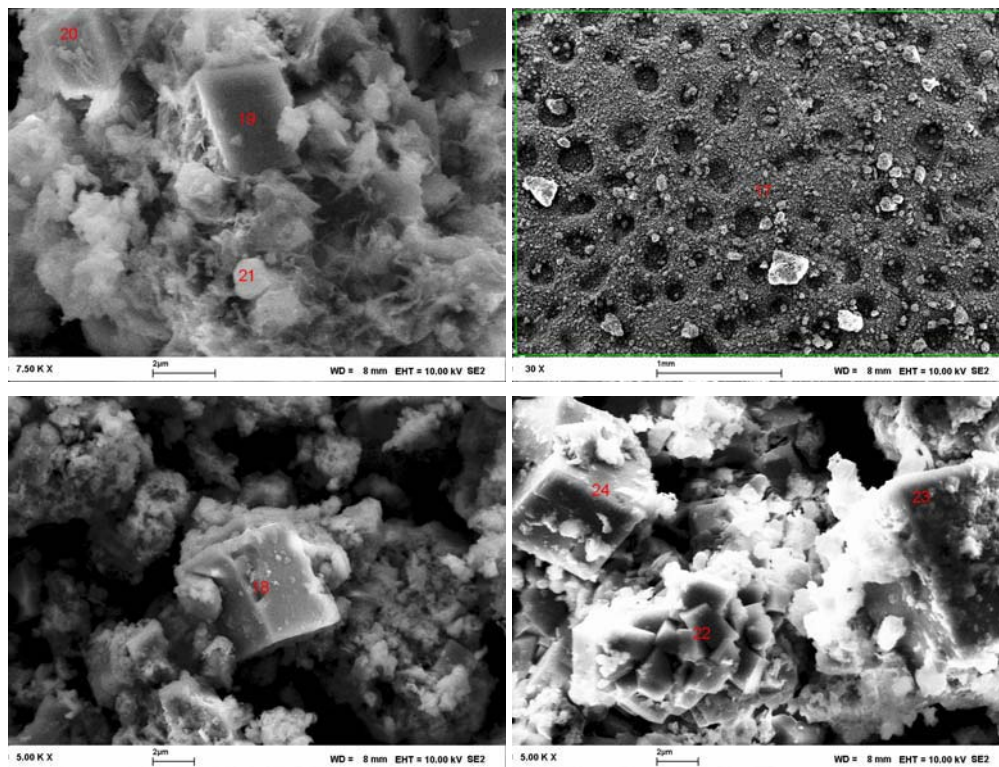
Sa-04



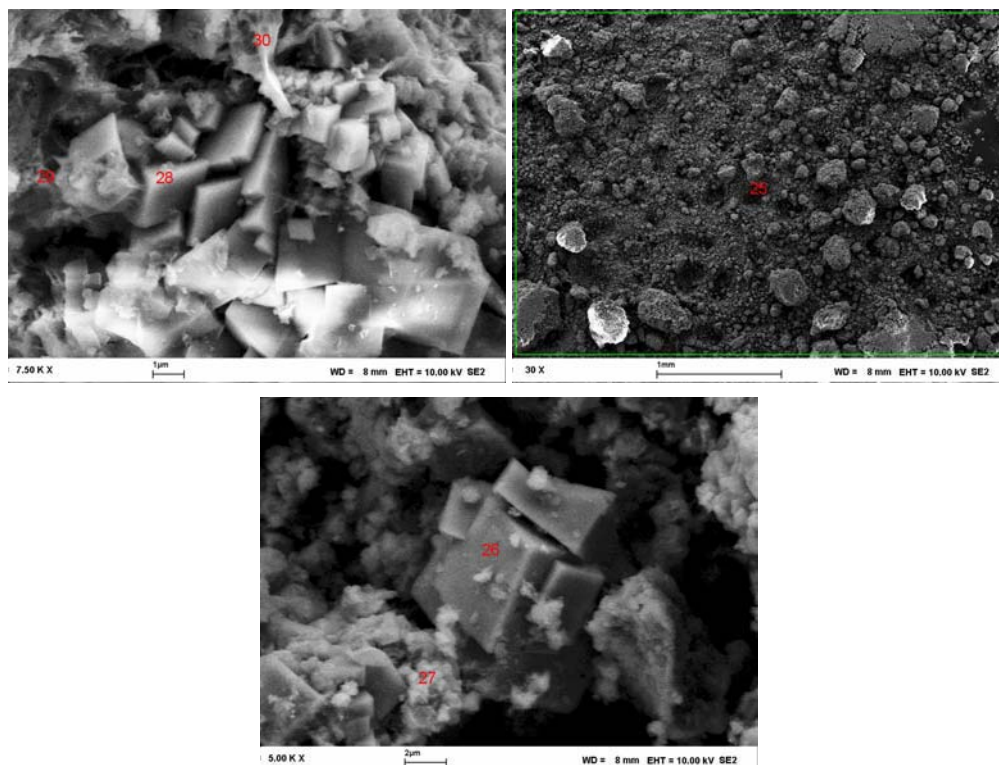
Sa-10



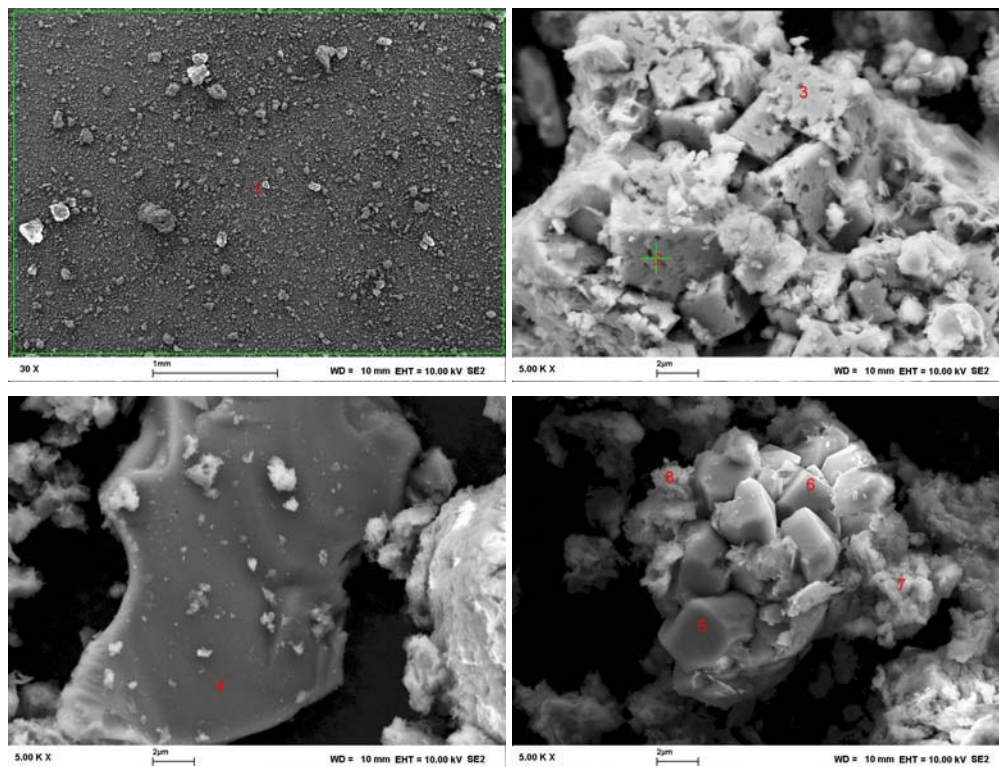
W-Sa-02



W-Sa-04



W-ViL-03-Fi



**Viherlipeäsakan hiilipitoisuuden riippuvuus soodakattilan
ajo-olosuhteista.**

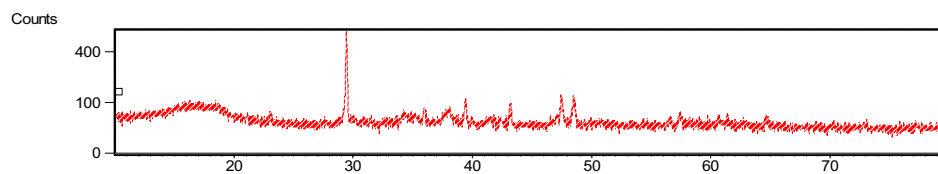
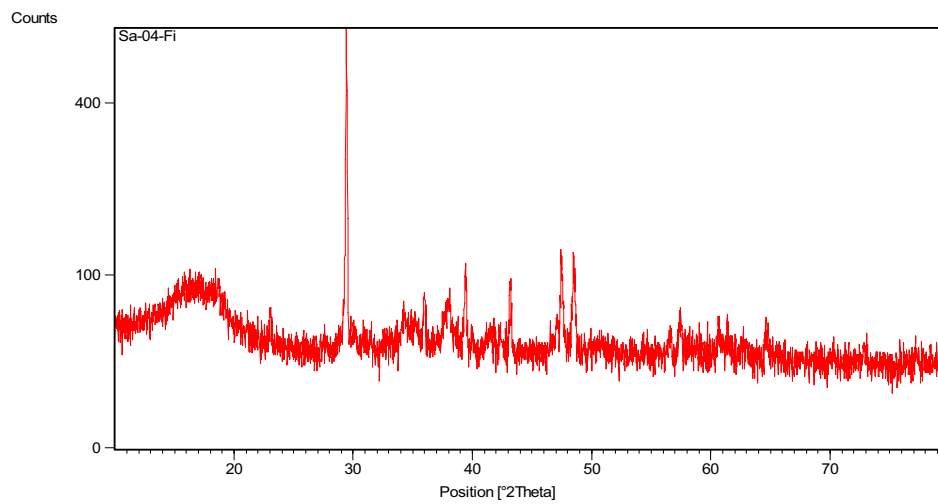
Mikael Forssén

Tekninen raportti

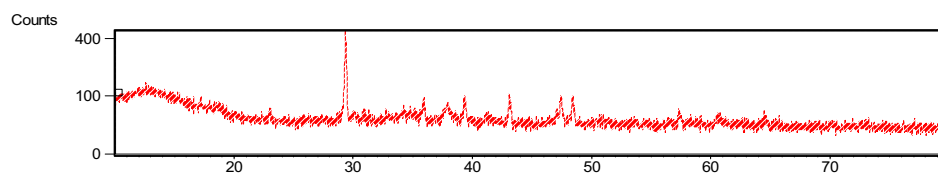
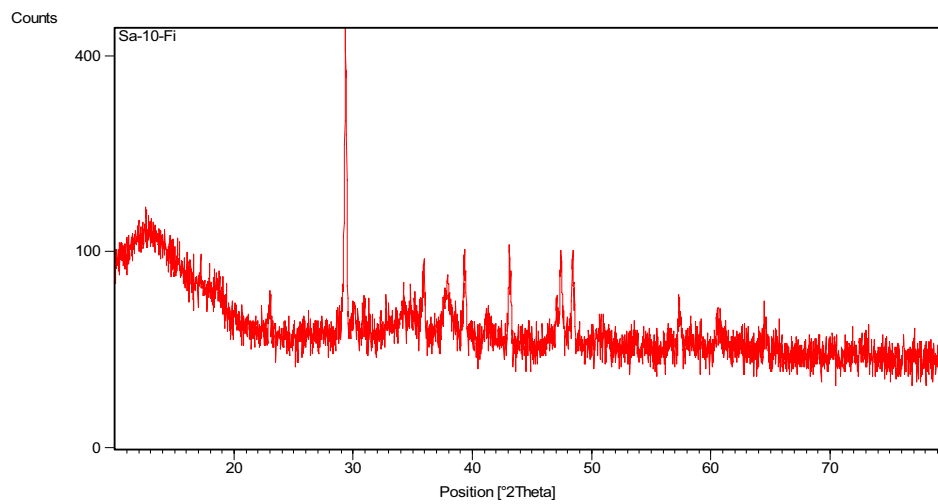
XRD-kuvat

Rauma, 20.9.2007

Uimaharju – Sa-04

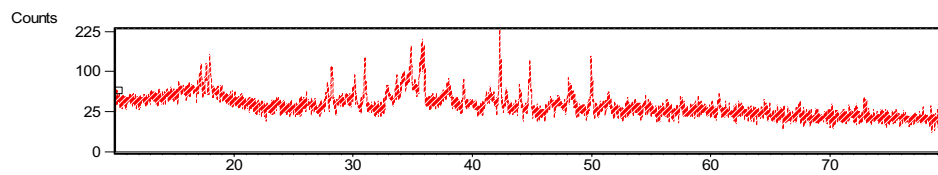
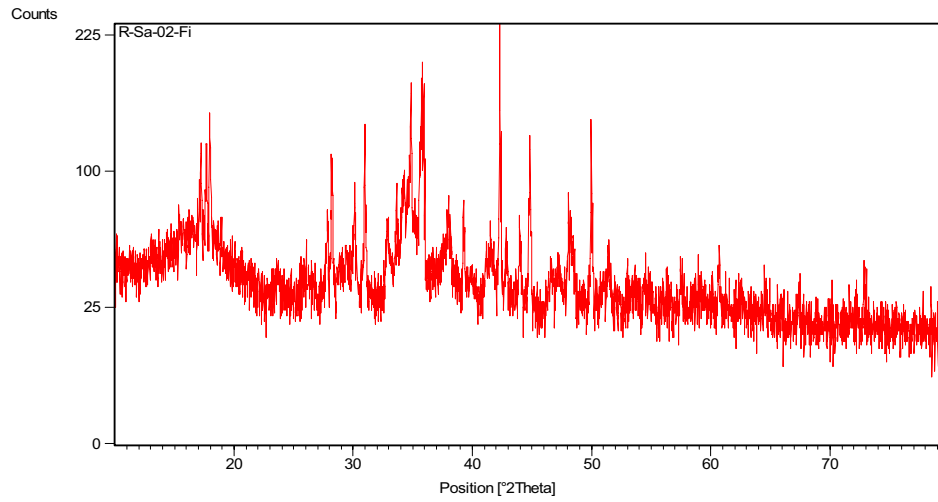


Uimaharju – Sa-10

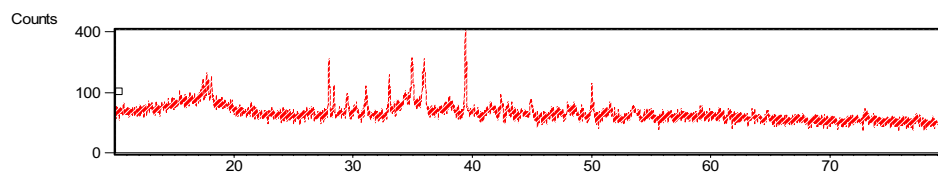
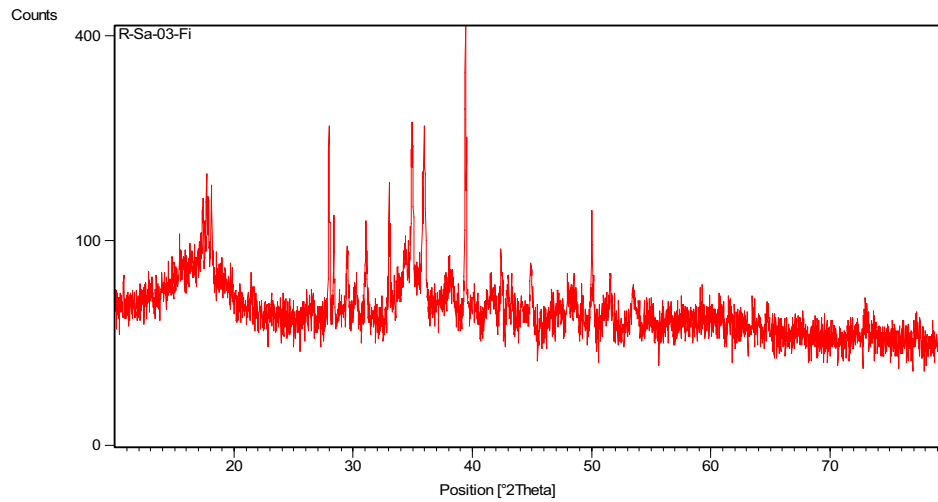


XRD kuvat
3 / 5

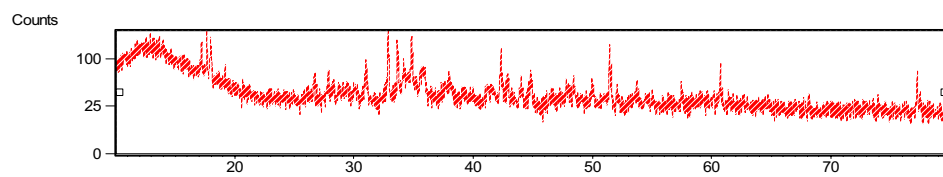
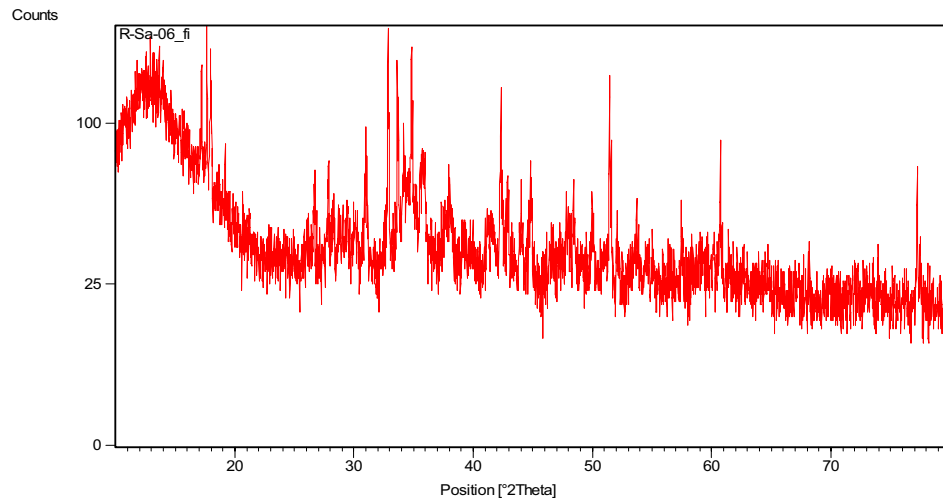
Rauma R-Sa-02



Rauma R-Sa-03

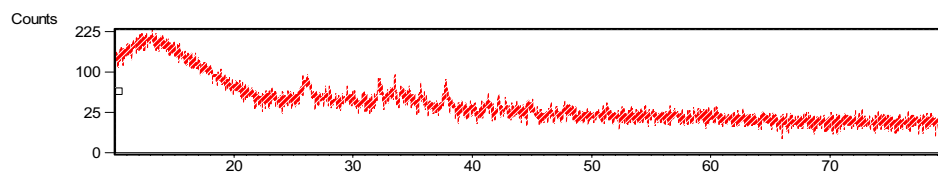
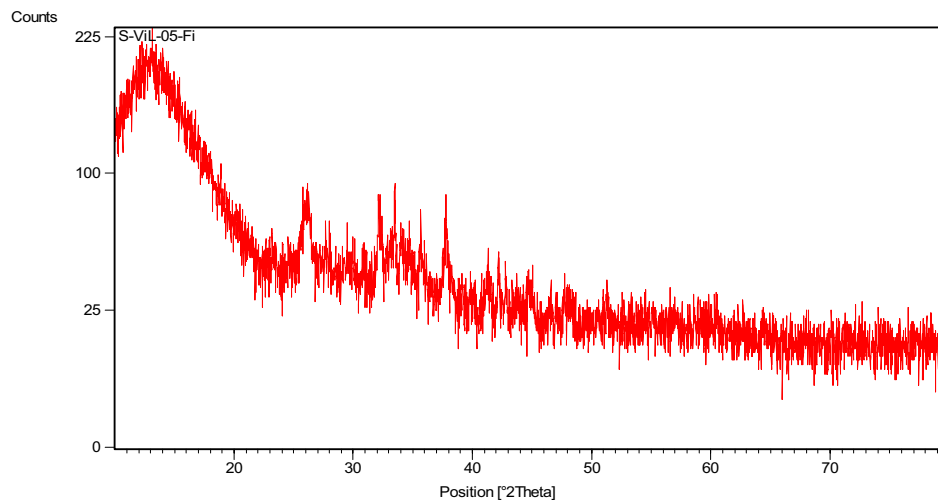


Rauma R-Sa-06

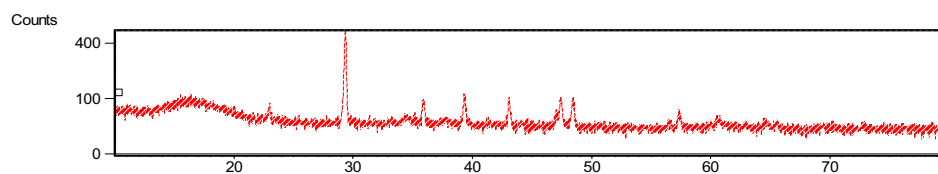
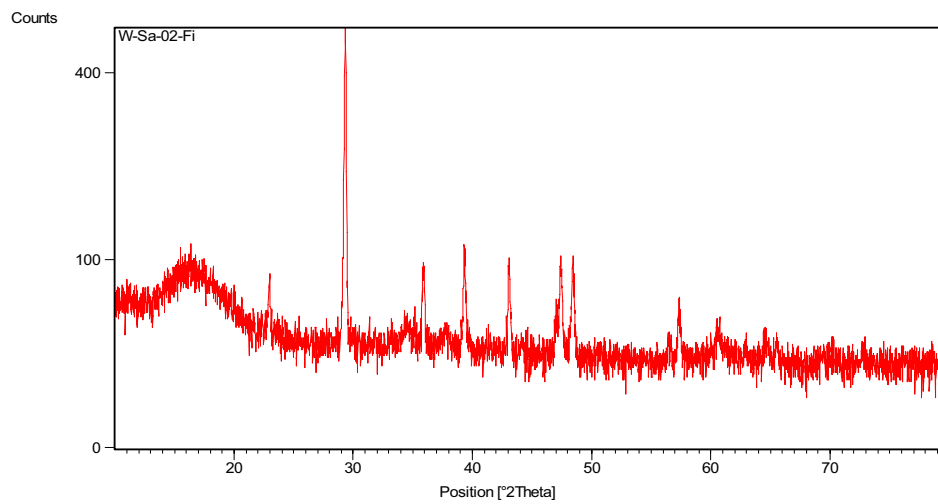


06

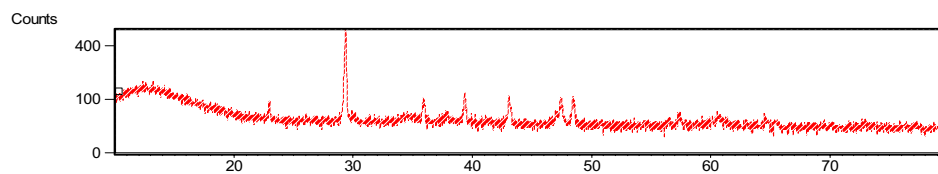
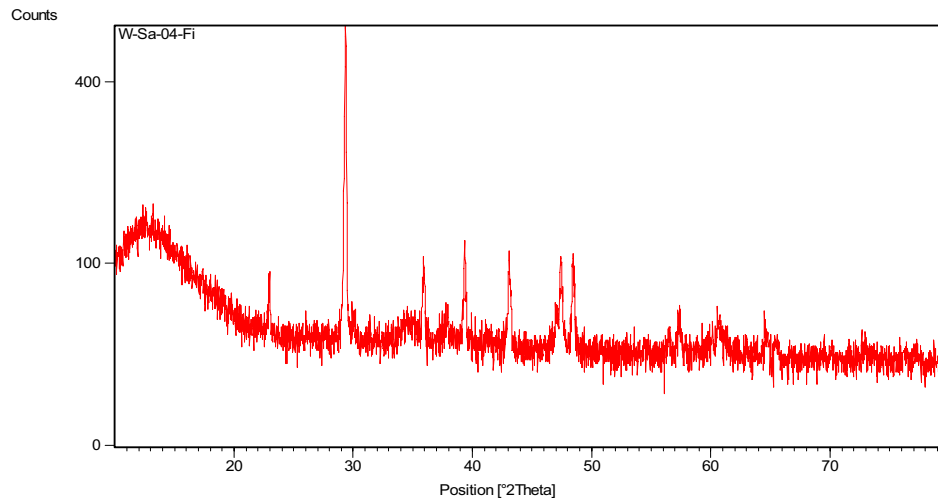
Skoghall-S-ViL-05



Wisaforest W-Sa-02



Wisaforest W-Sa-04



XRD kooste

1 /7

Viherlipeäsakan hiilipitoisuuden riippuvuus soodakattilan ajo- olosuhteista.

Mikael Forssén

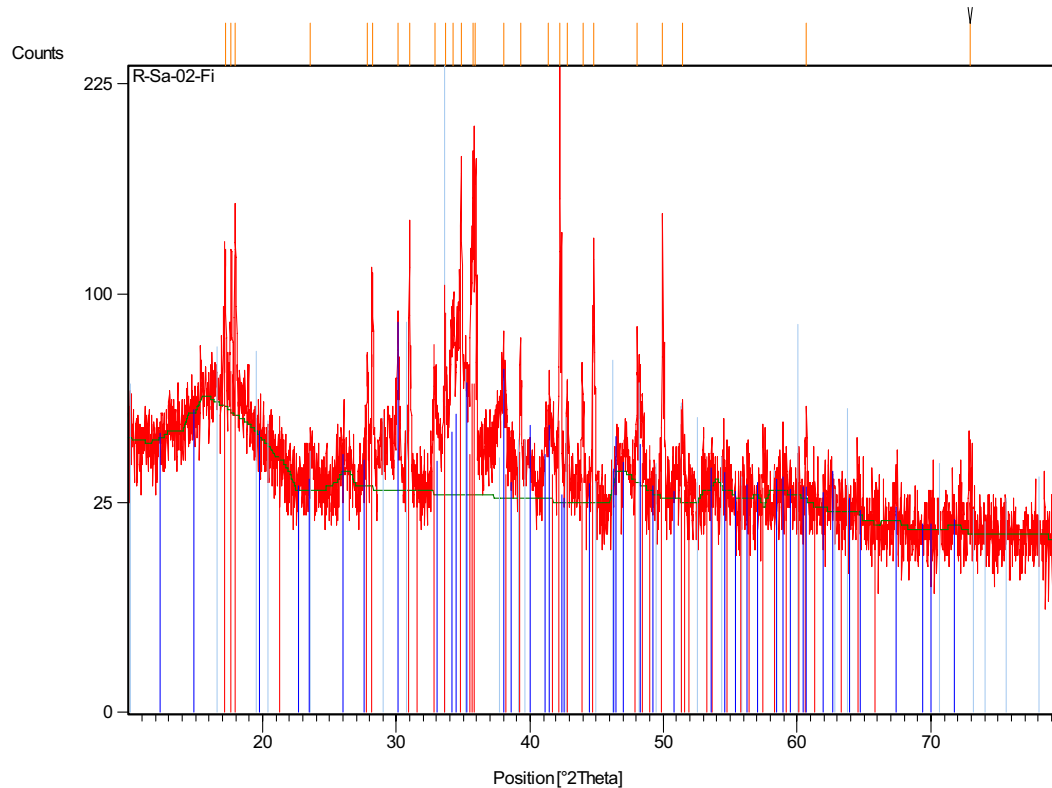
Tekninen raportti

XRD-kooste

Rauma, 20.9.2007

XRD kooste

2 / 7

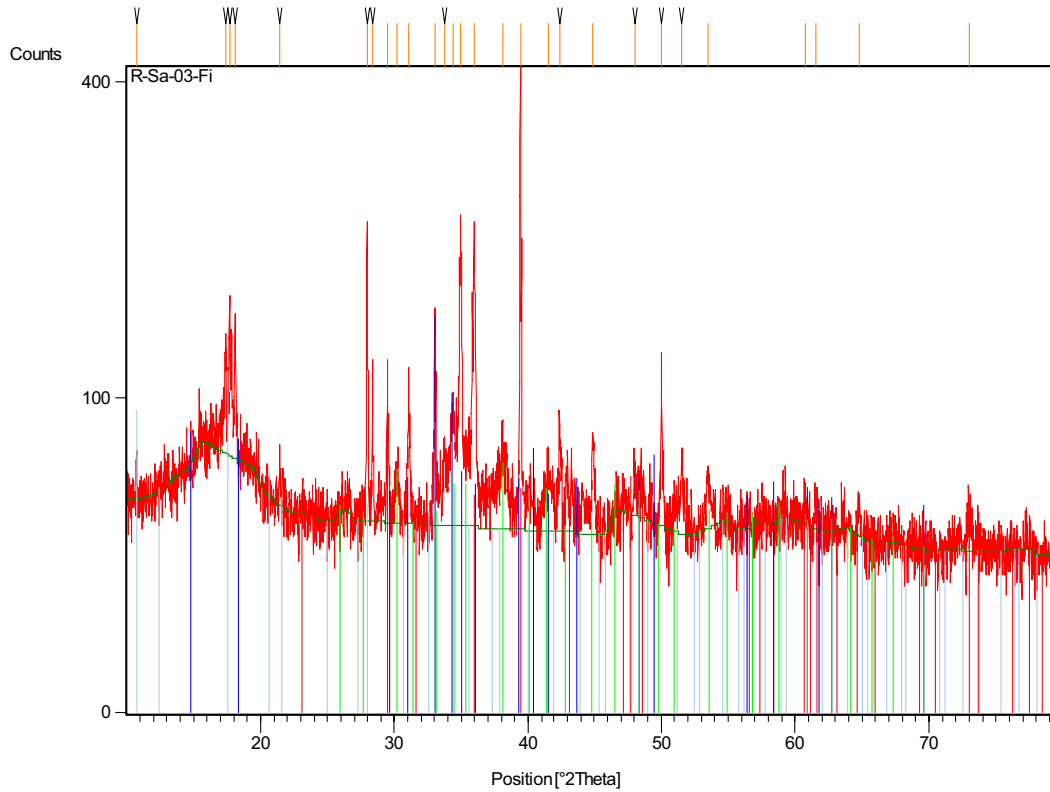


Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-024-1065	55	Pirssonite, syn	0,000	0,315	Na ₂ Ca (C O ₃) ₂ !2 H ₂ O
*	00-037-0451	30	Natrite	0,000	0,240	Na ₂ C O ₃

XRD kooste

3 / 7

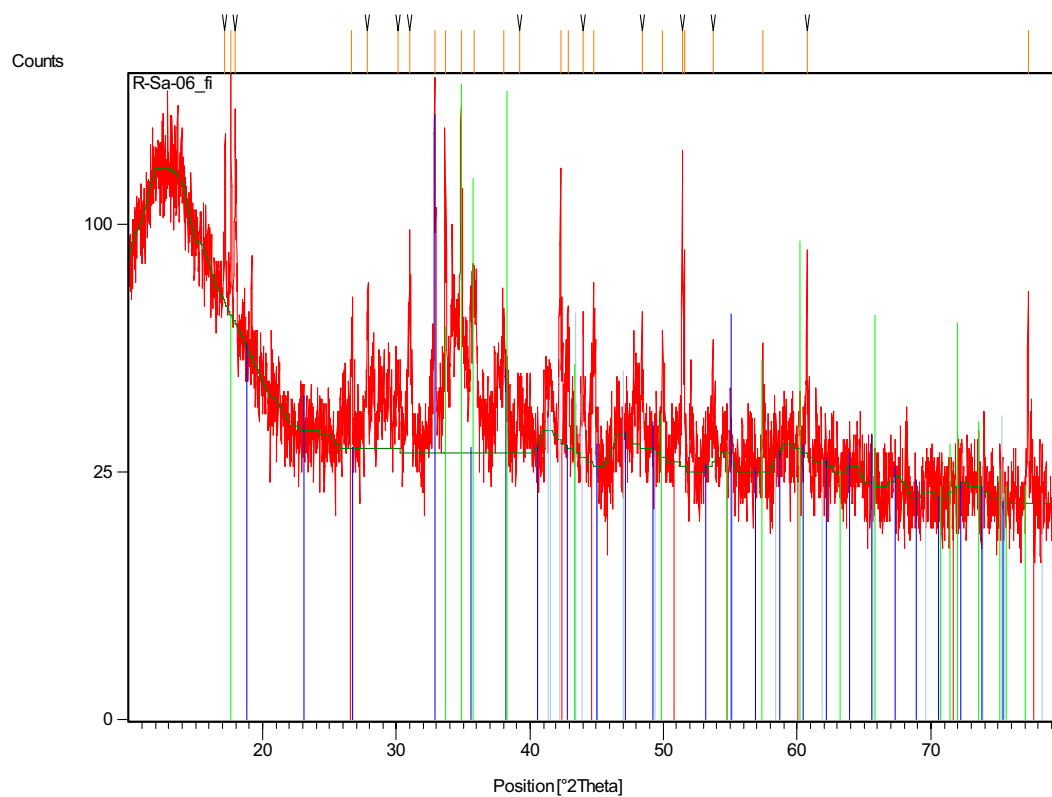


Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-072-1651	12	Calcite	0,000	0,213	Ca C O3
*	00-036-0531	16	Calcium Manganese Oxide	0,000	0,292	Ca2 Mn2 O5
*	00-001-1166	9	Sodium Carbonate Oxide	0,000	0,069	Na2 C O3

XRD kooste

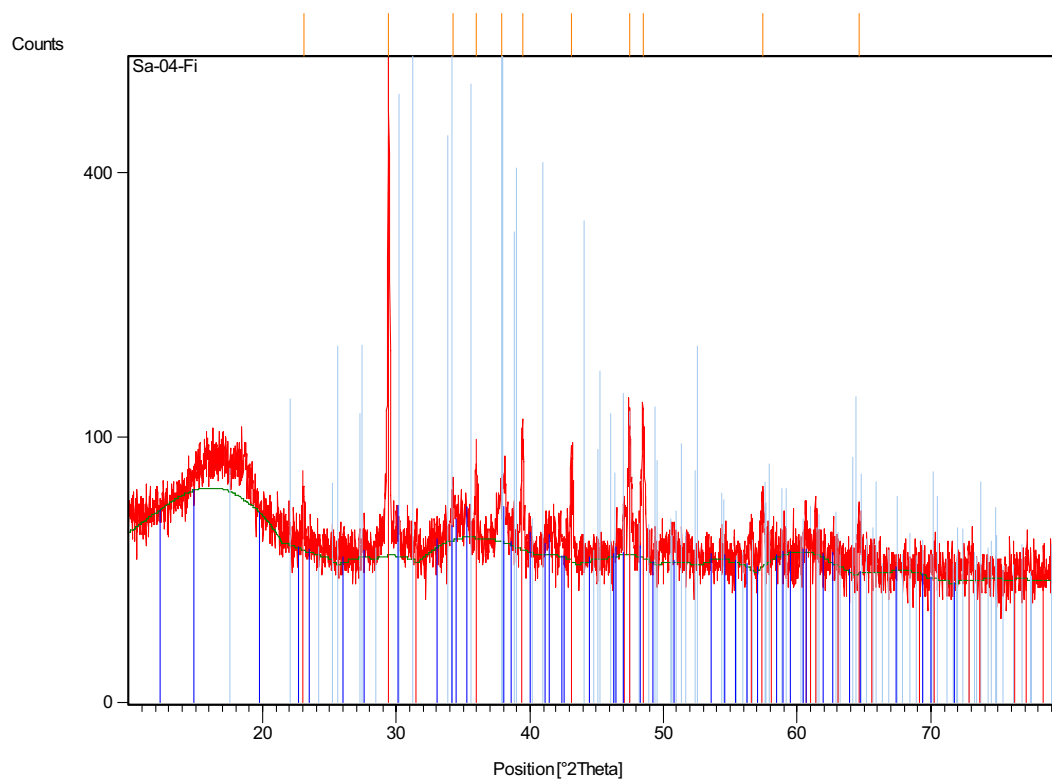
4 / 7

**Pattern List:** (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-025-0284	16	Graphite, syn	0,000	0,111	C
*	01-078-0390	7	Manganese Oxide	0,000	0,705	Mn ₂ O ₃
*	01-073-1664	11	Silicon Carbide	0,000	0,795	Si C

XRD kooste

5 / 7

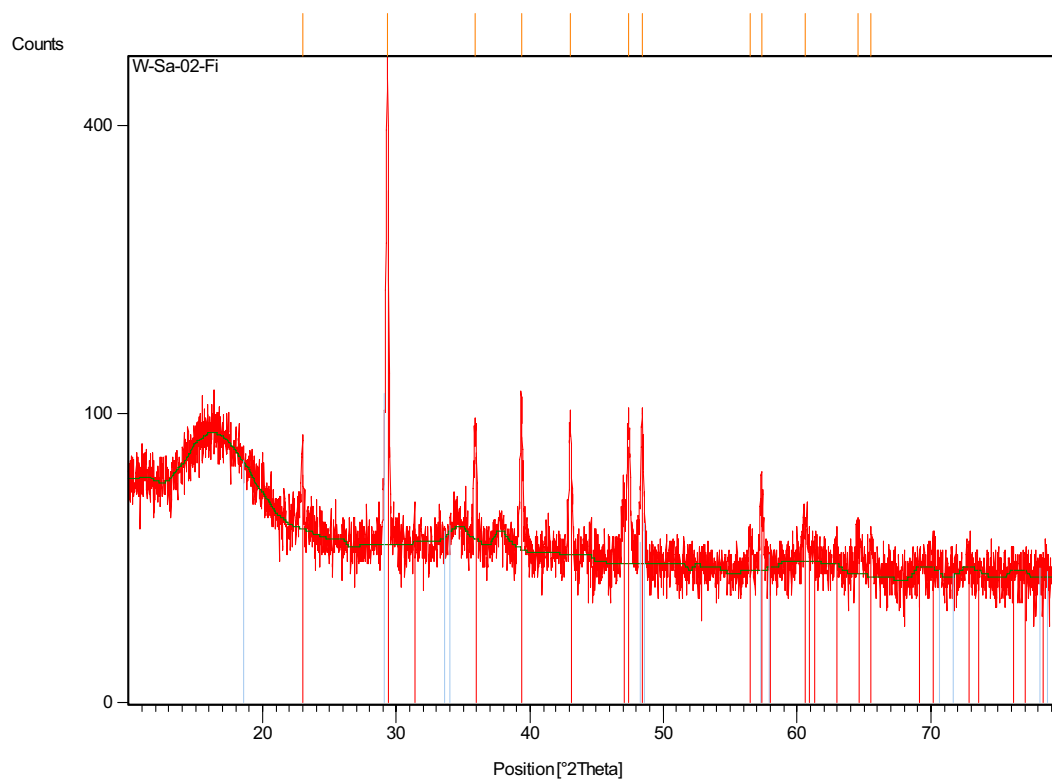


Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-081-2027	80	Calcite, syn	0,000	0,714	Ca (C O3)
*	00-037-0451	16	Natrite	0,000	0,043	Na2 C O3

XRD kooste

6 / 7

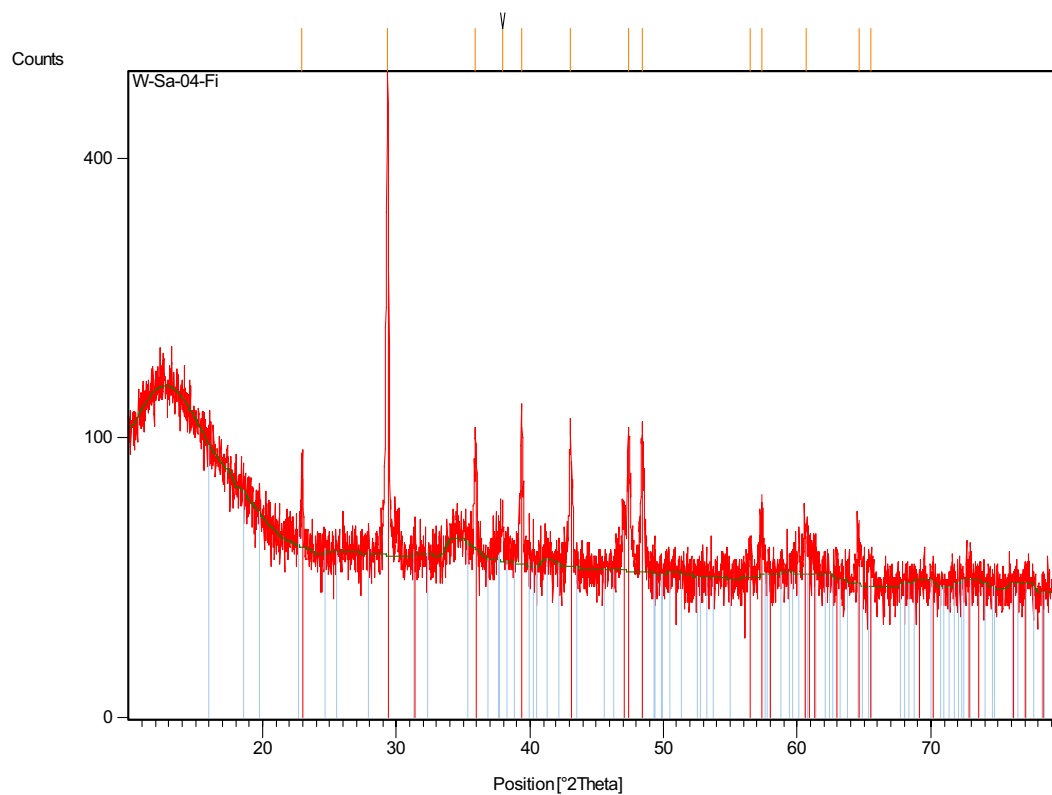


Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-072-1937	63	Calcite	0,000	0,565	Ca C O3

XRD kooste

7 / 7



Pattern List: (Bookmark 4)

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-072-1937	60	Calcite	0,000	0,731	Ca C O3

Reduktio analyysit

1 /3

Viherlipeäsakan hiilipitoisuuden riippuvuus soodakattilan ajo- olosuhteista.

Mikael Forssén

Tekninen raportti

Reduktio analyysit - Rauma ja Skoghall

Rauma, 20.9.2007

Reduktio analyysit

2 / 3

VIHERLIPEÄ REDUKTIO KOEAJOA 7.5.07			
Näyte klo	Reduktio %	S tot.reduktio %	Vetysulfidi g NaS ₂ /l
12:30	94.5	-	25.9
14:00	94.2	82.8	26.6
15:30	94.2	86.7	27.1
17:00	94.2	84.8	26.9
18:40	93.9	85.6	25.3

Rauman viherlipeäreduktiot

Näyte	Sulan liuotus		Reduktio määrittys					
	Sulamäärä g	Vesimäärä ml	Reduktio %	S tot.reduktio %	Vetysulfidi g NaS ₂ /l	Vetysulfidi g S/l	SO ₄ g SO ₄ /l	S tot. g SO ₄ /l
R-Su-01-5-A	3.5063	500	93.5	88.1	1.87	0.771	0.161	2.624
R-Su-02-5-A	3.7585	500	93.2	81.6	1.96	0.805	0.175	2.958
R-Su-03-2-A	3.6351	500	97.0	89.7	2.12	0.874	0.081	2.922
R-Su-04-2-A	3.5107	500	96.8	89.7	2.04	0.839	0.084	2.806
R-Su-06-5-A	3.7615	500	96.0	93.6	2.10	0.866	0.107	2.775
R-Su-07-5-A	3.4543	500	95.6	85.6	1.90	0.872	0.108	2.730
R-Su-08-2-A	3.3333	500	91.3	45.8	0.49	0.202	0.058	1.322
R-Su-09-2-A	3.7969	500	96.0	94.3	2.20	0.905	0.114	2.878
R-Su-10-5-A	3.4148	500	95.8	90.0	1.96	0.808	0.106	2.694
R-Su-11-5-A	3.5533	500	96.3	95.4	2.06	0.847	0.097	2.663
R-Su-12-2-A	3.6559	500	96.6	92.1	2.07	0.853	0.090	2.779
R-Su-13-2-A	3.6823	500	95.7	86.4	2.14	0.880	0.120	3.055
R-Su-14-5-A	3.5544	500	96.3	103.4	2.04	0.839	0.098	2.435
R-Su-15-5-A	3.3218	500	96.2	97.4	1.94	0.798	0.095	2.457
R-Su-16-2-A	3.692	500	96.0	90.3	2.06	0.846	0.105	2.810
R-Su-17-2-A	3.7669	500	95.1	86.9	2.11	0.870	0.135	3.003

Huomautus, näytettä R-Su-05... ei ole olemassa.

Rauman sulanäytteiden reduktiot

Näyte	Na ₂ S	S	SO ₄	Stot
	mmol S/l			
R-Su-01-5-A	43.0	24.1	1.7	27.3
R-Su-02-5-A	45.1	25.2	1.8	30.8
R-Su-03-2-A	48.7	27.3	0.8	30.4
R-Su-04-2-A	46.9	26.2	0.9	29.2
R-Su-06-5-A	48.3	27.1	1.1	28.9
R-Su-07-5-A	43.7	27.3	1.1	28.4
R-Su-08-2-A	11.3	6.3	0.6	13.8
R-Su-09-2-A	50.6	28.3	1.2	30.0
R-Su-10-5-A	45.1	25.3	1.1	28.1
R-Su-11-5-A	47.4	26.5	1.0	27.7
R-Su-12-2-A	47.6	26.7	0.9	28.9
R-Su-13-2-A	49.2	27.5	1.3	31.8
R-Su-14-5-A	46.9	26.2	1.0	25.4
R-Su-15-5-A	44.6	24.9	1.0	25.6
R-Su-16-2-A	47.4	26.4	1.1	29.3
R-Su-17-2-A	48.5	27.2	1.4	31.3

Rauman sulanäytteiden analyysiarvot laskettuna (mmol/l)

Reduktio analyysit

3 /3

Analys av reduktionsgrad

Proverna var uttagna från lösare SP5

Proverna är dokumenterade i Winmops se sökväg bild nedan.

Datum	Tid	Red.grad %	*Jmf. Red grad
22.maj	14:26	98.4	*98,4
	16:20	97.2	*97,2
	18:10	98.7	*98,8
23.maj	11:24	97.9	
	13:26	98.2	
24.maj	8:00	97.5	
	10:00	97.6	
	12:00	96.5	

* Jämförande beräkning med svaglut från 21-maj 08:00

Övriga är beräknade med svaglut från 23-maj 08:00.

Svaglutens inverkan har enligt ovan i princip ingen inverkan på grönlutens red.grad.

Skoghall – Viherlipeän reduktiot

		Datum analys	Red.grad	Sulfat rs. Na2S g/l	Na2S g/l
22.5.2007	Su-01-A	19.7.2007	98.2	0.07	3.7
	Su-02-A	25.7.2007	97.0	0.61	19.4
	Su-03-A	24.7.2007	98.1	0.38	19.6
	Su-04-A	25.7.2007	99.0	0.19	18.5
	Su-05-A	25.5.2007	99.3	0.15	20.9
	Su-06-A	25.7.2007	98.8	0.23	19.0
	Su-07-A	25.7.2007	98.9	0.15	13.3
	Su-08-A	25.7.2007	99.0	0.21	21.2
	Su-09-A	25.7.2007	99.2	0.17	20.8
	Su-10-A	25.7.2007	99.0	0.22	21.4
23.5.2007	Su-11-A	25.7.2007	98.6	0.25	17.1
	Su-12-A	19.7.2007	<i>100.0</i>		1.8
	Su-13-A	25.7.2007	99.2	0.16	18.9
	Su-14-A	25.7.2007	99.2	0.16	19.8
	Su-15-A	25.7.2007	98.7	0.25	18.4
	Su-16-A	25.7.2007	98.5	0.29	18.6
	Su-17-A	25.7.2007	<i>100.0</i>		20.3
	Su-18-A	25.7.2007	<i>100.0</i>		20.6
24.5.2007	Su-24/5-1-A	26.7.2007	98.6	0.25	17.1
	Su-24/5-2-A	26.7.2007	97.9	0.39	17.9
	Su-24/5-3-A	26.7.2007	97.1	0.58	19.4
	Su-24/5-4-A	26.7.2007	97.4	0.52	19.2
	Su-24/5-5-A	25.7.2007	97.5	0.48	18.7
	Su-24/5-6-A	26.7.2007	<i>100.0</i>		20.2

Skoghall – Sulanäytteiden reduktiot

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

- 1/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 22.1.2009, esitelmät
Sokos Hotel Vaakuna, Kouvola/UPM Kymmene Oyj, Kymin tehdas, Kuusankoski
(16A0913-E0099) 22.1.2009
- 2/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2008
(16A0913-E0100) 2.4.2009
- 3/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Pöytäkirja. Vuosikokous 2.4.2009, Pöyry Industry Oy, Vantaa
(16A0913-E0101) 16.4.2009
- 4/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilan keon lämmönsiirto-ominaisuudet – Kirjallisuuskatsaus
Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto, Professori Esa Vakkilainen
(16A0913-E0102) 30.12.2008
- 5a/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Utveckling och användning av en korttidssond vid mätningar av överbäring
i sodapannor
Åbo Akademi, Niklas Vähä-Savo
(16A0913-E0103) 25.9.2009
- 5b/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Minuuttison-di-projekti
Åbo Akademi, Niklas Vähä-Savo
(16A0913-E0104) 25.9.2009
- 6/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Sähkösuodintuhkan puhdistus. Osa IV
Prosessin koeajo tehdaskaltaisella laitteistolla
Sirra, KCL, Kurt Sirén
(16A0913-E0105), 13.10.2009
- 7/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 29.10.2009
Sokos Hotel Flamingo, Vantaa
(16A0913-E0106)
- 8/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Muutosilmiöt soodakattilakeossa
Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto, Tanja Pentisaari
(16A0913-E0107), 5.11.2009

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

- 1/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 11.2.2010, esitelmät
Scandic Oscar Varkaus/Stora Enso Oyj, Varkauden tehdas
(16A0913-E0108) 29.1.2010

- 2/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Once-through and reheater recovery boiler – concept studies
Lappeenranta University of Technology
Faculty of Technology. Departement of Energy Technology
Esa Vakkilainen, Juha Kaikko, Marcelo Hamaguchi
(16A0913-E0110) 17.3.2010

- 3/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Emäveden jatkokäsittely
Kurt Sirén, Sirra T:mi
(16A0913-E0111) 15.3.2010

- 4/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Seisokin vaativat määräaikaistestaukset soodakattiloilla
Mauri Heikkinen, Pöyry Finland Oy
(16A0913-E0112) 15.3.2010

- 5/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2009
(16A0913-E0113) 14.4.2010

- 6/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Pöytäkirja. Vuosikokous 14.4.2010, Scandic Jyväskylä, Jyväskylä
(16A0913-E0114) 5.5.2010

- 7/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Hajukaasujen polttosuosituksen päivitykseen liittyvä selvitys
Markku Pekkanen, Raimo Nieminen, Tuomas Lehtinen; Pöyry Industry Oy
(16A0913-E0115) 3.7.2009

- 8/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
NOx-päästöt soodakattilasta
Puu-127.4030 Ympäristötekniikan erikoistyö
Andreas Lindberg, TKK, Puunjalostustekniikan osasto
(16A0913-E0116) 15.6.2010

- 9/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Final Summary Report on Nitrogen Oxide Emissions from Finnish Pulp Mills
Nikolai DeMartini, Mikko Hupa
(16A0913-E0117) 12.2.2010

10/2010 Suomen Soodakattilayhdistys
Metsäteollisuuden hiukkaspäästöt
Ulrika Backman, VTT
Raportti 10/2010
(16A0913-E0118) 17.6.2010

11/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Viherlipesakan hiilipitoisuuden riippuvuus soodakattilan ajo-olosuhteista
Mikael Forssén, Mikko Hupa; ÅboAkademi
Raportti 11/2010
(16A0913-E0119) 1.10.2010