

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Konemestaripäivä 2014

**Scandic Vierumäki
Stora Enso Oyj, Heinolan tehdas**

13.2.2014

Raportti 1/2014

(16A0913-E0147)



Raportti 1/2014 Konemestaripäivä 2014



KONEMESTARIPÄIVÄ 2014
Scandic Vierumäki
Stora Enso Oyj, Heinolan tehdas

13.2.2014

Klo

- 09.00** **Ilmoittautuminen ja aamukahvi**
Scandic Vierumäki
Urheiluopistontie 400, 19120 Vierumäki
- 09.25** **Tilaisuuden avaus**
- 09.30** **Valmet Precipitators for P&P and PG**
Juha Tolvanen, Valmet Power Oy
- 10.00** **Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla**
Keijo Salmenoja, Andritz Oy
- 10.30** **Kahvitauko**
- 11.00** **Maailman suurimman soodakattilan pohjan tyhjennys suolasulasta**
Timo Karjunen, Varo Turvallisuuspalvelut Oy
- 11.30** **Ruotsin ja Norjan soodakattilavauriot 2013**
Sven Lahti, SBL Engineering
- 12.00** **Lounas**
- 13.00** **Suomen soodakattilavauriot 2013 ja päivitetty hajukaasusuositus**
Markus Nieminen, Suomen Soodakattilayhdistys ry
- 13.30** **Tehdasesittely: Stora Enso Oyj, Heinolan tehdas**
- 14.00** **Tauko**
- 14.15** **Bussikuljetus Heinolan tehtaalle**
- 14.45** **Tehdaskierros**
- 16.30** **Bussikuljetus Scandic Vierumäkeen**
- 17.00 - 19.30** **Sauna**
- 20.00 ->** **Päivällinen**
Ravintola Resort&Kitchen

VALMET PRECIPITATORS FOR P&P AND PG

Juha Tolvanen
Valmet Power Oy

Valmet Power Oy

Valmet Precipitators for P&P and PG

CONFIDENTIAL

13.02.2014

Juha Tolvanen



Environmental systems – product portfolio for better environment

We offer wide range of systems in four product families.



GASCON™

Products and
solutions for flue gas
cleaning and
condensing

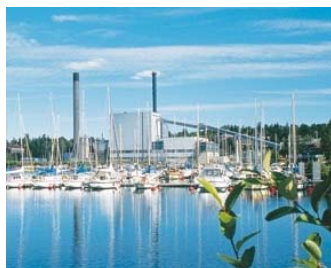
BALCON™

Products and
solutions for
pulp mill balance
control



ODOCON™

Products and
solutions for pulp
mill odor control



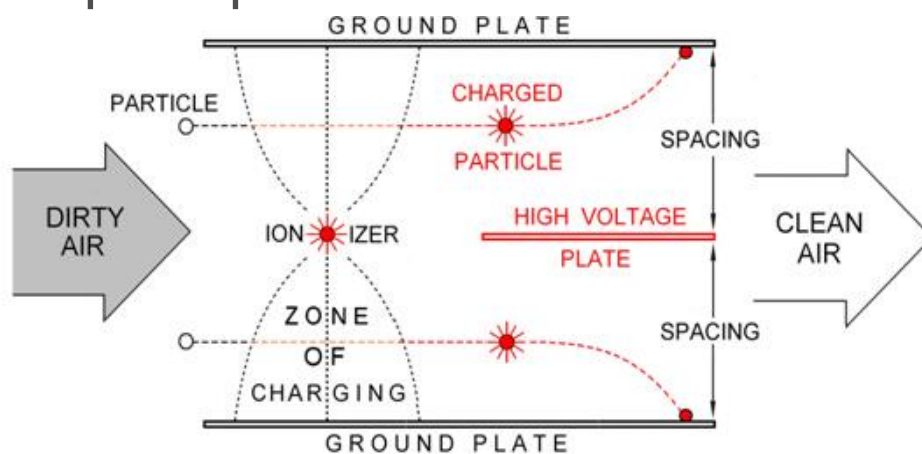
BURNERS

Products and
solution for
challenging burning
processes



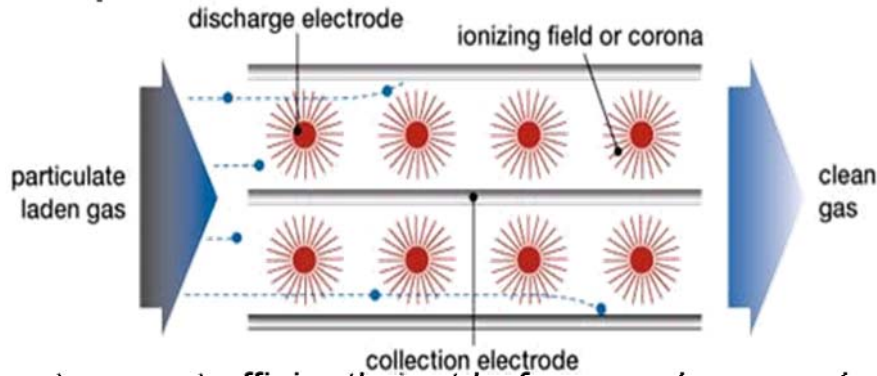
GENERAL

ESP 1/3 operation principle



- Collection of charged dust particles of slowly running flue gas
 - Charged dust particles migrate with migration rate ω towards earthing electrode
 - Typical flue gas stream velocity between 0,5 - 1,3 m/s
 - Dust particle delay in ESP normally 5 - 15 s

ESP 2/3 practical implementation

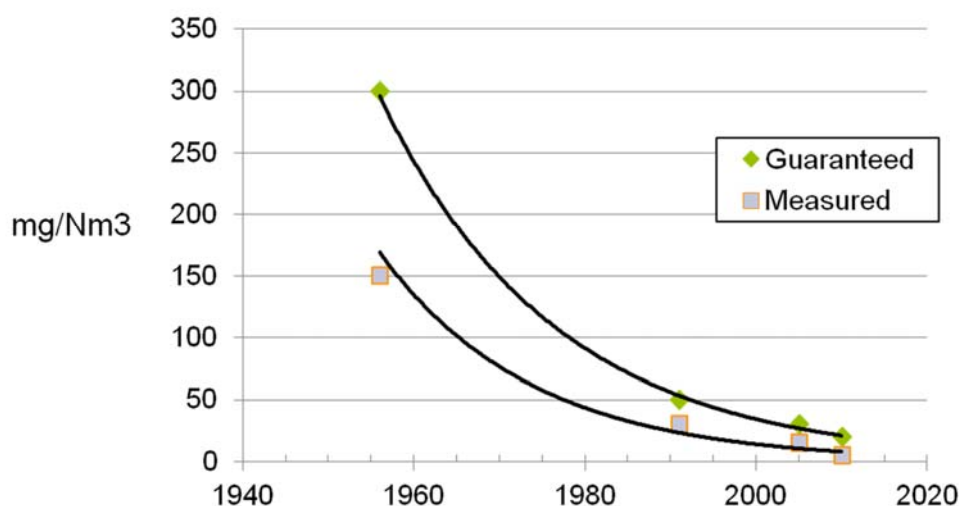


- ESP operates most efficiently just before spark-over, when electrical values are at maximum level
 - Electrons of corona discharge ionize flue gas molecules, which charge dust particles
 - Charged dust particles migrate towards collection electrodes attaching into the surface
 - Collected dust is removed from electrode surfaces by periodical rapping
 - Dust is removed from the bottom of the filter with ash handling equipment

ESP 3/3 history and trends

- General trends
 - Tightening particle emission guarantees
 - *More intention to fine particles (PM 10).*

Guaranteed/measured dust emissions



VALMET SOLUTION



Valmet Electrostatic Precipitator (ESP) General

- ESP is precipitating dust particles from dust laden flue gases by high voltage electrical fields (up to 150 kV)
- ESP is not used for cleaning of gaseous components
- First patents and inventions 100 years ago
- Typical features
 - Typical gas volumes 10 - 300 m³/s
 - Large temperature range, up to 420 °C
 - Low pressure loss
- ESP-process
 - Supply of high voltage
 - Corona effect in fields
 - Negative ions
 - Charging of particles
 - Cleaning

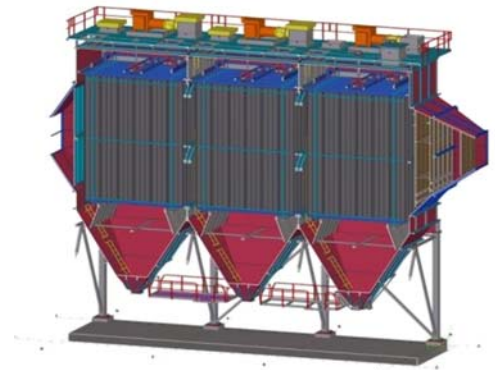


Valmet Electrostatic Precipitator (ESP)

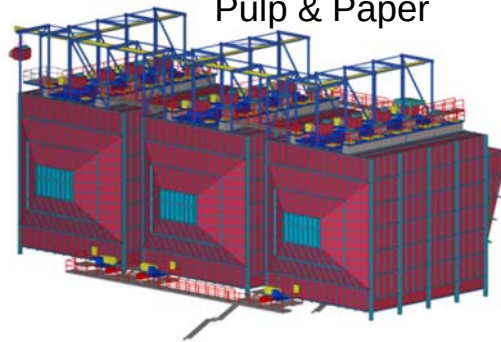
Advanced technology for PG and P&P applications

- Based on own technology
- Proven heavy duty design
- New generation ESP control system
- Experienced ESP staff at your service
- Low emissions
- Efficient cleaning, improved performance
- Optimised gas distribution
- Optimised flow modelling
- Maintenance friendly

Power Generation



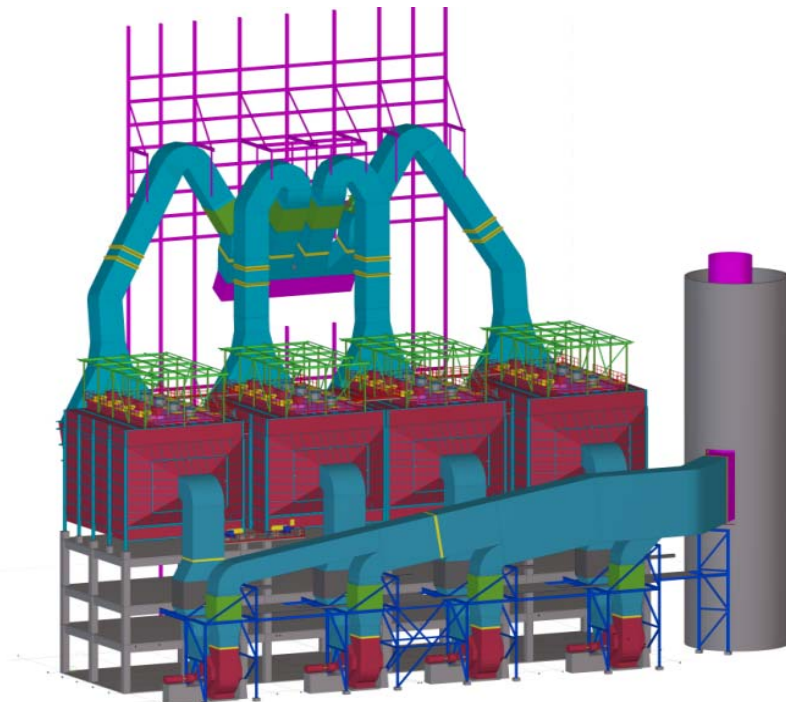
Pulp & Paper



REFERENCE PROJECTS

CMPC Guaiba, Brasil

6300 tDs/d Recovery boiler project in Brazil



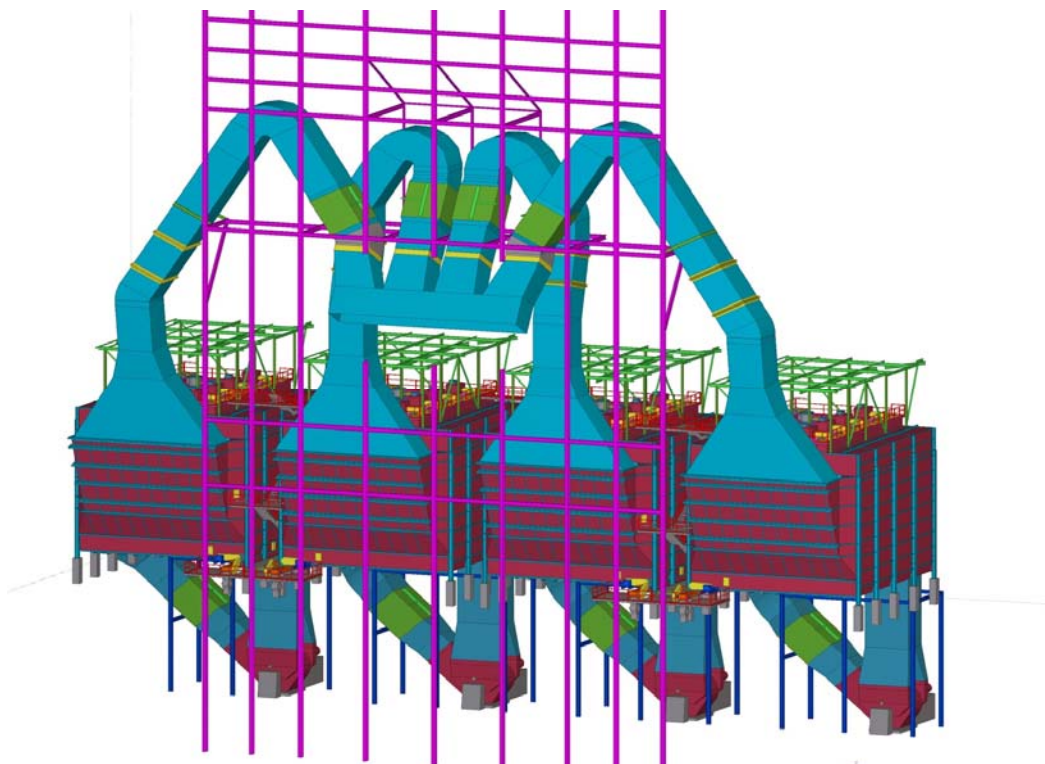
- Recovery boiler ESP's for 6300 tds/d boiler
- 4 chambers four field RB ESP guarantees $< 50 \text{ mg/Nm}^3$
 - Sold 4/2013
 - Eng. ready 10/2013
 - Erection 2014
 - Take-over 2015

11 02.07.2012

CONFIDENTIAL

Valmet 

Valmet Recox ESP CMPC Guaiba

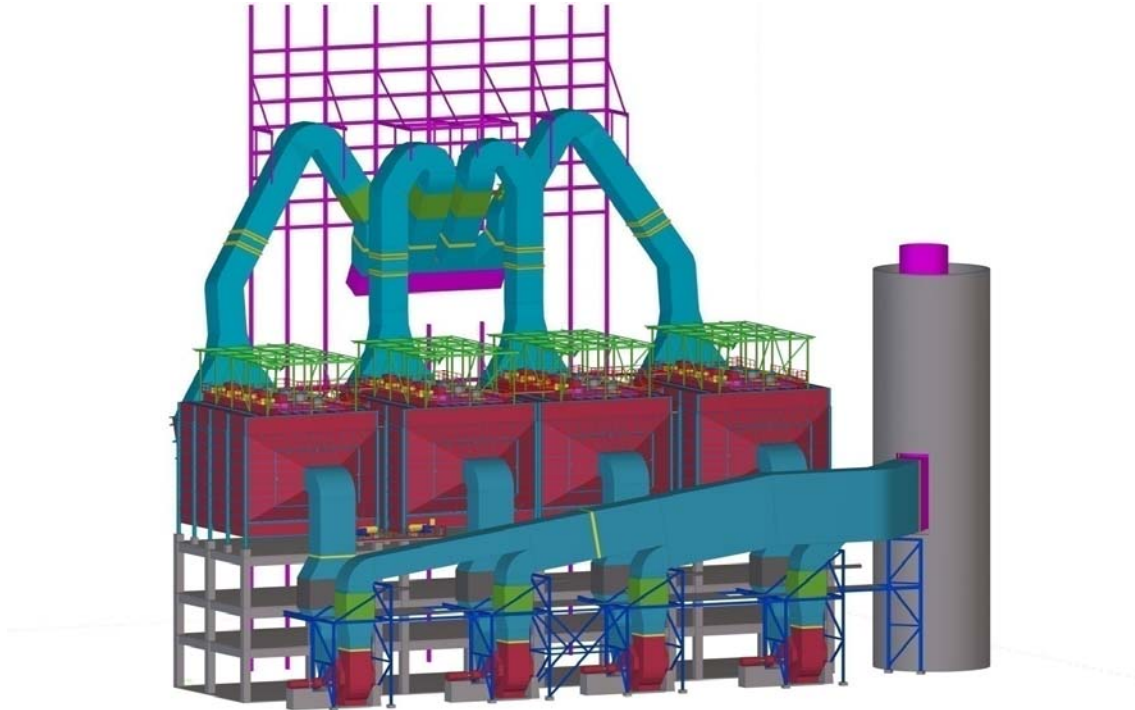


12 Date Author Title

INTERNAL

Valmet 

Valmet Recox ESP CMPC Guaiba



13

Date Author Title

INTERNAL



Reference projects

- Langerbrugge, Belgium 2010
 - 2 fields, 1-phase controllers & T/R units
- Kuopio, Finland 2011
 - 4 fields, 1-phase Metso DNA controllers & T/R units
- Porvoo Tolkkinen, Finland 2012
 - 3 fields, 3- and 1-phase Metso DNA controllers & T/R units
- Delfzijl, Holland 2013
 - 1 field, 1-phase Metso DNA controller & T/R units
- Arkhangelsk (Siemens DCS), Russia 2014
 - 2 fields, 1-phase controllers & T/R units
- Jönköping (Emerson DCS), Sweden 2014
 - 3 fields, 1-phase Metso DNA controllers & T/R units



- **CMPC Riograndese GUAIBA 2 Pulp Mill Brasil 2013**
 - 16 fields 3- and 1-phase Metso DNA controllers & T/R units
- **TAVO, Finland 2013**
 - 1 field, 3-phase controller & T/R unit
- **TOPPILA, Finland 2013**
 - 2x3 fields, 3/1-phase Metso DNA controllers & T/R units
- **HERVANTA, Finland 2013**
 - 3 fields, 3- and 1-phase Metso DNA controllers & T/R units

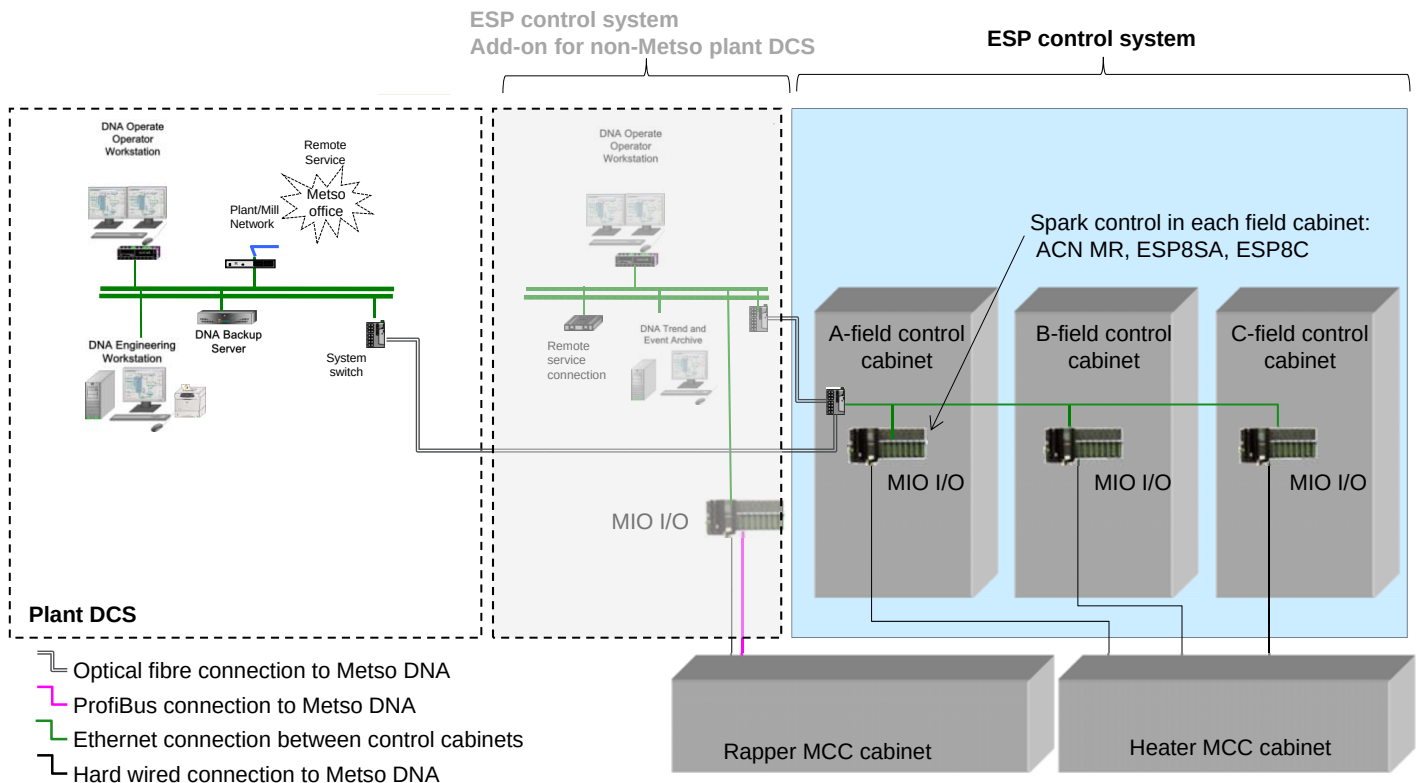


IMPLEMENTATION WITH METSO DNA

Metso DNA ESP Control System

Addition,
not in standard
ESP delivery

Metso DNA ESP
controls



17

Date Author Title



ESP controller performance and features

- Fast hard ware
 - Maintain secondary voltage and current as close as possible to spark-over level
- Integration into DCS and new kind of interface
 - Parameters can be adjusted by the operator / engineer (selectable)
- Option for process adaptation
 - Sootblowing, auxiliary fire (oil fire), etc.
 - Dust emission control and energy saving possibilities
- Remote connection possibility
 - Adjustments, diagnostics, problem-solving



18

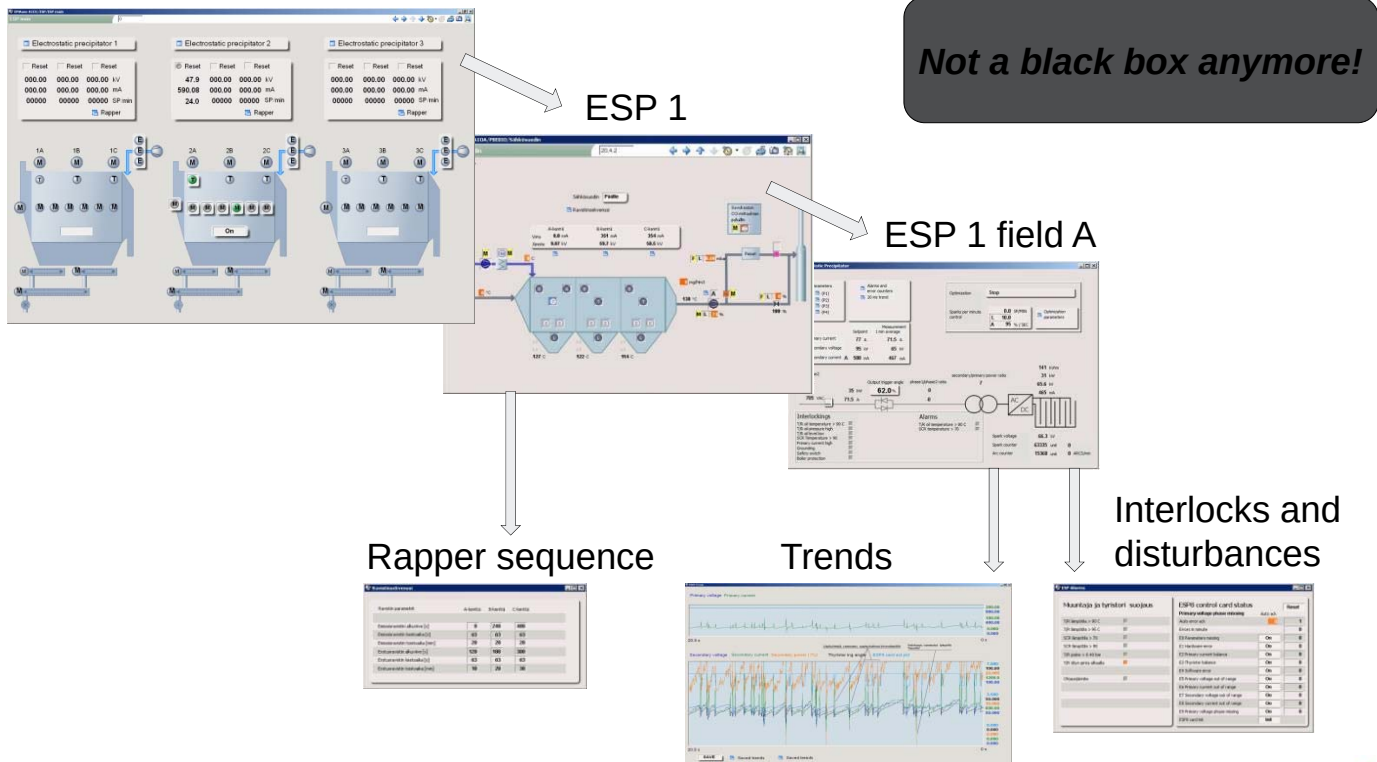
Date Author Title



Metso DNA ESP user interface 1/4

Operator displays and hierarchy

Overview



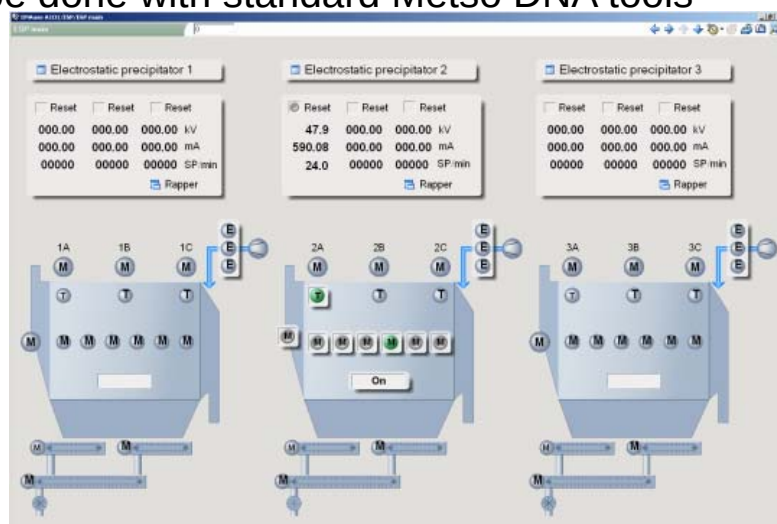
19

Date Author Title



Metso DNA ESP user interface 2/4

- Control of ESP, rappers and heaters, starts and stops are done through Metso DNA user interface. OPS and EAS are located in control room
- All engineering can be done with standard Metso DNA tools
- Overview display:



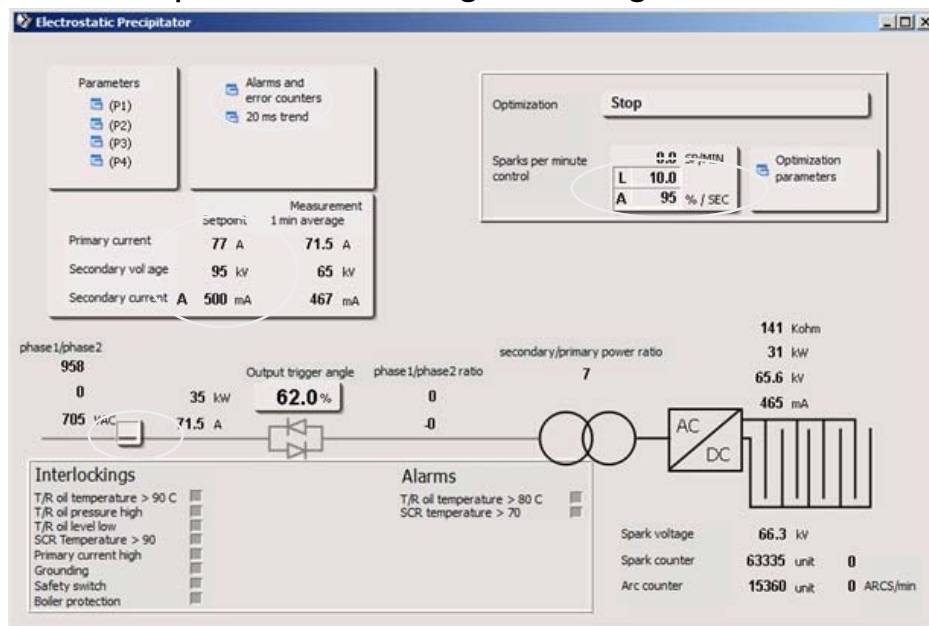
20

Date Author Title



Metso DNA ESP user interface 3/4

- Diagnostics window of one field: controls, set-points, tuning, alarms, interlocks, parameter changes through Metso DNA user interface



○ = Operator selectable

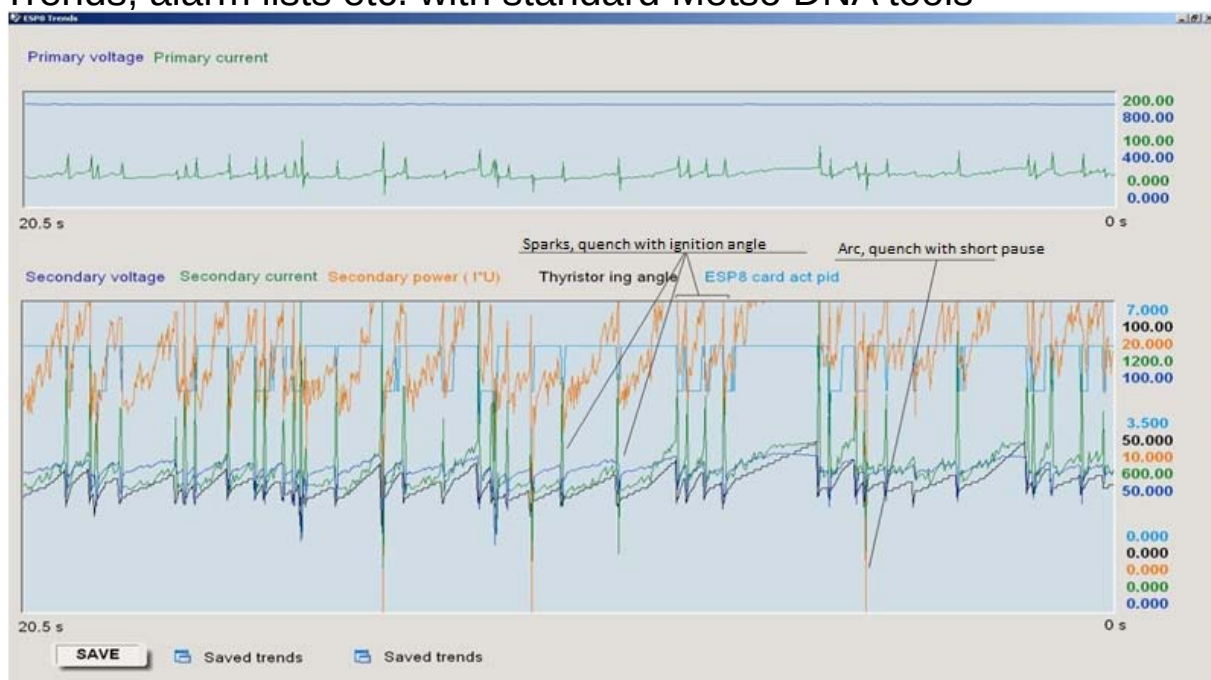
21

Date Author Title



Metso DNA ESP user interface 4/4

- Trends, alarm lists etc. with standard Metso DNA tools



22

Date Author Title



Metso DNA

Used hardware

- Main components are standard Metso DNA components, M120 I/O – series
- utilizing next generation controller Metso DNA MR, each field has its own controller

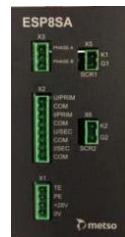


- In addition to that a new thyristor ignition card and signal adapter are developed for ESP

ESP8C



ESP8SA



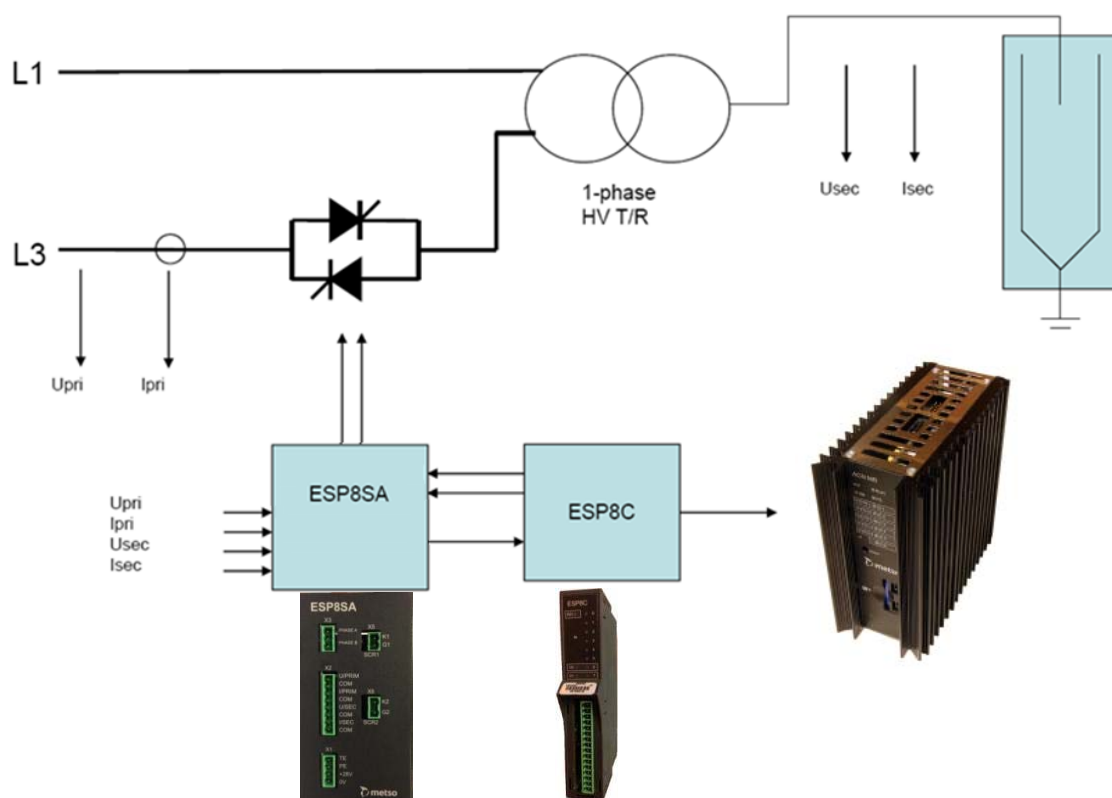
ESP8SA3



CONTROL CABINET WITH METSO DNA

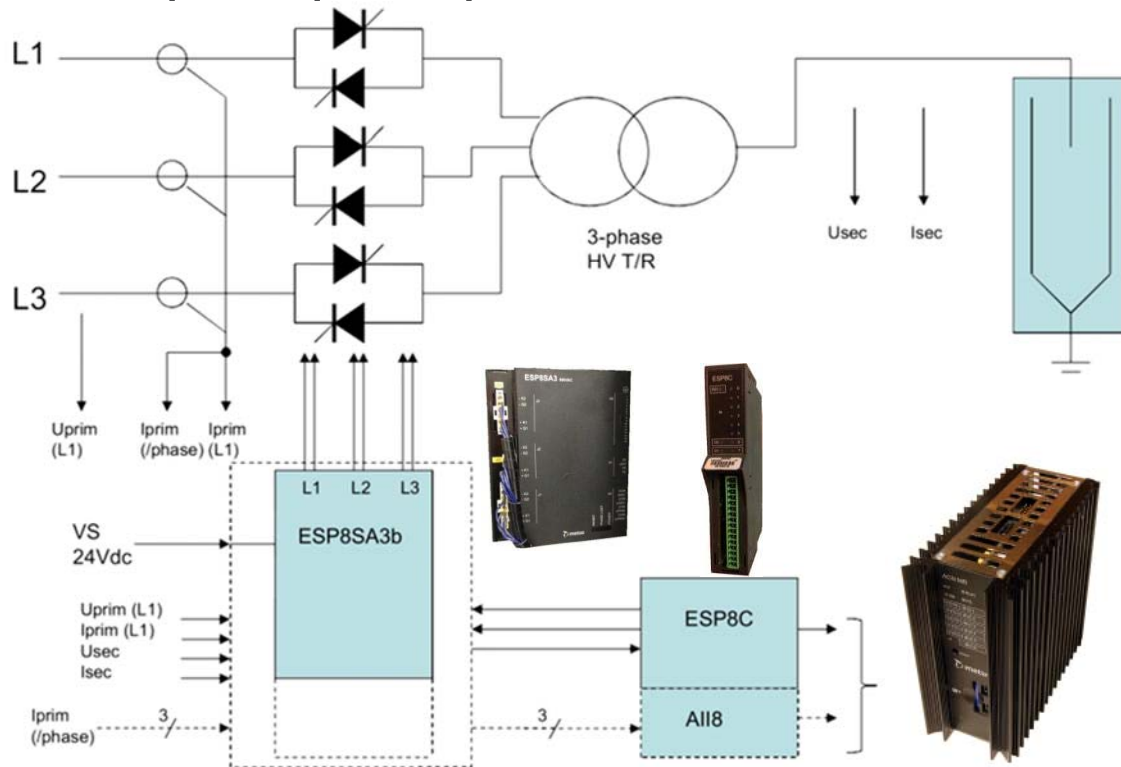


ESP with Metso DNA control cabinet 1/3 Control principle 1-phase



ESP with Metso DNA control cabinet 2/3

Control principle 3-phase



3

Date Author Title



ESP with Metso DNA control cabinet 3/3

- Conventional control cabinet structure
 - Power electronic components
 - main switch fuse, contactor, thyristor bridge
 - Essential measurements
 - Primary and secondary voltage
 - Primary and secondary current
 - Primary voltage phase recognition
- Differences in Metso DNA control cabinet vs competitors
 - non PLC solution, whole ESP system is integrated part of plant's DCS
 - ESP is operated from Metso DNA operator station

4

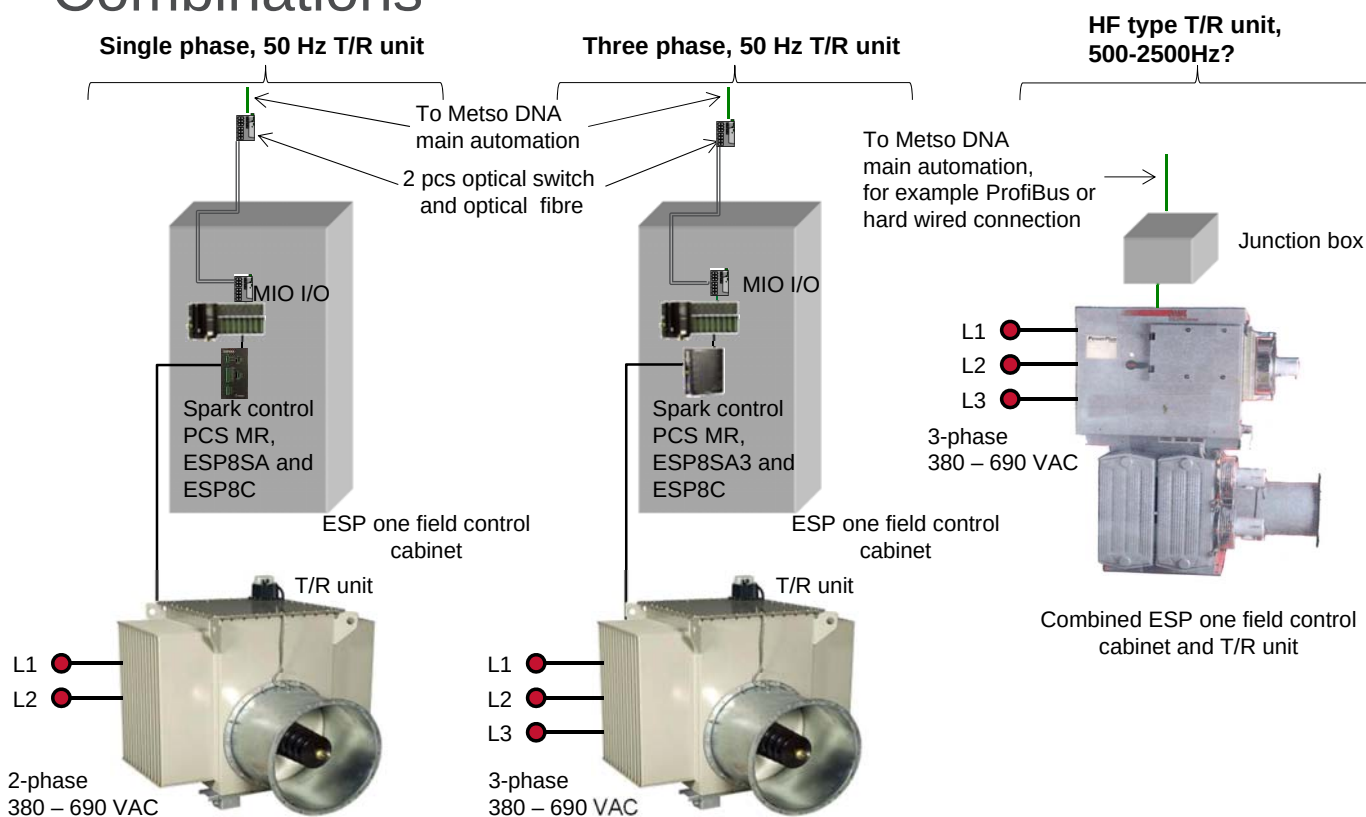
Date Author Title



POWER SUPPLIES



Transformer Rectifier unit 1/2 Combinations



PERFORMANCE OF CONTROL UNITS



Valmet ESP: New generation Control Unit Performance tests in PG

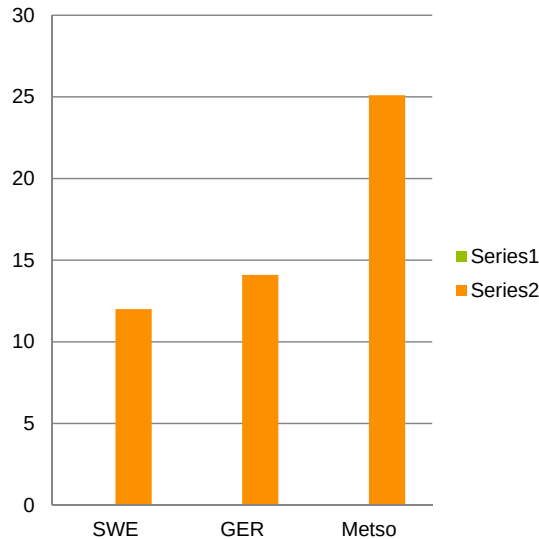
- **Bench markings between Metso , ALSTOM and Lurgi
02/2012**
 - Metso type of BHF with Bio
 - Bark 70-80% / Peat 30-20 %
 - 90-310 MWt boilers
 - Actual loads 90-100% MCR
 - Single phase TR-units

Valmet ESP: New generation Control Unit

Performance tests in PG

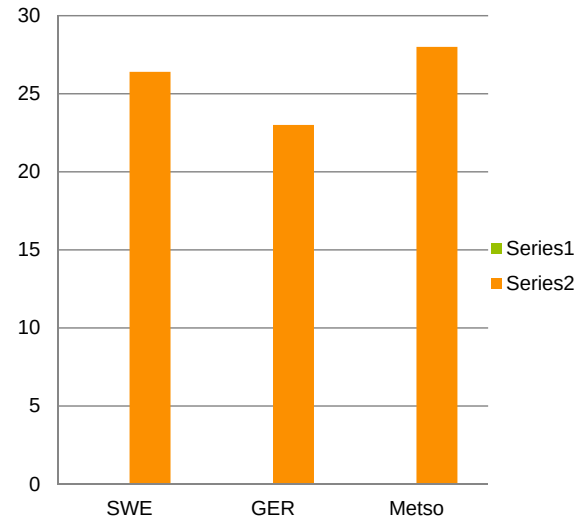
ESP for bio fired BFB

W / m² in A-fields



ESP for bio fired BFB

W / m² in last fields



CONFIDENTIAL



Valmet ESP: New generation Control Unit

Performance tests in Kraft Recovery

- **Measurements 01-10/2010**
 - ISO 9097 method
 - METSO type of 3100 tpd RECOX boiler
 - 78 % DSC BL
 - Three field ESP
 - Same ESP tested all the time
 - ESP load varied 80, 100 and 110 %

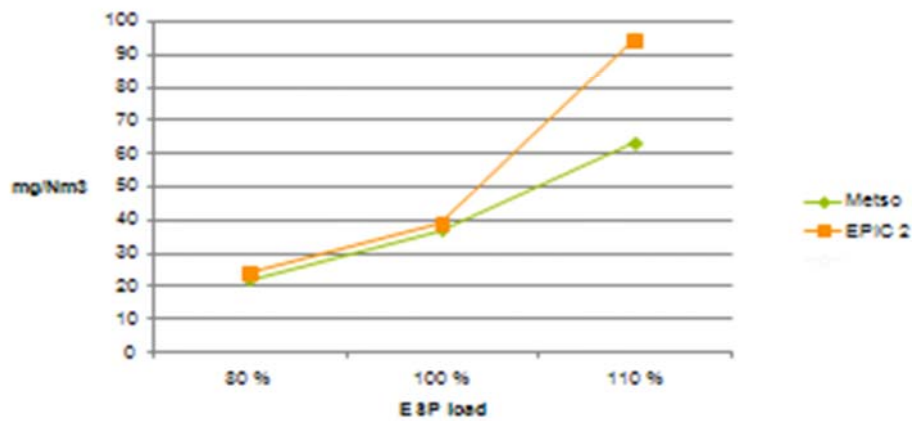
CONFIDENTIAL



Metso ESP: New generation Control Unit Performance tests

• Measurements 01-10/2010

Metso VS. EPIC 2 in Kraft Recovery



CONFIDENTIAL | © Metso



CONFIDENTIAL



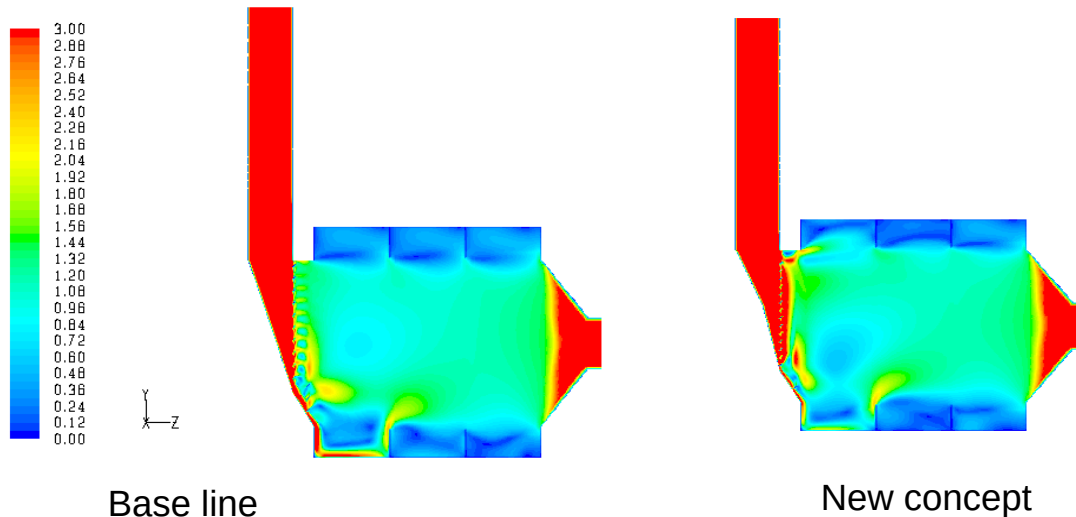
MECHANICAL FEATURES



Valmet ESP

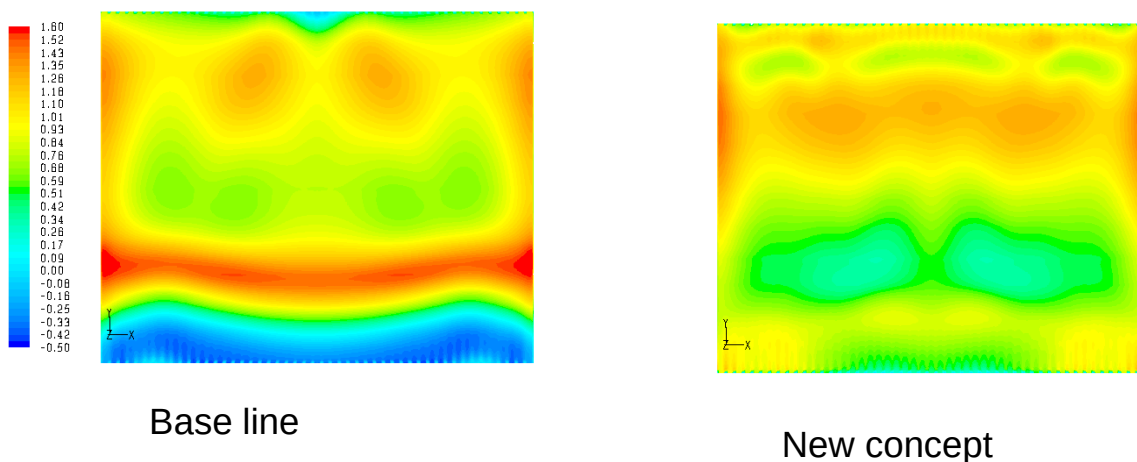
More even gas distribution - Better ESP performance

- Case by case applicable Fluent model
- New and base line inlet arrangements



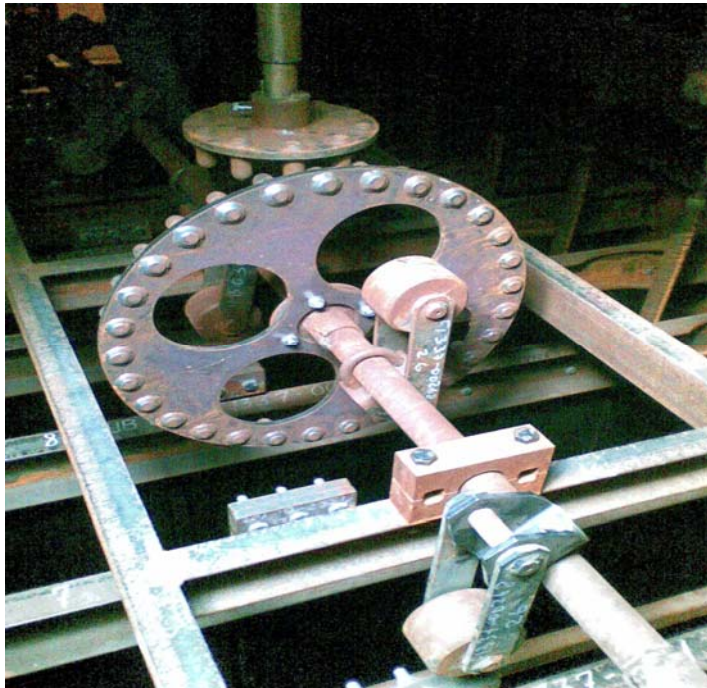
State of the art Electrostatic Precipitator: Fluent modeling

- Gas flow in the first field



Valmet ESP

Higher rapping accelerations – Better cleaning efficiency



15

Date Author Title

CONFIDENTIAL



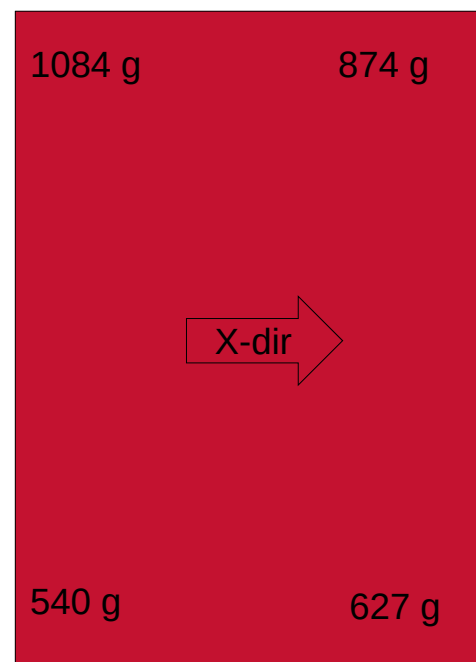
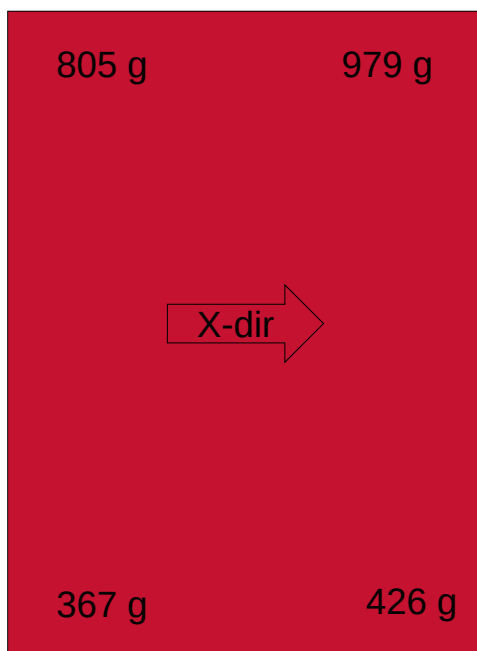
Valmet ESP

Collecting plate X-dir accelerations (g-forces)

Base line 

Metso design 

h=9m



16

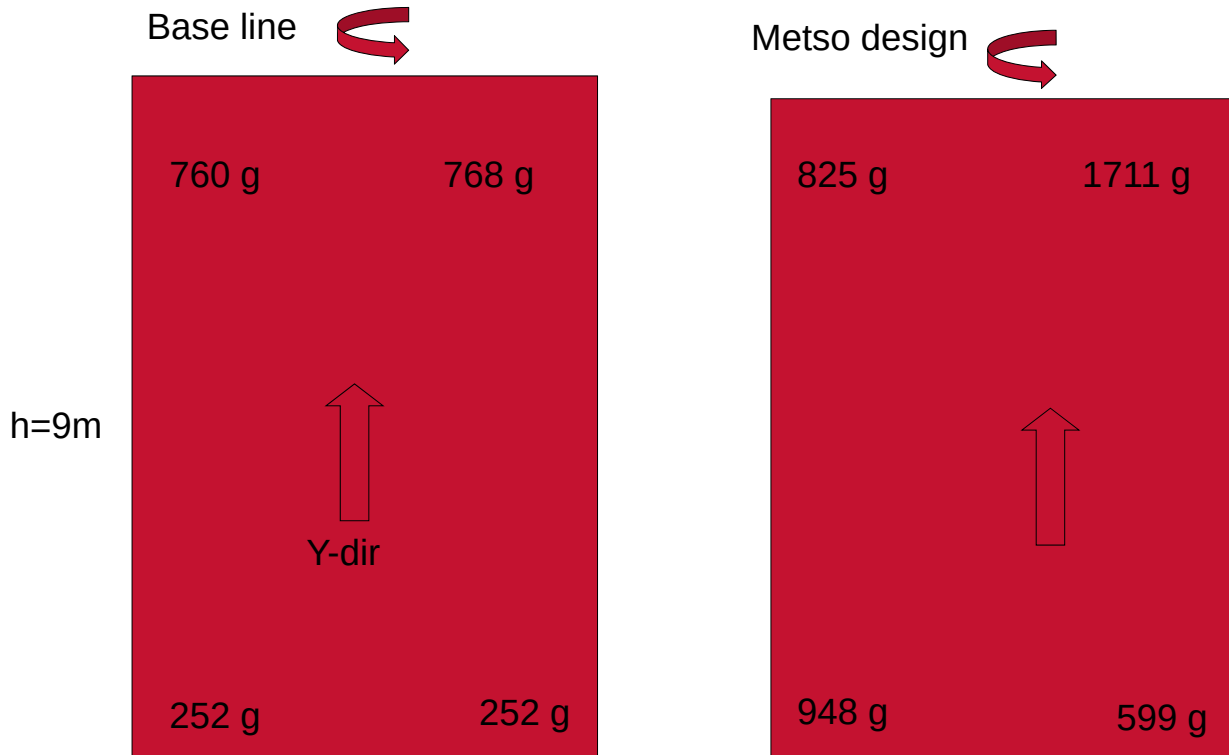
Date Author Title

CONFIDENTIAL



Valmet ESP

Collecting plate Y-dir accelerations (g-forces)



Valmet ESP

Rapping fatigue tests

Hammer and shock lug under lab test

- Accurate placement of hammers (independent of tolerance deviations)

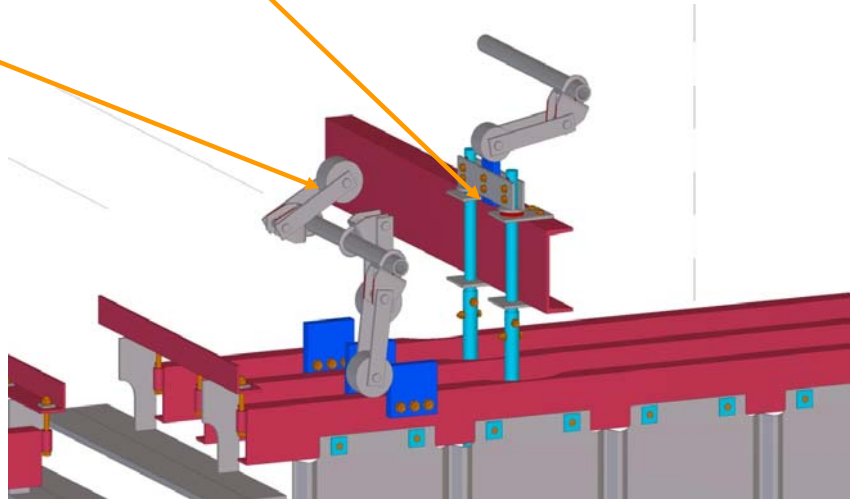
Status after 130.000 impacts



State of the art Electrostatic Precipitator: New type of hanging and hammer attachment

More efficient cleaning efficiency

- More efficient distribution of rapping impact
- Accurate placement of hammers (independent of tolerance deviations)



Valmet ESP New type of hanging and hammer attachment

Single type for sticky dust



Duo type for easy dust



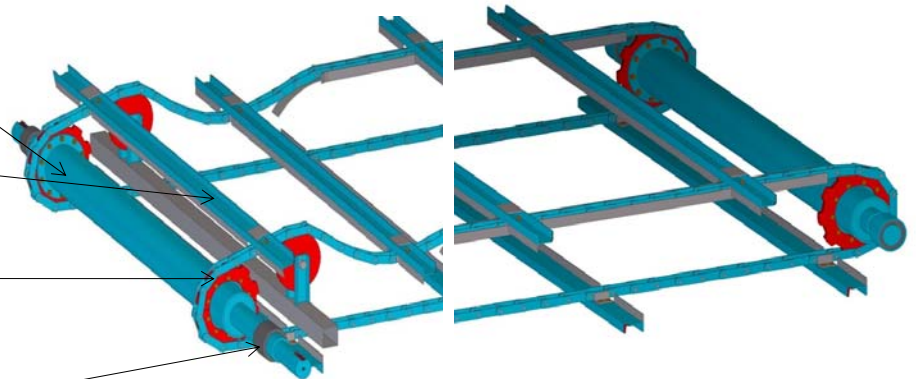
State of the art Electrostatic Precipitator: Scraper conveyor with inverter

Heavy duty mechanical construction

Problem with traditional arrangements is lack of adjustability

Speed control by inverter creates less noise, vibrations and wearings

- Shafts, tube dim 273 mm
- Extra fin to increase capacity strenght
- Chain
DIN 8167, ISO/R 1977 M 160
- Internal carbon bearings

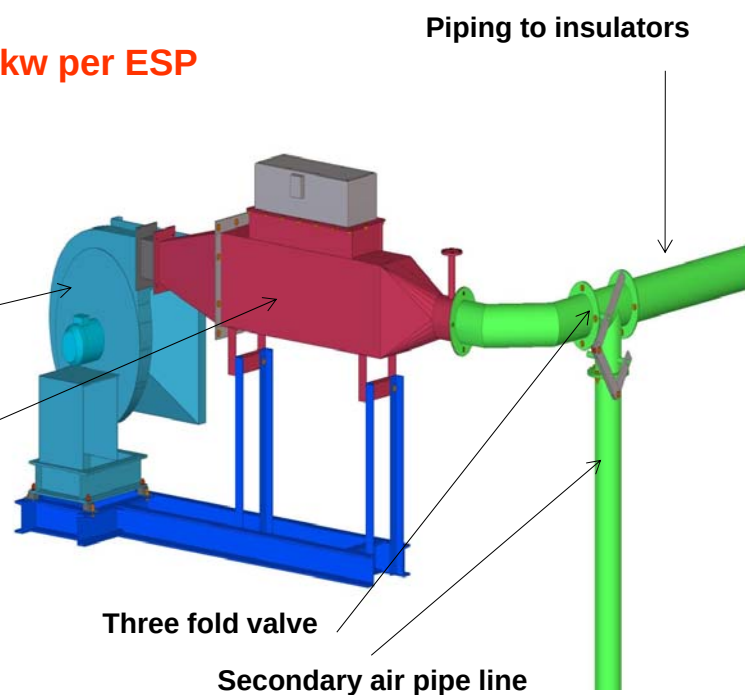


State of the art Electrostatic Precipitator: Dual type of hot air flushing system

Patented solution

Dual system saves electricity 36 kw per ESP

- Two different systems for
 - Electrical heating for Start up
 - Secondary boiler air for Normal operation
- Fan
- Heating unit





KORROOSIO SOODAKATTILAN LÄMPÖPINNOILLA

Keijo Salmenoja
Andritz Oy

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Konemestaripäivä 13.02.2014, Vierumäki

K. Salmenoja



www.andritz.com

We accept the challenge!

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Esityksen sisältö

- Korroosion lyhyt oppimäärä
- Korroosiotyypit
 - Sulfidoituminen
 - Tulistinkorroosio
 - Happamat sulfaatit
 - Kastepistekorroosio
- Yhteenveto



Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Korroosion lyhyt oppimäärä (1/2)

#1 Korroosio on materiaalien kiihtynyttä hapettumista

#2 Korroosiotuote on lähes aina jokin oksidi

#3 Kaikki metallit hapettuvat

#4 Korroosiotietämys on sitä, että kykenee ennustamaan materiaalien hapettumisnopeuden

3

Recovery and Power Division / Konemestaripäivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

ANDRITZ
Pulp & Paper

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Korroosion lyhyt oppimäärä (2/2)

#5 Kloridi vaikuttaa pääasiassa likaantumiseen, kalium korroosioon

#6 T_0 (FMT) on se lämpötila, jossa kerrostumaan syntyy ensimmäiset sulapisarat

#7 Pyrkimyksenä pitää materiaalin pintalämpötila $< T_0$

#8 Korroosioreaktiot ovat monimutkaisia, siksi aiheuttajaa on joskus vaikea löytää

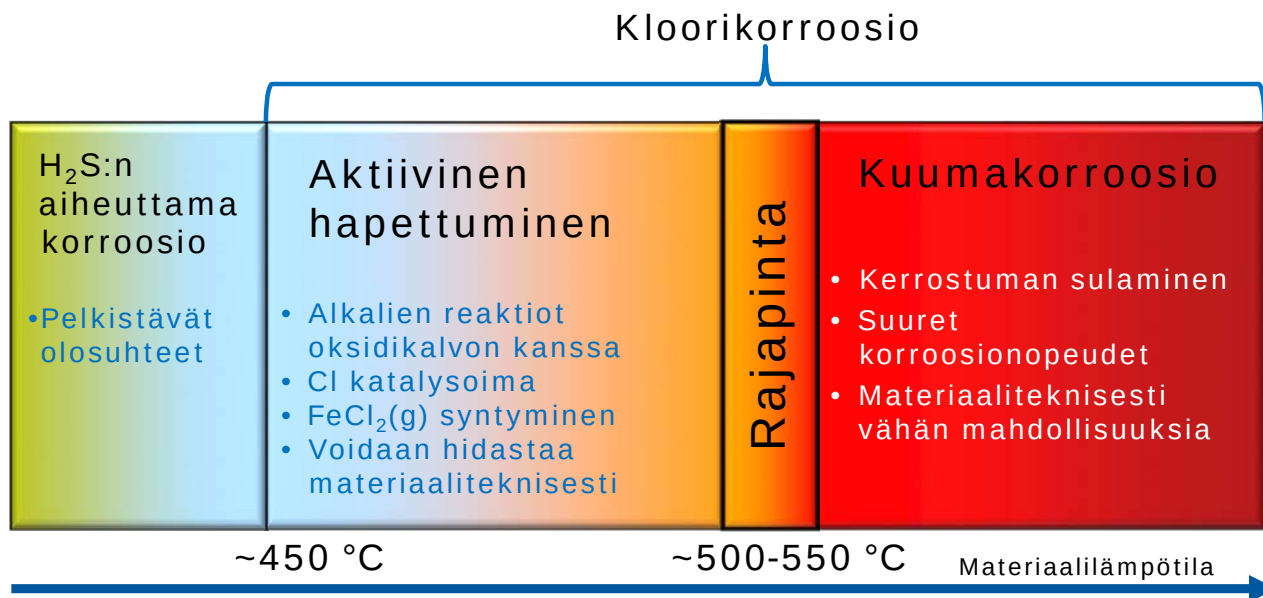
4

Recovery and Power Division / Konemestaripäivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

ANDRITZ
Pulp & Paper

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Korroosiotyypit



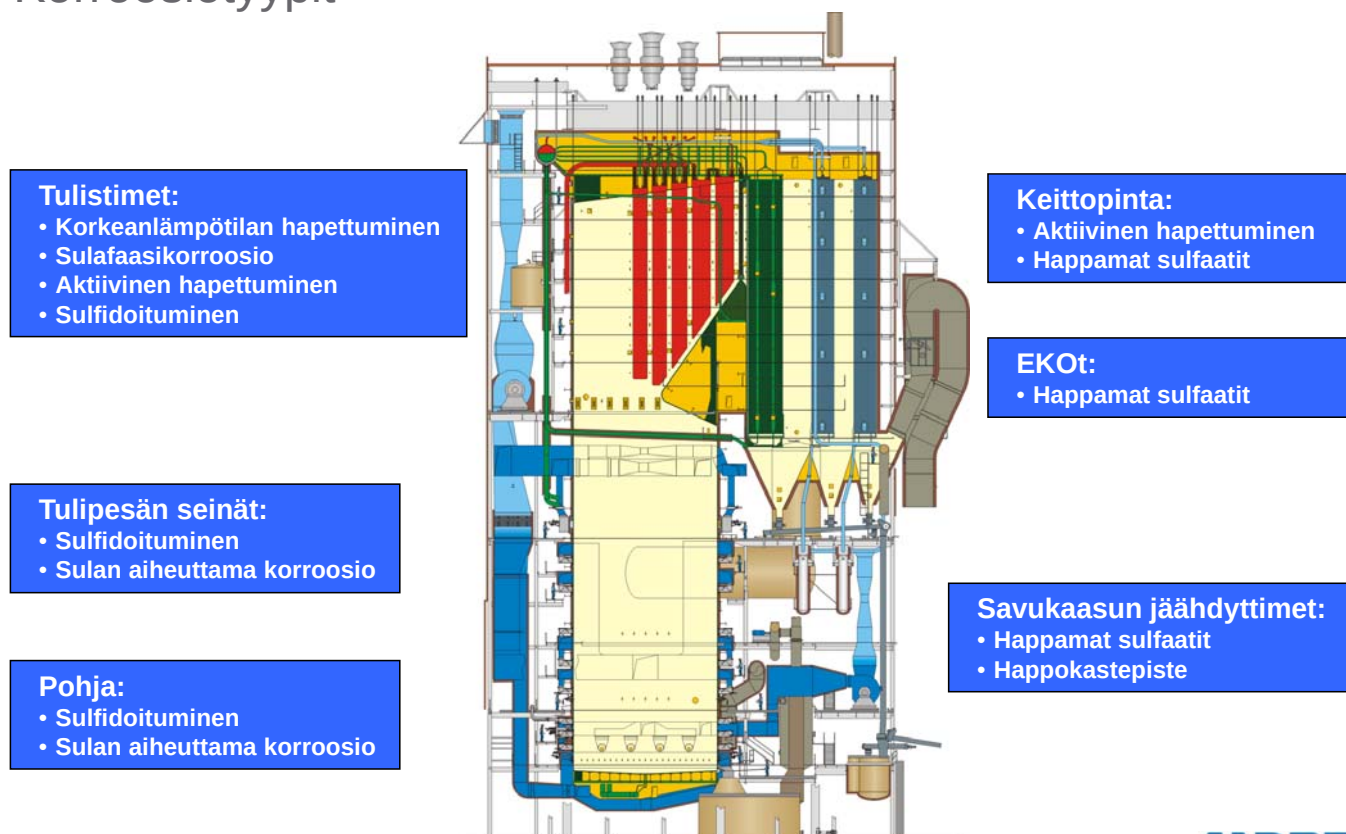
5

Recovery and Power Division / Konemestaripäivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

ANDRITZ
Pulp & Paper

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Korroosiotyypit



6

Recovery and Power Division / Konemestaripäivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

ANDRITZ
Pulp & Paper

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Korroosiotyypit

Tulistimet:

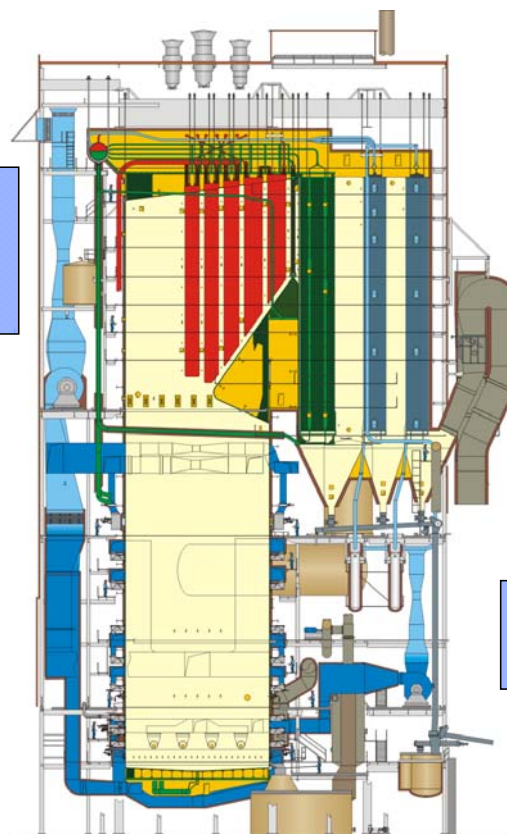
- Korkeanlämpötilan hapettuminen
- Sulafaasikorroosio
- Aktiivinen hapettuminen
- Sulfidoituminen

Tulipesän seinät:

- Sulfidoituminen
- Sulan aiheuttama korroosio

Pohja:

- Sulfidoituminen
- Sulan aiheuttama korroosio



Keittopinta:

- Aktiivinen hapettuminen
- Happamat sulfaatit

EKOt:

- Happamat sulfaatit

Savukaasun jäähdyttimet:

- Happamat sulfaatit
- Happokastepiste

ANDRITZ
Pulp & Paper

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

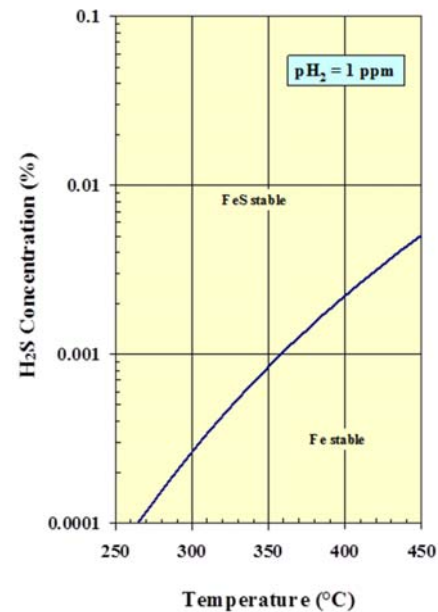
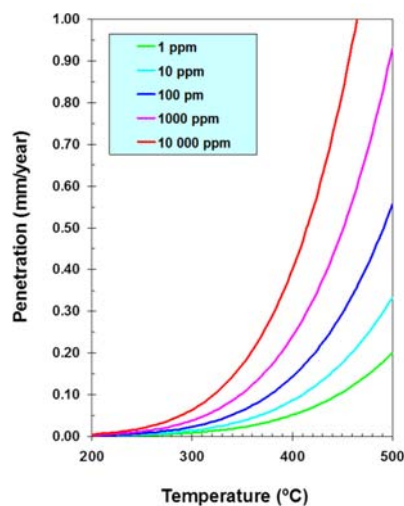
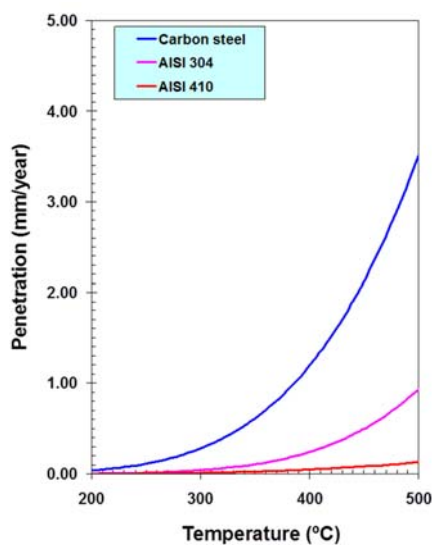
Sulfidoituminen

- Sulfidit sisältävät runsaasti huokosia
 - Stabiileja, mutta huonosti korroosiolta suojaavia
- Ni sulfidoituu helposti
- H_2S muuttuu vedyn (H_2) läsnäollessa erittäin korrodoivaksi, kun lämpötila ylittää arvon 260-288 °C
- Korroosionopeus liittyy sulfidien muodostumisnopeuteen
 - Alhaisissa lämpötiloissa suuret nopeudet
 - Korkeissa lämpötiloissa oksidit muodostuvat nopeammin ja korroosionopeus hidastuu
- Teräksen Cr-pitoisuus > 25%

ANDRITZ
Pulp & Paper

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Sulfidoituminen



Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Korroosiotyypit

Tulistimet:

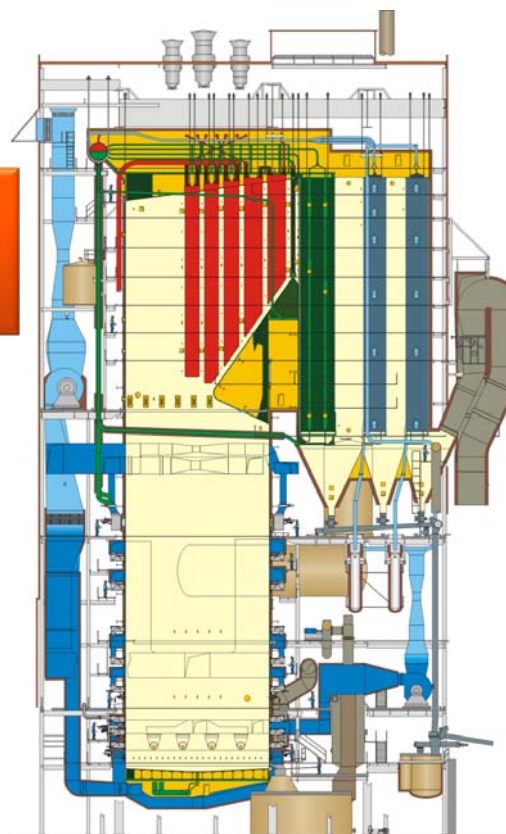
- Korkeanlämpötilan hapettuminen
- Sulafaasikorroosio
- Aktiivinen hapettuminen
- Sulfidoituminen

Tulipesän seinät:

- Sulfidoituminen
- Sulan aiheuttama korroosio

Pohja:

- Sulfidoituminen
- Sulan aiheuttama korroosio



Keittopinta:

- Aktiivinen hapettuminen
- Happamat sulfaatit

EKOt:

- Happamat sulfaatit

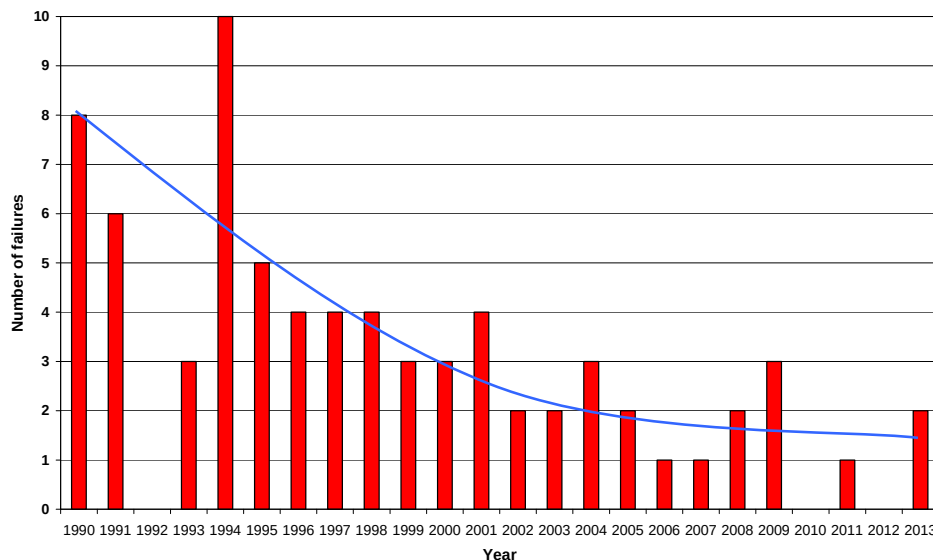
Savukaasun jäähdyttimet:

- Happamat sulfaatit
- Happokastepiste

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Tulistinkorroosio

- Raportoidut tulistinvauriot ovat vähentyneet 80 % vuodesta 1990
 - kasvanut tietämys soodakattilatuhkan ominaisuuksista ja vaikutuksista tulistimien korroosioon



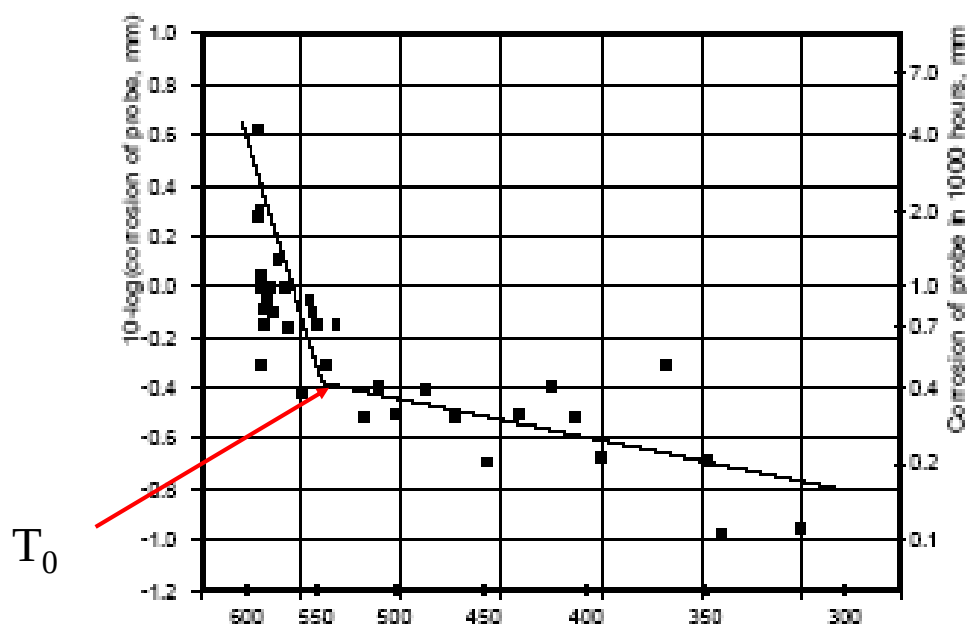
11

Recovery and Power Division / Konemestari päivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

ANDRITZ
Pulp & Paper

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Tulistinkorroosio



Lähde: F. Bruno, ÅF

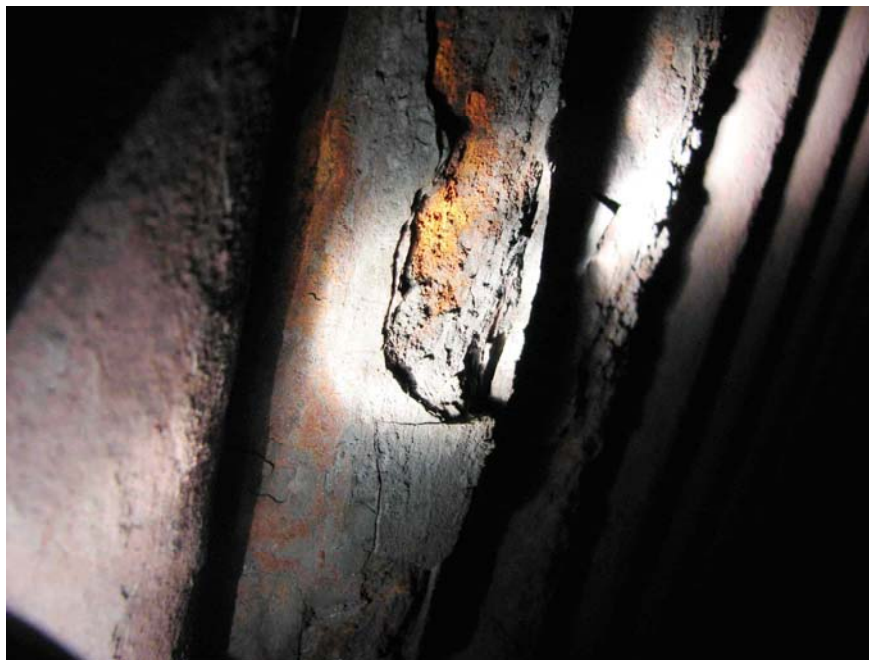
12

Recovery and Power Division / Konemestari päivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

ANDRITZ
Pulp & Paper

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Tulistinkorroosio



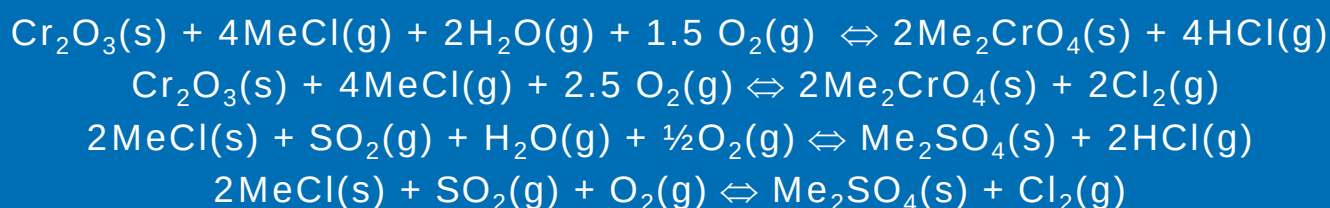
13

Recovery and Power Division / Konemestaripäivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

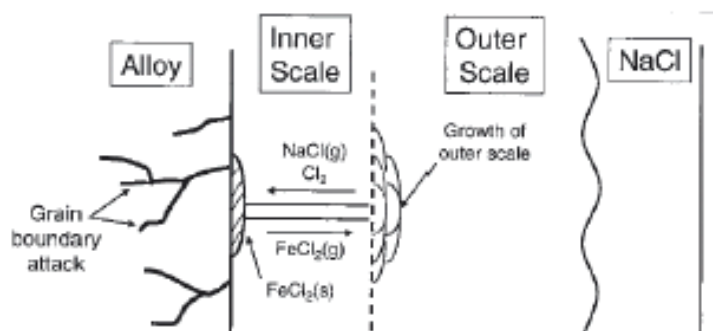
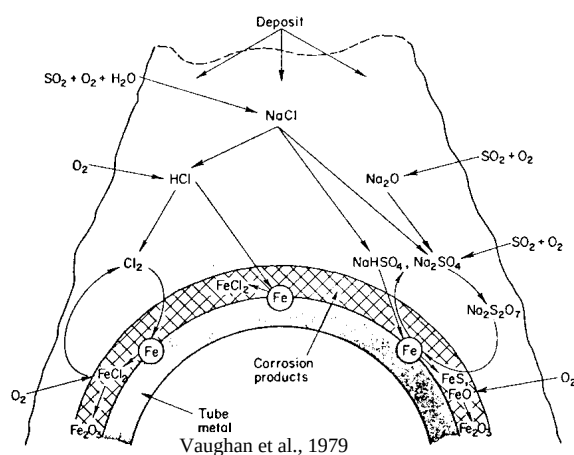
ANDRITZ
Pulp & Paper

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Tulistinkorroosio



Me = Na, K



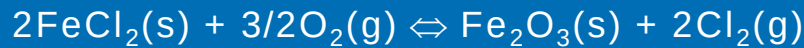
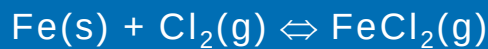
14

Recovery and Power Division / Konemestaripäivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

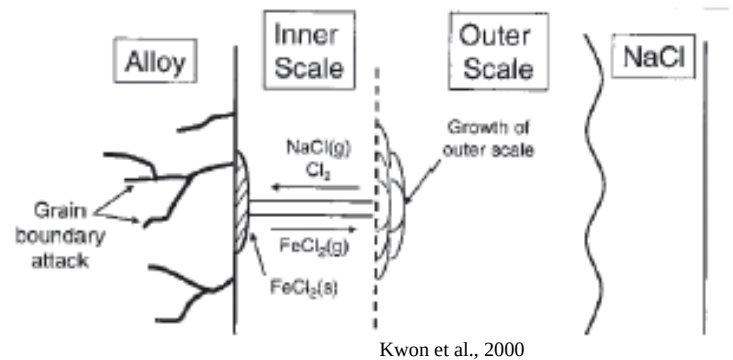
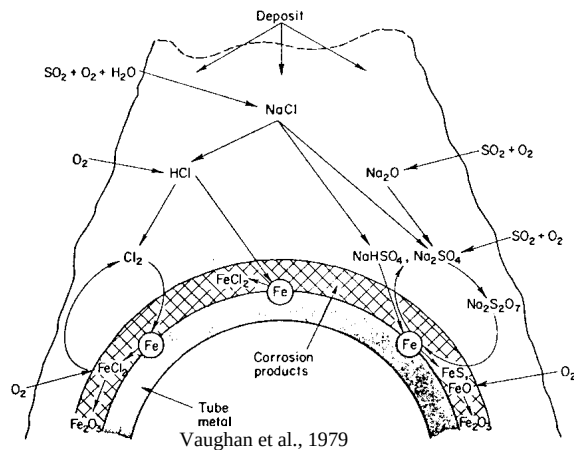
ANDRITZ
Pulp & Paper

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Tulistinkorroosio



Me = Na, K



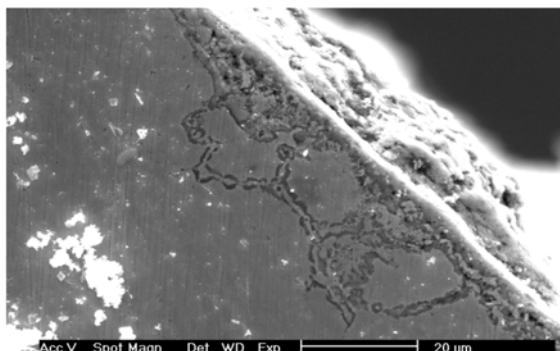
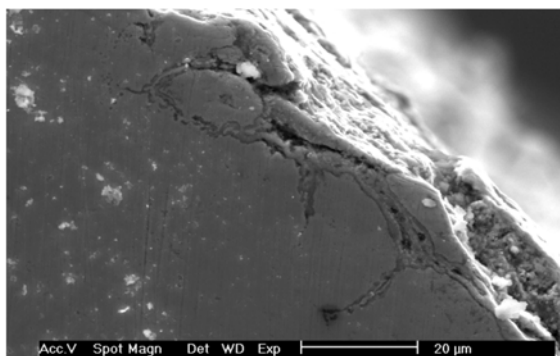
15

Recovery and Power Division / Konemestaripäivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

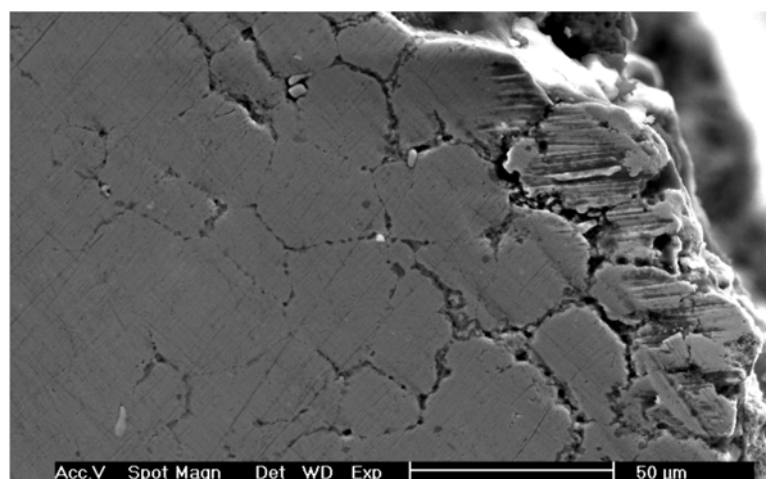
ANDRITZ
Pulp & Paper

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Tulistinkorroosio



- Kloorin synnyttämää raerajakorroosiota (aktiivinen hapettuminen)



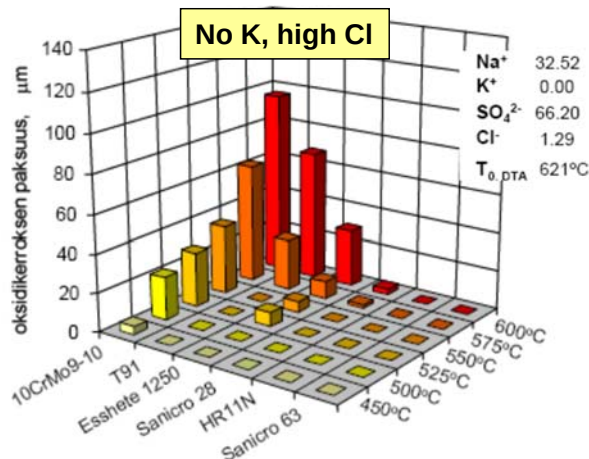
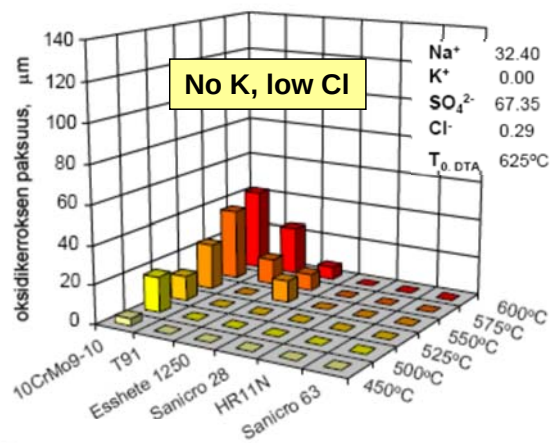
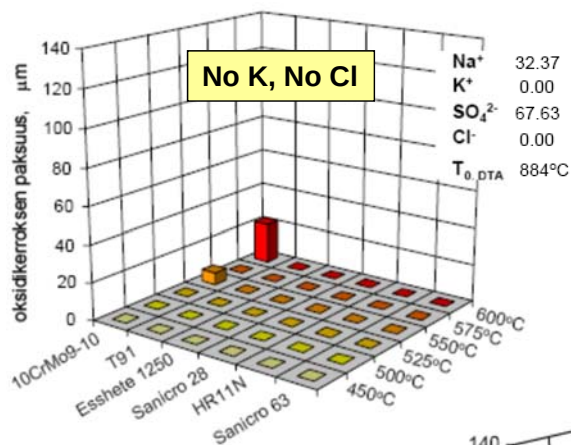
16

Recovery and Power Division / Konemestaripäivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

ANDRITZ
Pulp & Paper

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Tulistinkorroosio



Source: SKYREC Project, SKY ry

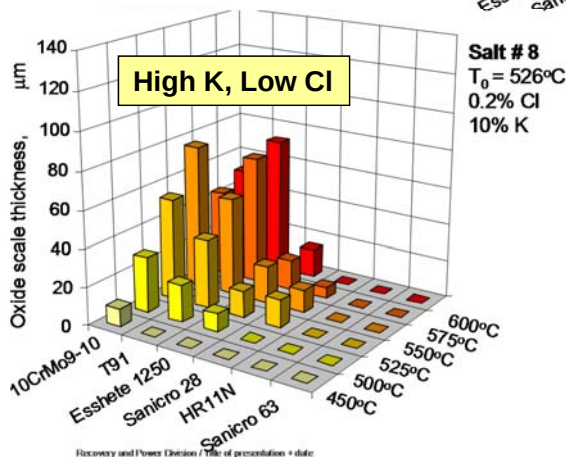
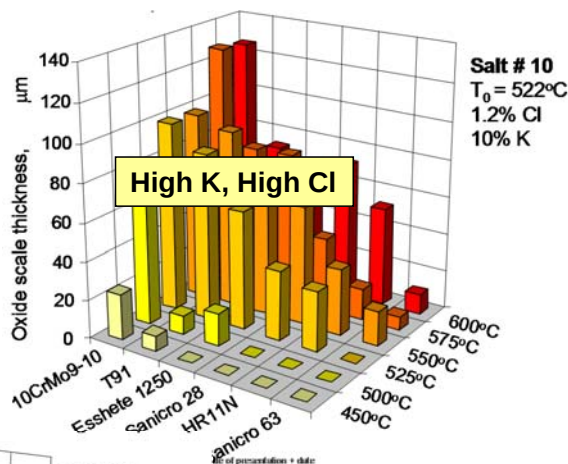
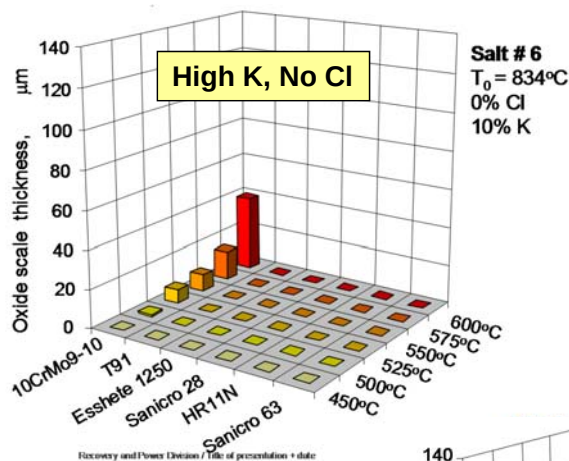
ANDRITZ
Pulp & Paper

17

Recovery and Power Division / Konemestaripäivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Tulistinkorroosio



Source: SKYREC Project, SKY ry

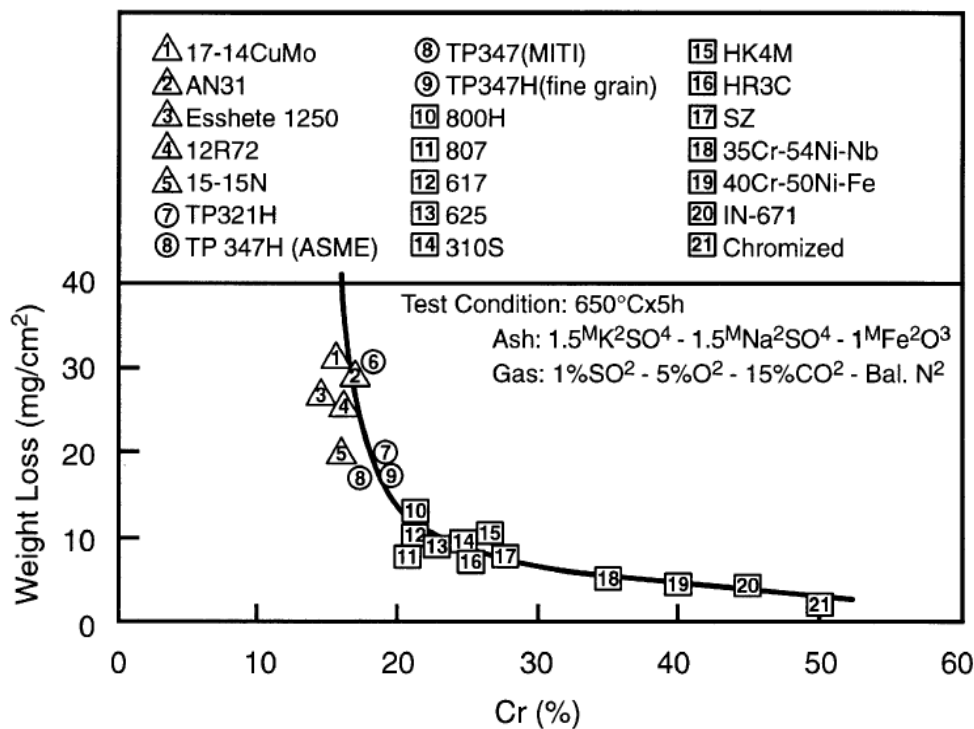
ANDRITZ
Pulp & Paper

18

Recovery and Power Division / Konemestaripäivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Tulistinkorroosio



Source: T. Ikeshima, 1983

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Tulistinkorroosio

- Mustalipeän (lentotuhkan) K-pitoisuus määrittelee materiaalin maksimilämpötilan ja siten myös maksimi höyryn lämpötilan
- Mustalipeän (lentotuhkan) Cl-pitoisuus määrittelee käytettävän kirkkaan materiaalin määrän tulistimissa
- Kun FMT (T_0) ylittyy, kaikkien materiaalien korroosionopeus kasvaa huomattavasti ja on vaikeasti ennustettavissa
- Austeniittisten materiaalien korroosio soodakattilan tulistimissa on erittäin harvinaista



Austeniittinen teräs

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Korroosiotyypit

Tulistimet:

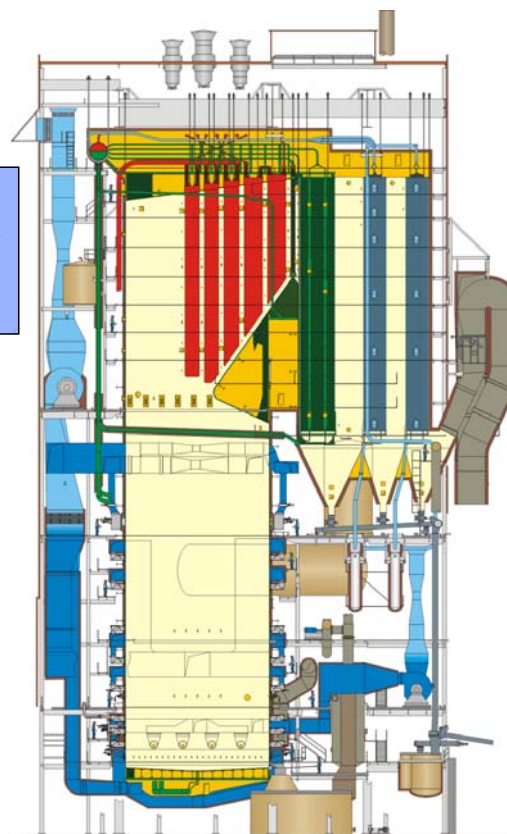
- Korkeanlämpötilan hapettuminen
- Sulafaasikorroosio
- Aktiivinen hapettuminen
- Sulfidoituminen

Tulipesän seinät:

- Sulfidoituminen
- Sulan aiheuttama korroosio

Pohja:

- Sulfidoituminen
- Sulan aiheuttama korroosio



Keittopinta:

- Aktiivinen hapettuminen
- Happamat sulfaattit

EKOt:

- Happamat sulfaattit

Savukaasun jäähdyttimet:

- Happamat sulfaattit
- Happokastepiste

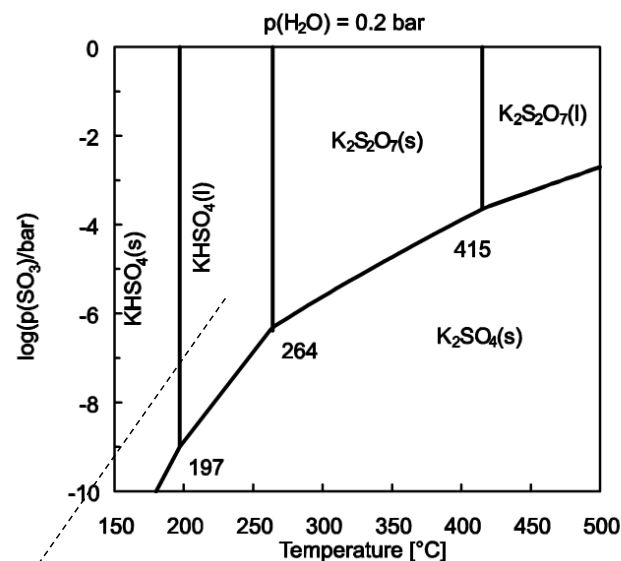
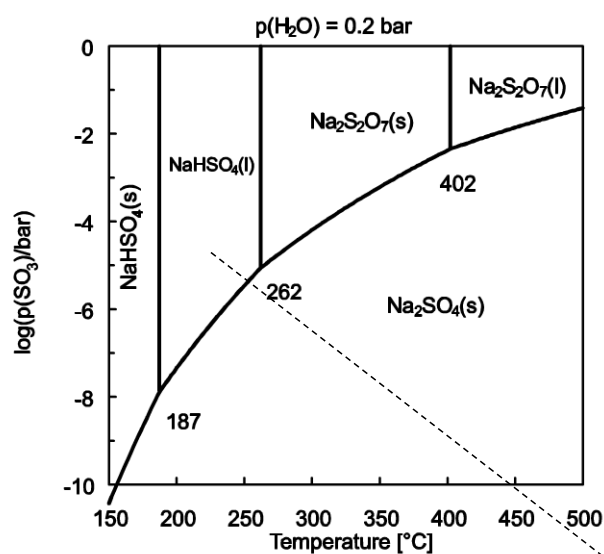
ANDRITZ
Pulp & Paper

21

Recovery and Power Division / Konemestari päivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Korroosio keittopinnalla ja ekoissa



AA/PCG/CMC/RB/2001

Near mud-drum
corrosion

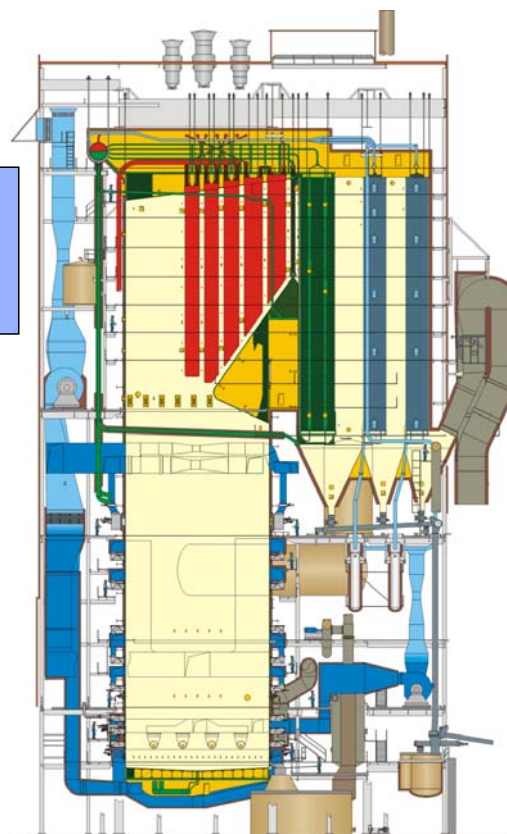
ANDRITZ
Pulp & Paper

22

Recovery and Power Division / Konemestari päivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Korroosiotyypit



Tulistimet:

- Korkeanlämpötilan hapettuminen
- Sulafaasikorroosio
- Aktiivinen hapettuminen
- Sulfidoituminen

Tulipesän seinät:

- Sulfidoituminen
- Sulan aiheuttama korroosio

Pohja:

- Sulfidoituminen
- Sulan aiheuttama korroosio

Keittopinta:

- Aktiivinen hapettuminen
- Happamat sulfaatit

EKOt:

- Happamat sulfaatit

Savukaasun jäähdyttimet:

- Happamat sulfaatit
- Happokastepiste

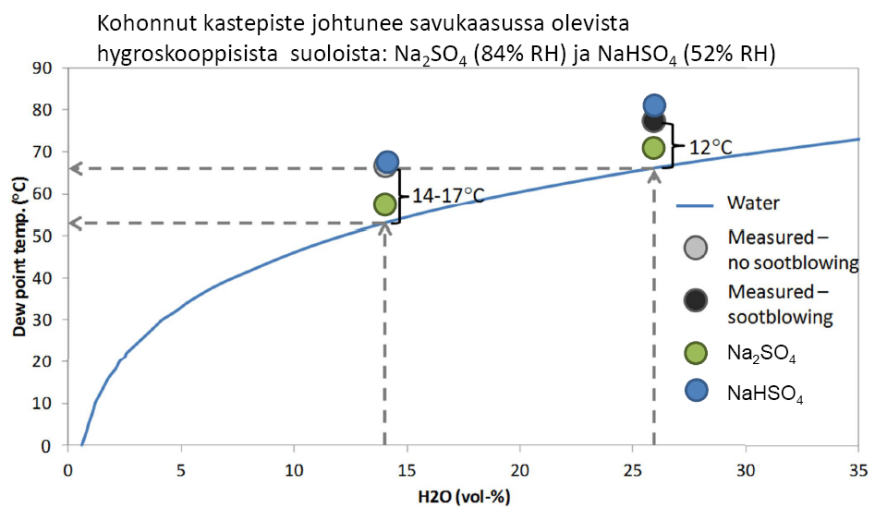
ANDRITZ
Pulp & Paper

23

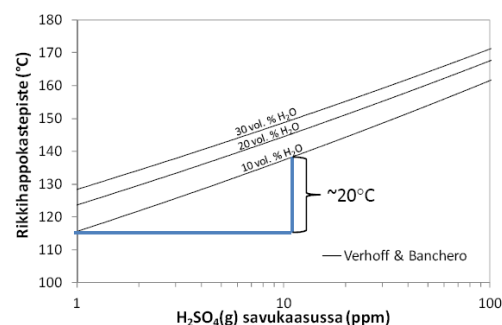
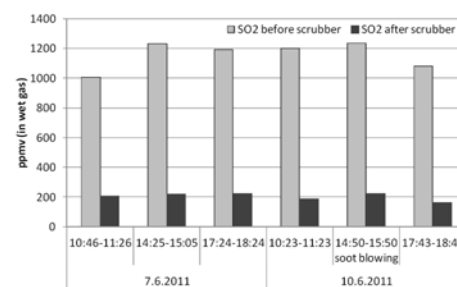
Recovery and Power Division / Konemestaripäivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Kastepistekorroosio



Heinola



ANDRITZ
Pulp & Paper

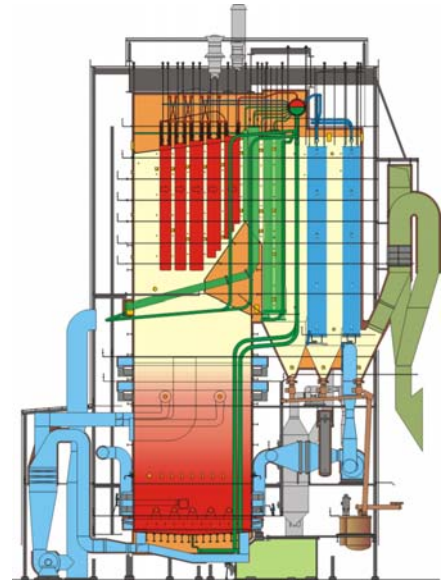
24

Recovery and Power Division / Konemestaripäivä 13.02.2014 Keijo Salmenoja

Korroosio soodakattilan lämpöpinnoilla

Yhteenveto

- Kehitystä on tapahtunut
 - Teorioissa (ÅA)
 - Käytännössä (uudet materiaalit)
- Soodakattilassa, etenkin tulistimissa nykyään vähän korroosioauriota
- SKY:ssä tehty tutkimus- ja kehitystoiminta vienyt asioita eteenpäin
- Korkea kuiva-aine on vähentänyt happamien suolojen aiheuttamia vaurioita
- Kattilatekniikan muutos vähentänyt keittopintaongelmia
 - 2-lieriö -> 1-lieriö (near mud-drum corrosion)



Legal Disclaimer

All data, information, statements, photographs, and graphic illustrations contained in this presentation are without any obligation to the publisher and raise no liabilities to ANDRITZ AG or any affiliated companies, nor shall the contents in this presentation form part of any sales contracts, which may be concluded between ANDRITZ GROUP companies and purchasers of equipment and/or systems referred to herein.

© ANDRITZ AG 2011. All rights reserved. No part of this copyrighted work may be reproduced, modified or distributed in any form or by any means, or stored in any database or retrieval system, without the prior written permission of ANDRITZ AG or its affiliates. Any such unauthorized use for any purpose is a violation of the relevant copyright laws.

ANDRITZ

Pulp & Paper

Recovery and Power Division

Any questions?

For further information
please contact:

ANDRITZ Oy – Finland
+358 20 450 5555

pulpandpaper.fi@andritz.com

www.andritz.com

We accept the challenge!

**MAAILMAN SUURIMMAN SOODAKATTILAN
POHJAN TYHJENNYS SUOLASULASTA**

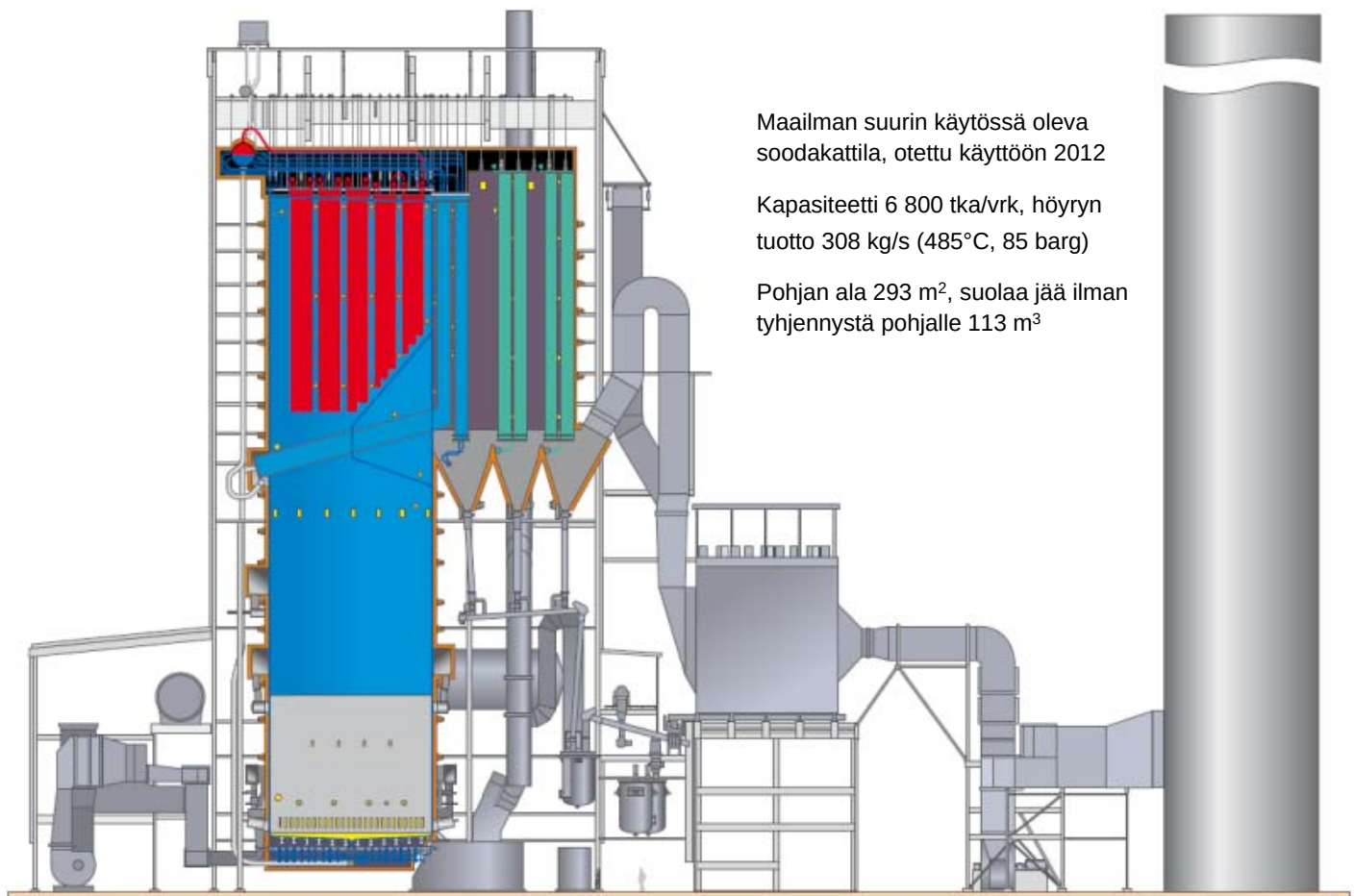
**Timo Karjunen
Varo Teollisuuspalvelut Oy**

Maailman suurimman soodakattilan pohjan tyhjennys

Timo Karjunen
Varo Oy



Eldorado Celulose e Papel, Brasilia

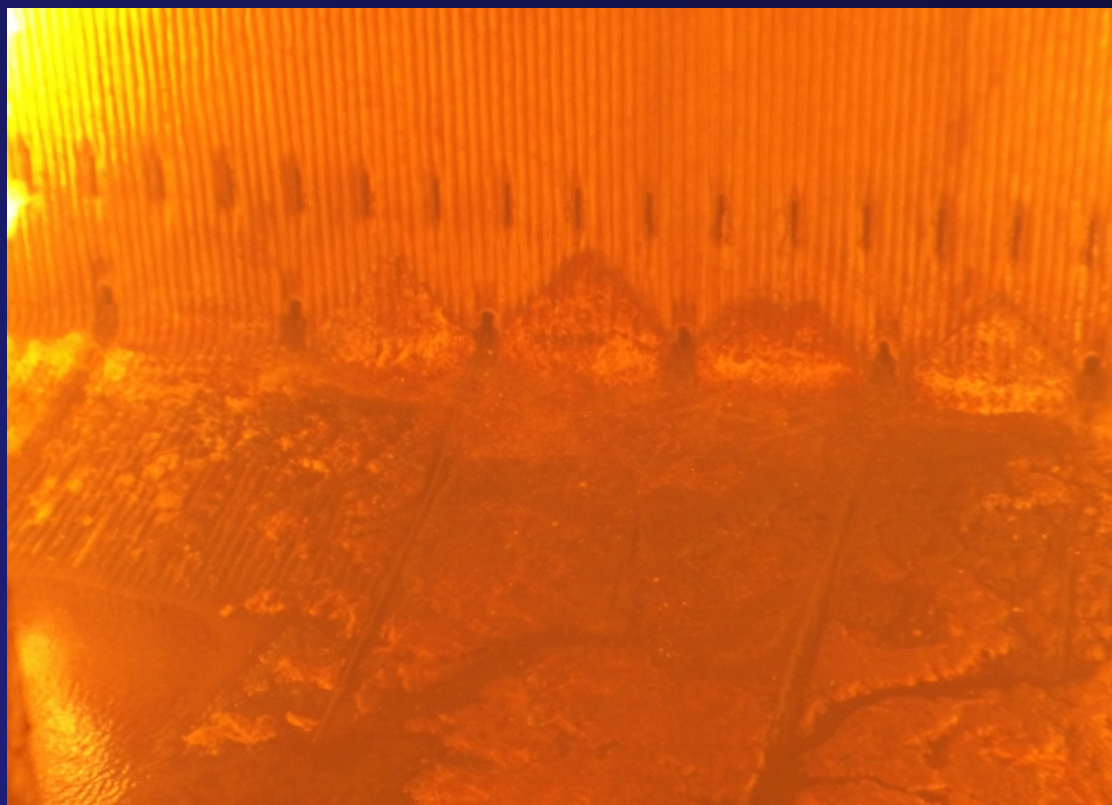


Pohjan tyhjennys Eldoradon kattilassa



- Sulakouruja 11 kpl, sulaejektorit käytössä kaikissa kouruissa
- Sulaejektorit paikoilleen klo 10.20...10.40, viimeinen pois n. klo 13.00
- Polttimet seis ja termoelementit paikoilleen klo 13.10

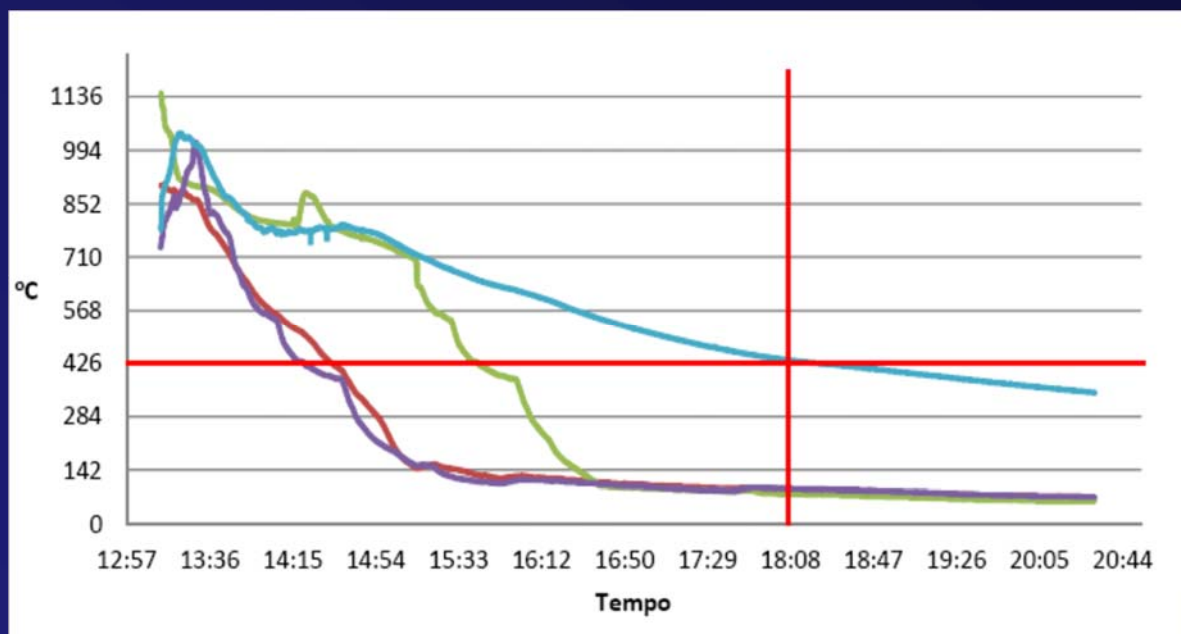
Pohja tyhjennyksen jälkeen



5

Varo Oy

Pohjan jäähtyminen tyhjennyksen jälkeen



Polttimet seis klo 13.10, suolapedin lämpötila alle 426°C klo 18.10

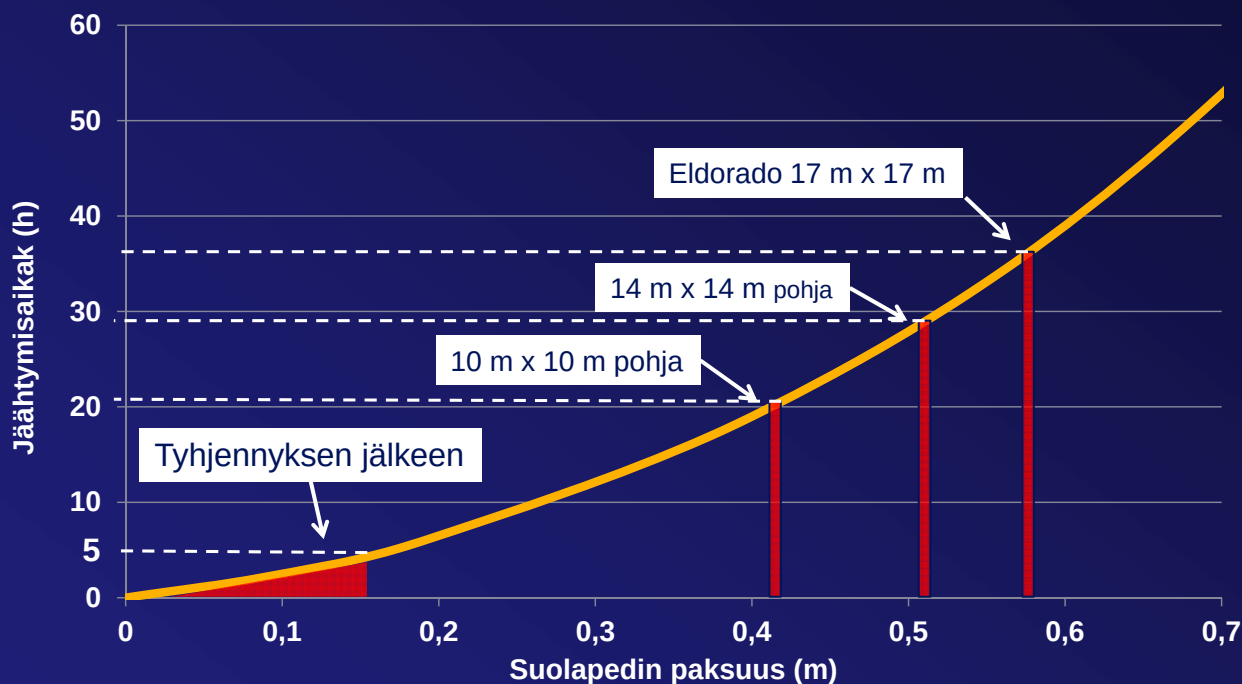
Varoaika 5 h (säästö varoajassa vähintään 35 tuntia)

6

Varo Oy

Pohjan jäähtyminen 500°C lämpötilaan

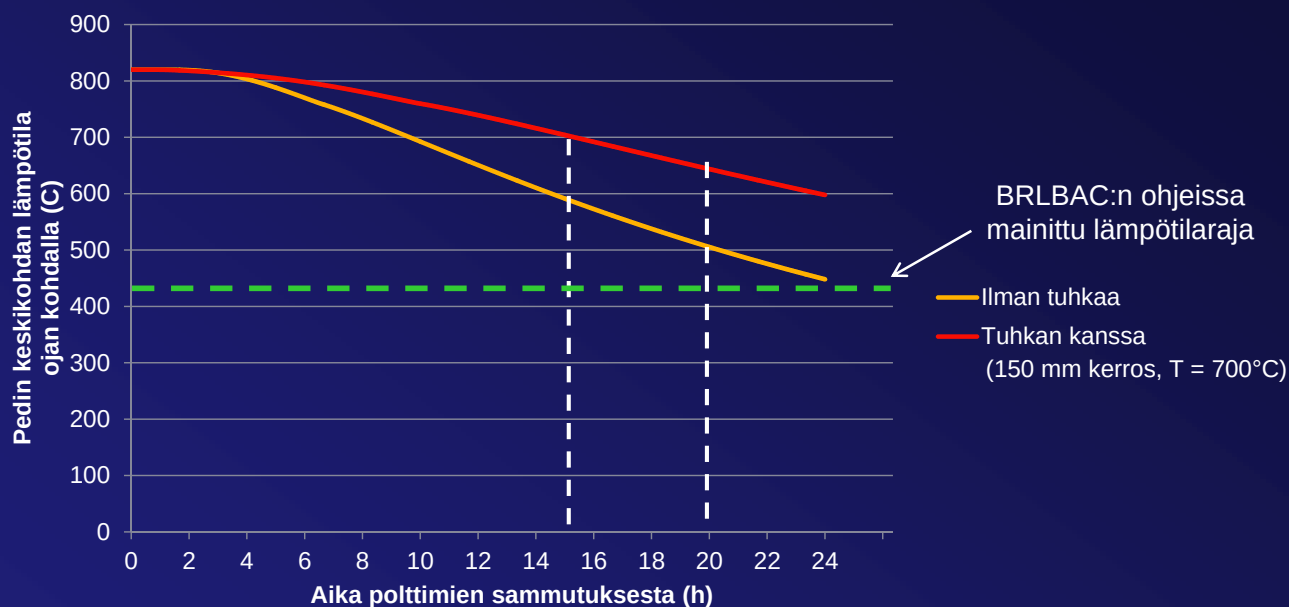
Muutosilmiöt soodakattilakeossa, T. Pentinsaari, LTKK, 2009



Varo Oy

7

Pohjan jäähtyminen, kun suolapedin paksuus on 450 mm

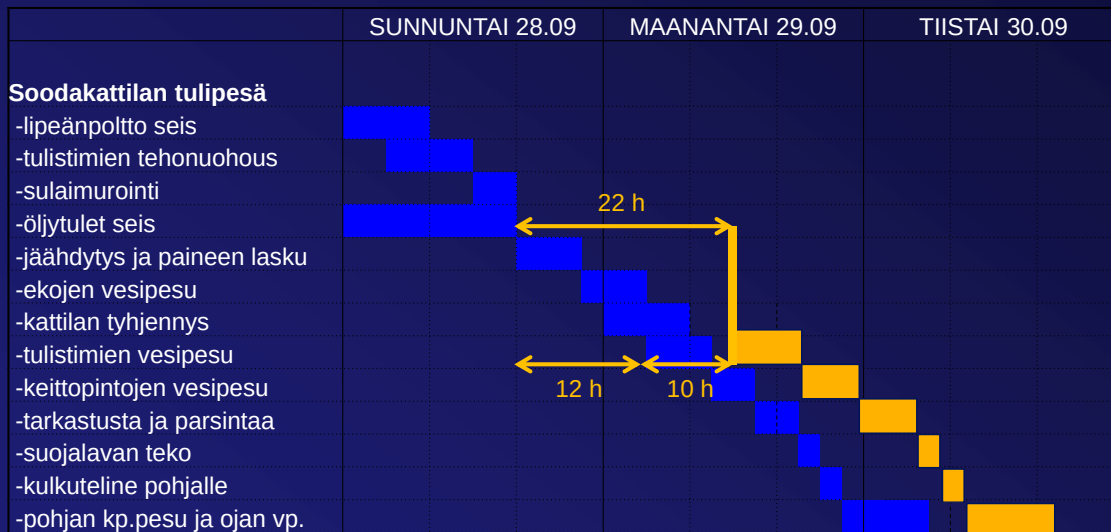


Andritzin käyttöohjeen mukainen jäähdytysaika kattilassa, jonka pohjalle jää suolaa vähintään 480 mm paksuinen peti

Varo Oy

8

Alasajon aikataulutus 2700 tka/vrk kattilassa



SKY:n selvityksen mukaan arvioitu pohjan jäähtymisaika ilman tyhjennystä 22 tuntia

Nyt jäähtymisaika 12 tuntia, joten säästö 10 tuntia

Aikataulu konservatiivinen, realistinen VAROaika 5 h, säästö 17 h

Varo Oy

9

Pesun aloituskriteerit

Sodahuskommittén Meddelande D1 (2012)

"Lämpötilaero pesuveden ja kattilaveden välillä saa olla korkeintaan 50°C"

- Esim. kun pesuveden lämpötila on 85...95°C on lämpötilaero tarpeeksi pieni kun lieriöpaine on 2...3 bar (yp) ($T_{\text{sat}} = 135...145^{\circ}\text{C}$)
- Käytäntönä on, että vesipesua ei aloiteta ennen kuin pohjaputkien lämpötila on alle 150°C jännityskorroosiosäröjen ehkäisemiseksi. Tähän lämpötilaan päästään laskemalla kattilan paine lähelle 0 bar (yp) ja pumppaamalla kattilaan riittävästi syöttövedtä.
- Kun kattilan paine lasketaan maksiminopeutta (60°C/h), voidaan kattilan paine laskea 85...110 barista (300...320°C) 0 bariin (yp) alle neljässä tunnissa (paineen muutosnopeus on sama kuin käynnistyksessä).

Varo Oy

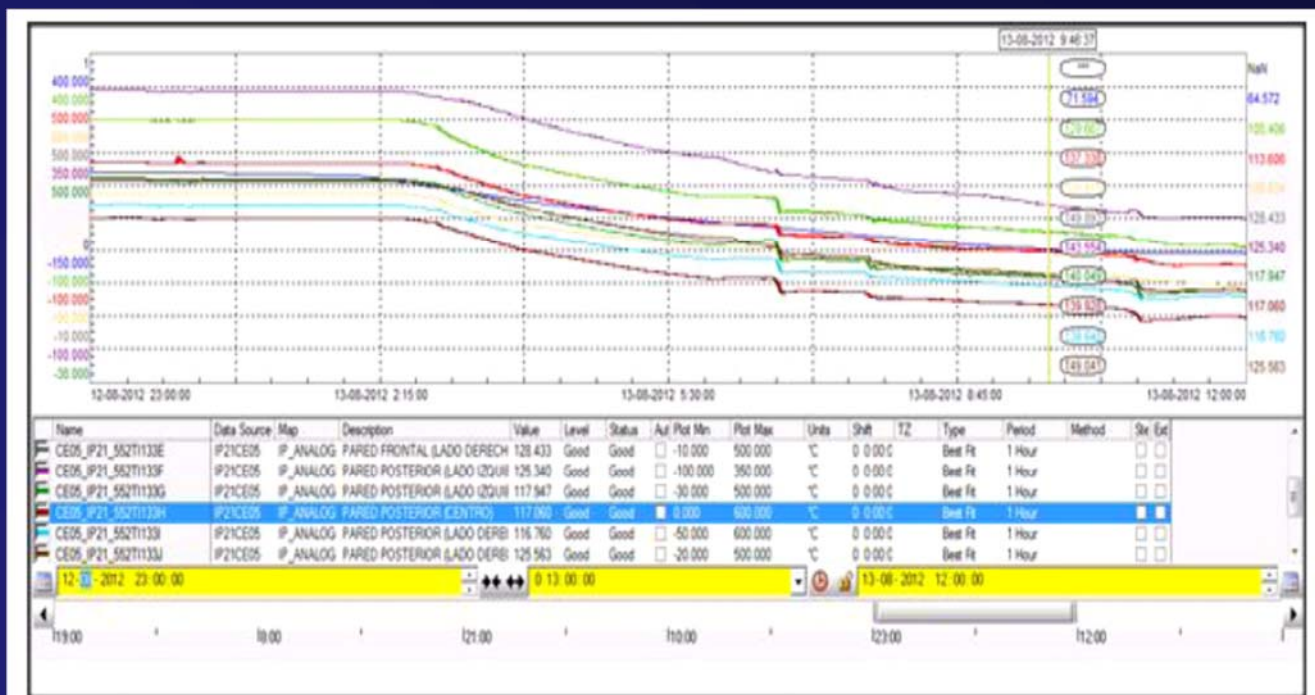
10

Nueva Aldean soodakattilan (5100 tka/vrk) pohja tyhjennyksen jälkeen



Varo Oy

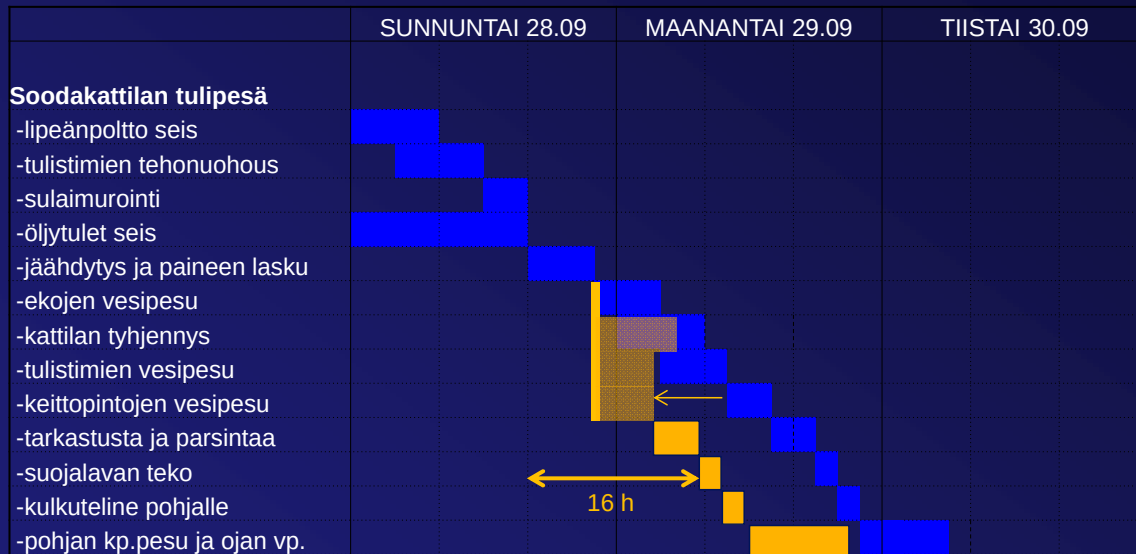
Pohjaputkien jäähtyminen tyhjennyksen jälkeen



Pohjaputkien lämpötila alle 150°C 7,5 tunnissa

Varo Oy

Alasajon aikataulutus 2700 tka/vrk kattilassa



Useaa nuohointa käyttämällä ekot, peittopinta ja tulistimet voidaan pestä yhtä aikaa

Säästö pesuajassa 12 tuntia (suojaalavan teko 16 h polttimien sammutuksen jälkeen)

Säästö varo- ja pesuajassa yhteensä 22 tuntia (ilman pohjan pesuakin)

Esimerkki saavutettavissa olevista säästöistä

Ilman tyhjennystä

- Jäähdytysaika 24 h (käyttöohje)...29 h (arvioitu SKY:n selvityksen perusteella)
- Nuohoinpesun kesto: ekot ja keittopinta 6 h, tulistimet 9 h, yhteensä 15 h
- Jäähdytys ja pesut yhteensä 33...38 tuntia (tulistimien pesu varoajan jälkeen)

Alasajo pohjan tyhjennyksen kanssa, tehostettu pesu

- Varo aika 6 tuntia (varmistetaan pedin ja pohjaputkien lämpötilamittauksilla)
- Tulistimien pesu 9 h, ekot ja keittopinta pestään samaan aikaan
- Jäähdytys, paineen lasku ja pesut yhteensä 15 tuntia
- Aikaa säästyy 18...23 tuntia

Tehtaalla, jonka vuosituotanto on 670 000 ts/a, on tuotannon lisäyksen arvo on noin 780 000 – 1 000 000 €, kun tehtaan seisokin pituus määräytyy soodakattilan huoltotöiden mukaan

Pesujen toteutus Etelä-Amerikan tehtailla

Pohjan tyhjennys on useimmilla Etelä-Amerikan tehtailla osa normaalia alasajorutiinia myös seisokeissa, joissa pohjaa ei tarkasteta.

Etelä-Amerikan kattiloilla ei pohjien pesussa yleensä käytetä KP-pesureita, koska tyhjennyksen jälkeen pohja voidaan pestä riittävän tehokkaasti yksin primääri-ilma- ja poltinaukkoihin asennettavilla pesusuuttimilla, joihin vesi pumpataan liuotinaltaasta. Pesuveden poistossa tulipesän pohjalta käytetään imureita.

Selvitettävänä ovat mahdollisuudet nopeuttaa ekojen, keittopinnan ja tulistimien pesuja edelleen. Useamman nuohoimen käyttö yhtä aikaa saattaa vaatia muutoksia

- kattilan lukitusjärjestelmässä
- pesuveden pumppauksessa
- pesuvesijärjestelmän putkistossa
- pesuveden keruussa, kierrätyksessä ja viemäroinnissä
- nuohointen sähkönsyötössä

Järjestelmissä on tehdaskohtaisia eroja, joten myös muutokset on suunniteltava tehdaskohtaisesti.

Varo Oy

Johtopäätökset

1. Kokemukset Brazilian ja Chilen soodakattiloiden alasajoista osoittavat, että suurenkin soodakattilan pohja voidaan tyhjentää sulaejektoreilla niin, että pohjalla jäävän suolan lämpötila laskee alle 430°C viidessä tunnissa polttimien sammutuksesta.
2. Pohjan tyhjennys mahdollistaa tulistimien vesipesun aloituksen 5...7 h kuluttua polttimien sammutuksesta, kun pohjaputkien lämpötila on laskettu alle 150°C. Myös ekot ja keittopinta voidaan pestä samaan aikaan, jos nuohoimia on käytettävissä useita, pesuvettä riittää ja pesuveden keruu toimii.
3. Kun soodakattilan huoltotyöt määrittävät tehtaan seisokin pituuden, voidaan em. toimilla lyhentää koko tehtaan seisokin kestoa alustavan arvion mukaan n. 20 h.
4. Käyttöohjeissa annetut jäähtymisajat eivät ainakaan kaikissa kattiloissa ole määritetty niin, että pedin lämpötila ehtisi varmasti laskea alle 500°C ennen tulistinpesujen aloitusta, vaan pedin lämpötila voi olla pesun alkaessa jopa yli 600...700°C, jos pohjaa ei tyhjennetä ja varoaika valitaan käyttöohjeen mukaan.

Varo Oy

RUOTSIN JA NORJAN SOODAKATTILAVAURIOT 2013

Sven Lahti
SBL Engineering

Konemestaripäivä 2014

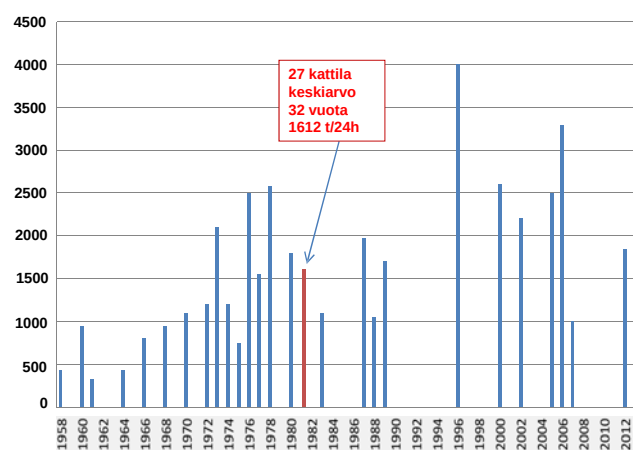
Ruotsin (ja Norjan) Soodakattilavauriot - 2014



Sven B Lahti
SBL Engineering AB
2014-02-13

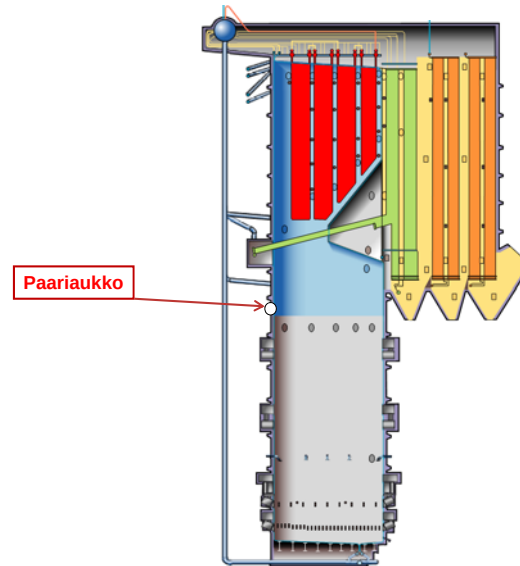
SBL
Engineering

Ruotsin (ja Norjan) kattilat



SBL
Engineering

Seinäputken vaurio



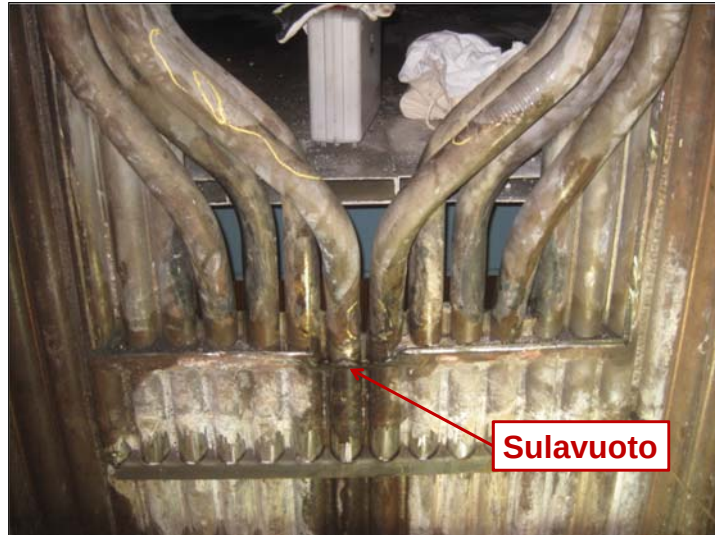
SBL
Engineering

Seinäputken vaurio - Paariaukko



SBL
Engineering

Seinäputken vaurio



SBL
Engineering

Seinäputken vaurio



SBL
Engineering

Seinäputken vaurio



SBL
Engineering

Seinäputken vaurio



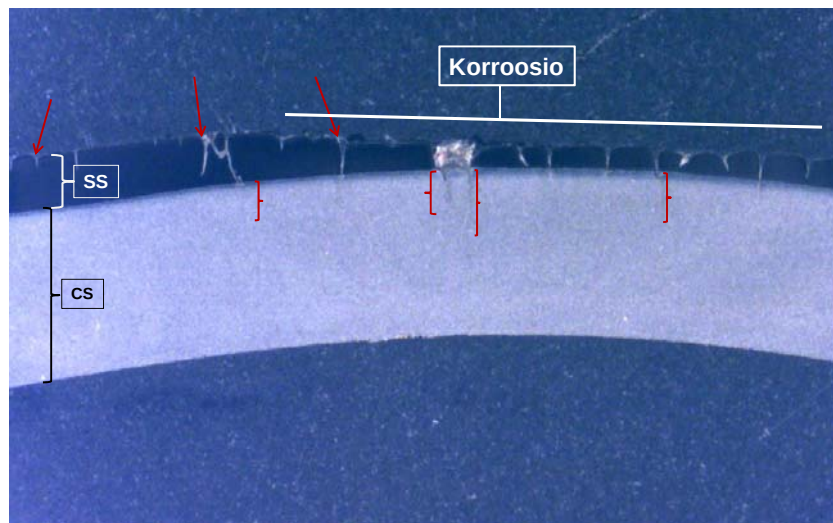
SBL
Engineering

Seinäputken vaurio



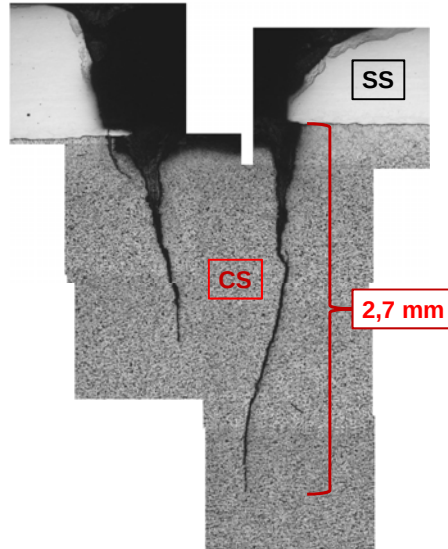
SBL
Engineering

Seinäputken vaurio



SBL
Engineering

Seinäputken vaurio



SBL
Engineering

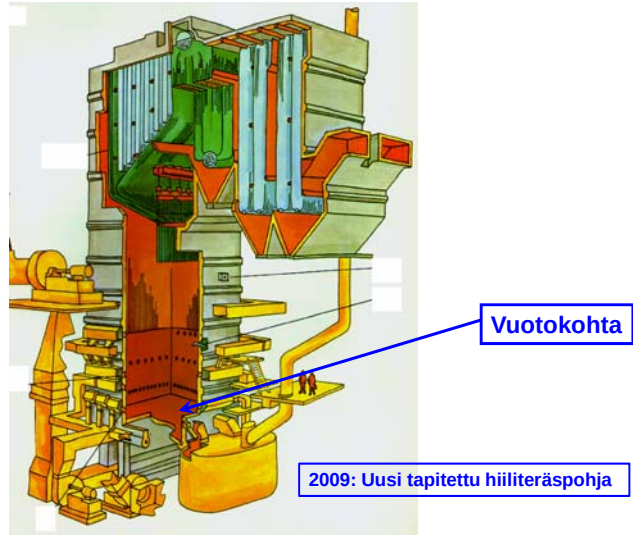
Seinäputken vaurio

Syy:

Terminen väsymys sulavuotosta

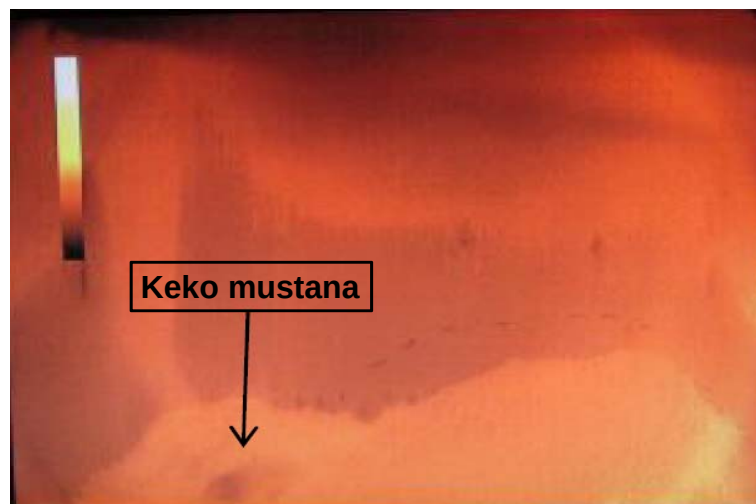
SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys



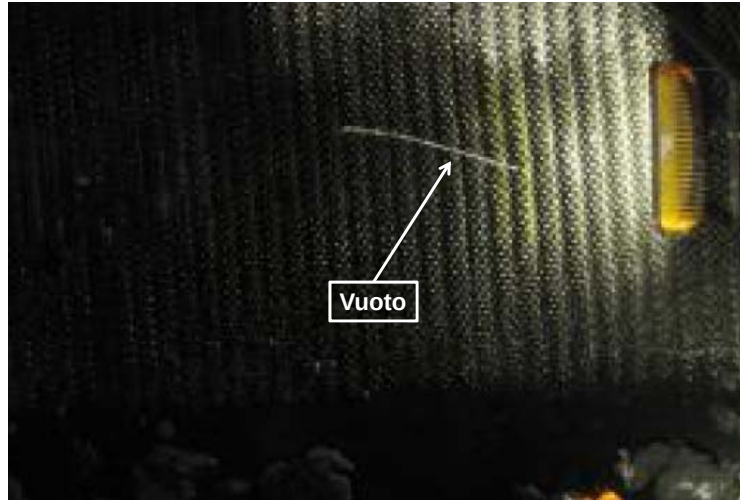
SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys



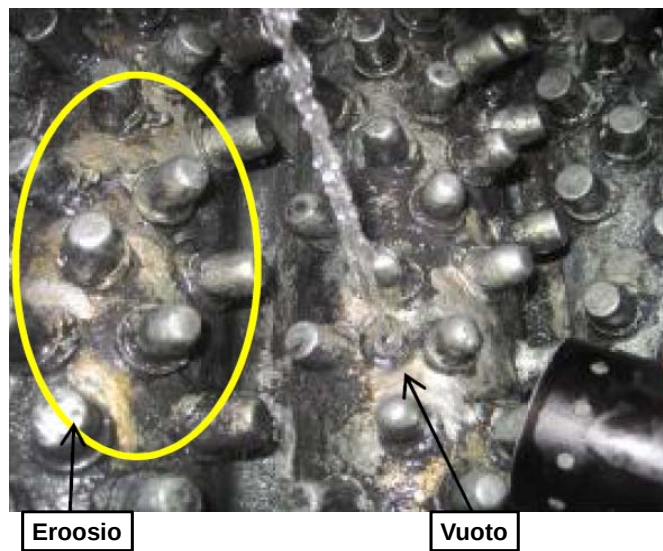
SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys



SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys



SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys



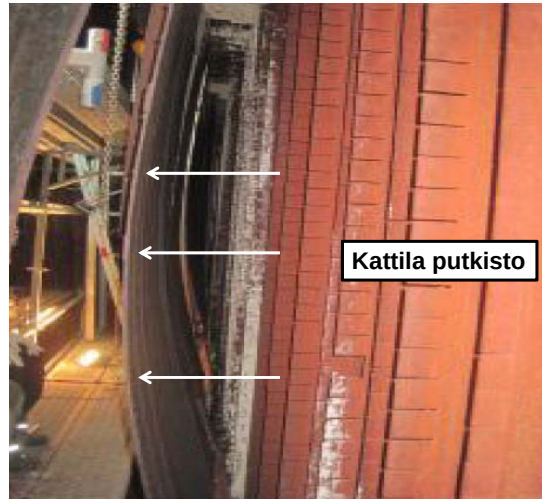
SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys



SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys



SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys



SBL
Engineering

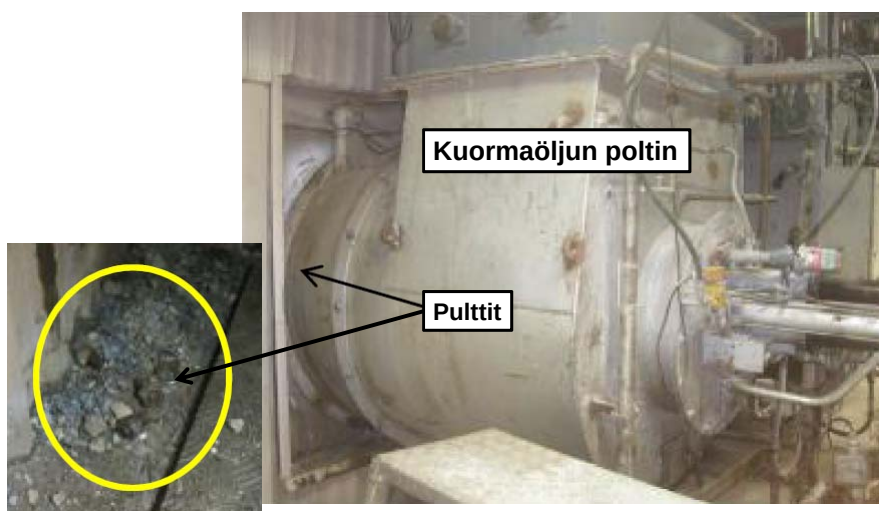
Sula-vesi räjähtys



Kattilaputkien katto

SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys



Kuormaöljün poltin

Pulttit

SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys - tutkimus



SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys



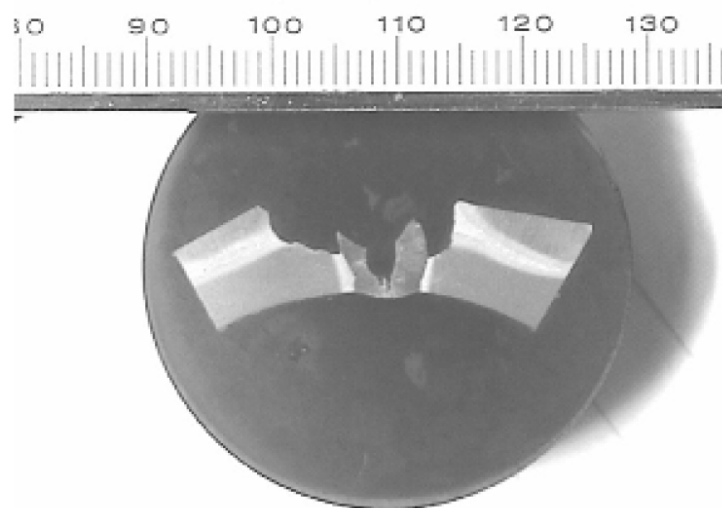
SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys



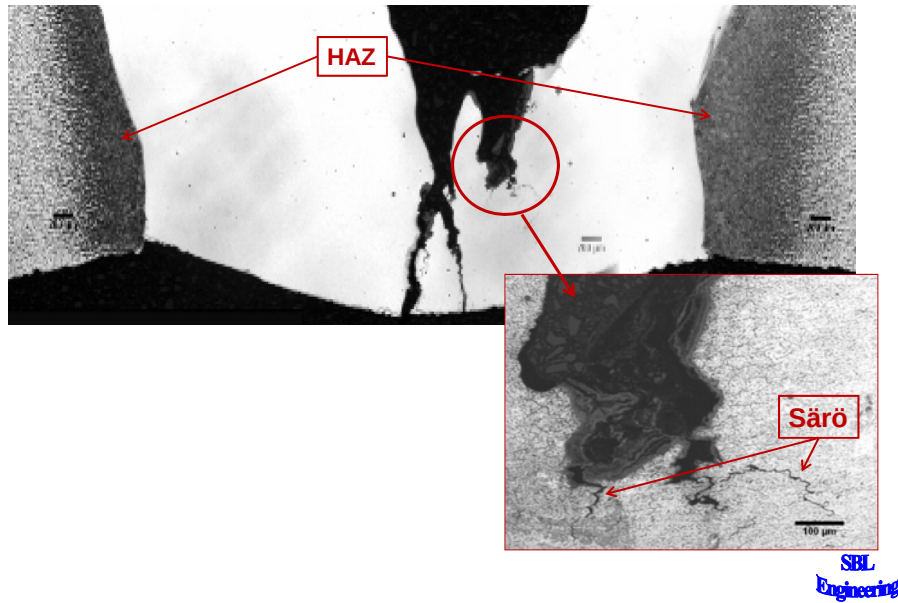
SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys

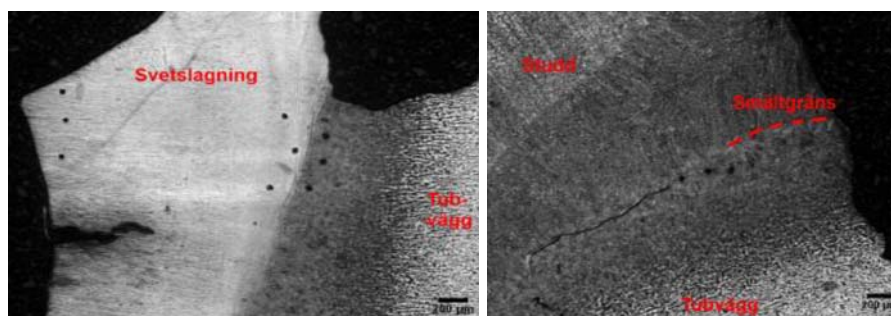


SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys



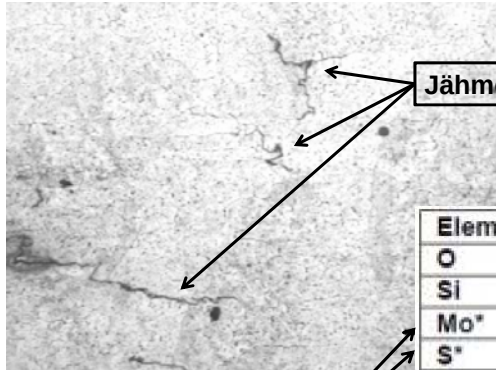
Sula-vesi räjähtys - kovuus



Svetsgods	Hårdhet (HV0,3)
Svetsgods nära centrum	506
Svetsgods nära smältgräns	469
Grovkorning HAZ	
Svetsgods/Tubvägg	415
Studding/Tubvägg	334
Grundmaterial	
Tubvägg	184
Studding	139

SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys – hitsin analyysi



Jähmettys säröjä hitsissä

Element	Travers 1
O	<
Si	4.3
Mo*	6.5
S*	0.5
Cr	7.3
Mn	0.6
Fe	75.1
Ni	5.8

SBL
Engineering

Sula-vesi räjähtys

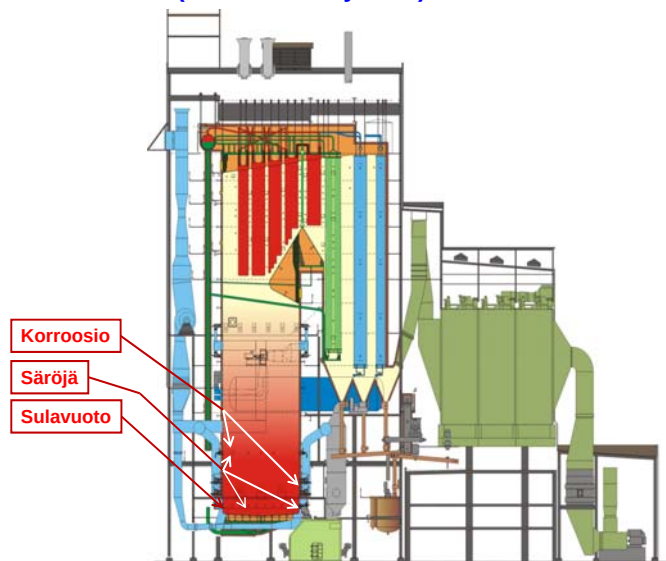
Syy:

Voj, voj!?!?!

Musta putki korjattu kirkkala puikolla

SBL
Engineering

Uusi kattila (4 kuukautta käynnissä)



SBL
Engineering

Uusi kattila – sulavuoto



SBL
Engineering

Uusi kattila - ulkopuoli



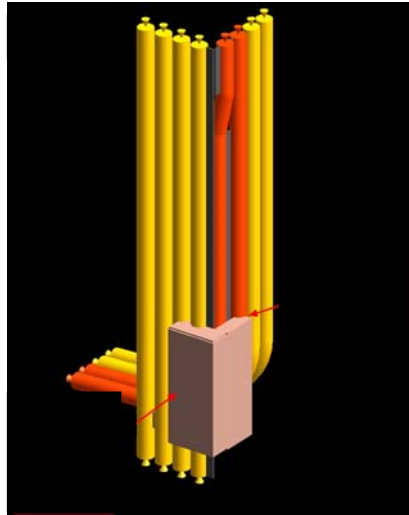
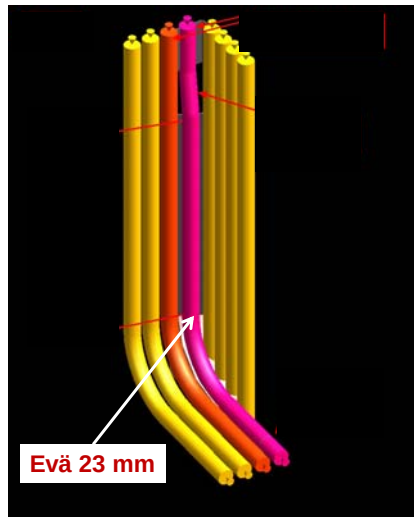
SBL
Engineering

Uusi kattila - hätäkorjaus



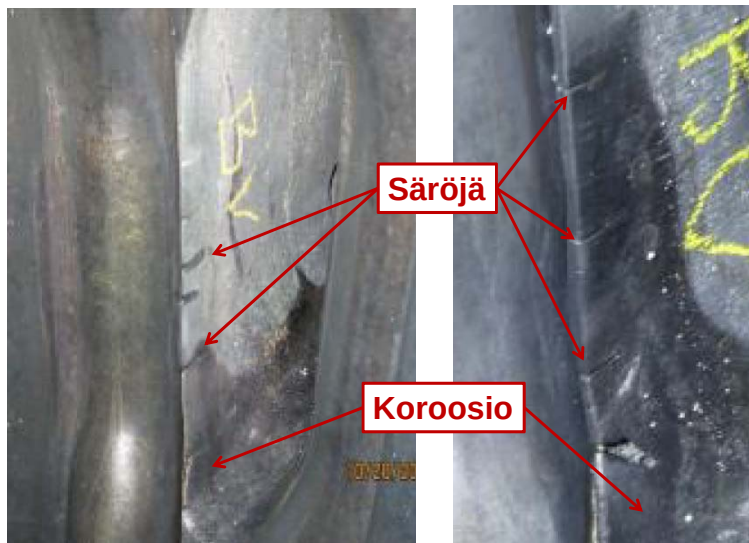
SBL
Engineering

Uusi kattila - sulavuoto - muutos



SBL
Engineering

Uusi kattila - Primääriilmanaukko (säröjä ja korroosio)



SBL
Engineering

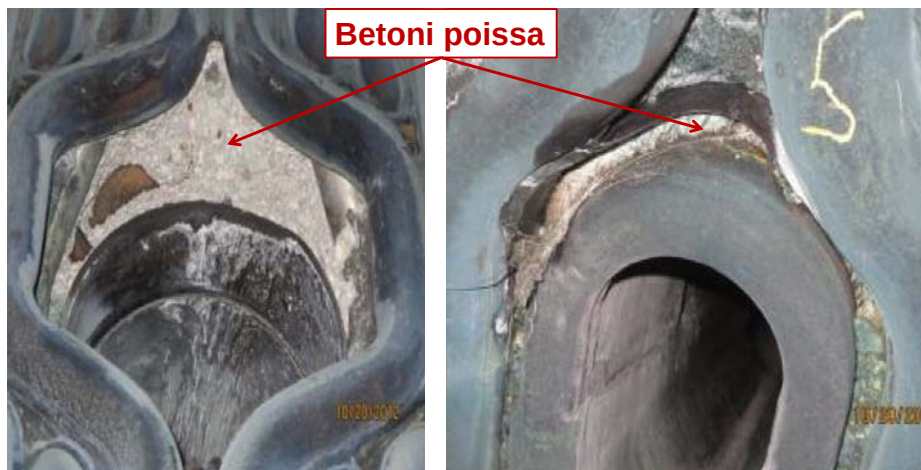
Uusi kattila - Sularänninaukko



Säröjä kaikissa aukkoissa

SBL
Engineering

Uusi kattila



SBL
Engineering

Uusi kattila



SBL
Engineering

Uusi kattila – tulipesän mieslukko



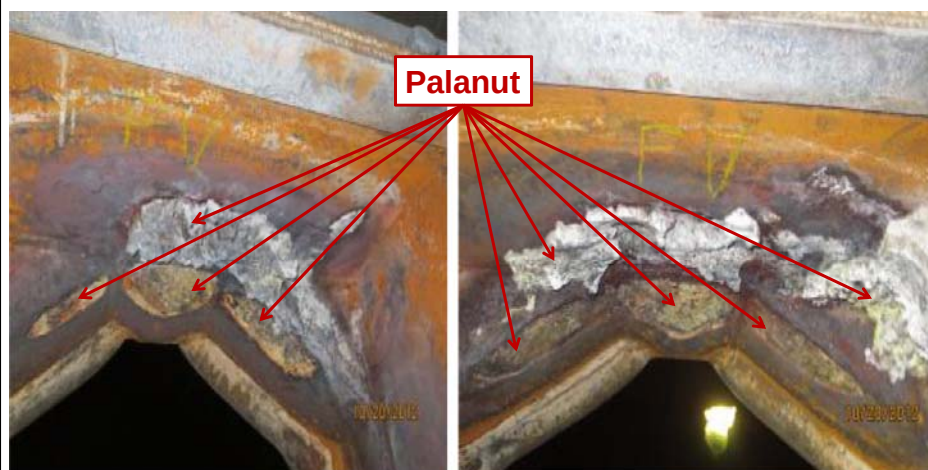
SBL
Engineering

Uusi kattila – mieslukkoon aukko



SBL
Engineering

Uusi kattila – Suojakaton aukko



SBL
Engineering

Uusi kattila - Ilmakanava



SBL
Engineering

Kiitos!

SBL
Engineering

**SUOMEN SOODAKATTILAVAURIOT 2013
JA PÄIVITETTY HAJUKAASUSUOSITUS**

**Markus Nieminen
Suomen Soodakattilayhdistys ry**

SKY 50 vuotta ja ICRC 2014 seminaari ma 9.6.2014 – to 12.6.2014 Tampere-talo



http://www.soodakattilayhdistys.fi/ICRC/ICRC_index.html

SKY 50v-historiikki

- Tekijänä Risto Valkeapää
 - Sähköposti: risto.valkeapaa@gmail.com
 - Puhelin: 0500-491013
- Aloittaa maaliskuussa 2014
- Haastatteluihin ja arkistomateriaaliin perustuva kovakantinen kirja valmis joulukuussa 2014
- Projektista kiinnostuneet voivat ottaa yhteyttä Ristoon

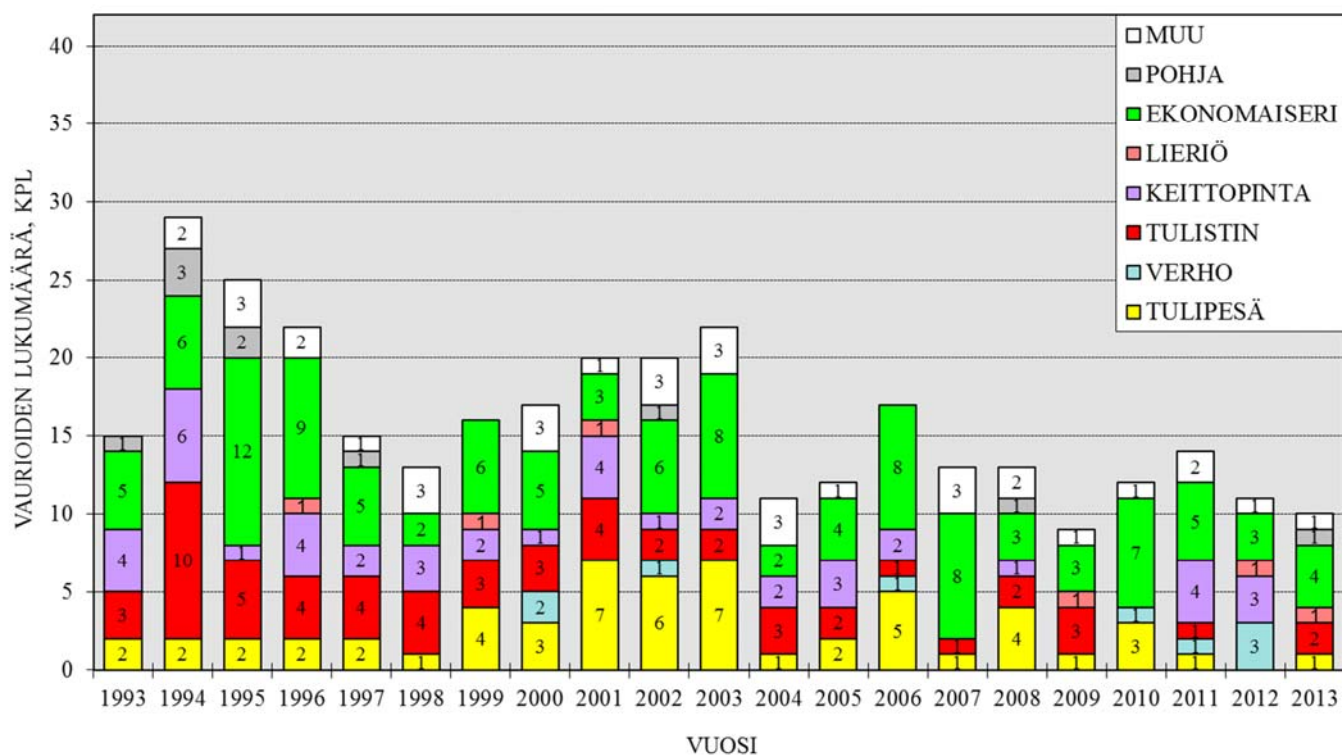


Opinnäytetyöpalkinto 2014

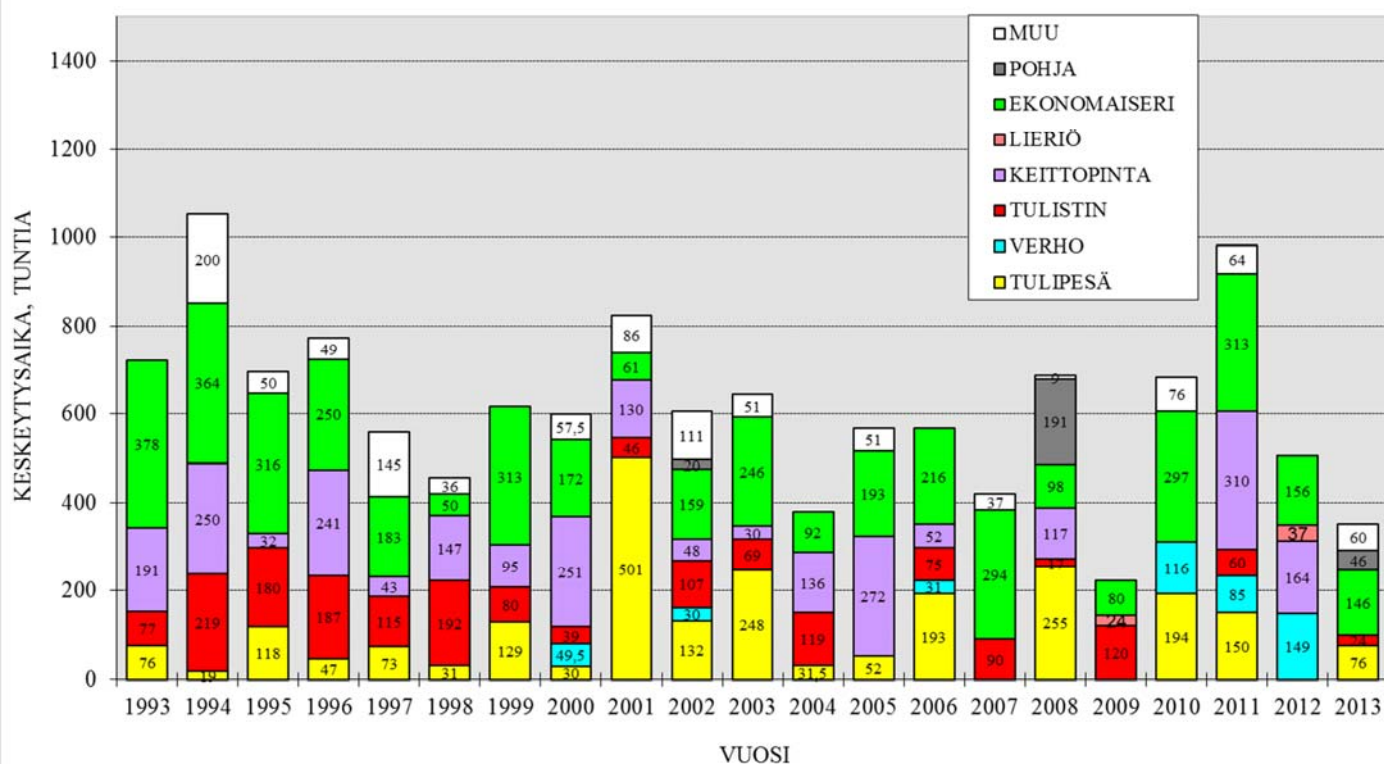
- Suomen Soodakattilayhdistys jakaa vuosittain palkinnon parhaasta opinnäytetyöstä Soodakattilapäivillä:
 - Palkinnon arvo on 2.000 €.
 - Palkintoa voi hakea Suomessa korkeakoulussa tai yliopistossa tutkintonsa suorittavat opiskelijat, joiden opinnäytetyö liittyy sulfaattisellutehtaan kemikaalien talteenottoon.
- Opinnäytetyön tulee olla valmistunut 1. kesäkuuta 2013 ja 31. toukokuuta 2014 välisenä aikana.
 - <http://www.soodakattilayhdistys.fi/Opinnaytetyopalkinto.html>
 - Saa vinkata mahdollisille hakijoille

Vaurioyhteenvedo 1993-2013

VAURIOIDEN LUKUMÄÄRÄ VAURIOITYYPEITTÄIN VUONNA 1993-2013



KESKEYTYSAIKA 1993-2013



HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUS rev. B

Historia

- Alkuperäinen julkaistu 30.5.2002
- Revisio A julkaistu 16.12.2005
- Revisio B julkaistu 29.10.2013
- Tavoitteena oli päivittää suositus viime vuosina toteutettujen sellutehdasprojektien kokemusten perusteella
- Päivitystyö aloitettiin loppuvuonna 2010 ja saatiin päätökseen syksyllä 2013.

Työryhmä

- Marja Heinola ja Risto Honkanen, Andritz Oy
- Kari Haaga ja Tuomo Hilli, Valmet Power Oy
- Ismo Tapalinen, UPM-Kymmene Oyj, Kaukas
- Lauri Mattila, UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaari
- Raine Rantanen, UPM-Kymmene Oyj, Kymi
- Esa Vakkilainen, Lappeenrannan teknillinen yliopisto
- Markus Nieminen, Pöyry Finland Oy, siht.

Suosituksen laajuus pysynyt ennallaan

- Hajukaasujen polttosuositus sisältää perustietoutta, mitä tulee ottaa huomioon hajukaasujen poltossa soodakattilalla.
- Yksityiskohtaiseen keräilyyn sekä niihin liittyviin laitteisiin asioihin polttosuositus ei ota kantaa.
- Suositus ei yritä yhtenäistää hajukaasujärjestelmien rakennetta eikä pakottaa samanlaisiin laitteisiin tai prosessiratkaisuihin.
- Ei kantaa koulutukseen
- Ei kantaa huoltoon ja kunnossapitoon

Uusia asioita

- Tarkennettu kirjoitusasu ja lisätty kuvia jotta selkeys paranisi
- Päivitetty laimeiden / väkevien hajukaasujen sekä liuottimen hönkien polttoehtoja sekä lisätty kuvaus ehdon tarkoituksesta
- Väkevien hajukaasujen poltin ja tukiliekkin tarve
- Päivitetty metanolin/tärpätin polttoehtoja
- Lisätty selostukset viimeaikaisista hajukaasuräjähdyksistä

Laimeiden hajukaasujen syöttö

- Laimeiden hajukaasujen syöttö kattilaan voidaan aloittaa kun kattilan höyrykuorma / syöttövesivirtaus on yli 15% kattilan nimelliskuormasta. (ei vaadi lipeäkuormaa)
 - Kuitenkin tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti laitetoimittajan kanssa
- Lisäksi muut ehdot tulee täyttyä mm. paine ja virtaus kanavistossa riittävä
- Ennen syötön aloittamista hajukaasujärjestelmä tulisi olla käytössä riittävän pitkään (esim. yli 1 tunti)
- Jos mahdollista, keräily tulisi olla päällä seisokin aikana.

Liuottajan hönkien syöttö

- Liuottajan hönkien syöttö kattilaan voidaan aloittaa kun kattilan höyrykuorma / syöttövesivirtaus on yli 5% kattilan nimelliskuormasta.
 - Kuitenkin tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti laitetoimittajan kanssa
- Lisäksi muut ehdot tulee täyttyä mm. paine ja virtaus kanavistossa riittävä

Väkevien hajukaasujen syöttö

- Siirtoon käytetään ejektoria tai nesterengaskompressorina
- Väkevien hajukaasujen poltto vaatii, että tulipesässä on riittävä lämpötila ja viive-aika, jotta hajukaasut palaisivat hiilidioksidiksi, vesihöyryksi ja rikkidioksidiksi.
- Riittävä lämpötila saavutetaan, kun kattilan tuliteho suurempi kuin $0,7 \text{ MW/m}^2$. (ei vaadi lipeäkuormaa)
 - MW/m^2 = höyrynkehitykseen saatu nettolämpö jaettuna tulipesän pohjaneliöillä
 - Tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti laitetoimittajan kanssa
- Lisäksi muut ehdot tulee täyttyä mm. tukiliekki päällä, polttoilman paine ja virtaus riittävä.

Väkevien hajukaasujen poltin ja tukiliekin tarve

- Väkevät hajukaasut voidaan polttaa ainoastaan asianmukaisella ja tarkoitukseen soveltuvalla erillispolttimella.
 - Poltin tulee varustaa erillisellä ilmarekisterillä ja erillisellä lanssilla tuki/pilottipolttoaineelle, joka voi olla esimerkiksi öljy, kaasu, metanoli, tärpätti, pikiöljy
 - Polttimen ilmaksi ei suositella laimeita hajukaasuja kaasujen kosteuden ja epäpuhtauksien takia (aikaisemmin sallittu)
- Pienillä kuormilla tukiliekin tarkoitus on varmistaa hajukaasujen syttyminen ja palaminen eikä liekin irtoamista tai sammumista polttimella tapahdu.
- Tukiliekkiä ei tarvita kun tuliteho suurempi kuin $1,5 \text{ MW/m}^2$
 - Tämä raja tulee määrittää tapauskohtaisesti laitetoimittajan kanssa

Esimerkkilaskelma tulitehosta

	31	66	100	%
Kattilan pohjan-ala	100	100	100	m ²
Höyrynkkehitys	24	52	80	kg/s
Tuorehöyryn paine	80	80	80	bar
Tuorehöyryn lämpötila	480	480	480	°C
Tuorehöyryn entalpia	3349,5	3349,5	3349,5	KJ/kg
Syöttöveden paine	100	100	100	bar
Syöttöveden lämpötila	115	115	115	°C
Syöttöveden entalpia	489,6	489,6	489,6	kJ/kg
Lämpö höyryyn	872,3	1873,2	2859,9	MJ/kg
	69,8	149,9	228,8	MW
Nettolämpö pohja-alaa kohti	0,7	1,5	2,3	MW/m ²

Metanoli / tärpätin poltto

- Nestemäistä metanolia/tärpättiä poltetaan sellutehtailla soodakattilan lisäksi meesauunissa, erillisessä hajukaasukattilassa, voimakattilassa ja soihdussa.
 - Metanoli (CH₃OH) erotetaan likaislauhteesta strippauskolonnissa. Metanoli nesteytetään ja pumpataan säiliön kautta polttoon.
 - Tärpätti (C₁₀H₁₆) on syytä poistaa hajukaasuista koska se on räjähdysherkkä erittäin laajalla pitoisuusalueella
 - Tärpätti erotetaan hajukaasuista pesurissa lauhduttamalla kylmällä vedellä sekä lauhdeista dekanttoimalla. Erotettu raakatärpätti varastoidaan tärpättsäiliöön.
 - Pienetkin vuotavat määrät aiheuttavat merkittävän hajuhaitan

Metanoli / tärpätin poltto

- Metanolia/tärpättiä voidaan käyttää väkevien hajukaasujen polttimessa tukipolttoaineena sekä starttipolttimen polttoaineena.
 - Metanolia/tärpättiä käytettäessä starttipolttimen polttoaineena tulee huomioda tulipesän riittävä lämpötila.
 - Metanolin/tärpätin poltto voidaan aloittaa aikaisemmin kuin hajukaasujen poltto. Lukitusehdot on määritettävä tapauskohtaisesti
 - Liekin irtoamisen tai sammumisen takia polttoon menevän metanolin/tärpätin laatu (mm. vesipitoisuus) tulee varmistaa esimerkiksi tiheysmittauksella.
 - Seospoltossa on huomioitava muun muassa tärpätin suurempi lämpöarvo

Ongelmakohtia

- Laimeat hajukaasut
 - Häiriötilanteiden hallinta, esim. haihduttamon ongelmat lisäävät kaasun muodostusta säiliöalueella
 - Hakesiilon hönkien keräily -> suositus ei tällä hetkellä ota kantaa hajukaasujen keräilyyn
- Väkevät hajukaasut:
 - Häiriötilanteiden hallinta, esim. ongelmat metanolin nesteytyksessä lisäävät kaasumääriä
 - Vuodot työskentelytilaan, tavallisemmin lauhteista kun hajukaasujen keräily ei toimi keräilykohteissa tai kunnossapitotöiden yhteydessä.
 - Vesilukkojen kuivuminen
 - Likaislahde säiliö atmosfäärinen säiliö

STORA ENSO OYJ HEINOLAN TEHTAAN ESITTELY

Eija Liikola
Stora Enso Oyj

Heinolan Flutingtehdas

Heinolan Flutingtehdas/MSu Tammikuu 2014

1

Heinolan Flutingtehdas - turvallisin, tervein ja tuottavin

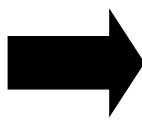
- Tehdas koostuu sellutehtaasta, kartonkitehtaasta ja voimalaitoksesta.
- Perustettu vuonna 1961.
- Vuosikapasiteetti 300 000 tonnia puolikemiallista flutingia, yksi 6000 mm kartonkikone.
- Henkilöstön määrä 190.
- Heinola Fluting on osa Stora Enson ydinstrategiaa.



2

Lopputuotteet

- Hedelmä- ja vihannespakkaukset
- Muut elintarvikepakkaukset
- Elektroniikkapakkaukset
- Erityisen vahvat aaltopahvipakkaukset

 *Keskitymme tuotteisiin, joissa voidaan parhaiten hyödyntää puolikemiallisen flutingin ominaisuuksia*



storaenso

Heinolan Flutingtehdas/MSu Elokuu 2013

3

Teknisiä tietoja

- Raaka-aine:
 - 95 % puukuitu, pääasiassa koivua
 - 5 % CLC-kuitua
- Tuotantokapasiteetti 300 000 tonnia vuodessa
- Konerullan leveys 6 000 mm
- Standardoidut neliöpainot
 - 110, 127, 140, 150, 160, 175, 200 g/m²

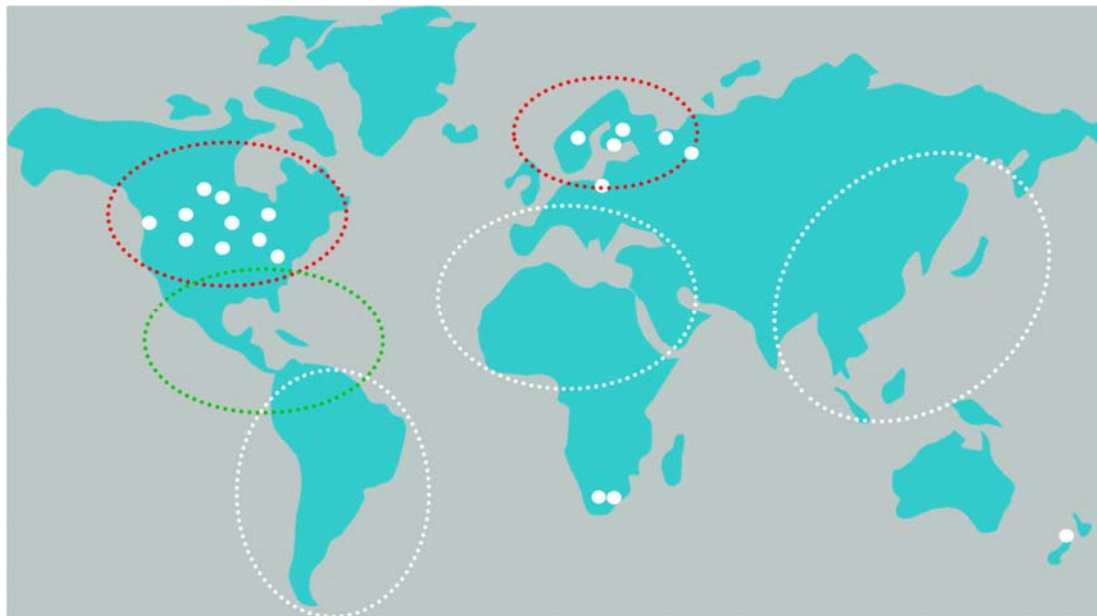


storaenso

Heinolan Flutingtehdas/MSu Elokuu 2013

4

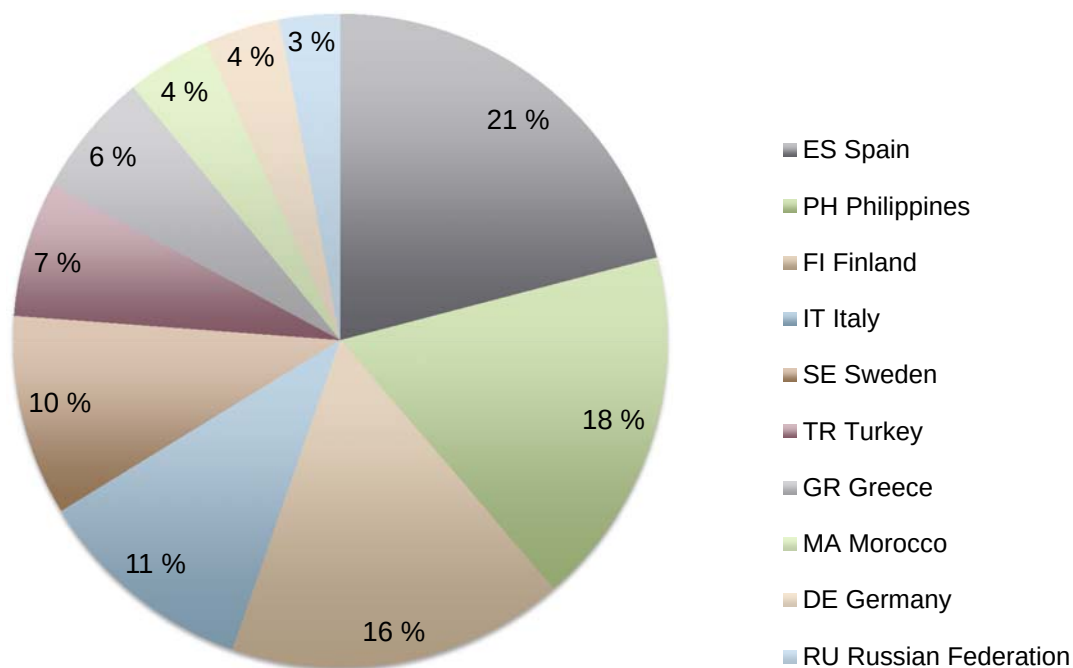
Tuotanto ja suurimmat markkinat



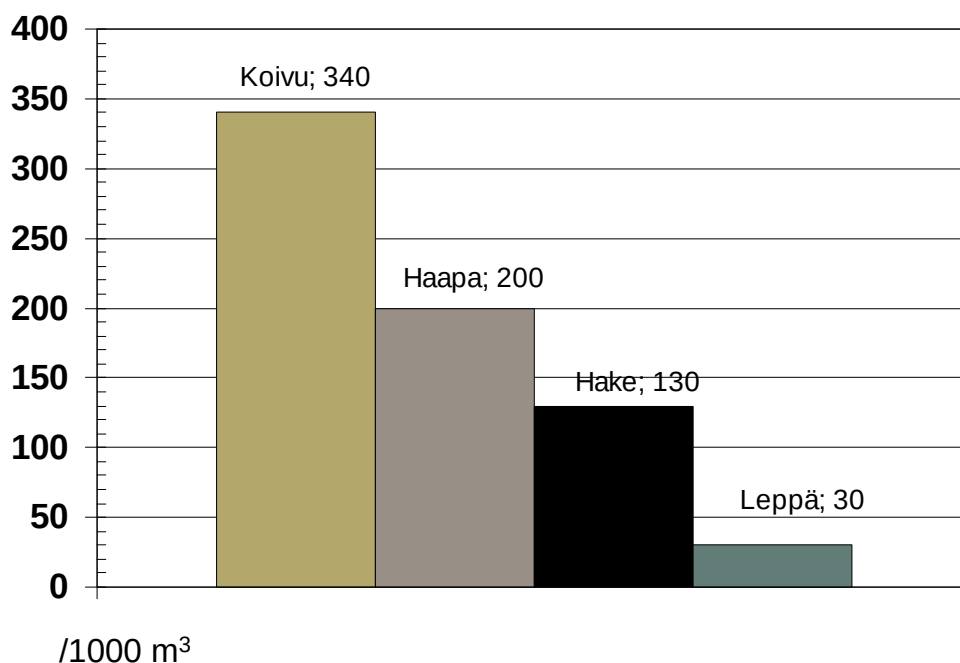
Heinolan Flutingtehdas/MSu Elokuu 2013

5

Suurimmat vientimaat 2013



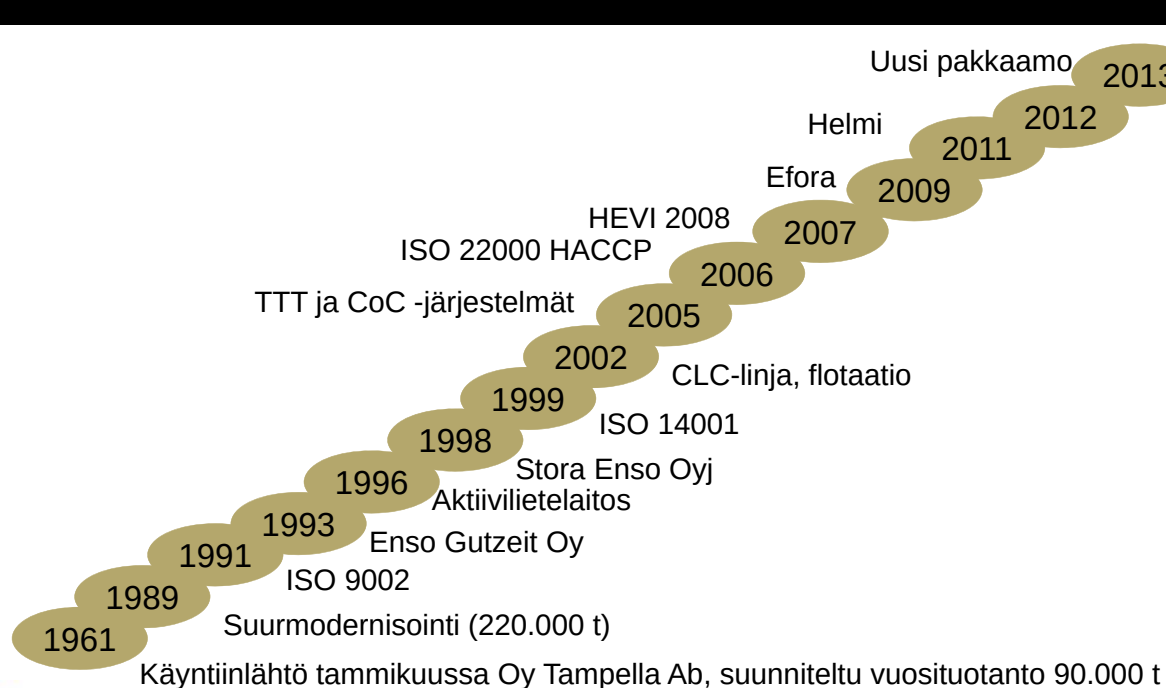
Puuta käytetään vuodessa 700 000 m³



Heinolan Flutingtehdas/MSu Elokuu 2013

7

Heinolan Flutingtehtaan historia



Heinolan Flutingtehdas/MSu Elokuu 2013

8

Heinola Flutingin puunhankinta

Periaatteet

- Mahdollisimman iso osuus kotimaista puuta Suomesta 95 %
Venäjältä 3 %
Baltiasta 2 %
- Keskimääräinen kuljetusmatka tehtaalle 120 km
- "raaka-aine on paikallista, liiketoiminta maailmanlaajuista"



Juna 8 %



Alus 2 %



Auto 90 %

9

Puuta käytetään rekkakuormina

Päivässä
Noin 46

Vuodessa
Noin 15 800

Tunnissa
Noin 2



Heinolan Flutingtehdas/MSu Elokuu 2013

10

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

- 1/2013 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 24.1.2013, esitelmät
Rantasipi Imatran Valtionhotelli, Imatra/Metsä Fibre Oy, Joutsenon tehtaat
(16A0913-E0140) 24.1.2013
- 2/2013 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2012
(16A0913-E0141) 18.4.2013
- 3/2013 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Finnish Recovery Boiler Committee
SKYREC - Increasing recovery boiler electricity generation to a new level
1.1.2008 – 31.12.2012, Summary Report
(16A0913-E0142)
- 4/2013 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Pöytäkirja. Vuosikokous 18.4.2013, Hotelli Arthur, Helsinki
(16A0913-E0143) 18.4.2013
- 5/2013 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 31.10.2013
Sokos Hotel Vantaa
(16A0913-E0144) 31.10.2013
- 6/2013 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Ohje soodakattilalaitoksen varmennetun jännitejakelun periaatteeksi
Juha Honkamaa.
Pöyry Finland Oy
(16A0913-E0145) 3.10.2013
- 7/2013 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Hajukaasujen polttosuositus, revisio B 29.10.2013
(16A0913-E0146) 29.10.2013

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

1/2014 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 13.2.2014, esitelmät
Scandic Vierumäki, Stora Enso Oyj, Heinolan tehdas
(16A0913-E0147) 13.2.2014