



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Soodakattilapäivä 2015

Sokos hotelli Flamingo, Vantaa

29.10.2015

Raportti 9/2015

(16A0913-E0162)



Raportti 9/2015, Soodakattilapäivä 2015

SOODAKATTILAPÄIVÄ 2015

Sokos hotelli Flamingo, Vantaa, 29.10.2015

OHJELMA

09.30-09.55	Ilmoittautuminen ja aamukahvi <i>Finnkinon Sali 2 / aulatila, 3. krs</i>
09.55-10.00	Avaus
10.00-10.30	Ligniini- ja turvemuutokset nyt ja huomenna <i>Klaus Niemelä, VTT</i>
10.30-11.00	Uusi biotuotetehdas <i>Jukka Kiuru, Metsä Fibre Oy</i>
11.00-11.30	Kahvitauko <i>Finnkinon aulatila</i>
11.30-12.00	Understanding Low Temperature Corrosion in BL Combustion (Phase 2) <i>Nikolai DeMartini, Åbo Akademi</i>
12.00-12.30	Laihan mustalipeän kaasutus veden ylikriittisissä olosuhteissa <i>Mika Järvinen, Aalto-yliopisto</i>
12.30-13.30	Lounas <i>Ravintola Bankett, 1. krs</i>
13.30-14.00	Sodahuskommittén - Ruotsalais-norjalainen soodakattilakomitea, vuosikatsaus 2014 <i>Kajsa Fougner, Sodahuskommittén</i>
14.00-14.30	Tietotekniikan soveltaminen ja kyberturvallisuus laitoksilla <i>Raimo Rahkonen, Pöyry Finland Oy</i>
14.30-15.00	Kahvitauko <i>Finnkinon aulatila</i>
15.00-15.30	BAT-päästösten vaikutus tehtäisiin <i>Esa Vakkilainen, Lappeenrannan teknillinen yliopisto</i>
15.30-16.00	Suomen, Pohjois-Amerikan ja Brasilian soodakattilayhdistysten kuulumiset <i>Markus Nieminen, Suomen Soodakattilayhdistys ry</i>
16.00-16.30	Soodakattilayhdistyksen opinnäytetyöpalkinnon esittely: "Waste to Product - Improving the Utilization Potential of Green Liquor Dregs by Using Froth Flotation" <i>Mia Bredenberg, Aalto-yliopisto</i>
17.00-18.00	Cocktailtilaisuus <i>Ravintola Bankettin aulatila, 1. krs</i>
19.00-	Päivällinen <i>Ravintola Bankett, 1. krs</i>

LIGNIINIMARKKINAT NYT JA HUOMENNA

Klaus Niemelä
VTT

Ligniini-markkinat tänään ja huomenna

Soodakattilapäivä, Vantaa 29.10.2015
Klaus Niemelä

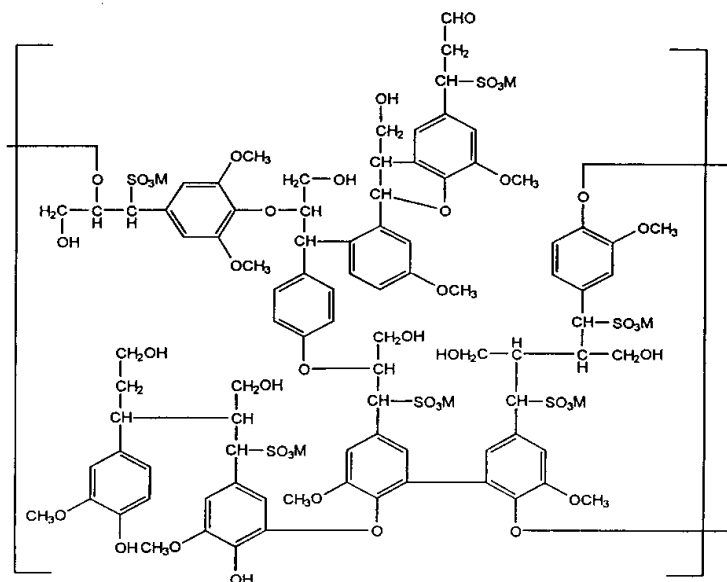


Sisältö

- Kaupalliset ligniinit: tuotanto & käyttökohteet
 - Lignosulfonaatit
 - Sulfaatti- ja soodaligniinit
 - Muut ligniinit (lähes kaupalliset)
- Ligniini-pohjaisten tuotteiden markkinanäkymät
 - Fenoliformaldehydi-hartsit
 - Polyuretaanit
 - Epoksi-hartsit
 - Hiilikuidut
 - Dispersantit, sidonta-aineet
 - Fenolit ja muut (perus)kemikaalit
 - Antioksidantit
 - Muut tuotteet

Lignosulphonates - production

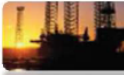
- Annual "production" from sulphite pulping over 4-5 million tons.
- Used as a chemical/material: 1.8 million tons.
- Production in Europe, Asia, North America, Africa.
- Several companies operating, Borregaard LignoTech dominating.



21.10.2015

3

Lignosulphonate applications, functionality & substitutes

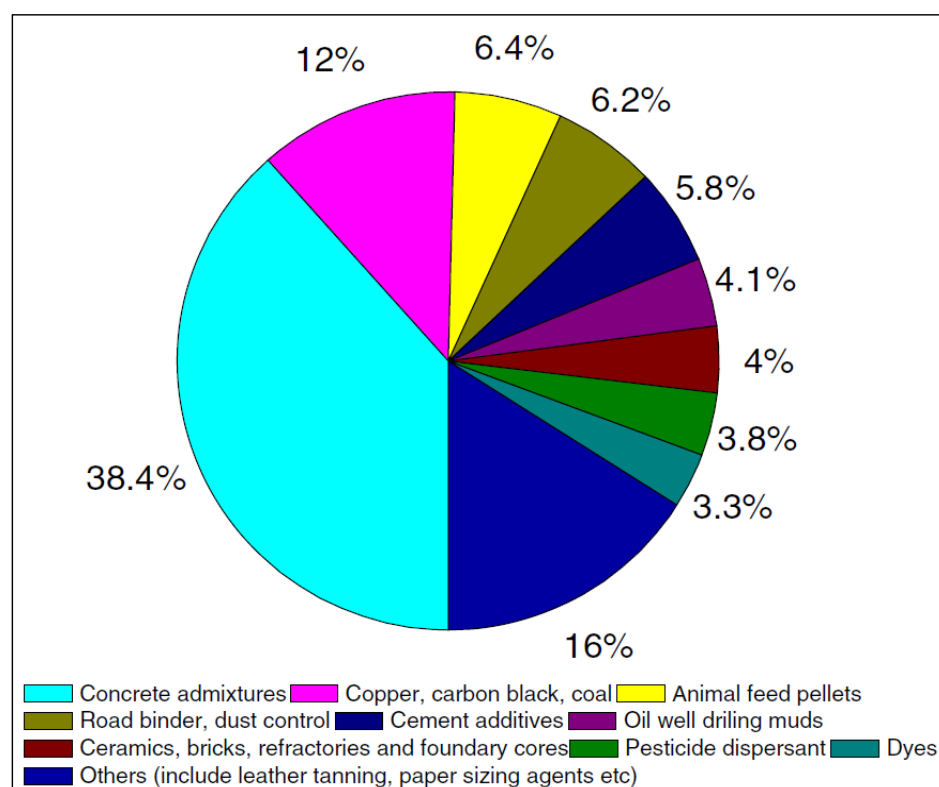
Application	Functionality	Competing technologies	Value proposition:	
			Green alternative	Cost / performance vs. synthetics
 Batteries	Crystal growth control	Few	✓	✓
 Crop protection	Dispersant	Synthetic surfactants	✓	✓
 Metals and minerals	Dispersants and binder	Synthetic and organic surfactants	✓	✓
 Crop nutrition	Soil conditioner / complexing agent	Humic acid, ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	✓	✓
 Concrete admixtures	Plasticiser	Superplasticizers: naphthalene, and melamine sulfonates and polycarboxylic acids	(✓)	✓
 Animal feed pellets	Binder	Starch residues, bentonite and mechanical compacting	✓	

Current lignosulphonate producers (some figures are indicative)

Country	Company	Production or capacity (t)
Sweden	Domsjö Fabriker	120,000
Norway	Borregaard	170,000
France	Tembec	100,000
United Kingdom	LignoTech UK	20,000
Germany & Czech Rep.	LignoTech	50,000
Italy	Burgo	40,000
Russia	Several companies	300,000
Canada	Tembec	90,000
USA	LignoTech USA	60,000
USA	ITT Rayonier	30,000
USA	Flambeau River Papers	60,000
South Africa	LignoTech South Africa	170,000
Japan	Nippon Paper	60,000
China	Numerous producers	550,000
Total		1,800,000

Just announced: Borregaard and Rayonier will construct a new 150,000-ton capacity LS plant in Florida

Global lignosulphonate uses 2008

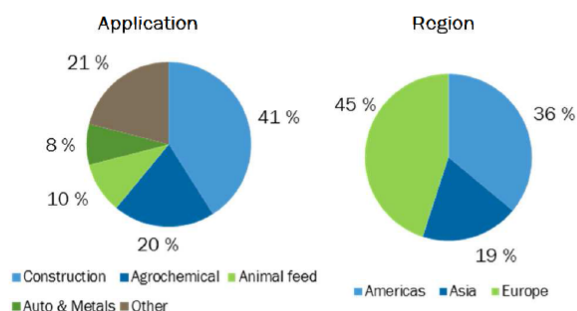


Borregaard lignosulphonates

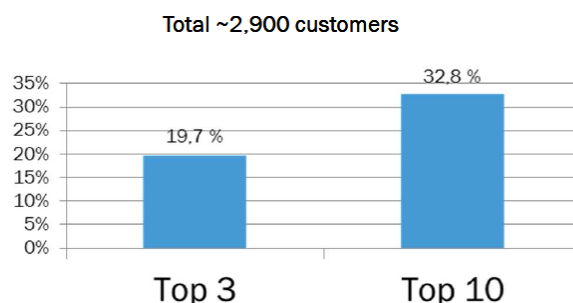
Lignosulfonate properties

Properties	Applications
Binding agent	• Feed binder • Granulation aid • Ceramic tiles • Dust binder
Dispersing agent/ Rheology control	• Construction • Agrochemicals • Dyestuffs • Metals and minerals • Carbon black and pigments • Micronutrients
Crystal growth control	• Lead acid battery expander • Retardation of cement hydration • Oil-well cementing
Functional additive	• Phenol replacement • UV-protection • Antioxidant • SoftAcid • Soil-conditioner • Complexing agent

Borregaard end markets (sales revenues)



Customer base and concentration (sales revenues)



7

Borregaard's operations for raw material (1)

- 1990, Borregaard acquires Holmen LignoTech; forms Borregaard Lignotech with production in Norway, Sweden, Germany, Spain, and the UK.
- 1991, acquires Daishowa Chemicals → Lignotech USA.
- 1993, acquires Metsä-Serla's lignin business → Lignotech Finland (plant closed 2008).
- 1997, joint venture in China → LignoTech Yanbian Kaishantun, ends 2008. A joint new lignin vanillin plant in China 1996, operates only one year.
- 1995, opens a new plant in the USA, based on Georgia-Pacific's (Bellingham, WA) spent liquor. G-P closes the mill 2001, also ends LS production. Compensated by increased capacity in South Africa.

Borregaard's operations for raw material (2)

- 1997, joint venture with Sappi Saiccor → Lignotech South Africa. Initial capacity 55,000 tons.
- 2002, acquires Atisholz pulp mill (CH). Mill closed 2008.
- 2004, acquires Biotech (AT), including lignin plant in Czech (LS from Biocel). Very limited LS supply recently (Biocel uses as fuel).
- 2006, LS agreement with Vyborg Cellulose (40,000 tons).
- 2008, acquires Melbar (BR) lignosulfonate plant (35,000 tons). Mill closed 2012.
- 2008, Holmen closes Vargön pulp mill (SE, 60,000 tons). The end of LignoTech Sweden (kraft lignin plant in Bäckhammar 1994-2005).
- 2009-2014, LignoTech Germany plant partly idle.
- 2013, end of production at Lignotech Iberica (SP, 60,000 tons) due to bankruptcy of Sniace.

21.10.2015

9

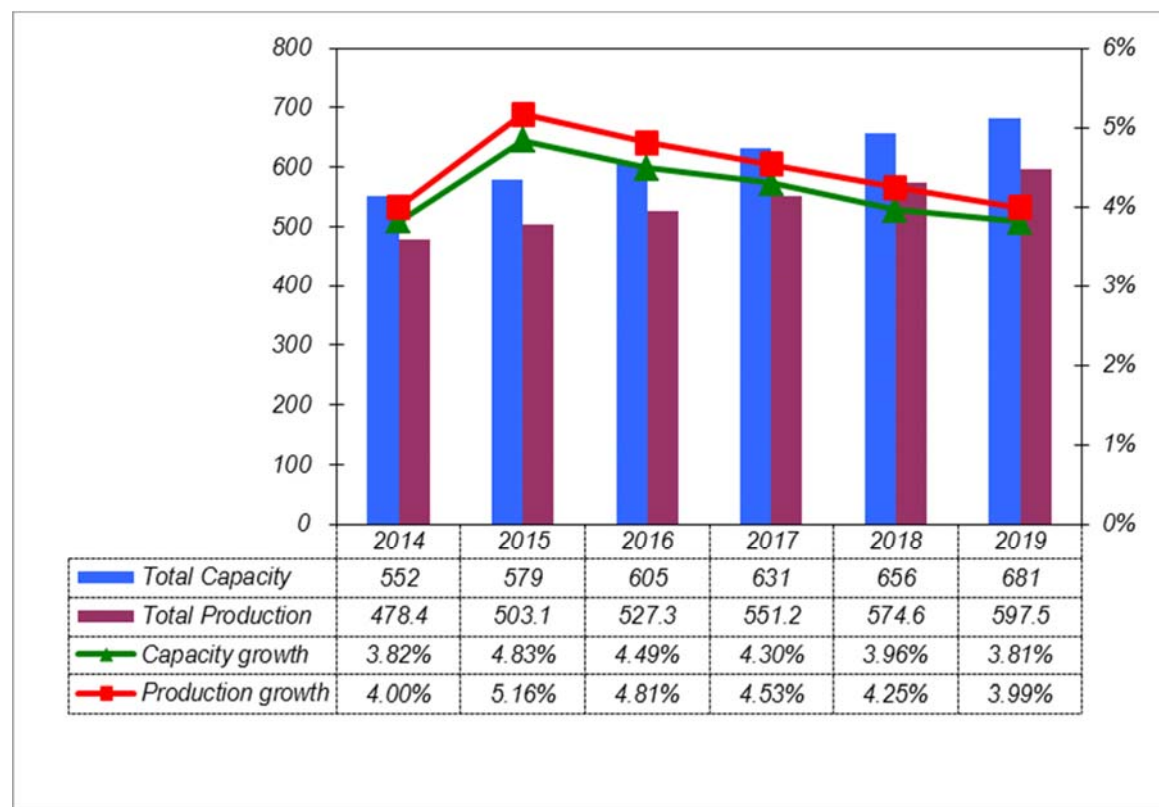
China

- Capacity c. 150-200,000 tons early 2000s
- Current capacity c. 500,000 tons
- Numerous processing/trading companies founded 2000-2014
- **Raw materials – enigmatic question**
 - Only a few wood sulphite pulp mills (< 5)
 - Large number of non-wood soda pulp mills
 - Number of non-wood NSSC or sulfite pulp mills unknown
 - At least some sulfomethylation of soda lignin took place before; significant increase in that area?
 - Most of China's lignosulphonates are post-sulphonated soda lignins??

21.10.2015

10

Predicted Chinese lignosulphonate capacity



21.10.2015

11

Vanillin from lignosulphonates

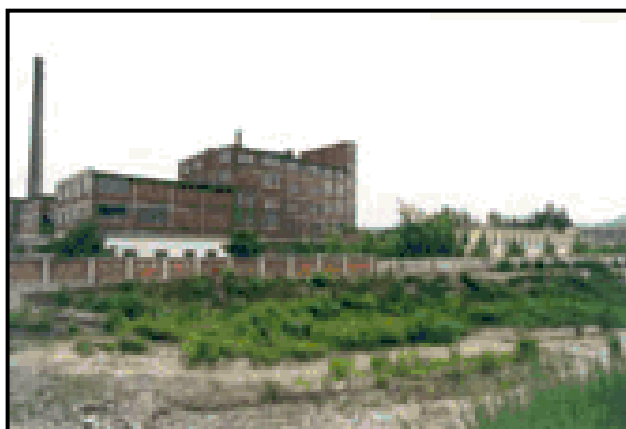
- Today, 15% of global vanillin production is based on oxidation of lignosulphonates
- Two producers: Borregaard (Norway), Bailu Papers (China)
- In the past, also produced in the US, Canada, Japan, USSR, Poland (and other Chinese plants). Many plants closed 1980-2000.
- In the 1970s, 1,200-ton capacity vanillin plant was planned to Valkeakoski. The project was stopped due to huge foreign investments in synthetic vanillin production.
- Isolated by-products include dehydrodivanillin, acetovanillone, and oxalic acid.

21.10.2015

12

Latest new lignin vanillin plant

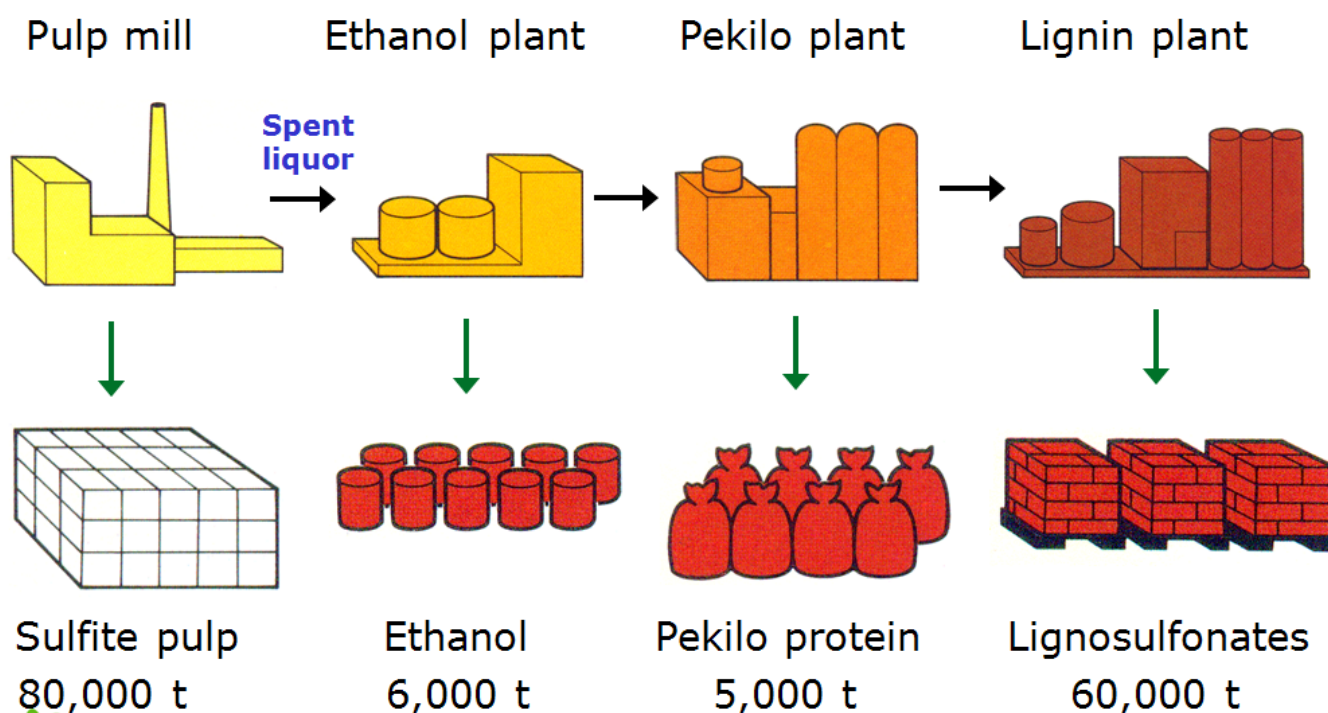
- LignoTech Yanbian Kaishantun, China
- Planned vanillin capacity 300 tons
- Started 1995, closed 1996
- Technical and other problems



21.10.2015

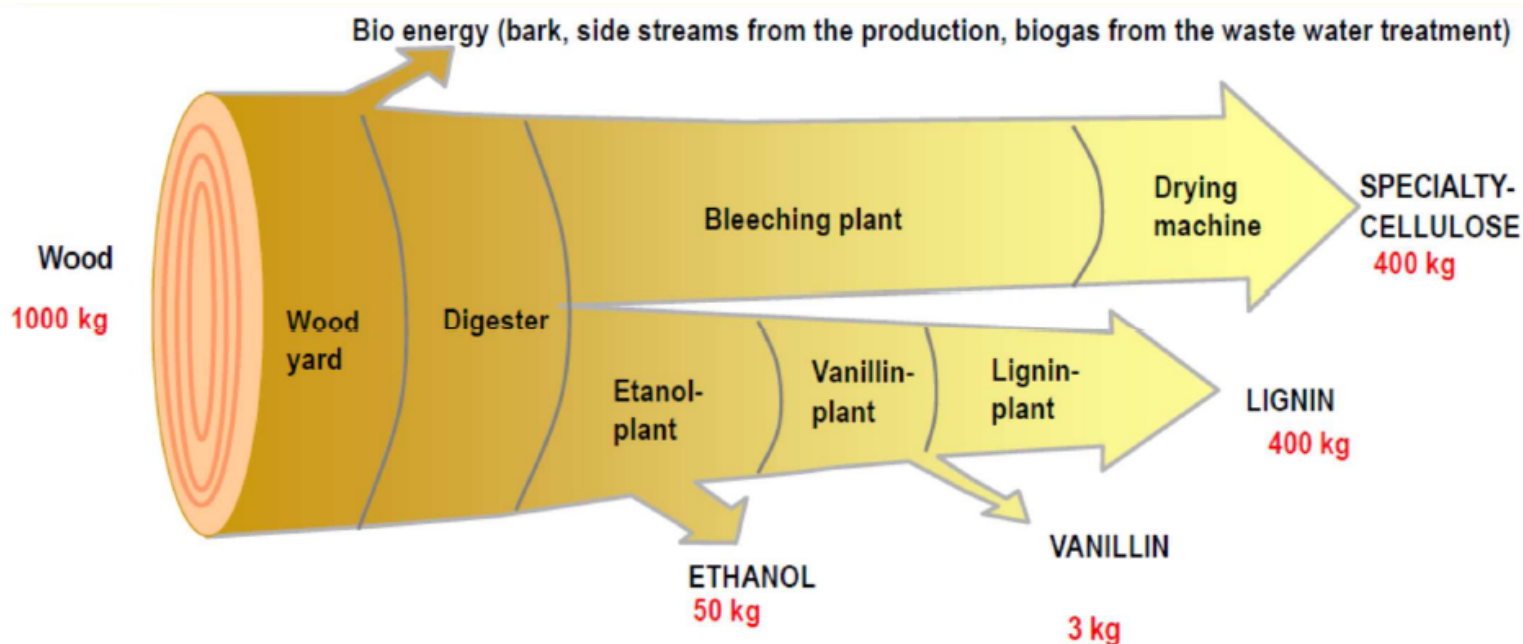
13

Mänttä sulphite pulp mill biorefinery in the 1980s



14

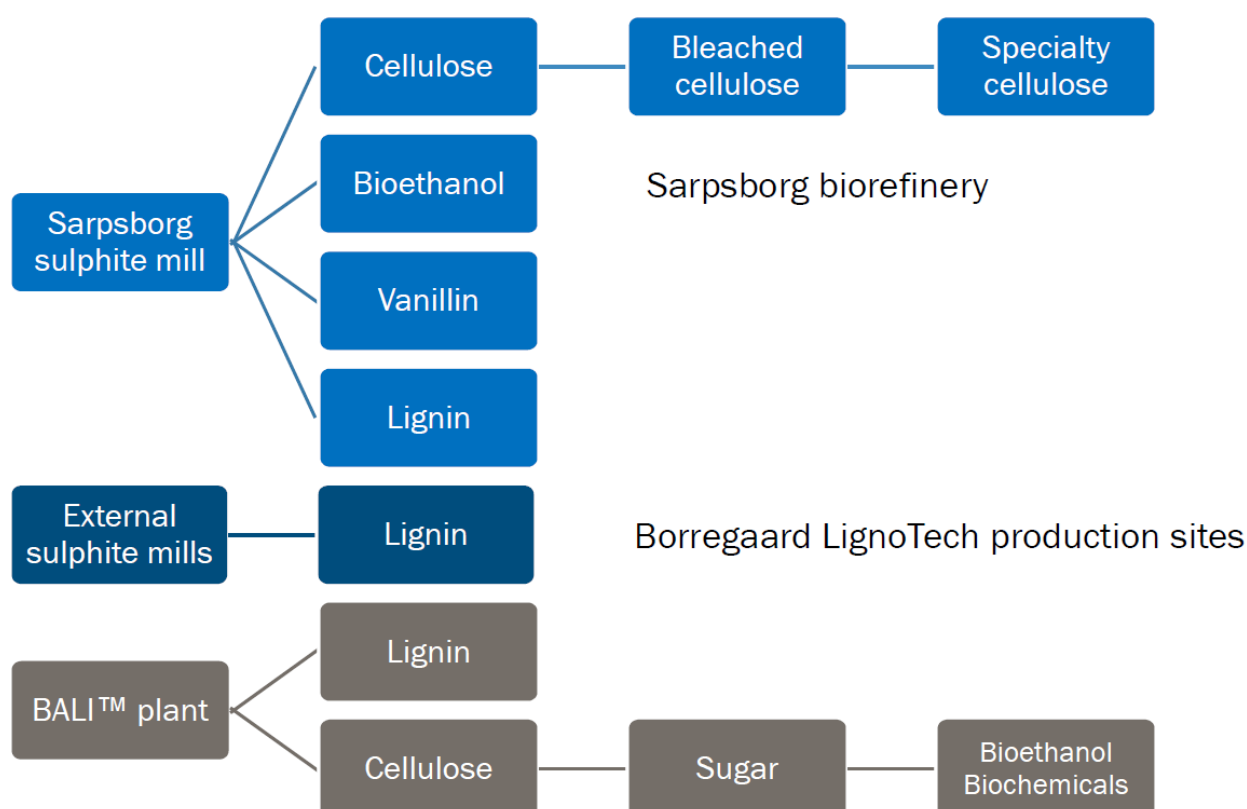
Borregaard plant, Norway



21.10.2015

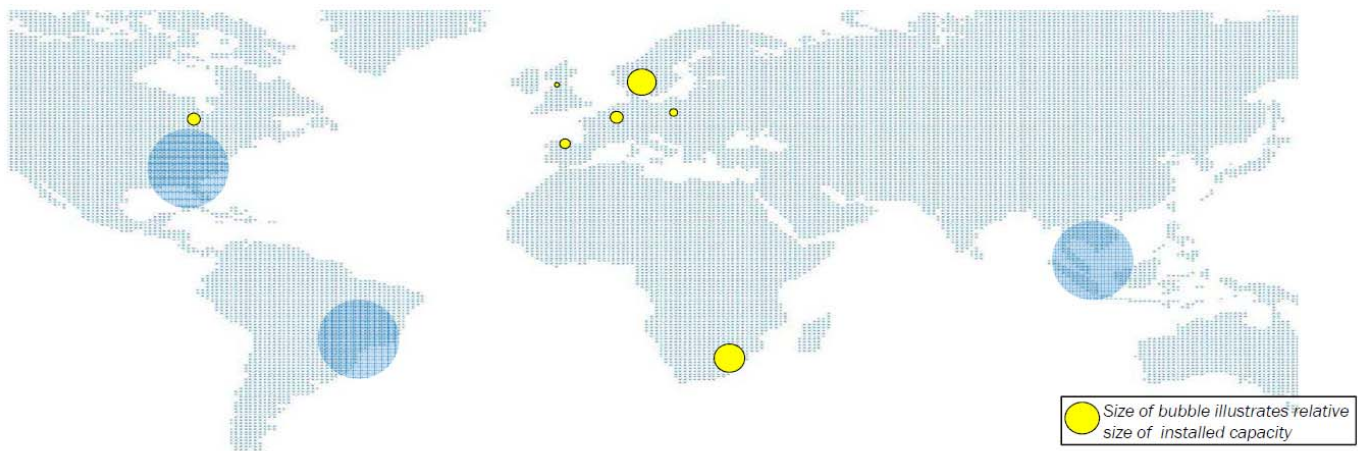
15

BALI process as Borregaard's new lignin source



16

Potential areas for full-scale BALI plant



Partner discussions under secrecy agreements are ongoing in all 3 regions

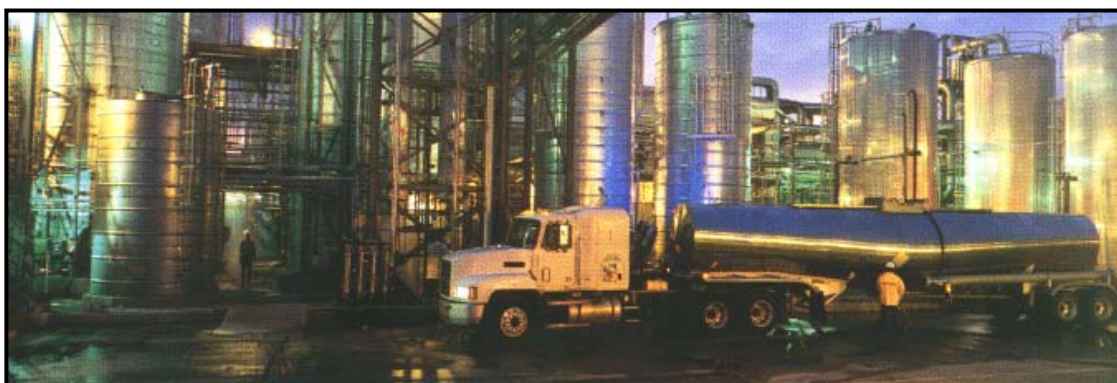
GO/NO GO decision and region selection late 2014

Production startup approx. 24 months after final investment decision

17

Kraft (sulphate) lignins

- Annual "production" over 60-70 million tons.
- Used as a chemical/material: under 150,000 tons.
- Isolated today in the US, Canada, and Finland.
- Past operations in the US, Canada, Japan, Finland and Sweden.
- New capacity under planning or negotiations.
- Apart from Äänekoski (1970s-1980s), all isolation processes based on $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{SO}_4$ precipitation.



MeadWestvaco (US) kraft lignin products

- Markets both unsulfonated (Indulin, c. 30%) and sulfomethylated (others, c. 70%) products. Examples below:
- The INDULIN products are recommended for use as a carrier/adsorbent, a sunlight screen for sensitive active ingredients, and as a rheology modifier for highly structured suspension concentrates. These products will also function as encapsulants for active ingredients for the purpose of controlled release.
- KRAFTSPERSE 25M is highly sulfonated, low-salt dispersant is recommended for all types of dry and water-based formulations of low pH active ingredients.
- REAX 88A, 88B, 100M, and 105M products are highly sulfonated, hybrid kraft lignin dispersants are recommended for high-concentration flowables, microcapsule suspensions, WDGs and micronutrients.
- REAX 907 and 910 products are mid-level sulfonation, high molecular weight, near neutral pH primary dispersants are used in WDGs produced by pan granulation, extrusion and the Shugi process.
- The sulfonated POLYFON products are low-cost, general-purpose, workhorse dispersants recommended for all dry and water-based applications.

21.10.2015

19

Other potential or demonstrated kraft lignin uses

- Phenolic resins (e.g. Finnish Karatex product)
- Panelboard adhesives
- Thermoset resins for moulded products
- Friction materials
- Adsorbent materials
- Foundry resins
- Insulation materials
- Decorative laminates
- Rubber processing
- Antioxidant applications
- Printed circuit board resins
- Animal health applications
- Composites and biocomposites
- Carbon fibres (for vehicles and other uses)
- Degradation to phenols and other aromatic compounds

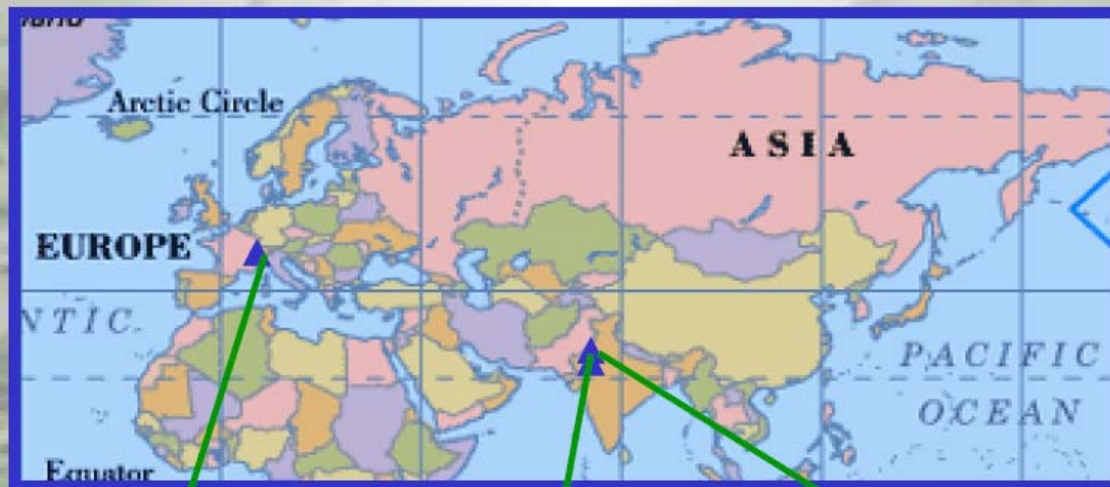


Example of a recent, past producer of kraft lignin products

21.10.2015

20

Industrial Development of Sulfur-free lignin: Significant dates and locations



Thonon, France
Small Industrial
2001

Punjab, India
Pilot
2004

Punjab, India
Commercial
2005

GreenValue

Lignin production facility in India

- Integrated within small non-wood pulp and paper mill
- Annual fiber feedstock
- Largest operational sulfur-free lignin production facility
- Product used industrially in plywood adhesives, high pressure laminates, foundry core binders, brake pad binders, molding compounds, dispersants, antioxidants, specialties...



ALM India, capacity c. 10,000 tons. World's largest soda lignin plant.

GreenValue

Other lignin types

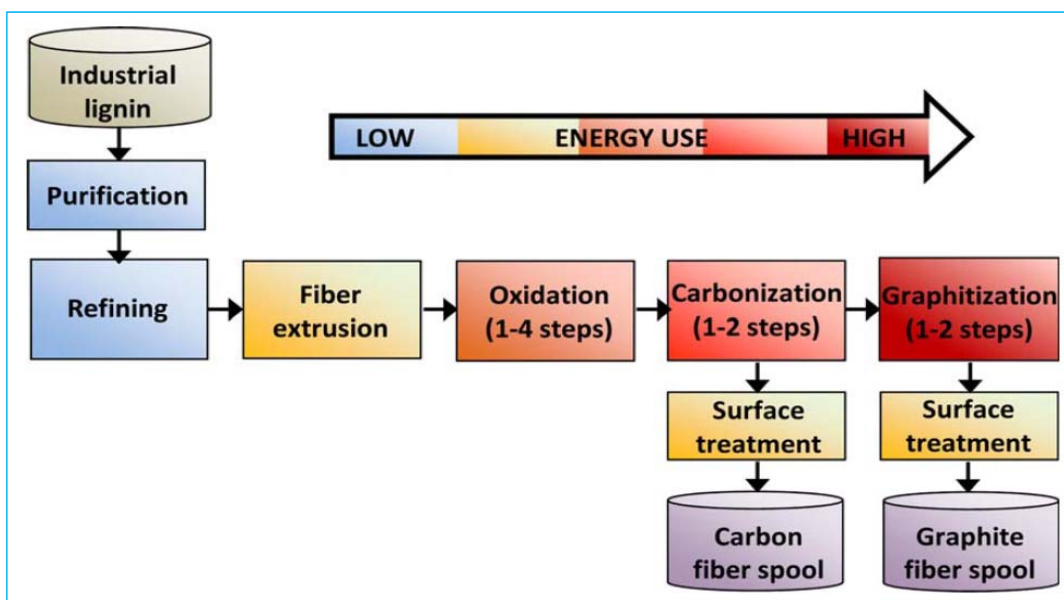
- Organosolv lignins
 - There are no commercial organosolv lignins currently on the market.
 - CIMV process in France, based on formic and acetic acids, is now entering the demonstration phase. Raw material is straw.
 - Their Biolignin has shown promising properties for different resins.
- Hydrolysis lignins
 - Millions of tons of sulphuric acid hydrolysis lignin were produced from wood in the USSR for decades, but no large-scale uses were established.
 - The future production volume of 2G hydrolysis lignin is not clear.
 - Utilisation may be limited (in the first phase) to energy production, as other applications would require substantial purification.

21.10.2015

23

Carbon fibres from lignin

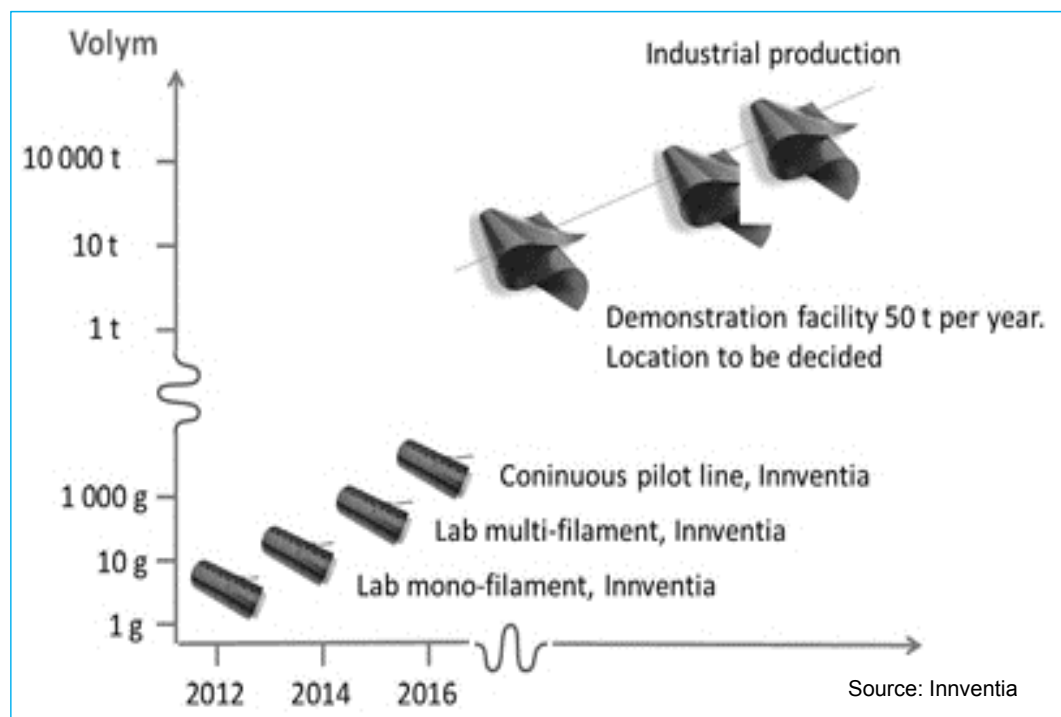
- Lignin's role is to replace very expensive polyacrylonitrile in the production of high-quality carbon fibres.
- There are several technical and processability-related challenges to be tackled.



21.10.2015

24

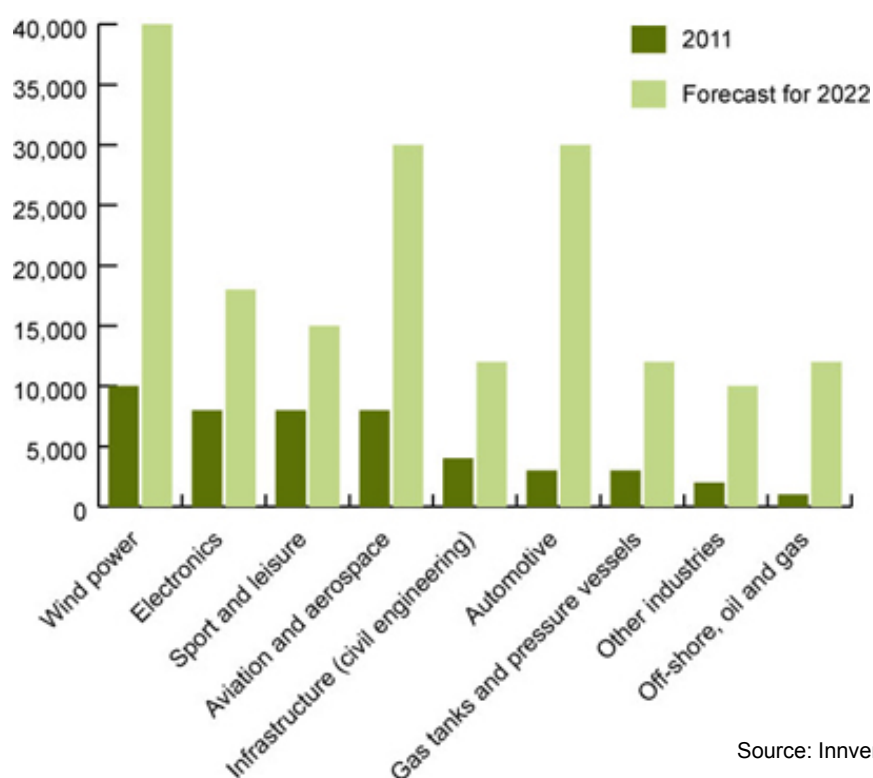
Swedish roadmap for kraft lignin-based carbon fibre



21.10.2015

25

Carbon fibre use in 2011 and 2022 (forecast)

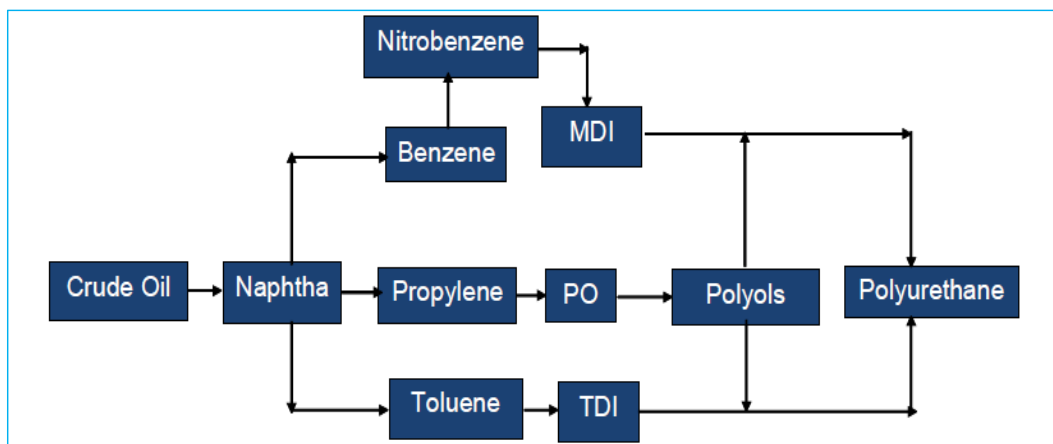


21.10.2015

26

Lignin as a polyurethane raw material

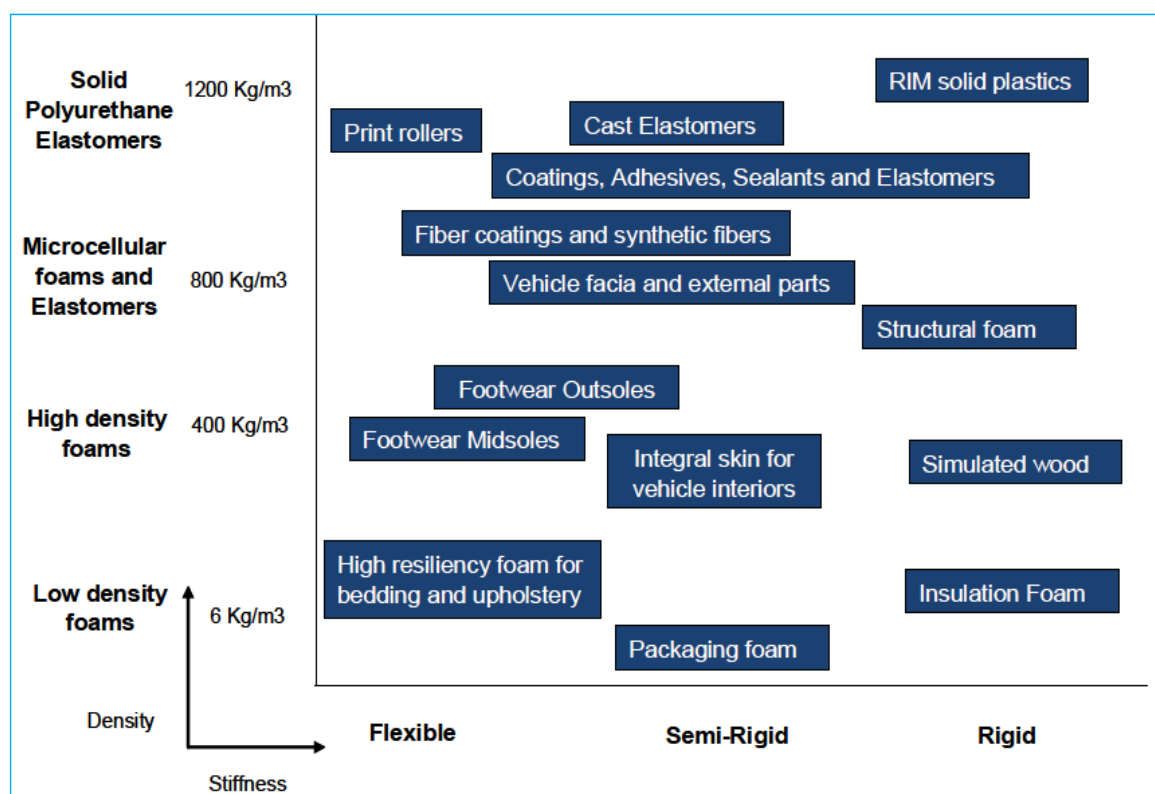
- Lignin's role is to replace polyols (synthetic) in polyurethane process
- In general, lignin fits well into the polyurethane chemistry
- Lignin may be used as such, or after derivatisation
- There is a strong interest in the use of natural raw materials
- Lignin has many competitors, e.g. vegetable oil-based or biobased polyesters
- Some polyurethane companies have announced lignin-related projects
- Frost & Sullivan expect the first commercial lignin-PU products 2017



21.10.2015

27

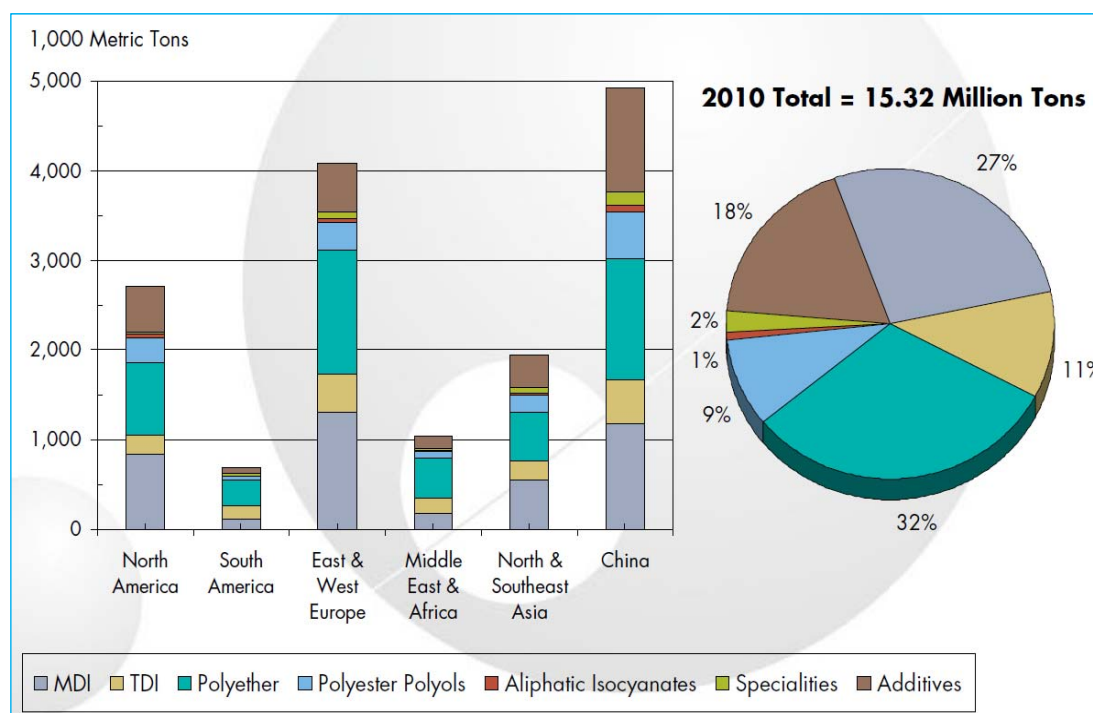
Polyurethane types and applications



21.10.2015

28

Global consumption of polyurethanes

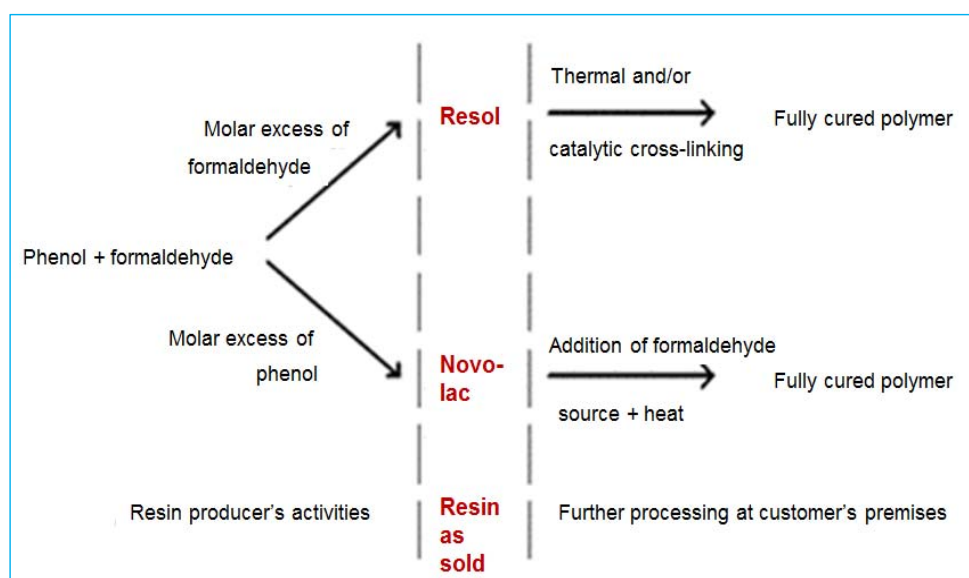


21.10.2015

29

Phenolic resins

- The use of lignin to replace phenol (typically 40-70%) in resin manufacture has been commercialised (for varying periods) in many countries since the 1940s, but is still quite limited.
- A lot of industrial R&D work in the area is going on (for different lignin types)

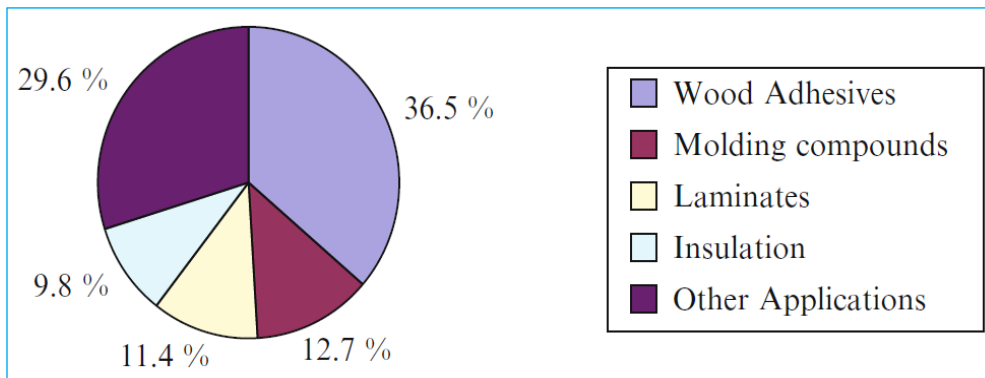


21.10.2015

30

Applications of phenolic resins

- The main use of phenolic resins is wood adhesives, and this is also the main realised or planned use for lignin-based products (including kraft lignin)
- Soda lignin based products by ALM India are used for various applications, including friction materials.
- Other potential but more demanding areas include composite applications, e.g. in automotives, aviation, building and construction.
- The global phenolic resins market is c. 6 million tons.



21.10.2015

31

Example: Value chain of phenolics segment in the automotive sector in Europe



21.10.2015

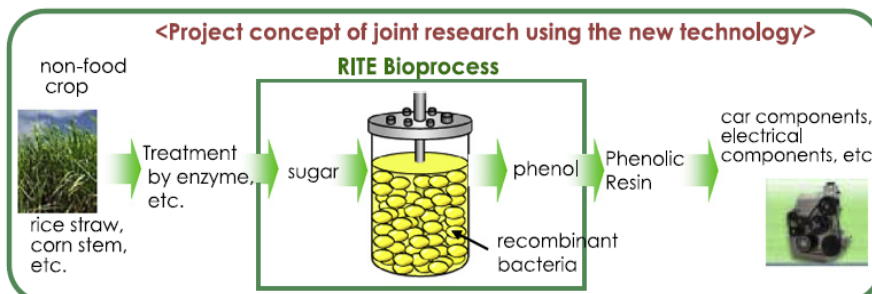
32

Approaches by Sumitomo Bakelite to achieve biobased phenolic resins

(1) Production of phenolic resin from cornstems and ricestraws (nonfood crop)

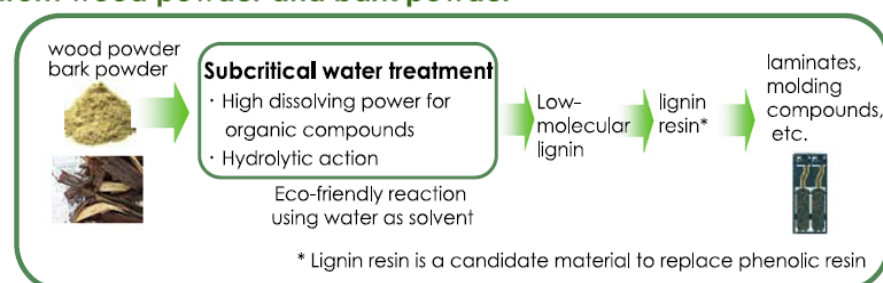
Research Institute of Innovative Technology for Earth (RITE) and Sumitomo Bakelite Co., Ltd. set up Green Phenol Technology Research Association on 15th February 2010. Joint research is under way.

Replacement of raw material from petroleum to biomass



(2) Production of biomass-derived resin (lignin resin containing phenol structure) from wood powder and bark powder

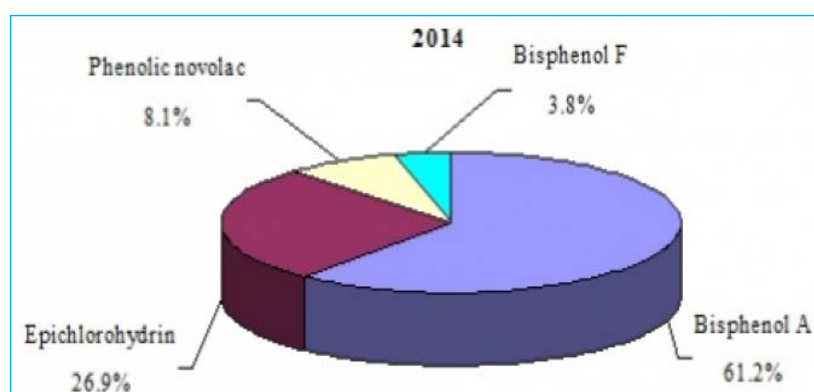
Effective use of waste wood material



33

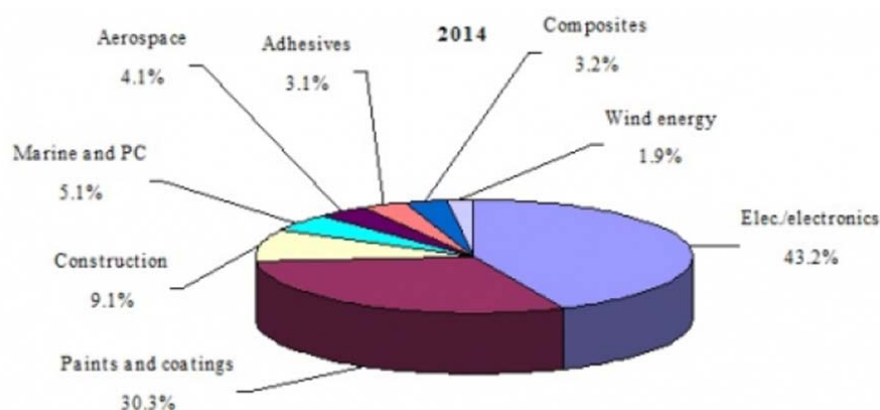
Epoxy resins

- Epoxy systems consist of resin and hardener (curating agent).
- The main epoxies for resin include bisphenol A.
- Lignin can be used to replace 1) epoxies (bisphenols) in the unmodified or modified forms, and 2) hardeners.
- Most of the studies on the use of lignin have been based on kraft lignin, with promising results and some small-scale industrial applications.



Applications of epoxy resins

- Epoxy resins are routinely used as adhesives, binders, coatings, casting materials, and potting compounds.
- Some of their most remarkable applications include aerospace and recreational industries, where fibres and resins are combined to produce complex composite structures.
- The global epoxy market is c. 2 million tons.

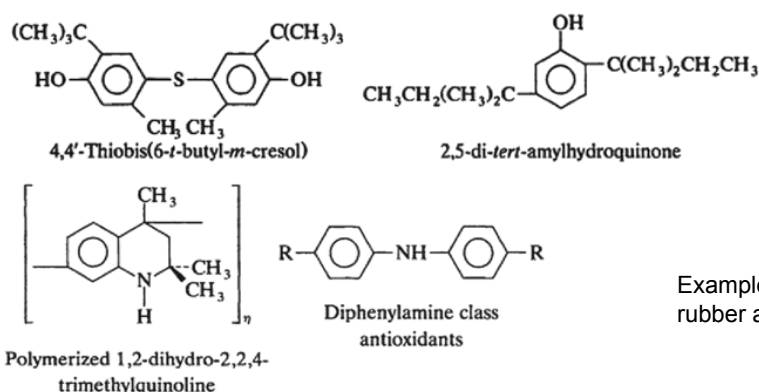


21.10.2015

35

Antioxidants

- The global antioxidants market of 1.5 billion USD covers rubber (53%), plastics (36%), food and nutrition (8%), and oil fuels (3%).
- Due to the phenolic structures, different types of lignin possess antioxidative properties.
- Lignins have especially been aimed for rubber antioxidants-antidegradants, with total market of c. 800,000 tons. Different synthetic phenols are currently used.
- No commercial uses have apparently yet been realised for any lignins as antioxidants.



Examples of phenolic rubber antidegradants

21.10.2015

36

Dispersants and binders

- All major applications of lignosulphonates are based on their different dispersion, binding, rheology modifying and related surface-activity properties.
- Other lignin types are intended for similar markets, typically after suitable modification (e.g. post-sulphonation or oxidation).
- In each of the application areas, there are also numerous competing synthetic (or natural) preparations in the use.
- The future will depend on the supply of lignosulphonates and on the potential development of products that are superior to (or cheaper than) the lignosulphonates.
- Selected examples are given on the next slide.

Dispersants and binders – examples

- Construction chemicals
 - More than 500,000 tons of lignosulphonates used, also sulphonated soda lignin
 - Demand is increasing, e.g. in China and India
 - Major application area is concrete plasticisers
- Oil-field chemicals
 - The current lignosulphonate volume 50,000-100,000 tons
 - Main application area is oil-drilling (previously produced by LignoTech Finland)
 - EBS-Pulpaca in Venezuela has been planning kraft lignin production for this purpose
- Agrochemicals
 - LignoTech alone markets >100,000 tons of lignosulphonate agrochemicals, both for crop production and protection.
 - Increasing use in China, possibly post-sulphonated soda lignins.
- Animal feed binders
 - Of the total feed binders markets of 1.7 billion USD, the share of natural products is 1.2 billion USD. Of that, the share of lignosulphonate is c. 15%.

UUSI BIOTUOTETEHIDAS

Jukka Kiuru
Metsä Fibre Oy



Metsä

Soodakattilapäivä 29.10.2015

**Äänekosken biotuotetehdas
Soodakattilapäivä 29.10.2015
Jukka Kiuru**



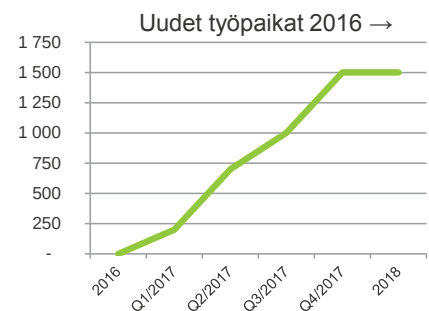
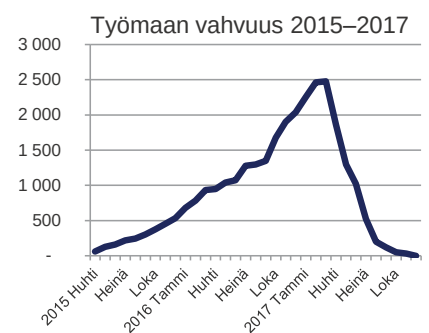
Metsäteollisuuden **suurin investointi Suomessa**

- Investoinnin arvo 1,2 mrd. euroa
- Sellun vuosituotanto 1,3 milj. tonnia (nykyisin 0,5)
 - Lisäksi uusien biotuotteiden integroitu valmistus
- Puun käyttö 6,5 milj. m³ vuodessa (nykyisin 2,4)
- Työllistää koko arvoketjussa 2 500 ihmistä (nykyisin 1 000)
- Päämarkkinat sellulle ovat Eurooppa ja Aasia
 - Myynti kasvaa erityisesti Kiinassa
- Äänekosken teollisuusalueesta kehitetään ainutlaatuinen biotalouden ekosysteemi
- Tehdas käynnistyy kolmannella neljänneksellä vuonna 2017



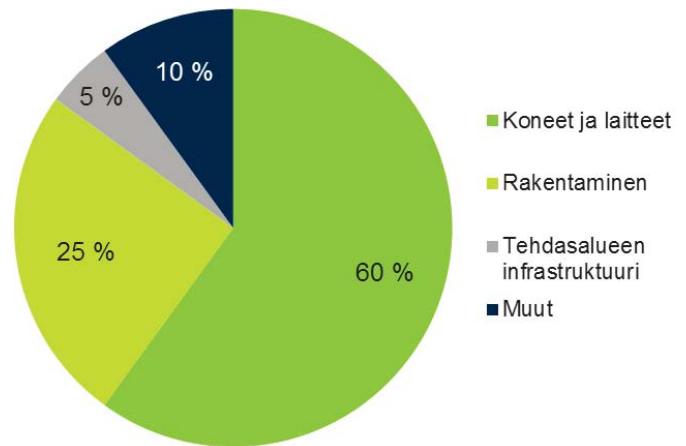
Huomattava **työllistäjä** projektin aikana ja sen jälkeen

- Rakennusaikana yli 6 000 henkilötyövuotta, josta yli puolet tehdään Äänekoskella
- Työmaan kokonaisvahvuus yli 2 000 henkilöä
 - Eniten työvoimaa tarvitaan syksyn 2016 ja kevään 2017 välisenä aikana
- Valmistuttuaan tehdas työllistää koko arvoketjussa 2 500 henkilöä
 - Luo 1 500 uutta työpaikkaa
 - Suurin vaikutus metsätaloudessa ja kuljetuksissa



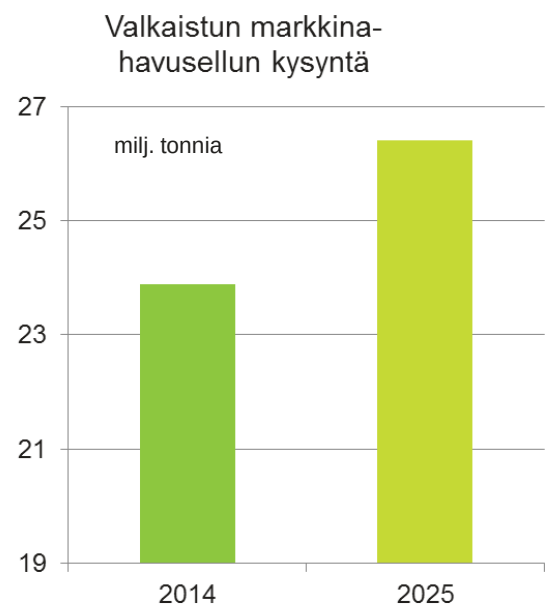
Investoinnilla **korkea kotimaisuusaste**

- Kokonaisinvestointi 1,2 mrd. euroa
 - Koneet ja laitteet 750 milj. euroa
 - Rakentaminen 270 milj. euroa
 - Tehdasalueen infrastruktuuri 60 milj. euroa
 - Muut (projektointi ja rahoitus) 120 milj. euroa
- Korkea kotimaisuusaste
 - Päälaitteiden hankinnat noin 70 %
 - Toteutussuunnittelu 100 %



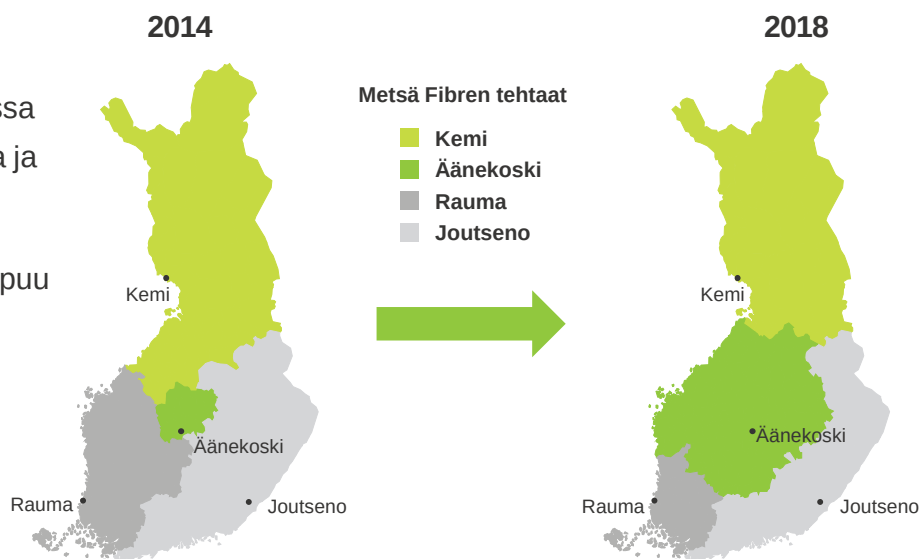
Entistä **vahvempi** markkina-asema

- Investointi tukee Metsä Fibren pitkän aikavälin kasvu- ja kannattavuustavoitteita
- Havusellun kysyntä kasvaa globaalisti
 - Kasvu on vahvinta Kiinassa
- Biotuotetehtaan tehokkuus ja kustannuskilpailukyky ovat huippuluokkaa
 - Sijainti erinomainen puulogistiikan kannalta
 - Metsä Boardin kartonkitehdas samassa integraatissa
 - Uudet teknologiset ratkaisut lisäävät tehokkuutta ja parantavat ympäristösuorituskykyä
- Uudet biotuotteet ja bioenergia vahvistavat perusliiketoiminnan kilpailukykyä

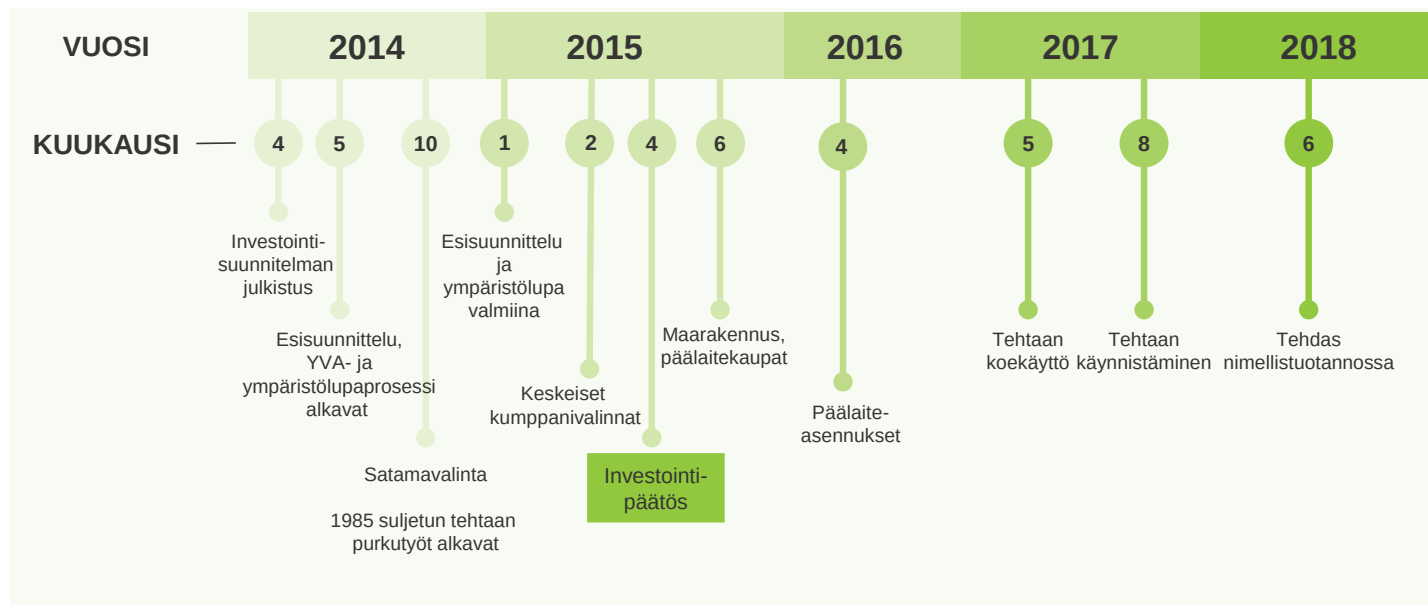


Metsä Fibren havukuitupuun **hankinta-alueet**

- Biotuotetehdas vaikuttaa puunhankintaan koko maassa
- 5,0 miljoonaa m³ kuitupuuta ja haketta kuljetetaan autoilla 150 kilometrin säteeltä
- 1,5 miljoonaa m³ puuta saapuu kauempaa rautateitse



Projektin **eteneminen**

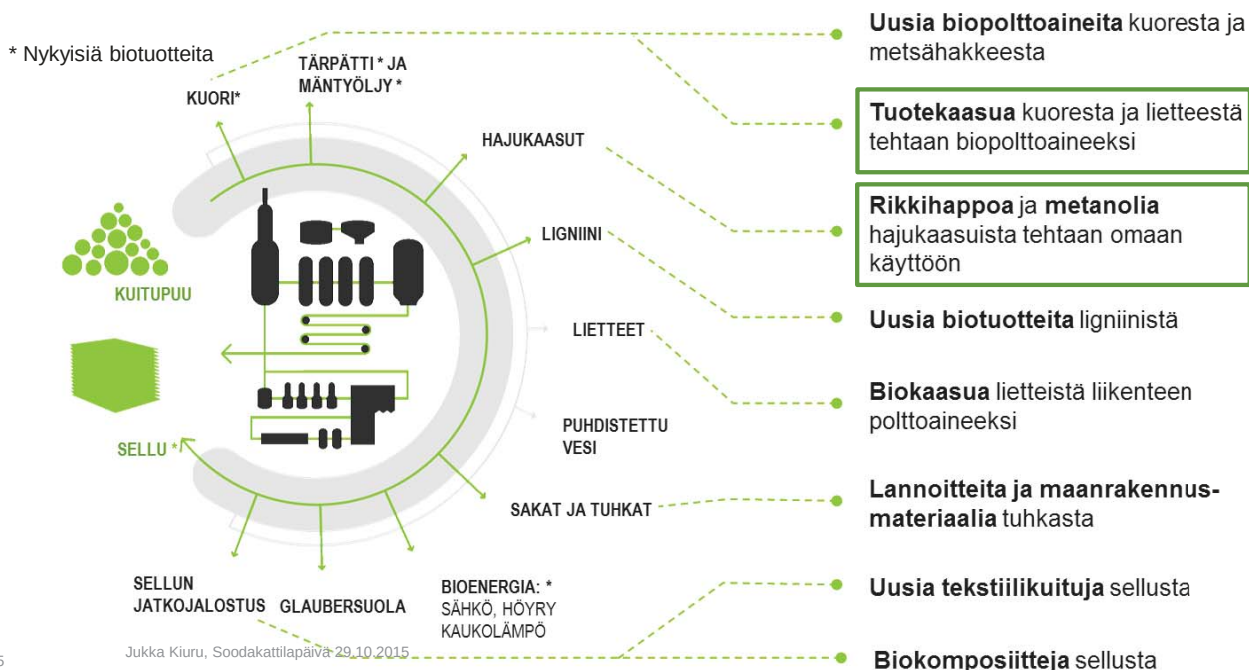


Biotuotetehtaan ytimenä on maailman **modernein** sellutehdas

- Raaka-aine ja sivuvirrat hyödynnetään sataprosenttisesti
- Puusta jalostetaan kestävästi ja resurssitehokkaasti biomateriaaleja, -kemikaaleja ja -energiaa
- Tehdas ei käytä lainkaan fossiilisia polttoaineita
- Suunnittelukriteerit
 - Korkea energiatehokkuus
 - Biosähkön tuotannon maksimointi
 - Matalat päästötasot
 - Pieni veden ominaiskulutus
 - Tulevaisuuden biotuotteet huomioitu jo suunnittelussa

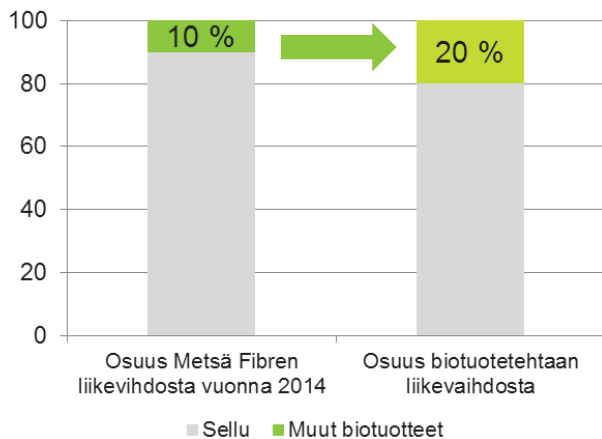


Biotuotekonsepti – sivuvirrat hyödynnetään **100 %:sti**

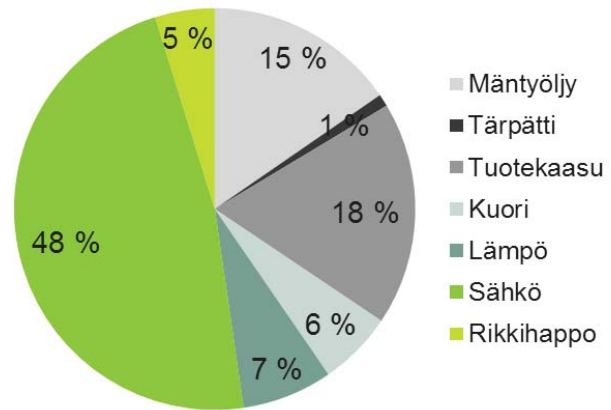


Biotuotteiden osuus liikevaihdosta kasvaa

Biotuotteiden osuus liikevaihdosta, %



Eri biotuotteiden osuudet biotuotetehtaan ensimmäisessä vaiheessa



Biotuotetehtaan tehdasalue

Päälaitetoimittajat

Valmet Oyj

- Soodakattila
- Kuivauslinja
- Meesauuni
- Kuoren kaasutuslaitteet
- Automaatiojärjestelmä

Andritz Oy

- Kuitulinja
- Puunkäsittely
- Haihduttamo
- Kaustisointi

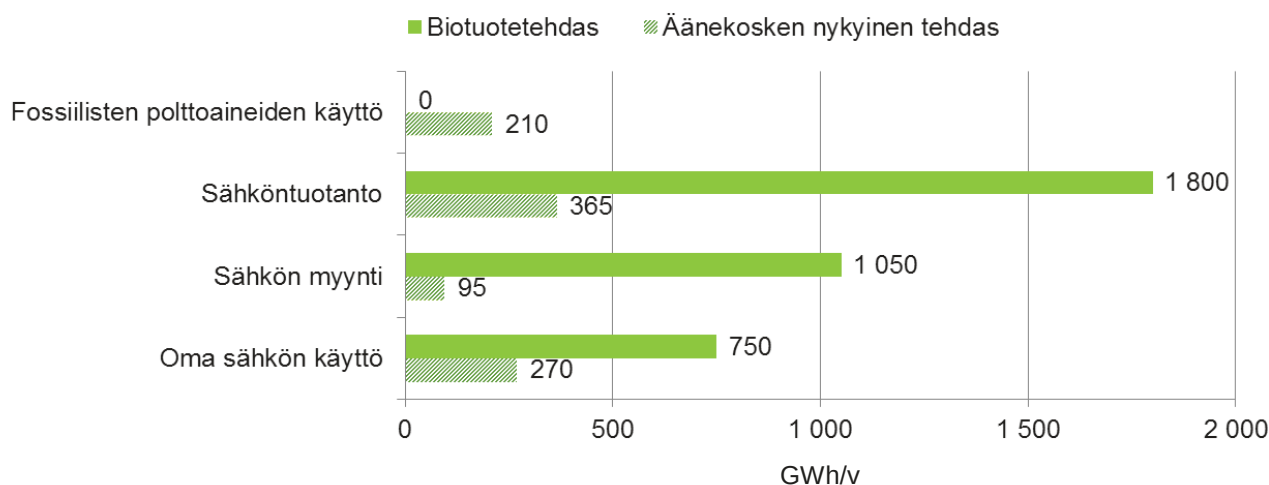
Toteutus suunnittelu

Sweco



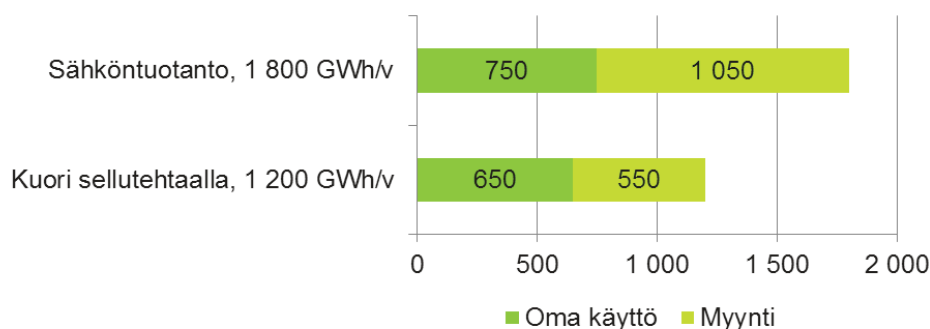
Korkea energiatehokkuus, sähköomavaraisuus **240 %**

Tehdaskonsepti maksimoi myytävän bioenergian, fossiilisia polttoaineita ei käytetä lainkaan



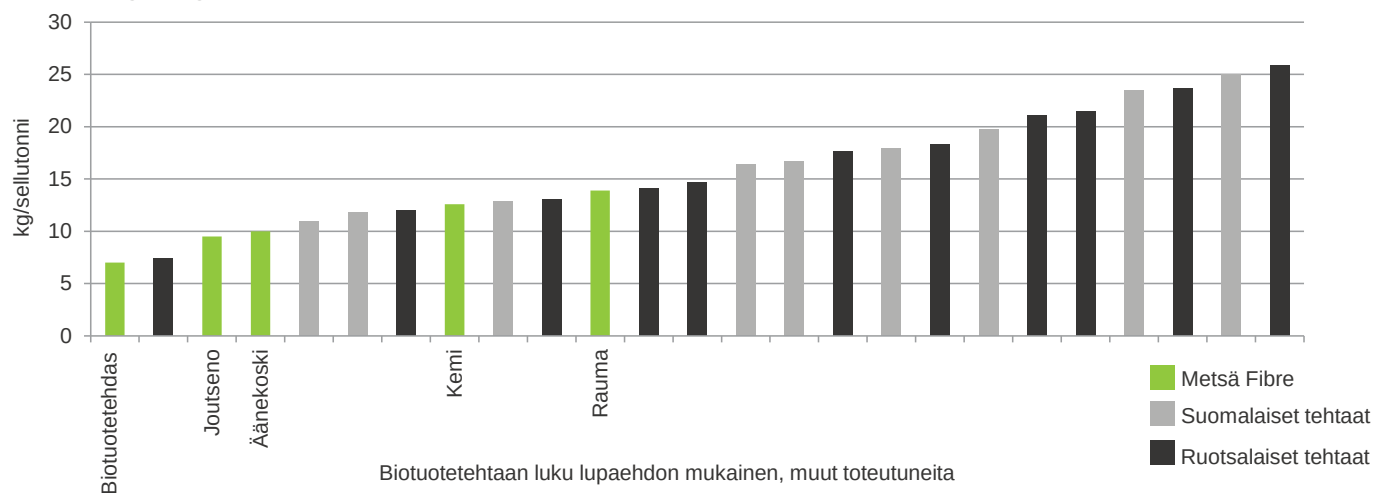
Tehdaskonsepti **maksimoi** myytävän bioenergian

- Suunnittelun peruseriaatteena korkea energiatehokkuus
- Biotuotetehdas on runsaasti yliomavarainen sähkössä – sähköomavaraisuus 240 %
- Tehdas tuottaa 2,5 prosenttia Suomen koko sähköntuotannosta
- Noin puolet tuotannossa syntyneestä kuoresta kaasutetaan tehtaan polttoaineeksi, loput myydään biopolttoaineena

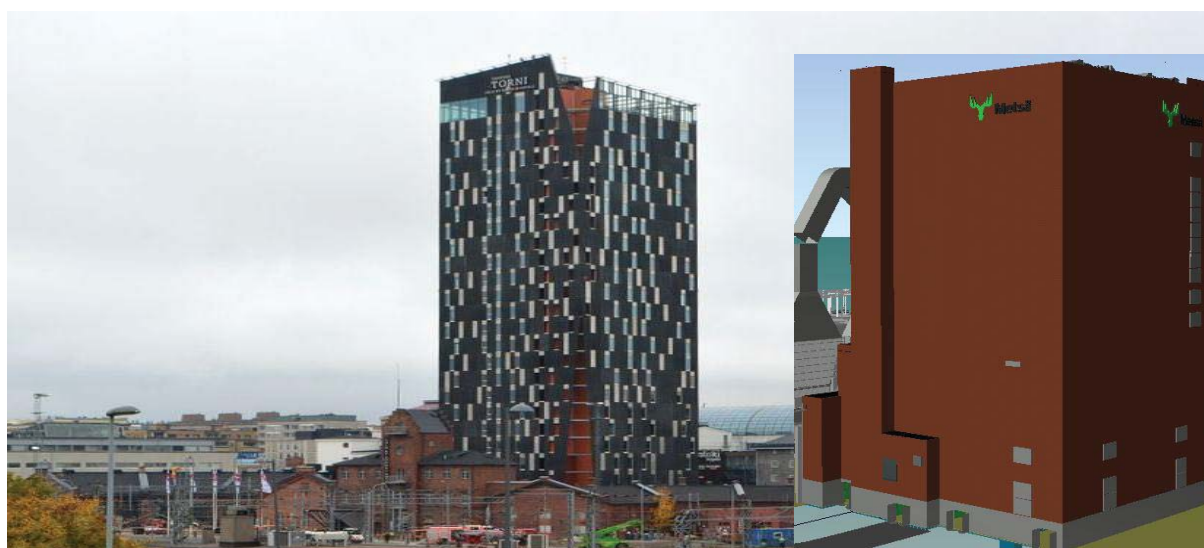


Uusi teknologia alentaa päästöjä

Kemiallinen hapenkulutus (COD_{CR}) on mittari, jonka avulla arvioidaan käsitellyn jäteveden laatua ja orgaanista kuormitusta



Hotelli Torni Tampere vs. MFBTT soodakattila



88 m

82 m

RECOX -kattila

Soodakattilateknologia

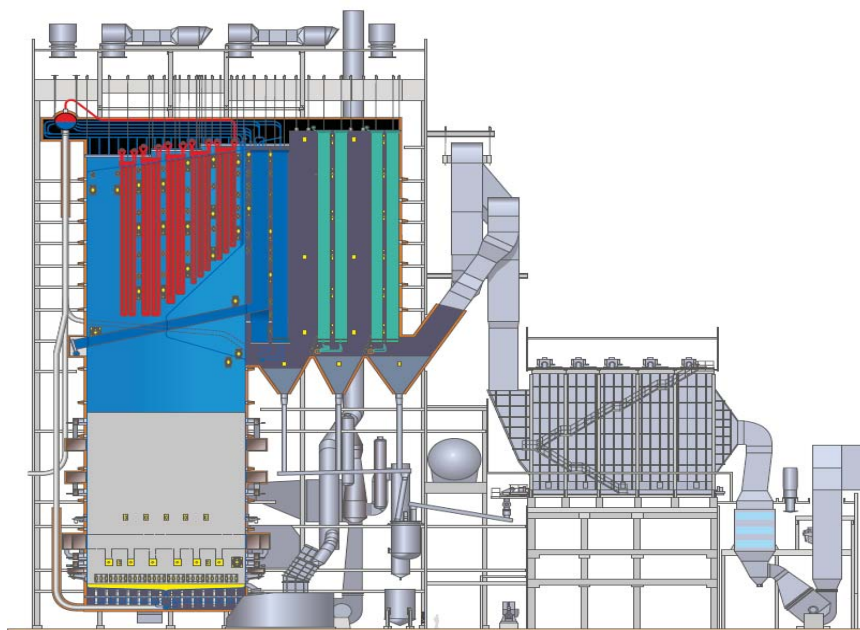
Metsä Fibre Oy
Äänekoski Biotuotetehdas

Kapasiteetti 7200 t ka/24h

Höyry 363 kg/s
110 bar
515 °C

Lipeä Sulfaattiprosessi

Käynnistyminen 2017



19/10/2015

Jukka Kiuru, Soodakattilapäivä 29.10.2015



Metsä Fibre Äänekoski RECOX -kattila

Korkean sähköntuotannon ominaisuudet

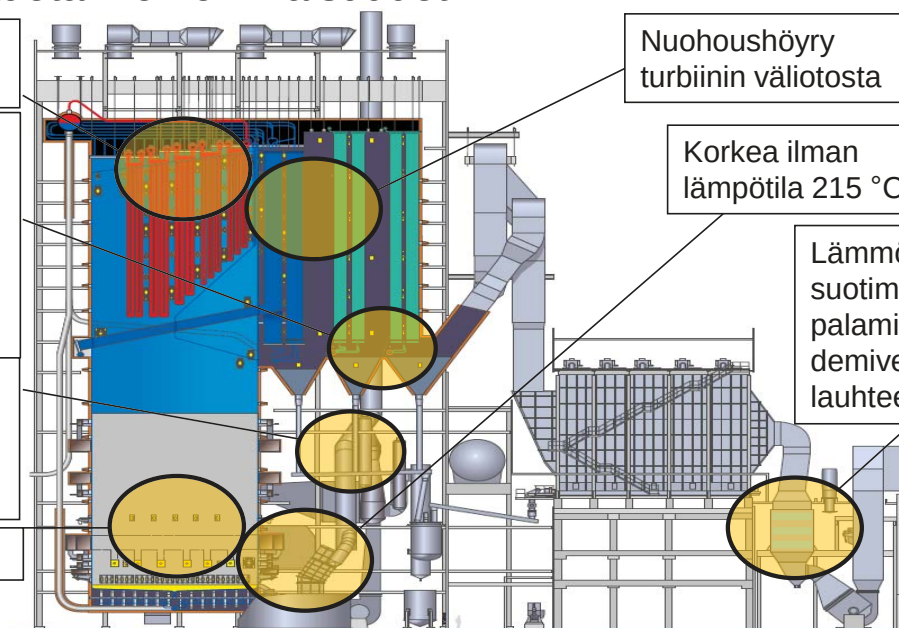
Korkeat höyryn arvot
110 bar, 515 °C

Optimoitu syöttöveden
esilämmitys:

- Matalapainehöyryn
paineinen
syöttövesitankki
- Esilämmitin
- Väilämmitin

Lämmön talteenotto
liuotinsäiliön höngästä
demiveteen/ turbiinin
lauhteeseen

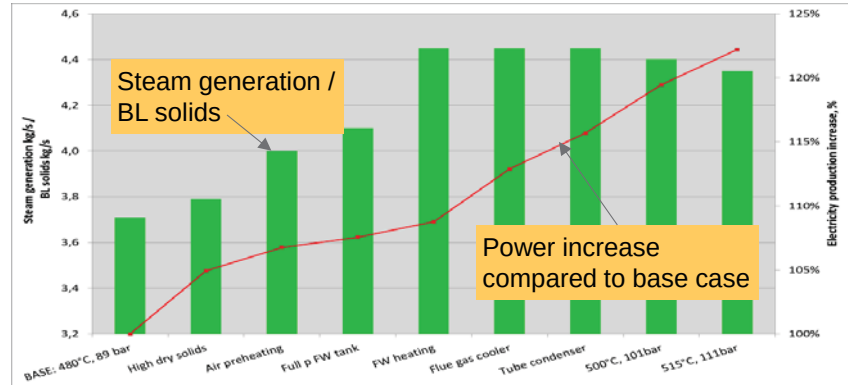
Korkea kuiva-aine 83%



Metsä Fibre Äänekoski RECOX -kattila

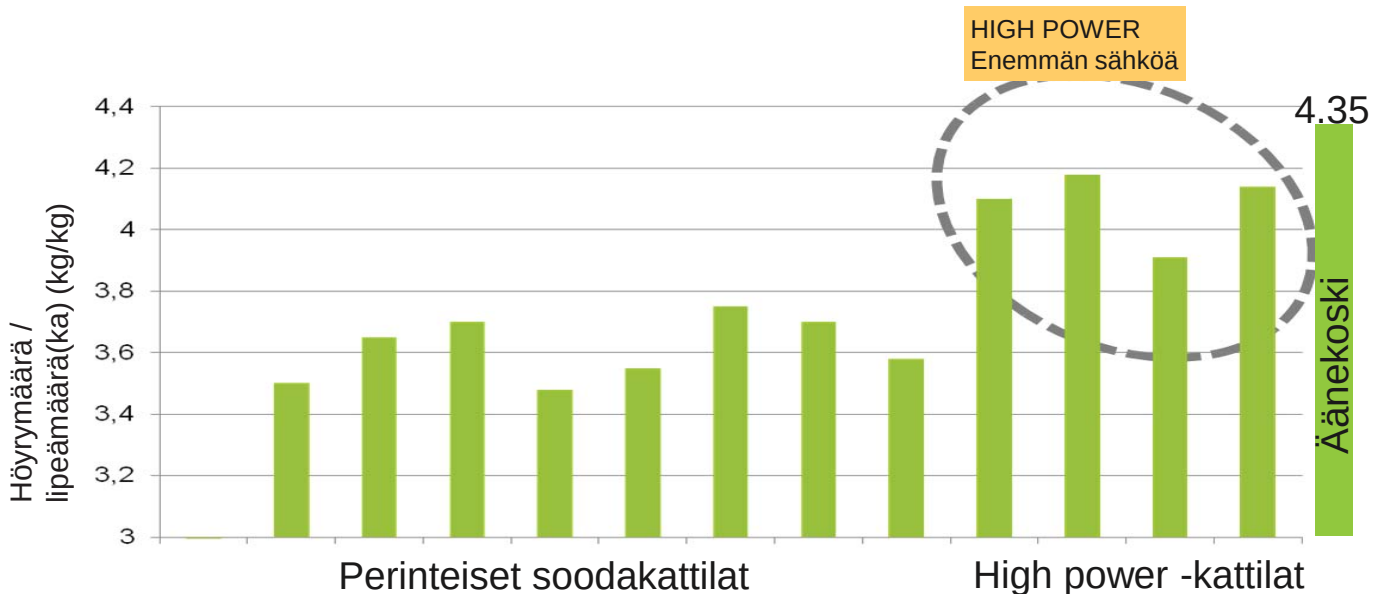
Eri ominaisuuksien vaikutus höyryn ja sähkön tuotantoon

- Mustalipenän kuiva-aine 83%
- Höyryn arvo 110 bar, 515°C
- Palamisilman lämpötila 215 °C
- Savukaasun lämpötila optimoitu syöttöveden esilämmityksen ohella; suotimen jälkeen jäähdytys 130°C:een
- Lämmön talteenotto liuotinsäiliön höngästä
- Syöttöveden esilämmitys
 - Matalapainehöyryn paineinen syöttövesitankki 143°C
 - Esilämmitin ennen ekoa → syöttövesi eko I:een 185°C
 - Välilämmitin ekojen välissä



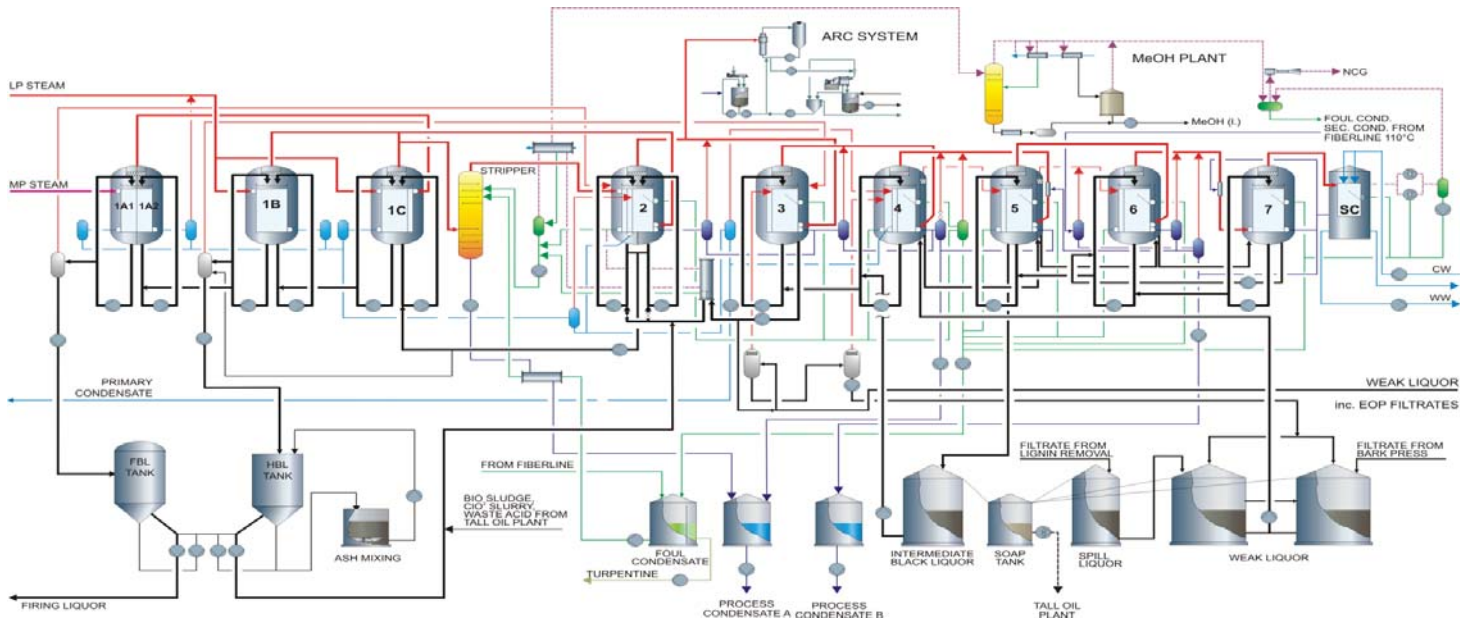
Metsä Fibre Äänekoski RECOX -kattila

Höyryntuotanto perinteisiin soodakattiloihin verrattuna



Haihduttamo

Kapasiteetti 1650 tH₂O/h



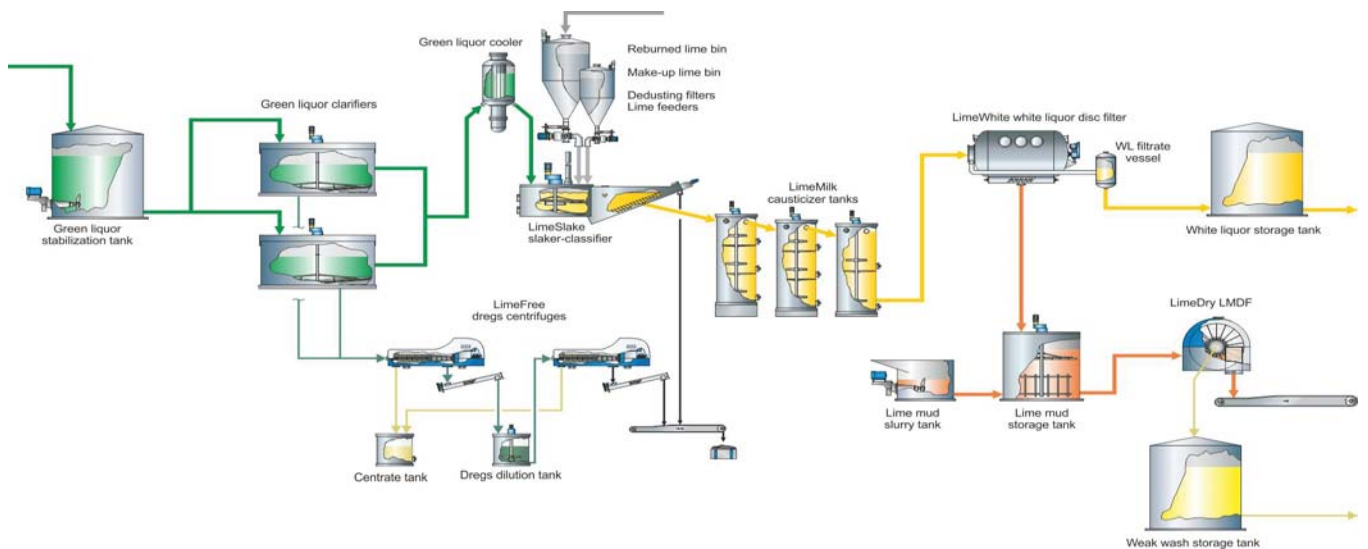
21

Jukka Kiuru, Soodakattilapäivä 29.10.2015



Kaustistamo

Kapasiteetti 16000 m³/d



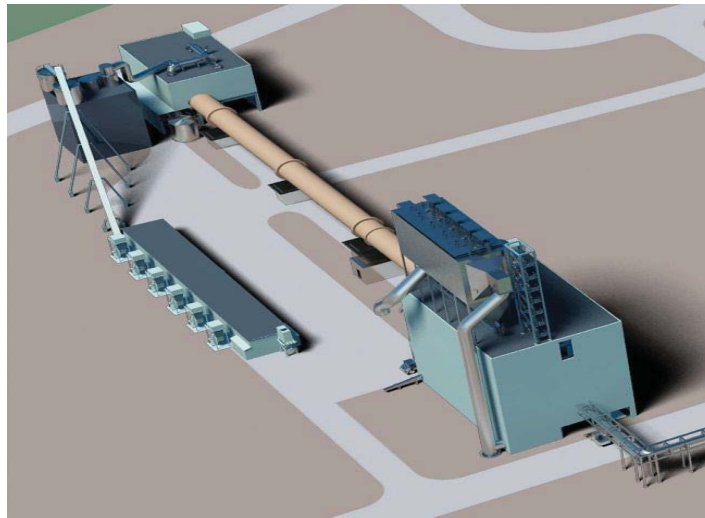
22

Jukka Kiuru, Soodakattilapäivä 29.10.2015



Äänekoski Biotuotetehdas

Biomassan kuivaus, kaasutin ja meesauuni



23 19/10/2015

Jukka Kiuru, Soodakattilapäivä 29.10.2015



Biomassakuivuri

Hihnakuivainteknologia

Metsä Fibre Oy
Äänekoski Biotuotetehdas

Haihdutuskapasiteetti

23 700 kg/h

Käyttö

Meesauunin kaasutin

Kuivattavat materiaalit

Koivun, männyn ja kuusen kuori

Kosteus sisään

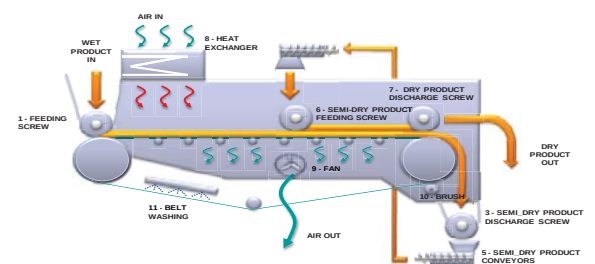
62%

ulos

8 %

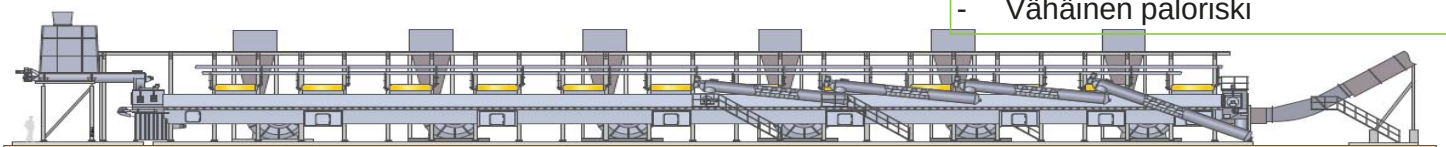
Käynnistyminen

2017



Patentoitu kaksikerroskuivaus
materiaalin kierrätyksellä:

- Matala lämmönkulutus, koska poistoilman suhteellinen kosteus saadaan korkeaksi
- Vähäinen paloriski



24 19/10/2015

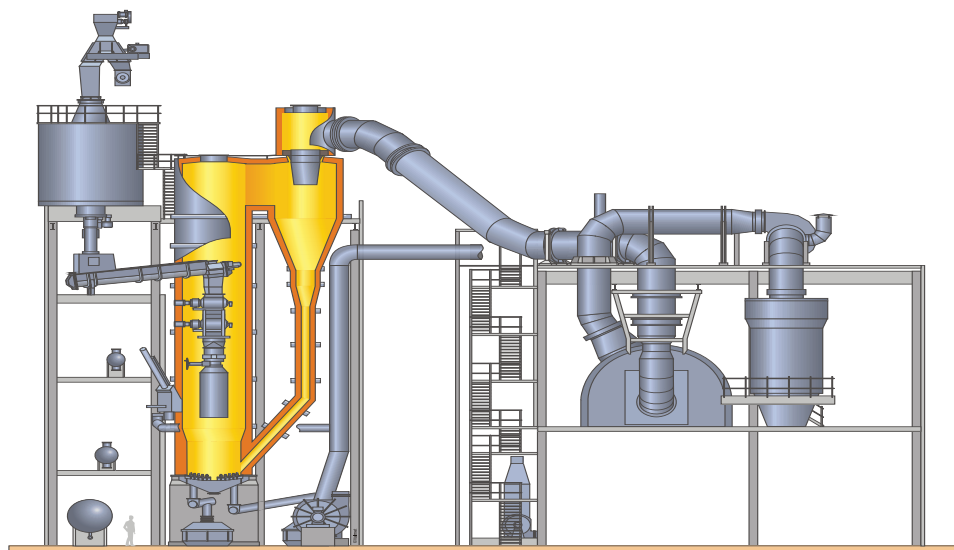
Jukka Kiuru, Soodakattilapäivä 29.10.2015



Biomassan kiertoleijukaasutin

Metsä Fibre Oy
Äänekoski Biotuotetehdas

Tuotekaasu 87 MW_{th}
Käyttö Meesauuni
Polttoaine Koivun, männyn ja
kuusen kuori
Käynnistyminen 2017



25 19/10/2015

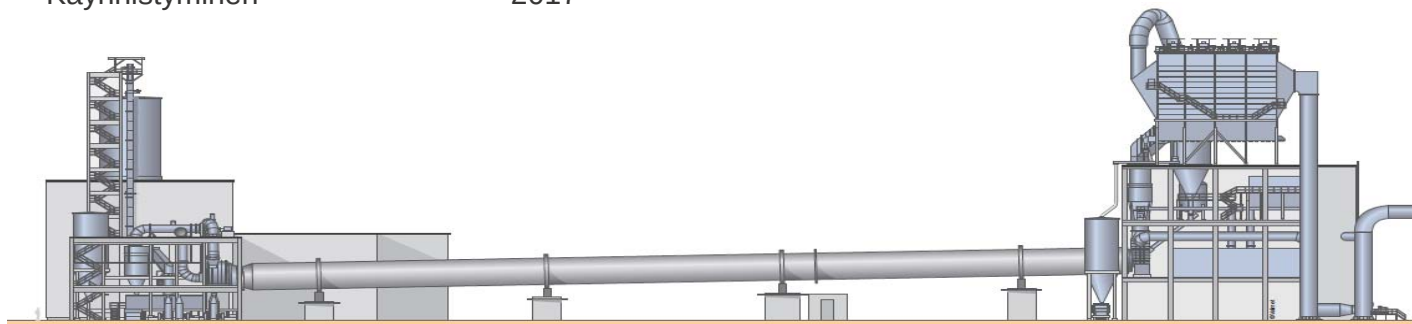
Jukka Kiuru, Soodakattilapäivä 29.10.2015



Meesauuni

Metsä Fibre Oy
Äänekoski Biotuotetehdas

Kapasiteetti, CaO tuotanto 1 200 t/h
Polttoaineet Kaasuttimen tuotekaasu, mäntypikiöljy
Käynnistyminen 2017



26 19/10/2015

Jukka Kiuru, Soodakattilapäivä 29.10.2015



Turbiini, 280 MW

SIEMENS

Power and Gas

Steam Turbines
Industrial Applications

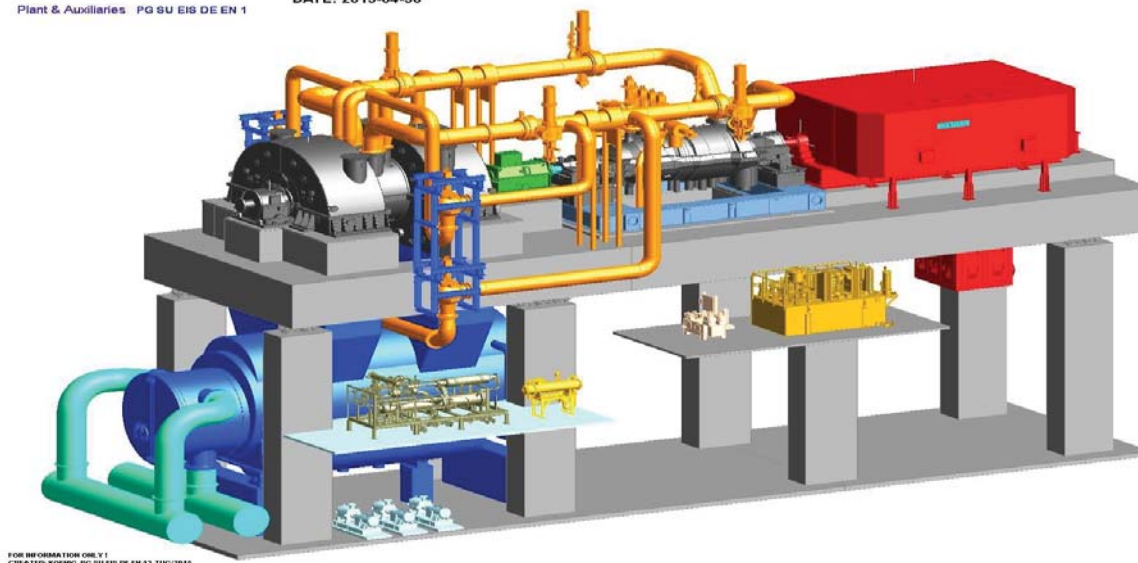
Plant & Auxiliaries PG SU EIS DE EN 1

A1445(YFB)

ÄÄNEKOSKI

STEAM TURBINE1:SST500(WK90/5,0)
STEAM TURBINE2:SST-800(NG90/100)

DATE: 2015-04-30



FOR INFORMATION ONLY!
CREATED: KUKING, PG SU EIS DE EN 13 THU/2015

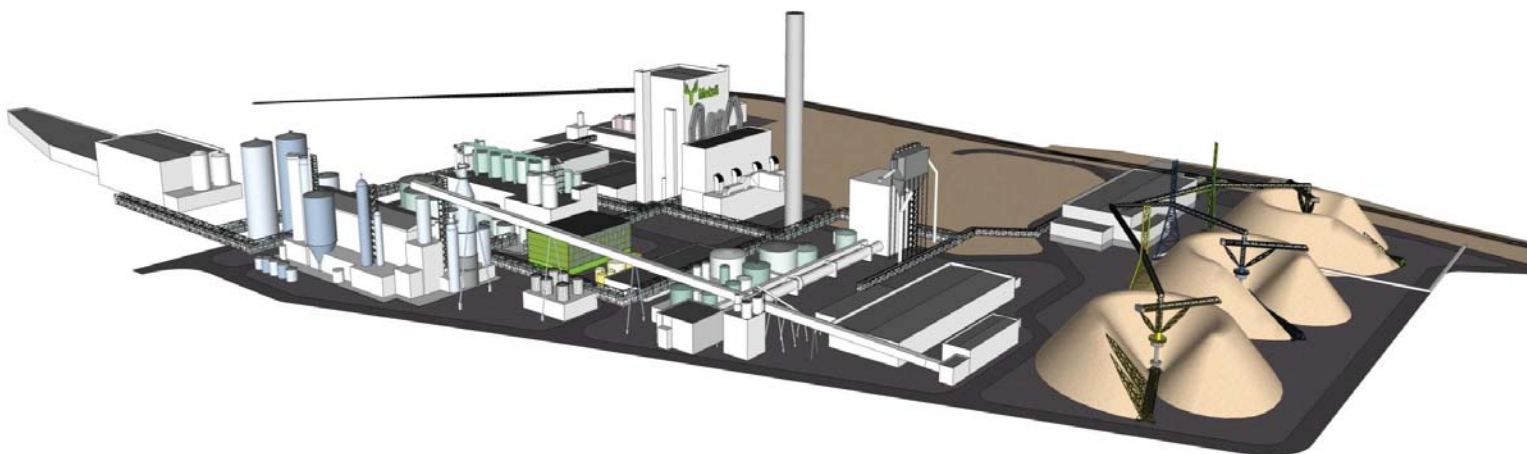
27 19/10/2015

Jukka Kiuru, Soodakattilapäivä 29.10.2015



Äänekosken biotuotetehdas

Äänekosken biotuotetehdas 2017



28 19/10/2015

Jukka Kiuru, Soodakattilapäivä 29.10.2015





**Maailman ensimmäinen
uuden sukupolven
biotuotetehdas**

www.biotuotetehdas.fi

@Biotuotetehdas

<https://twitter.com/biotuotetehdas>

Make the most of Metsä



**UNDERSTANDING LOW TEMPERATURE CORROSION IN BL
COMBUSTION (PHASE 2)**

Nikolai DeMartini
Åbo Akademi



Understanding Low Temperature Corrosion in BL Combustion

Nikolai DeMartini, Henri Holmblad,
Emil Vainio



Background

- This SKY project has funded the DI work of Henri Holmblad at ÅAU

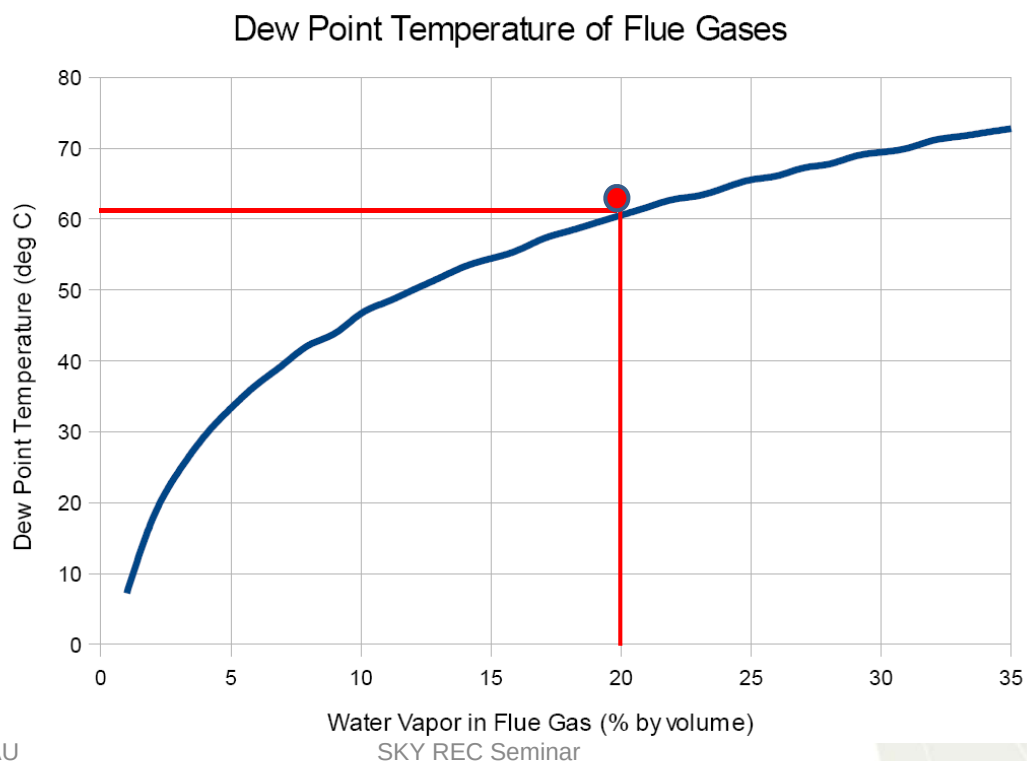


Background

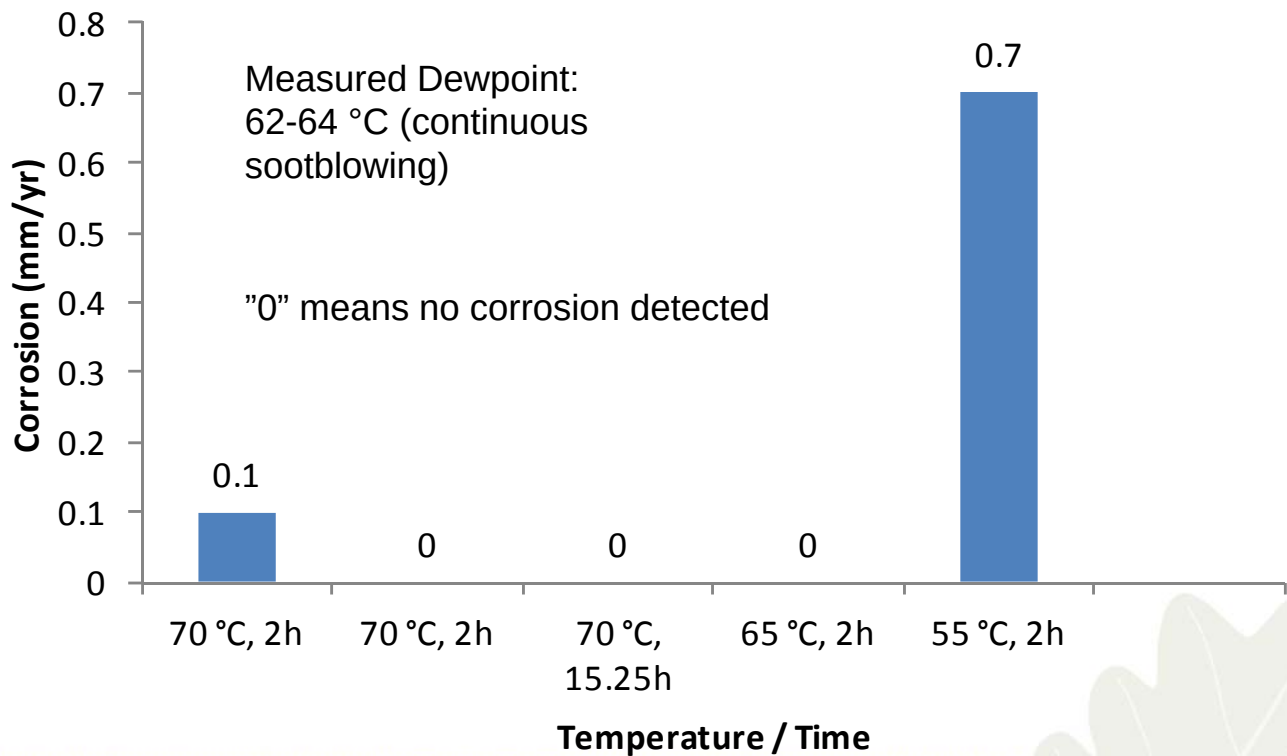
- Industrial interest in extracting more energy from flue gases
- Some historical industrial observation of low temperature corrosion – not well documented
- H_2SO_4 acid dewpoint previously thought to exist in recovery boilers

Background - dew point at Rauma

● = measured dew point



Background - corrosion probe results at Rauma



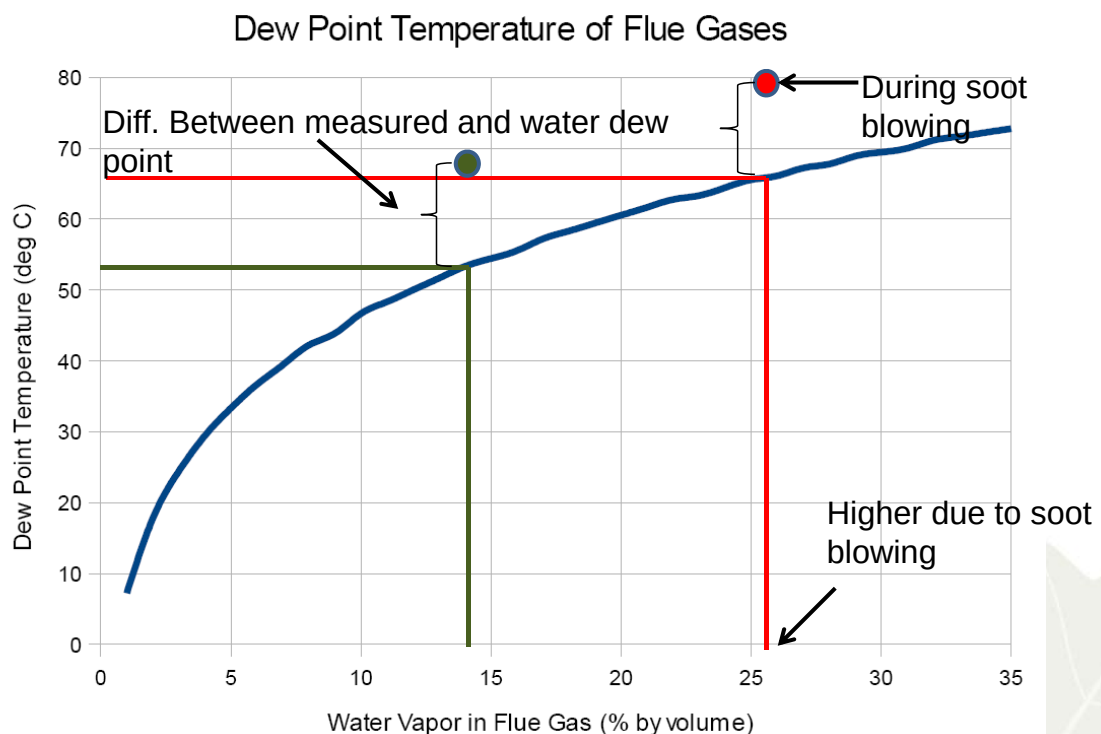
22.10.2011, ÅAU

SKY REC Seminar

5

Background - dew point at Heinola

● ● = measured dew point

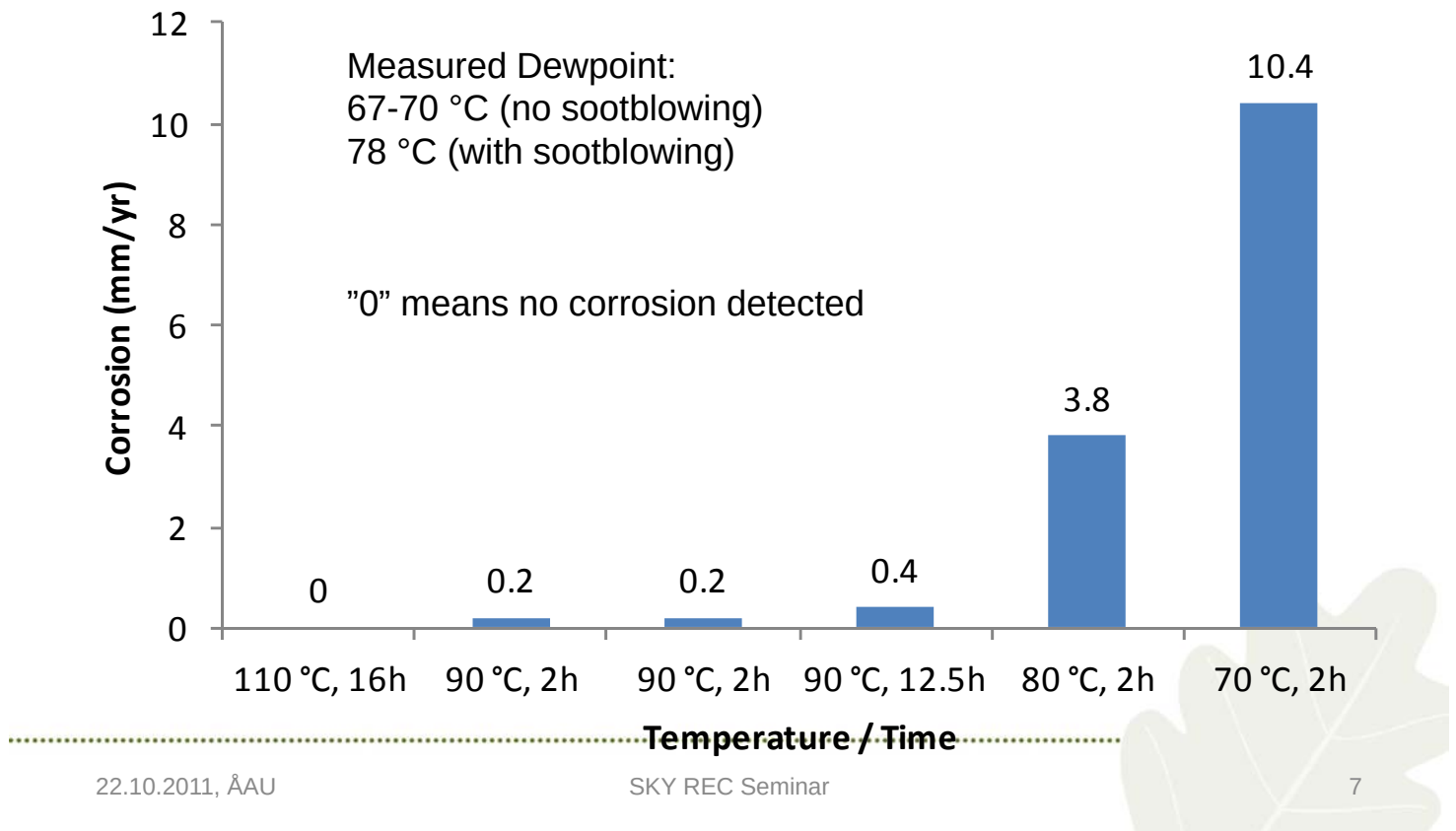


22.10.2011, ÅAU

SKY REC Seminar

6

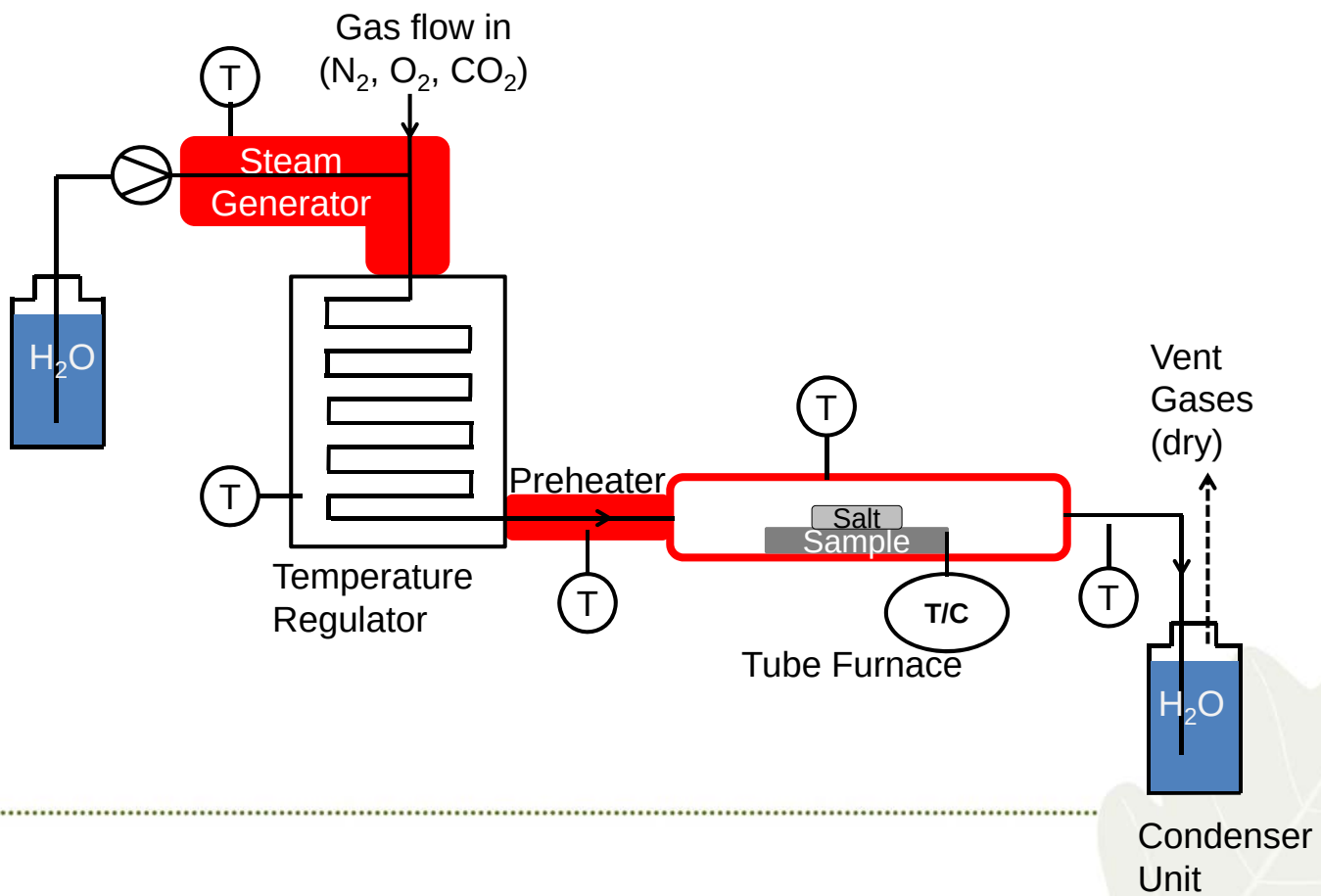
Background - corrosion probe results at Heinola



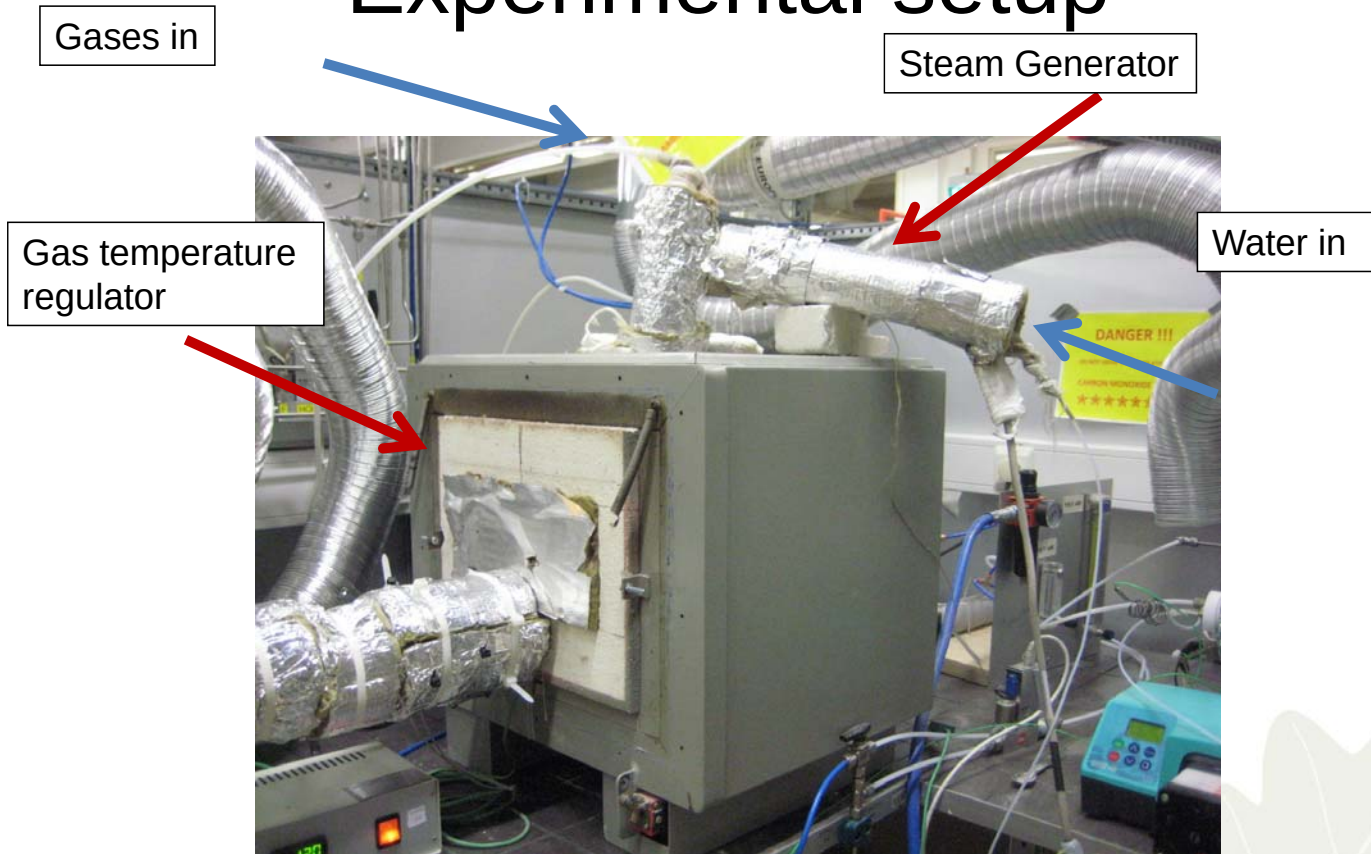
Objectives

- Hypothesis: hygroscopic salts absorb water, resulting in dew point corrosion
- Hygroscopic nature of salts in recovery boilers not yet understood
- This study – Start to map out at what temperatures/vol-% H₂O carbon steel corrodes

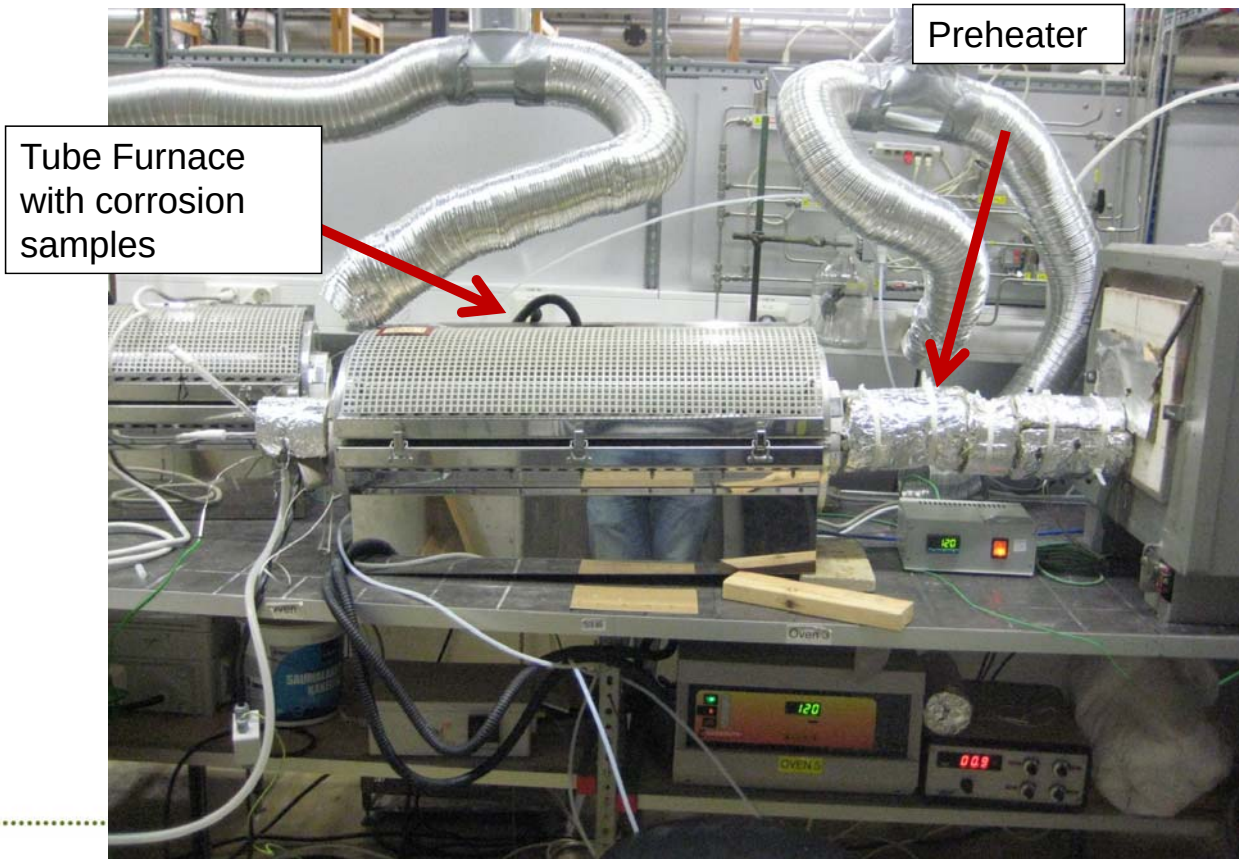
Experimental setup



Experimental setup



Experimental setup



Experimental work

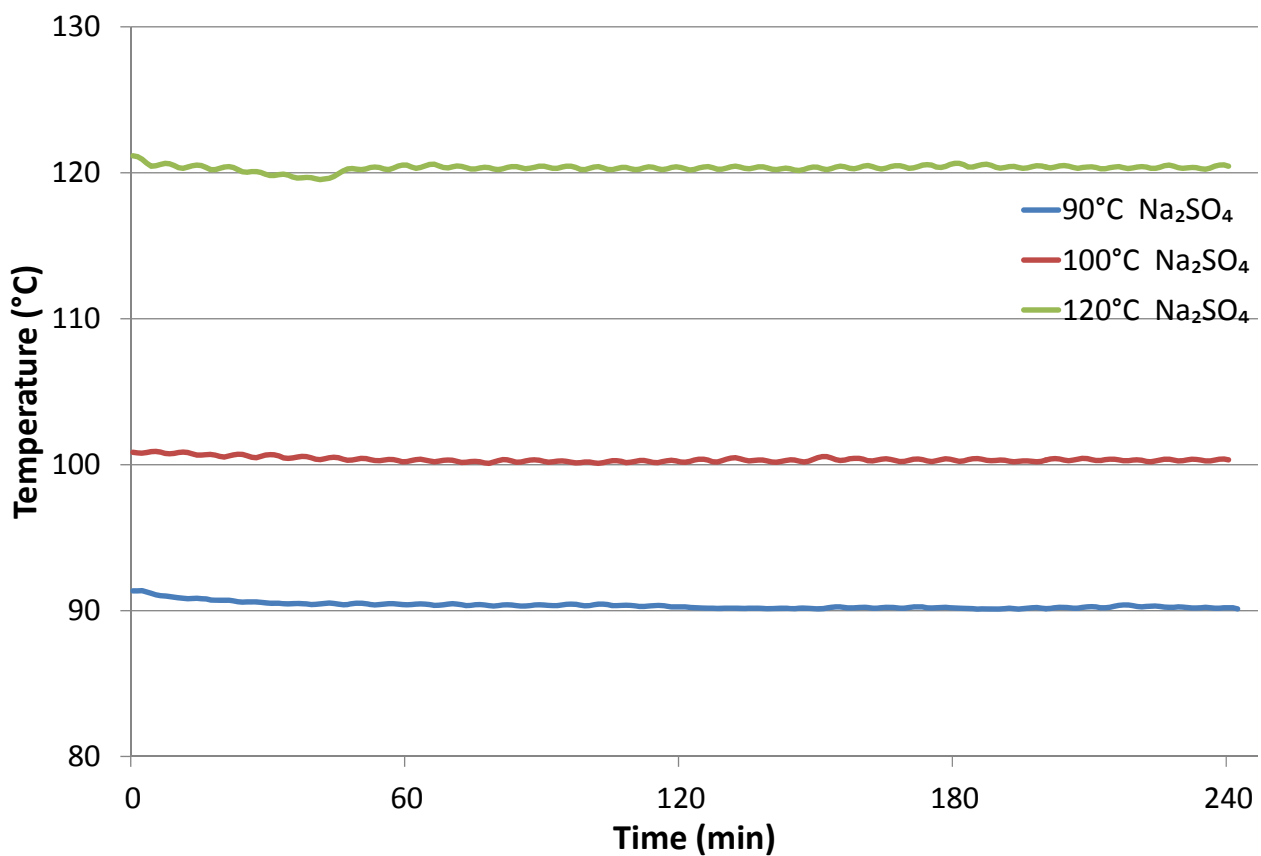
- corrosion sample:
 - 2x2 cm carbon steel coupon
 - 3-4 coupons per experiment
- ~0.1 g of salt on the coupon
- Ratio of dry gases during experimental runs:
15.5:3.5:1 $\text{N}_2:\text{CO}_2:\text{O}_2$
 - (31% N_2 , 7% CO_2 & 2% O_2 at 60% H_2O)
- Corrosion determined by:
 - Visual inspection
 - (Weight loss)
 - (SEM analysis)

Experimental setup



Temperature

Na_2SO_4 4 h experiments



Experimental Plan 1

Salt	Temperature (°C)	H ₂ O (vol-%)	Time (h)
NaHSO ₄	90	60	4
	100		
	110		
	120		
Na ₂ SO ₄	90	60	4
	90		24
	100		4
	100		24
	110		24
	120		4

Salt Tests – Phase 2

Salt	H ₂ O (vol%)	Temp (°C)	Time (h)
Na ₂ SO ₄	27	80	4
		90	4
	60	100	4
		100	24
		110	24
Na ₂ CO ₃	80	90	4
		100	4
		110	24
		120	24
Na ₂ SO ₄ -Na ₂ CO ₃ (90:10)	27	80	24
NaCl	80	110	24
		120	24
KCl	80	110	24
		110	4
		120	24

Precipitator Ash Tests – Phase 2

Salt	H ₂ O (vol%)	Temp (°C)	Time (h)
PA1	27	70	24
		80	24
		90	24
		100	24
		110	24
	60	100	4
		110	4
		120	4
	80	110	24
PA2	27	100	4
		110	4
	60	100	4
		110	4

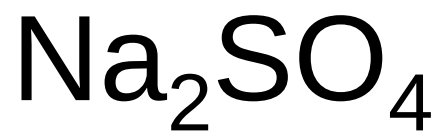
NaHSO₄ tests – Phase 2

Salt	H ₂ O (vol%)	Temp (°C)	Time (h)
NaHSO ₄	0	150	4
	27	80	4
		90	4
		120	4
	60	130	4
		140	4
		150	4

Precipitator Ash Composition

	Na (wt-%)	K (wt-%)	SO ₄ (wt-%)	Cl (wt-%)	CO ₃ (bal) (wt-%)
PA1	30.3	4.6	58.4	0.9	5.8
PA2	29.8	4.8	61.0	1.0	3.6

Results



Salt: Na_2SO_4
Temperature: 90°C
 H_2O : 60 vol-%
Exposure: 4h



Salt: Na_2SO_4

Temperature: 90°C

H_2O : 60 vol-%

Exposure: **24h**



Salt: Na_2SO_4

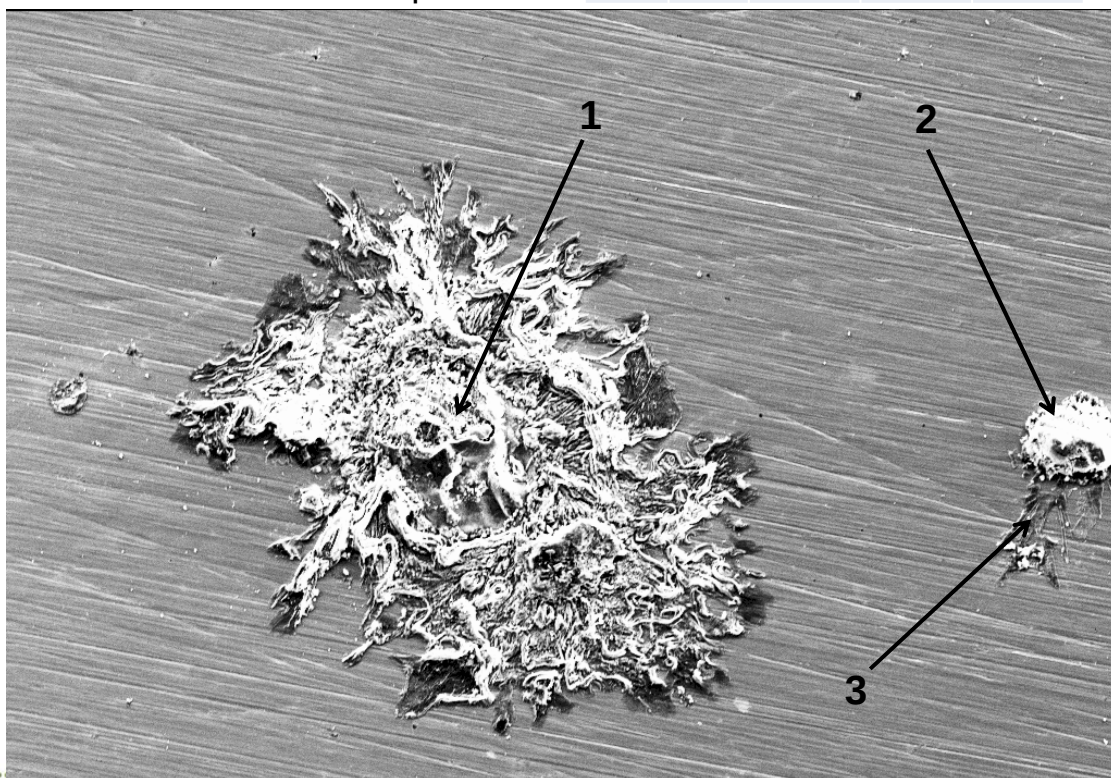
Temperature: 90°C

H_2O : 60 vol-%

Exposure: 4h

Top view

WT%				
	Fe	S	Na	O
1	64.0	1.1	1.4	31.7
2	40.7	5.7	16.6	35.1
3	62.9	3.9	20.9	11.7



100µm

LEO 1530

Mag = 200 X
WD = 13 mm

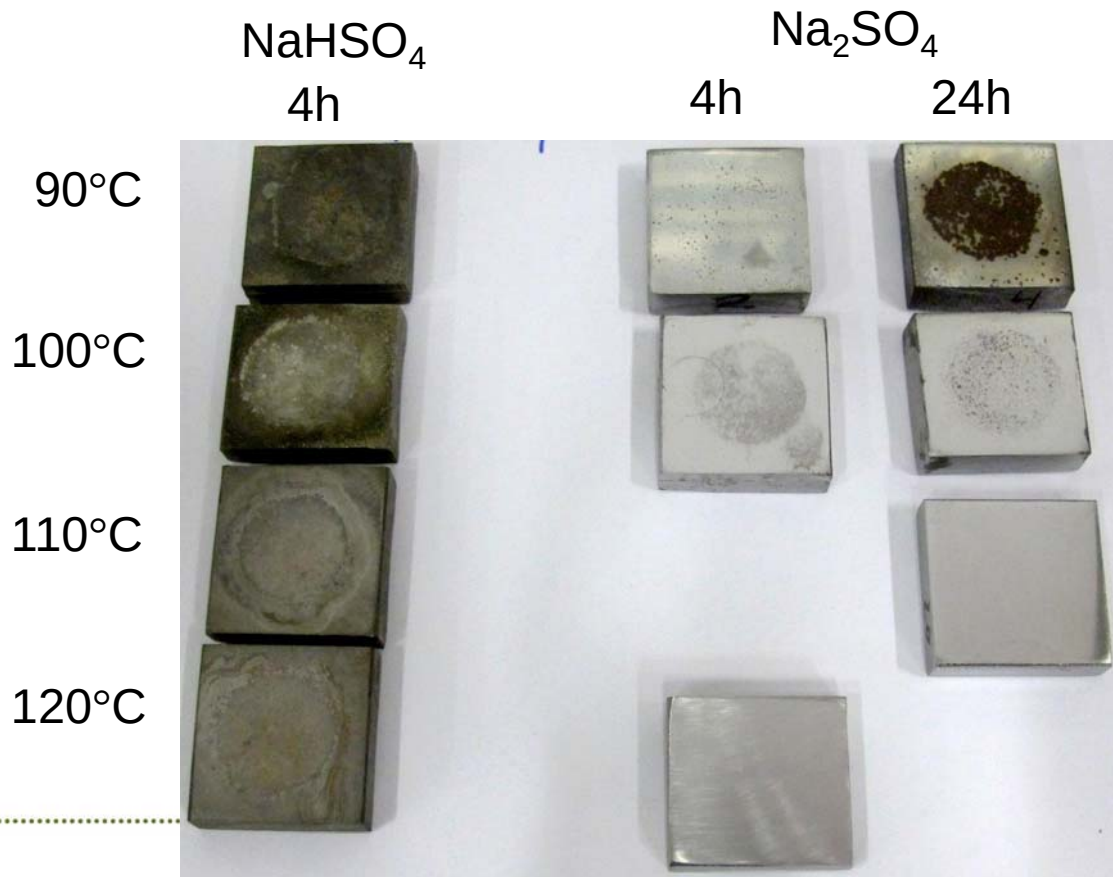
EHT = 15.00 kV
Signal A = SE2

Aperture Size = 60.00 µm
Image Pixel Size = 585.9 nm

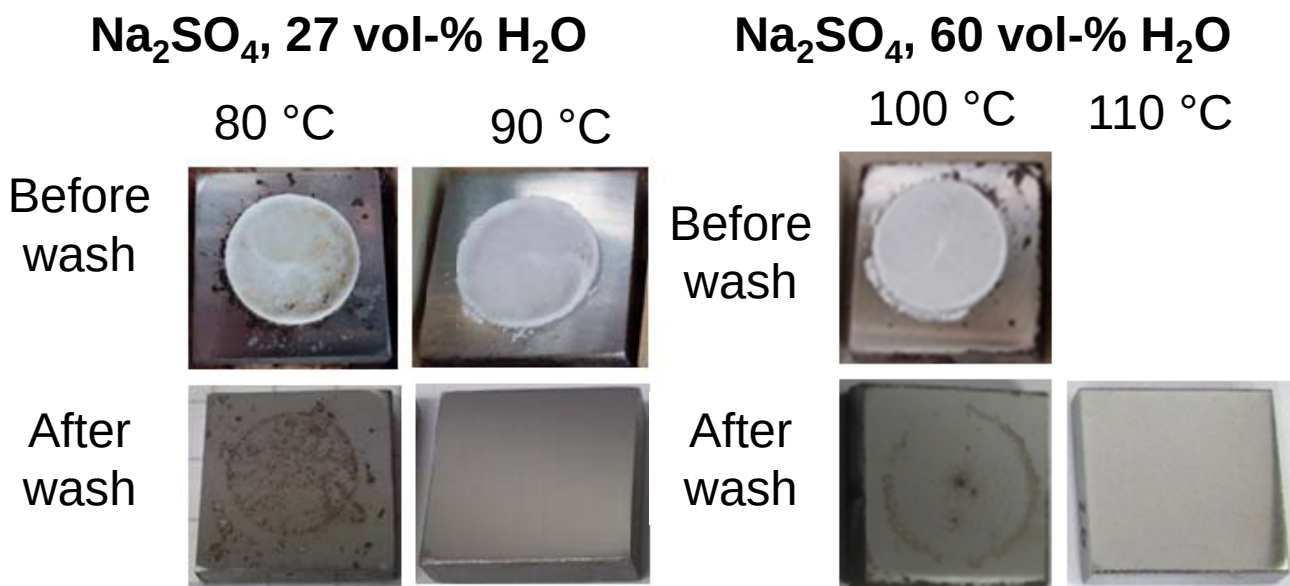
Date :30 Sep 2014

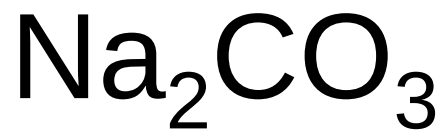


NaHSO₄ – Na₂SO₄ Comparison (60 vol-% H₂O)

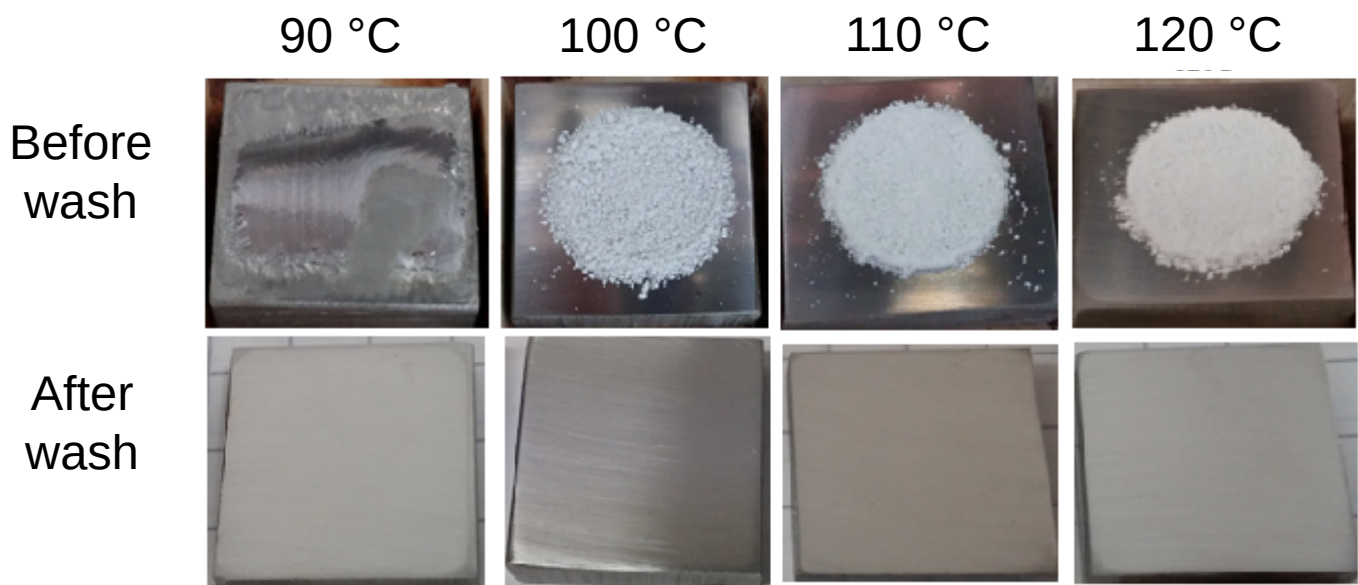


Na₂SO₄ – comparison of 27vol-% and 60 vol-% H₂O





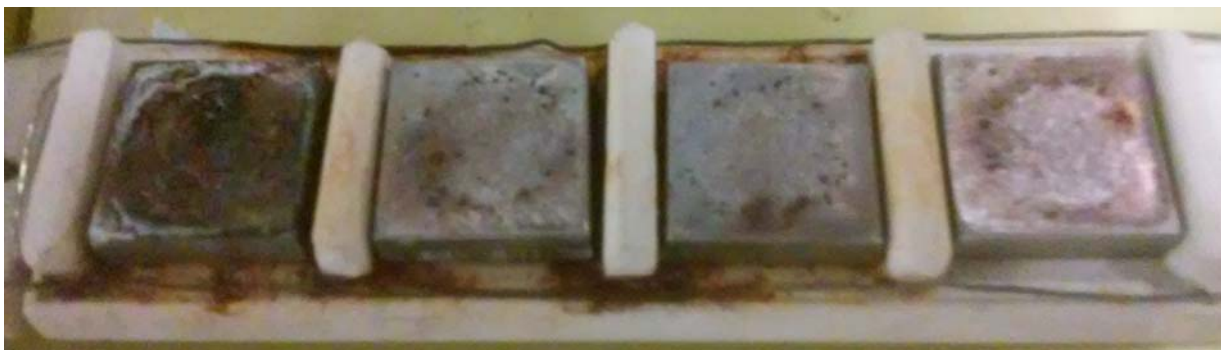
Salt: Na_2CO_3
 H_2O : 80 vol-%
Exposure: 4h (90 & 100 °C),
24h (110 & 120 °C)



Salt mixture

90% Na_2SO_4 – 10% Na_2CO_3

Salt: 90% Na_2SO_4 & 10% Na_2CO_3
Temperature: 80 °C
 H_2O : 27 vol-%
Exposure: 24h

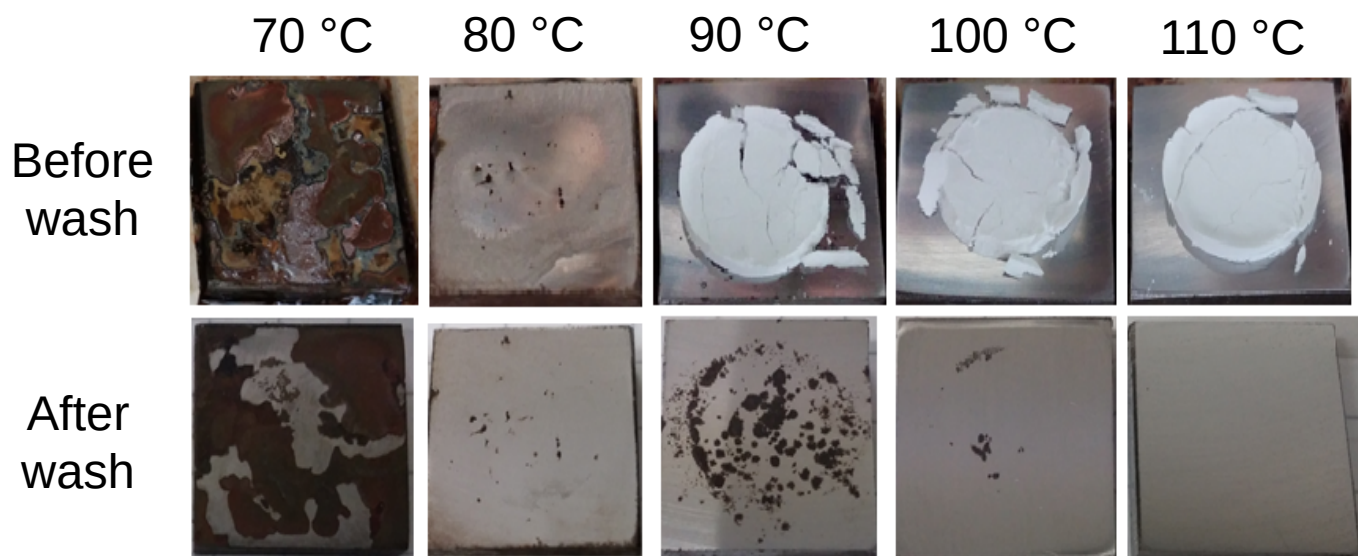


Precipitator Ash 1

Salt: Precipitator Ash 1

H₂O: 27 vol-%

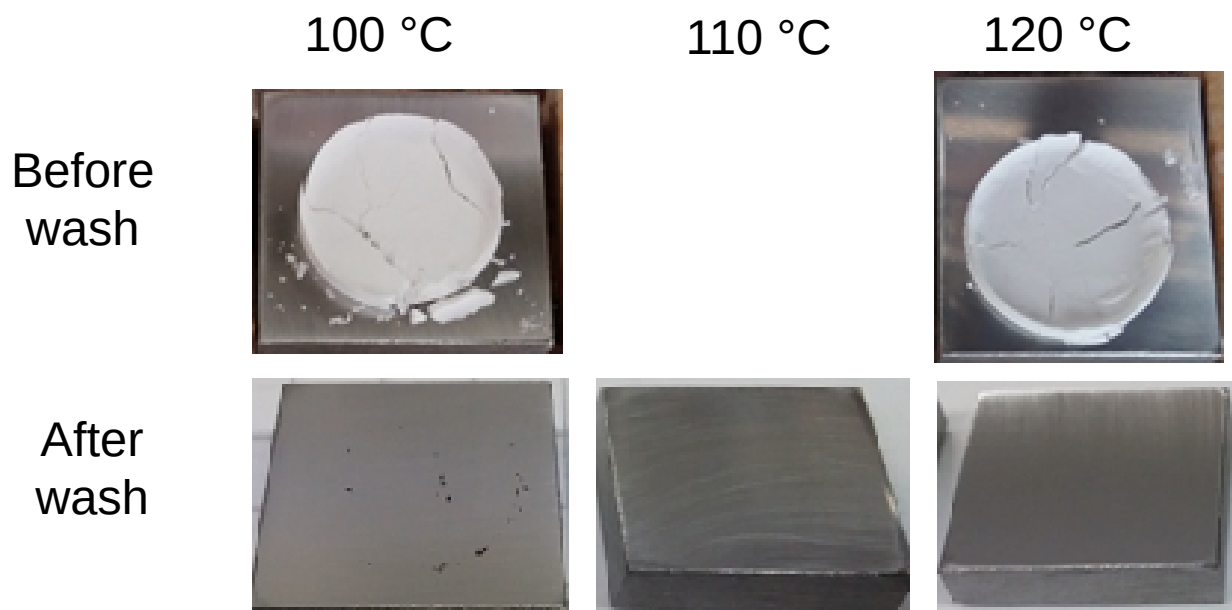
Exposure: 24h



Salt: Precipitator Ash 1

H₂O: 60 vol-%

Exposure: 4h

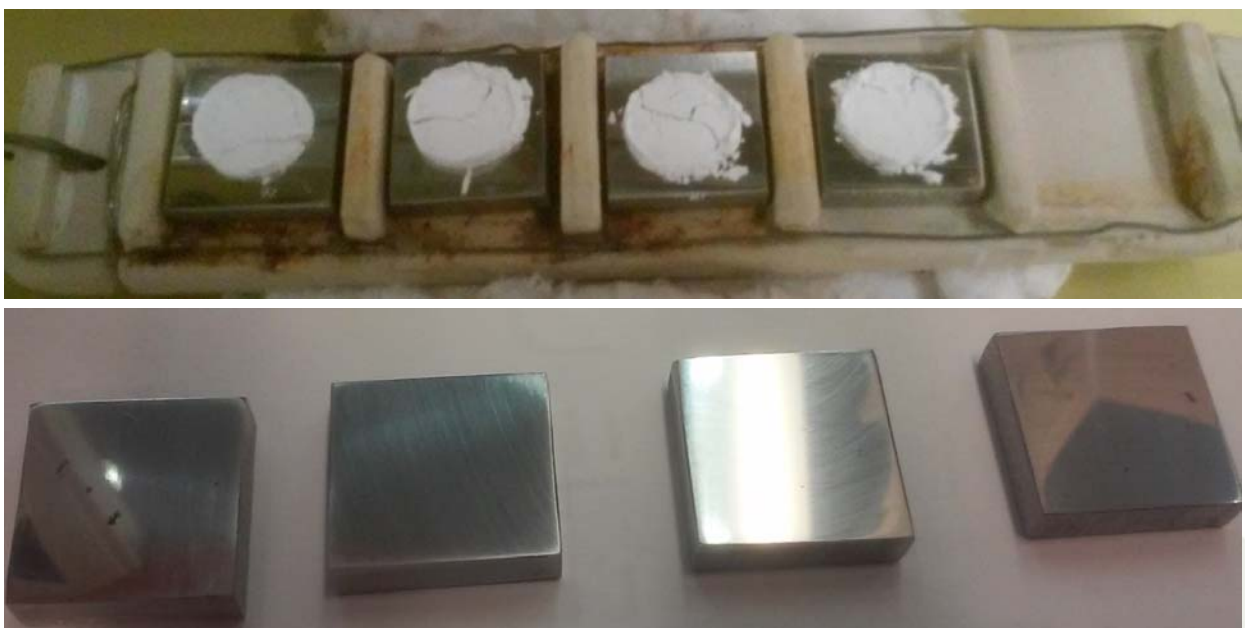


Salt: Precipitator Ash 1

Temperature: 110 °C

H₂O: 80 vol-%

Exposure: 24h



Precipitator Ash 2

Salt: Precipitator Ash 2
Temperature: 100 °C
H₂O: 27 vol-%
Exposure: 4h

Before
wash



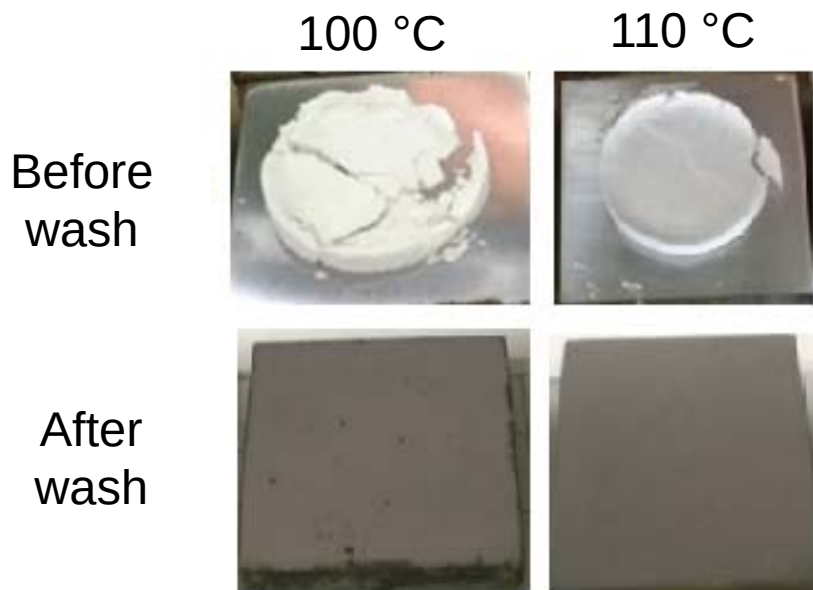
After
wash



Salt: Precipitator Ash 2

H₂O: 60 vol-%

Exposure: 4h



Conclusions

	27% H ₂ O	60% H ₂ O	80% H ₂ O
Na ₂ SO ₄	90 °C	110 °C	
Na ₂ CO ₃			^a
PA1	110 °C	110 °C	120 °C ^b (?)
PA2	100 °C	110 °C	

^aNo corrosion seen even though salt absorbed enough water to be totally dissolved

^bVery light corrosion seen at 110 °C, so expect no corrosion at 120 °C

Conclusions

- Absorbtion of H_2O by hygroscopic salts appears to be the mechanism for low temperature corrosion
 - Academy of Finland support for Emil Vainio to understand this phenomena of water adsorption by salts in biomass fueled boilers
-



Conclusions

- **These results indicated 110 °C (both gas and steel) is a safe temperature from a corrosion perspective**
 - More deposits should be tested
 - Some corrosion studies in a gradient needed
 - Tests with moments of higher H_2O to similate local fluctuations seen with sootblowing
-



Acknowledgements

- Our thanks to SKY and member companies for continued support of projects at ÅAU
- We'd like to acknowledge Niklas Vähä-Savo now with Vapo Oy for his work in phase 1



**LAIHAN MUSTALIPEÄN KAASUTUS VEDEN YLIKRIITTISISSÄ
OLOSUHTEISSA**

***Mika Järvinen
Aalto-yliopisto***

Soodakattilapäivä 2015

SuperCritical Water Gasification of Black Liquor: Progress & Prospects

Mika Järvinen, Mohamed Magdeldin

Energy Engineering & Environmental Protection Research Group,- ENY
Department of Energy Technology
School of Engineering
Aalto University

Energy Engineering & Environmental research group, ENY



Mika Järvinen
Associate Professor, D.Sc.
Research Group Head



Mohamed Magdeldin
Doctoral Researcher, M.Sc.
*Thermodynamic & process modelling for
the hydrotreatment of Black Liquor*



Thomas Kohl
Doctoral Researcher, M.Sc.
*Thermo-economic analysis & integration
of bio-based energy systems.*



Cataldo De Blasio
Post-Doc Researcher, D.Sc.
*Docent Adjunct Professor, Åbo Akademy
Experimental setup liason*



Black Liquor Spraying
Ari Kankkunen
CO₂ Capture
Arshe Said
Sanni Elenova
Waste Gasification
Loay Saeed
Jonatan Skargersten
Social Acceptability
Laura Kainiemi

Research Motivation

"Contribute to the development of the Pulp & Paper industry future outlook of transforming existing traditional mills into Integrated Product Bio-refineries (IPBR) through the innovative technologies such as Supercritical Water Gasification"



Sunila Mill in Kotka. Photo: Stora Enso

"Ongoing research work is part of the Academy of Finland funded BIO-SCWG project (2012-2015) in collaboration with Sao Paulo University in Brazil and Åbo Academy in Finland"

Kohl et al. *Biomass Supercritical Water Gasification Integration with CHP units - Definition of novel social & political constraints for enlarged multi-objective optimization – Bio-SCWG project*. Poster presented at the 5th Nordic Wood Biorefinery Conference NWBC. 2014, March 25-27, Stockholm Sweden.

Kohl et al. *Modelling of gasification of biomass in supercritical water - mathematical model to match mass –and energy balance*. Poster presented at 14th European Meeting on Supercritical Fluids. 2014, May 18-21, Marseille, France.

Magdeldin et al. *Heat integration assessment for the coupling of hydrothermal processing of lipid algae with a downstream reformer for a conceptual hydrogen production plant*. 6th Int. Conf. on Hydrogen Production 2015, May 3-6, Oshawa, Canada.

Magdeldin et al. *Heat Integration Assessment for the Conceptual Plant Design of Synthetic Natural Gas Production from Supercritical Water Gasification of Spirulina Algae*. 28th Int. conference on efficiency, cost, optimization, simulation and environmental impact of energy systems, ECOS. 2015, June 30 – July 3, Pau, France.

Magdeldin et al. *Process design, synthesis and thermodynamic evaluation of hydrogen production from hydrothermal processing of lipid extracted algae integrated with a downstream reformer conceptual plant*. Under review : Biofuels Journal.

De Blasio et al. *A study on Supercritical Water Gasification of sucrose and black liquor conducted in Stainless Steel and Nickel-Chromium-Molybdenum reactors*. Under review: Biomass & Bioenergy Journal.

Hydrothermal treatment of carbonaceous solids

Why?

- Water in it's existing moisture form is used as processing medium rather than a processing penalty.
- Enhanced conversion and separation of organic-inorganic mixtures.
- Versatile and selective chemistry towards different sets of chemical & energy products.

"Water plays the role of solvent, catalyst and reactant to the organic feed." Kruse et al. 2008

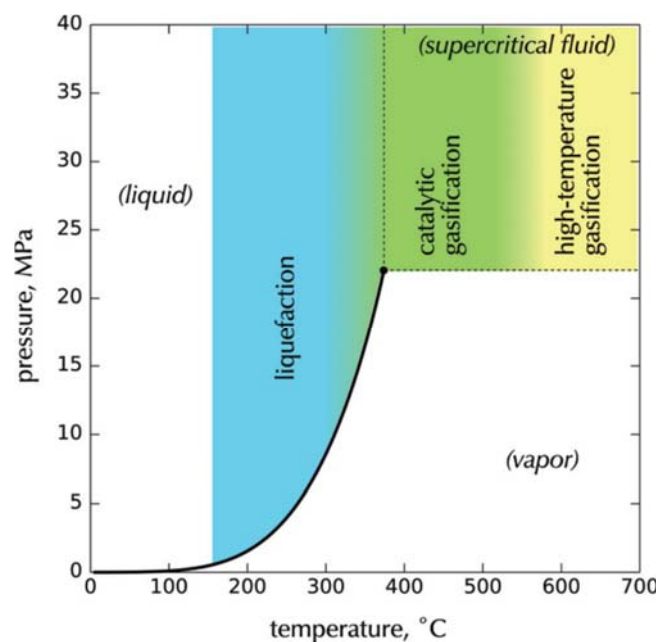


Figure adapted from Peterson et al., 2008.

Supercritical Water Gasification, SCWG

"By moving from subcritical to supercritical temperatures at pressures above P_c we can control both the rate of hydrolysis as well as phase partitioning and solubility of components so that more chemically and energetically favorable pathways to gaseous and liquid biofuels may be released." Peterson et.al 2008.

Process Drivers:

- Advantageous **variation of thermo-physical properties** around the critical point.
- **Homogenous** reaction medium for organics.
- **Salt and inorganic solids** recovery around the critical point.
- Richer medium for **acid- or base- catalyzed reactions**.
- **Intensification** of conversion process.

Process Barriers:

- Process utility demand at **acute conditions**. (> 370 °C & 221 bar)
- Reactor system; continuous feed system and **heat integration** design.
- Absence of accepted detailed kinetics & catalytic system design.
- Metallurgical challenge and corrosion.

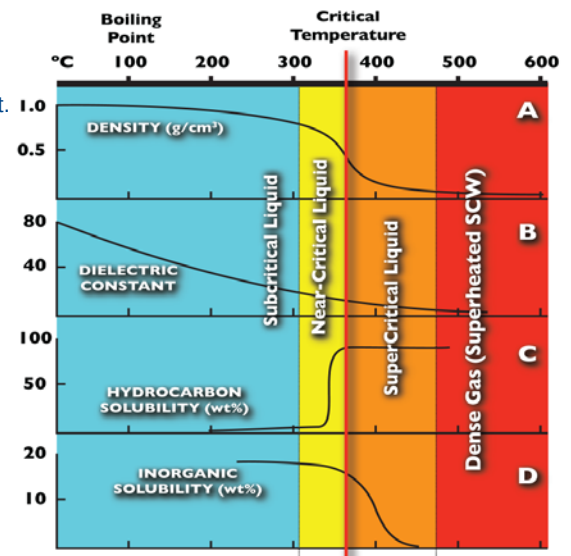
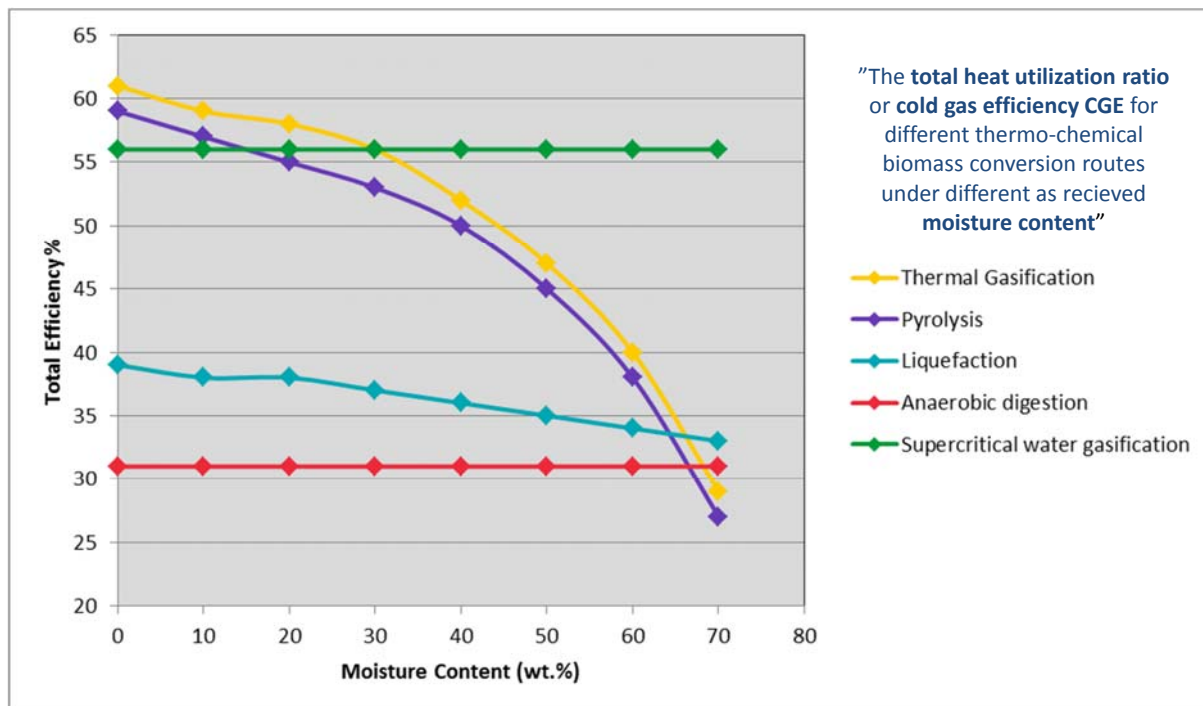


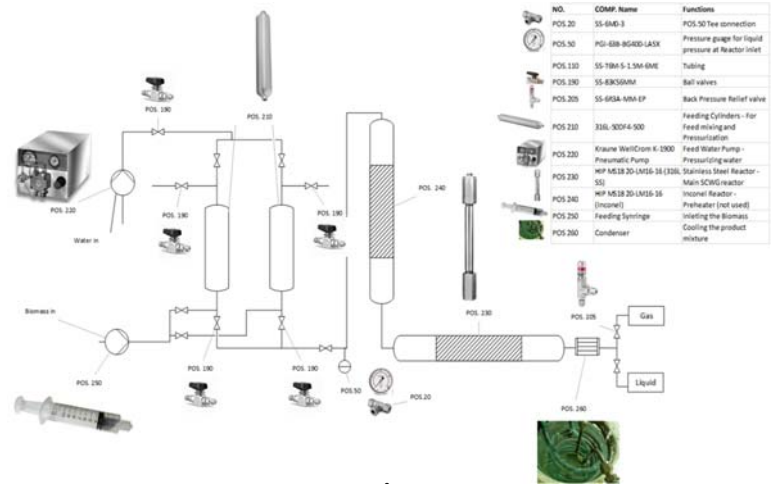
Figure adapted from Zhang et al., 2010.

SCWG vs Conventional processes



Methanol was used as model compound for calculation reference. Data extracted from Yoshida et al.(2003)

Experimental work, Åbo Akademi



Experimental setup at Åbo Akademi, Courtesy of De Blasio (2015).

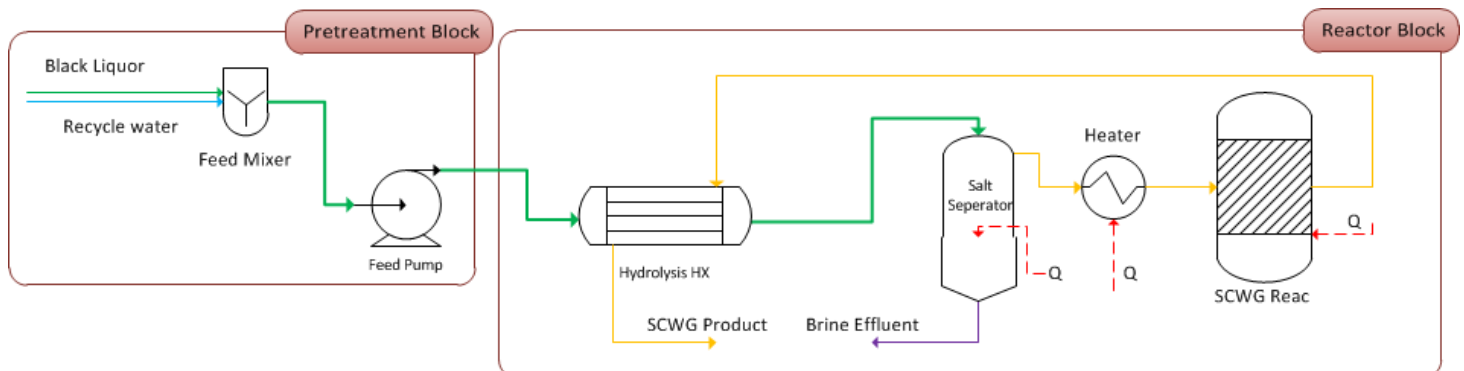


From Left to right:

Kraft black liquor as received and then,
Aqueous residue at 500, 600 & 700 °C .

Process Modeling

"Stand alone three-step reactor concept for organic valorization & inorganic recovery"



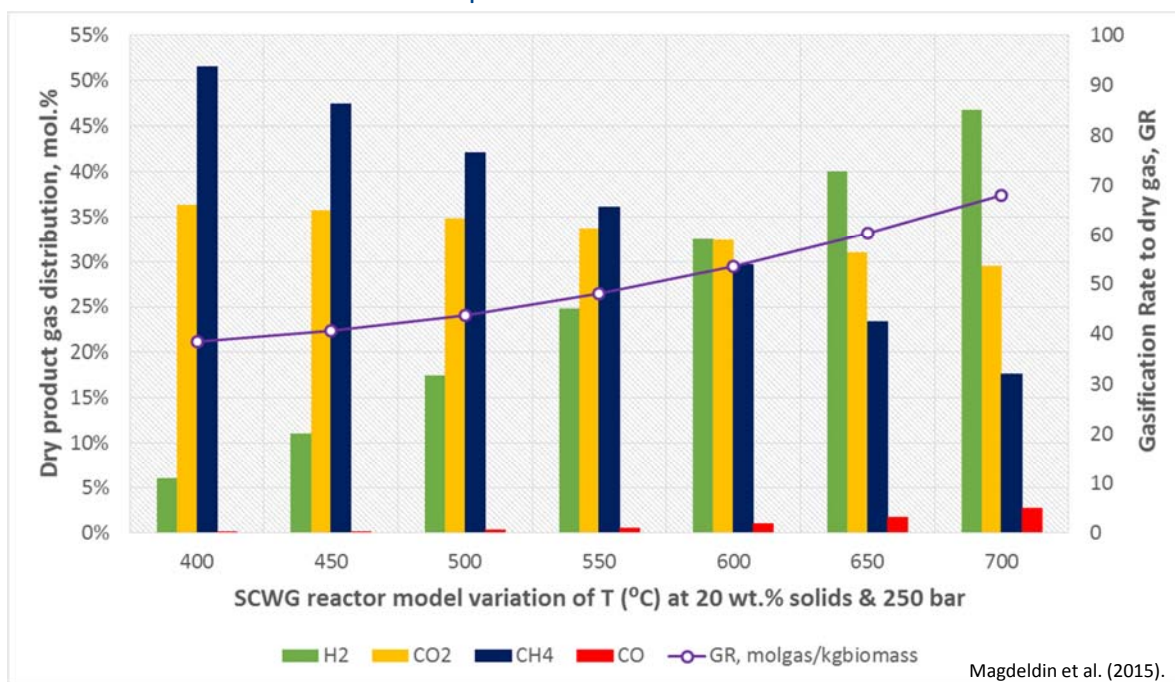
Courtesy: Magdeldin et al. (2015).

Important notes:

- Commercial slurry pump-ability up to a **18 wt.% solid content**. (Weak Liquor)
- **Reactor operating temperatures**; Hydrolysis (up to 370 °C), Salt separator (370 – 420 °C) & SCWG reformer (600 °C).
- **Organic losses** in salt separator are assumed to be **10 wt.%** based on experimental work by the Catalytic Processing Engineering group at the Paul Scherrer Institute in Switzerland.

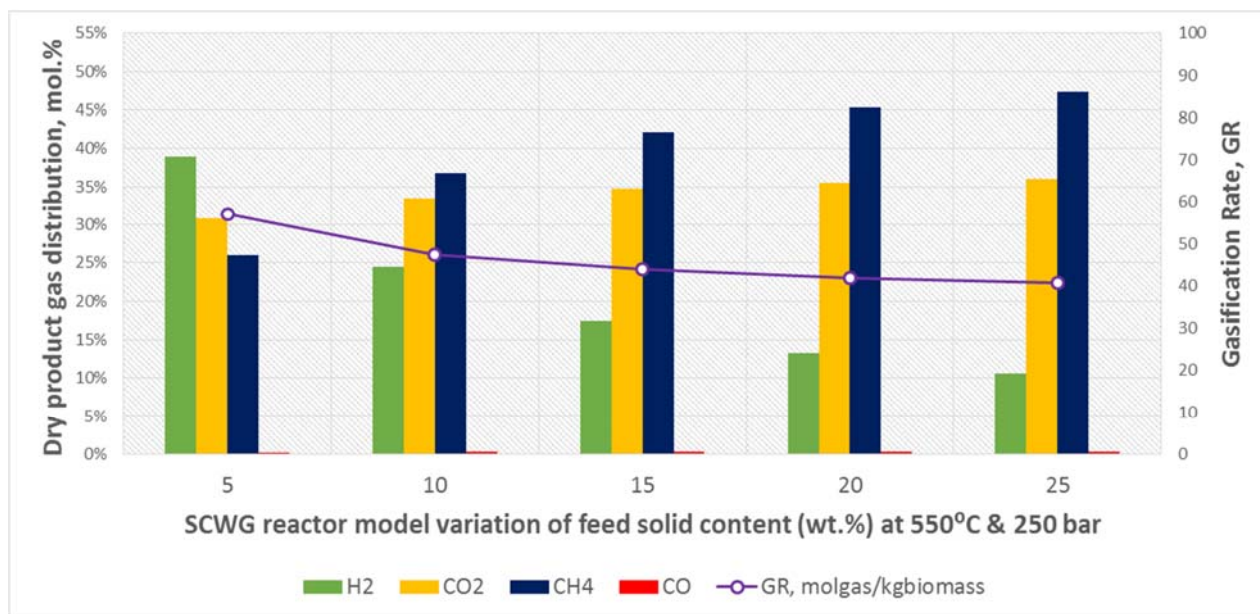
Parametric Analysis, effect of SCWG temperature

- More than $> 550\text{ }^{\circ}\text{C}$, favor a H_2 rich syngas, While lower conditions favor a $\text{CH}_4 - \text{CO}_2$ rich syngas.
- Carbon to Gas ratio increases with temperature.



Parametric Analysis, effect of solid content in SCWG

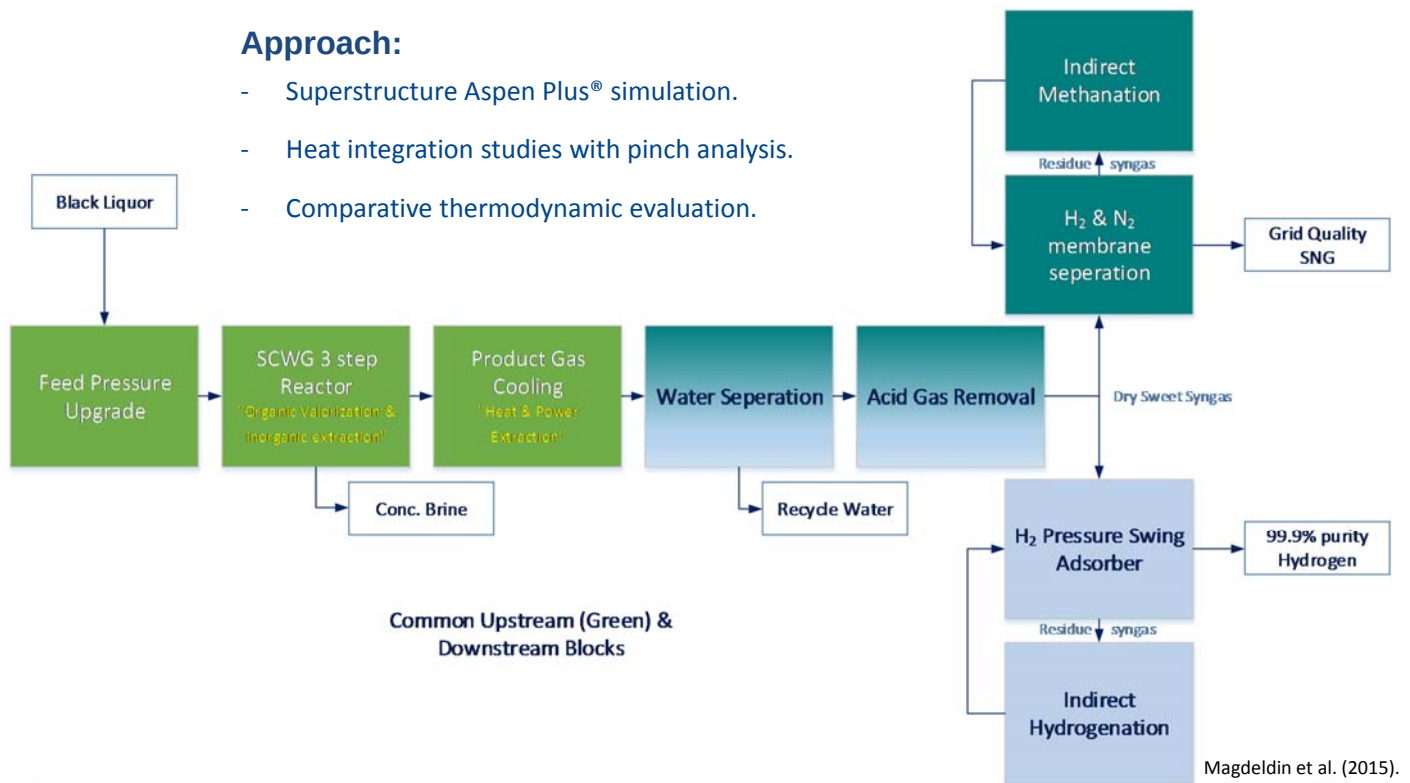
- Solid content $< 5\text{ wt.}\%$, lead to almost 100% conversion with balance found as solid carbonates.
- Solid content $> 15\text{ wt.}\%$ favors $\text{CH}_4 - \text{CO}_2$ rich mix syngas while lower levels favor H_2 formation.



SNG & Hydrogen Production Pathways

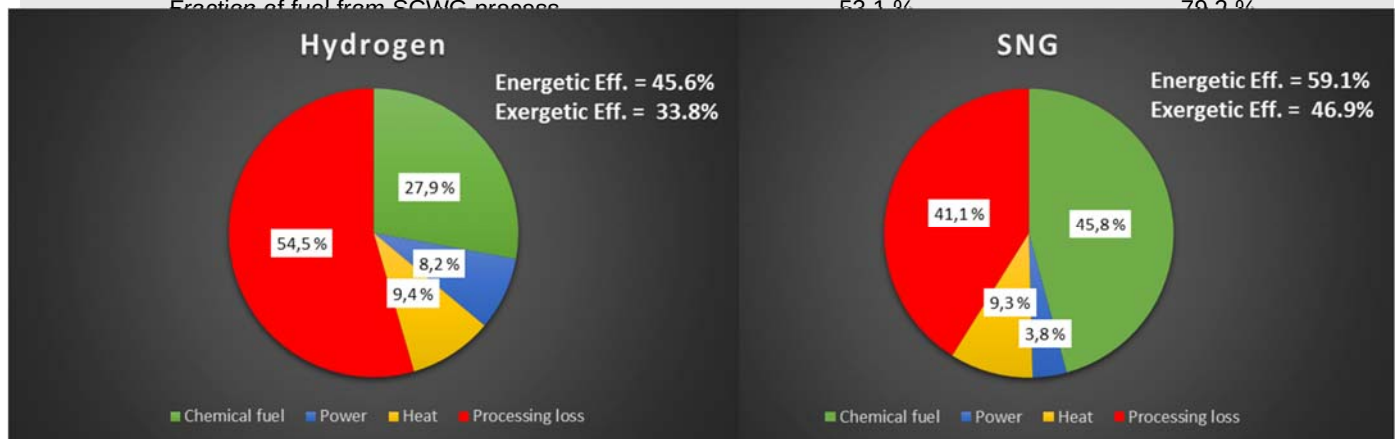
Approach:

- Superstructure Aspen Plus® simulation.
- Heat integration studies with pinch analysis.
- Comparative thermodynamic evaluation.



Thermodynamic assessment, 600 °C case

Design Case (380 MW dry algae feed)	Hydrogen	SNG
Organic conversion in SCWG, mol gas/kg dry biomass	51.14	
Chemical fuel purity in SCWG dried gas product, mol%	29.2 %	33.5 %
Chemical fuel (without utility consideration), MW_{LHV} / MW_{LHV} biomass	0.841	0.767
Net chemical fuel production, MW_{LHV} / MW_{LHV} biomass	0.279	0.458
Fraction of fuel from SCWG process	52.1 %	79.2 %



Black Liquor Gasification, BLG

"A pulp mill produces 1.7 tonnes of BL per 1 tonnes of pulp, so for a 1000-200 ADt/day average mill, that equates to a 250-500 MW potential." Larsson et al. 2008

"Evaporation units in traditional Kraft BL recovery cycles account for 37% of the total steam demand of the entire pulp mill" Naqvi et al. 2010

Integration Objectives:

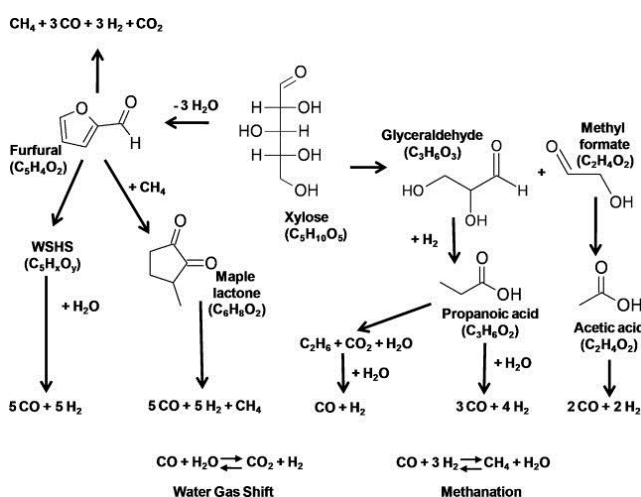
- Improve the energetic performance of the combined heat & power system and increase the capacity of the recovery boiler. (utilize excess organics and recycle concentrated brine into the boiler)
- Valorize the BL organic content into synthesized biofuels. (Innovative bio-refinery concepts for diversified set of chemical products)



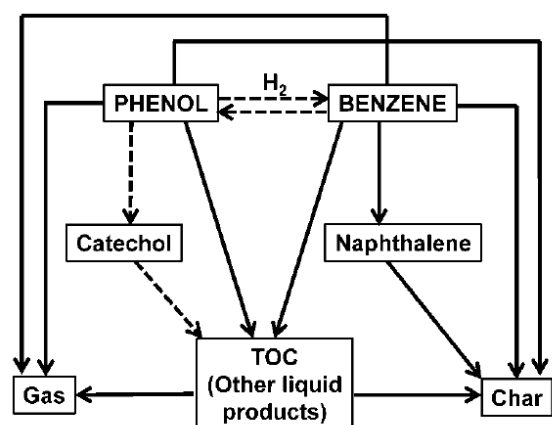
Source: Finnish Forest Industries

Research Prospects

"Lignin hydrothermal decomposition kinetics"



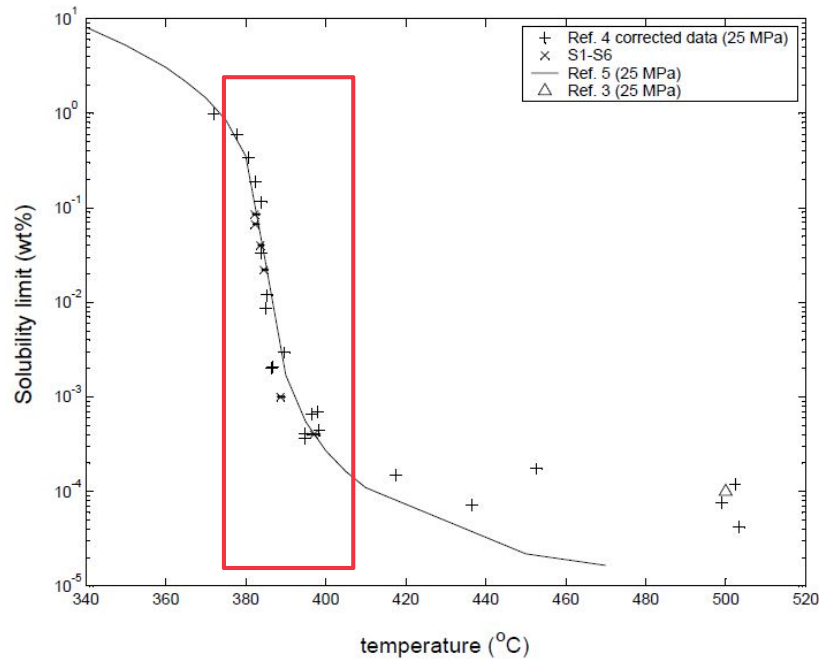
Proposed by Yakaboylu et al. (2015)



Proposed by Yong et al. (2013)

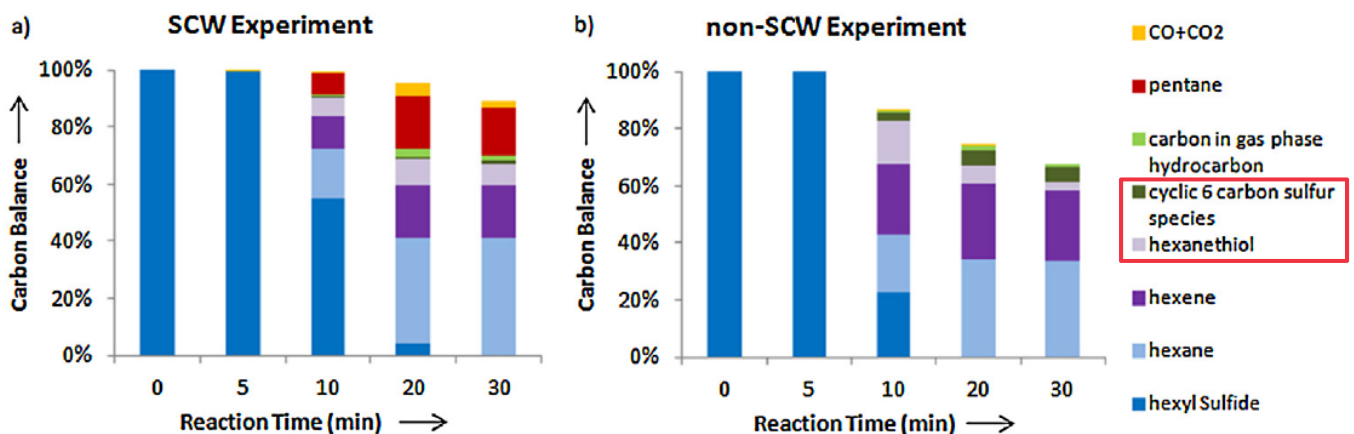
Research Prospects

"Alkali inorganic partitioning in hydrothermal conditions"



Research Prospects

"Investigate organic (lignin) desulphurization"



Hexyl sulfide decomposition products obtained under SCW and pyrolysis conditions: 400-°C, >230 bar. Copyright, The Royal Society of Chemistry, 2014. Adapted from Timko et al. (2015)

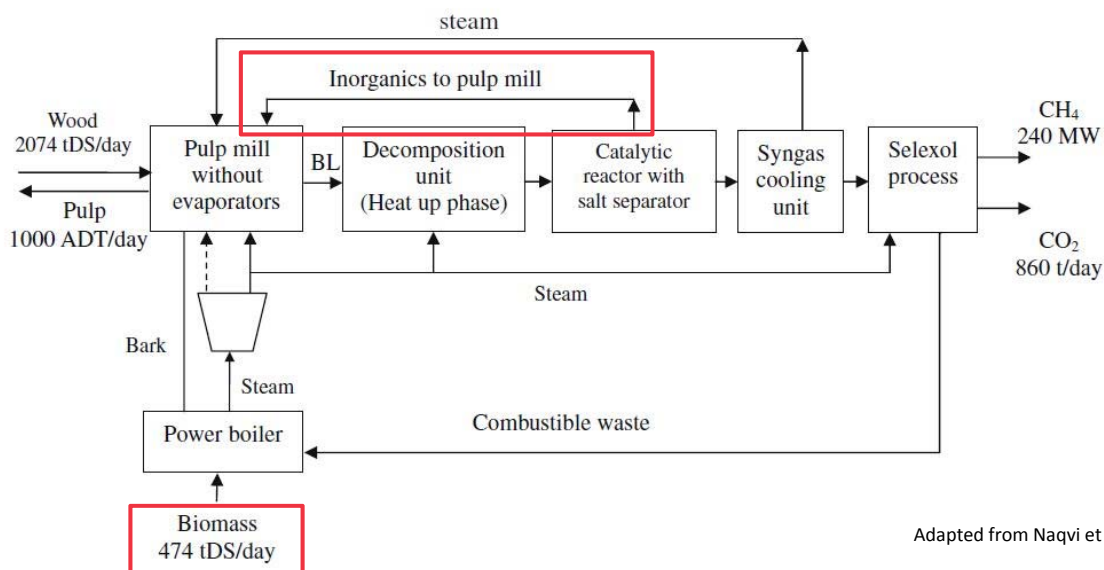
Short term - Research Plan

"Experimental Protocol", Target date: Jan-Dec 2016 in Collaboration with Fortum OY

Parameter	Target test range
Feedstock	1- Black liquor constituent model solutions: Lignin – Dxylose (Carbohydrate) – PolyPhenols (Aromatic) 2- Black liquor intermediate compounds: Furfural (CH ₄ , Char & Tar) – Methanol, Aldehydes & Carboxylic acids (H ₂) 3- Hetero atoms & inorganics partitioning. (Na ⁺ , K ⁺ , P ⁺ , SO _x ⁻ , CO _x ⁻ , Cl ⁻ , hydrates) 4- Sodium sulfate reduction to sulphide kinetics in hydrothermal medium 4- Model compound mixture solutions.
Temperature	1- Hydrolysis (250-350°C) 2- Pseudo - critical Gasification (350-420°C) 3- Supercritical Gasification (420-600°C)
Reactor design Param.	1- Residence time (effect on organic carbon partitioning & product distribution) 2- Pressure (assessment for different heat integration scenarios)
Catalytic conversion	1- Alkali catalytic effect 2- Investigation of alternatives catalysis. (Ruthenium) 3- Sulphur leaching assesment

Research Target

"Investigate the process integration within the existing recovery boiler cycle"



Adapted from Naqvi et al. (2010).

Thank you for your attention.

mohamed.magd@aalto.fi
+358 50 401 7620

**SODAHUSKOMMITTÉN - RUOTSALAIS-NORJALAINEN
SOODAKATTILAKOMITEA, VUOSIKATSAUS 2014**

*Kajsa Fougner
Sodahuskommittèn*

Report from the Swedish-Norwegian Recovery Boiler Committee

Finnish Recovery Boiler Conference 20151029

Kajsa Fougner, ÅF

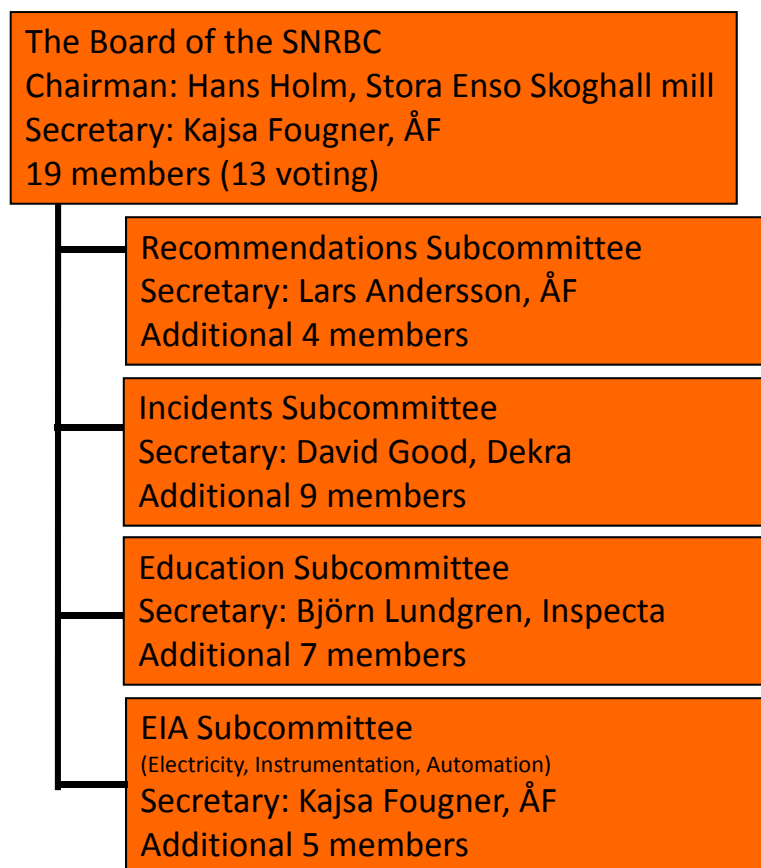
Secretary of the Swedish-Norwegian Recovery Boiler Committee (SNRBC)



Topics

- Organization
- Recovery Boilers in Sweden and Norway
- Reported incidents
- Recommendations
- Education and examination of operators
- Experience sharing day
- Recovery Boiler meeting
- Prioritized projects

Organization



Recovery Boilers in Sweden and Norway

Autumn 2013

- The boiler in SCA Munksund was converted to single drum
- New evaporator line in BillerudKorsnäs Skärblacka

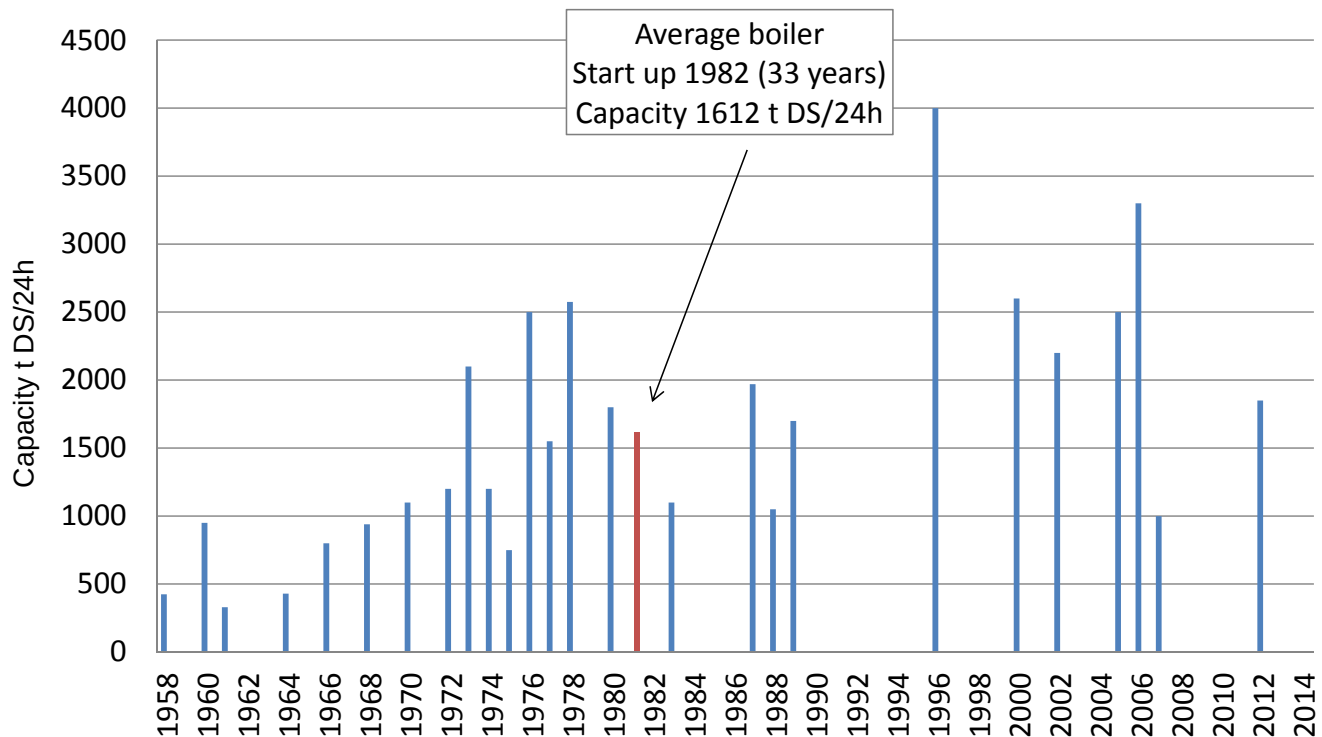
Summer 2013

- Closure of Södra Cell Tofte, Norway

Summer 2012

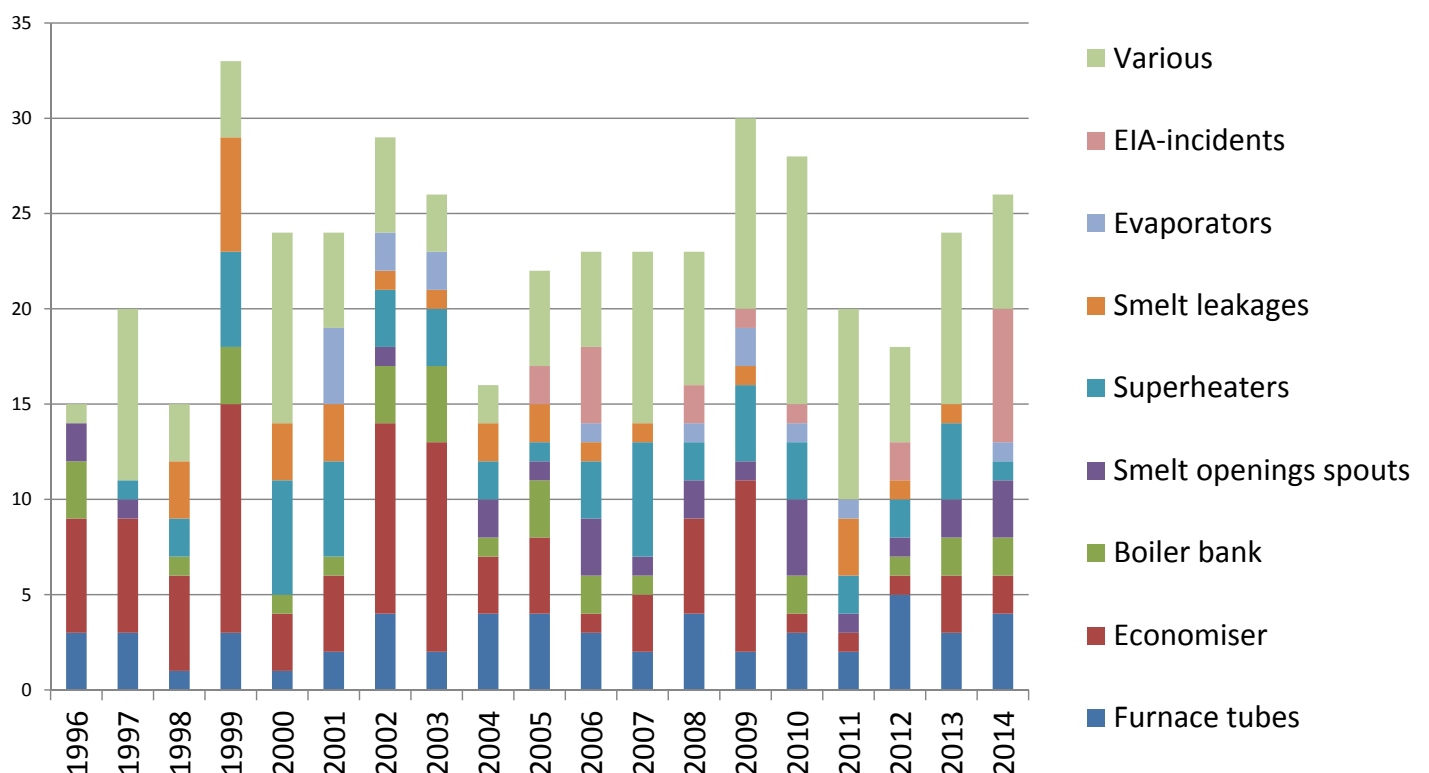
- Start up of a new boiler in Holmen Iggesund (the two old boilers were shut)

Recovery Boilers in Sweden and Norway

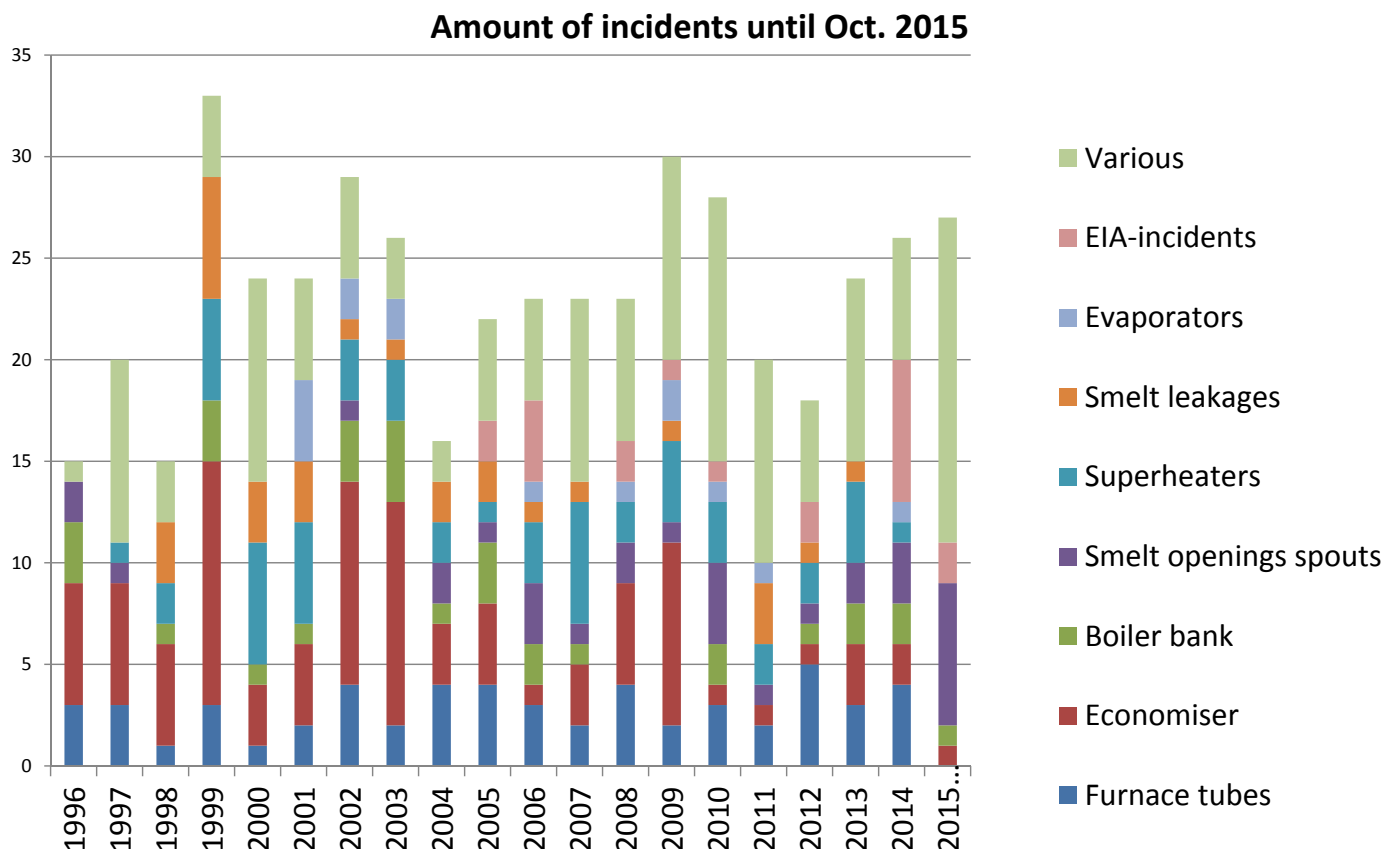


Reported incidents

Amount of incidents



Reported incidents – 2015 Oct.



Recommendations

The SNRBC has 40 recommendations, divided in areas like:

B: Construction and equipment

C: Operation and operational disturbances

B: Konstruktion och utrustning

Nr.	Titel	Utgåva	År
B1	Sodapannors konstruktion och utrustning	3	2013
B2	Säkerhet i sodahusbyggnader	1	2001

C: Drift och driftstörningar

Nr.	Titel	Utgåva	År
C1	Information om kritiska tillstånd och händelser i sodahuset.	2	2003
C2	Information om sodapannedrift samt förebyggande och åtgärdande av driftstörningar.	2	2001

Updating of the recommendations every third year

Recommendations

**Meddelande från
Sodahuskommittén**

Nr B 6 - April 1998
(Erstär medd. nr 17)

Rekommendationer angående katastrofskydd och nivåvakter för sodapannor

Enligt Angömsenormer 1987 (APN 87) skall katastrofskydd finnas på alla ångpannor utom elektriska pannor av elektrodtyp.

Sodahuskommittén rekommenderar att sodapannorna - förutom anbefallda katastrofskydd - även utrustas med låg- och högvaktsalar. På grundval av gjorda erfarenheter har Sodahuskommittén nu funnit det nödvändigt att revidera tidigare meddelande i denna sak. Det är främst högvaktsalens funktion vid extremt hög nivå som omarbetas, bl.a. rekommenderas att förutom automatisk tillfyllnad även eldringen skall stoppas vid nämnda nivå. Vidare har bl.a. den från nivåvakterna skilda funktionen hos katastrofskyddet tydliggjorts.

1. Allmänt

Installerad utrustning består i de flesta fall av ett typgodkänt katastrofskydd, som används vid periodisk övervakning av vissa typer av ång- och hettvapenpannor. Dessa skydd har en släppningstid på 10 sekunder till och med vid släckning av dömsluten och vid nödsäkring. Vid installation i sodapannor kan tiden till lösläppning p.g.a. nivåstörningar behöva förkortas för att undvika onödiga driftstörningar vid tillfälliga och kortvariga nivåstörningar. En sådan tillfällig kortvarig nivåstörning kan bekrävas med följande praktiska fall.

I en anläggning med mottrycks-utsläppnings-turbin går normalt huvuddelen av ångflödet genom turbinen. Vid störningar i turbinen eller i övertrycket snabbt då turbinens huvuddrivkraft utgår igen. Innan direktreduceringsventilen hinns öppna stiger trycket i sodapannan. Denna tryckstegring medför en kompression av ångbollsorna i rubrytset och nivån sjunker mycket snabbt (s.k. vorkollaps). Eftersom en sodapanna har ett stort röryrta i förhållande till ångproduktionen, är den totala ångbollsvolymen vid normal drift

**Rekommendation från
Sodahuskommittén**

Nr B 1
Utgåva 3, september 2013

Sodapannans konstruktion och utrustning

Föreliggande rekommendation B 1 bygger på och kompletterar i vissa delar den harmoniserade standarden SS-EN 12952. Rekommendation B 1 behandlar konstruktions- och utrustningsdetaljer som i praktiken visar sig framtida personsäkerhet och driftsäkerhet. Rekommendationerna är främst avsedda att tillämpas vid projektering av nya sodapannor, men kan även tjäna som riktlinjer vid ombyggnad av äldre sodapannor.

Även de rekommendationer beträffande inledning i sodapannor som tidigare publicerats i rekommendation B 17 och B 19 har reviderats varvid vissa delar av innehållet i B 17 och B 19 har överförs till denna rekommendation B 1.

Rekommenderade utrustningar, samt de exempel på utförande som ges i denna rekommendation, anses av Sodahuskommittén kunna ge godtagbar säkerhet.

Hänvisningar

Förskrifter
Europaparlamentets och Rådets direktiv 97/23/EG, Pressure Equipment Directive (PED) AFS 1999:4, "Tryckbärande anordningar".
AFS 1990:12, "Ställningar".
AFS 1995:10, "Mått på vissa behållare".
BKR, Boverkets konstruktionsregler.

Standard
Europastandardserien EN 12952 (svensk standard med beteckning SS-EN 12952).

Rekommendationer
Sodahusets utrustning finns kortfattat beskriven även i rekommendation A 1. Sodapannans tryckdelar är namngivna och beskrivna i rekommendation A 2. Sodahuskommitténs rekommendationer angående konstruktion och utrustning av sodapannans viktigaste hjälpsystem, samt rekommendationer angående säkerhetssystem återfinns under ämnesområde B och F på Sodahuskommitténs hemsida.

Sodahuskommittén, 169 00 Stockholm
Tel: +46-(0)8 305 00 00 sodahuskommitten.se www.sodahuskommitten.se Org.nr 802402-2165

Education and examination

During 2013 the education was updated to version 2.0.

The education will take place during three occasions, one week each, totally 120 h (earlier 108 h).

The first education phase will be the same for personnel working within

- Recovery boilers
- Evaporators
- Recausticizing

The education will contain more automation compared to the old education.

All participants will perform a project work at their home mill. The projects are decided by the participants and their home mills.

Example of projects are:

More stable reduction rate, ash leaking, continuous blow down, water washing of the boiler...

Education and examination

The minimum accepted recovery boiler experience until examination and certification is 2 years.

All certificates need to be updated/re-newed each 7th year.

The “examination test” will be web-based and divided into three main parts:

- Recovery boiler design
- Combustion optimization
- Safety

Experience sharing day 2015

Operators and other persons from member companies meet and discuss important topics.

2015 the topic was

"Emergency Shutdown Procedures"

- How do we handle different critical situations in the mills?
- Which laws, regulations and recommendations are applicable?
- How can it be further promoted to make a safe decision in a critical situation?

Recovery Boiler Meeting 2015

...was in Rottneros Vallvik. Participants on tour in mill. Recovery boiler operator certificates!



Prioritized projects 2015

Repair Welding of Compound Tubes, Phase 2

Guidelines repair welding of compound tubes with Sanicro 38

Including test welding of tubes

Risk Analysis Recovery Boiler

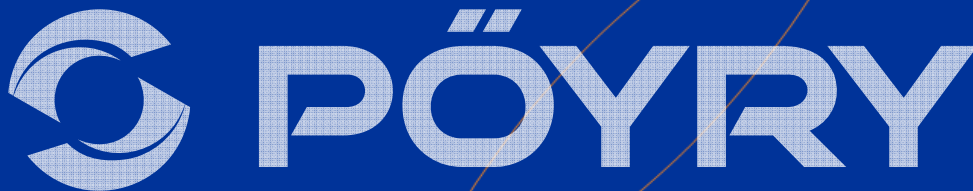
Guidelines on risk analysis of recovery boiler

Smelt Shattering with Steam and Weak wash

A study of the shattering process with a CFD model for a base case with steam and two cases with weak wash for shattering the smelt

**TIETOTEKNIIKAN SOVELTAMINEN JA KYBERTURVALLISUUS
LAITOKSILLA**

***Raimo Rahkonen
Pöyry Finland Oy***



SOODAKATTILAPÄIVÄ 2015

29.10.2015

Raimo Rahkonen

MAAILMANLAAJUISET RISKIT, KYMMENEN KÄRJESSÄ (WORLD ECONOMIC FORUM 2015)

Todennäköisyys

- 1. Valtioiden väliset konfliktit
- 2. Äärimmäiset sääilmiöt
- 3. Kansallisen hallinnon epäonnistuminen
- 4. Valtion luhistuminen tai kriisi
- 5. Työttömyys tai alityöllisyys
- 6. Luonnonkatastrofit
- 7. Säätilan muutokseen varautumisen epäonnistuminen
- 8. Vesikriisit
- 9. Datahuijaukset tai –varkaudet
- 10. Kyberhyökkäykset

Vaikutus

- 1. Vesikriisit
- 2. Tarttuvien tautien leviäminen
- 3. Joukkotuhoaseet
- 4. Valtioiden väliset konfliktit
- 5. Säätilan muutokseen varautumisen epäonnistuminen
- 6. Energian hinnan aiheuttama shokki
- 7. Kriittisen tiedonsiirron infran luhistuminen
- 8. Finanssikriisi
- 9. Työttömyys tai alityöllisyys
- 10. Biodiversiteetin katoaminen tai ekosysteemin romahdus

KYBERHYÖKKÄÄJÄT

- Huvittelijat, opportunistit
 - Maine ja huomio
- Rikolliset
 - Vandalismi
- (H)aktivistit, terrorismi
 - Mielenilmaus, jatkuva
 - laajat verkostot
 - Kohdistetut hyökkäykset
- Sisäpiiriläiset
 - Turhautumat, kosto
- Rikollisjärjestöt (kilpailijoiden palveluksessa ?)
 - Rahallisen edun tavoittelu
 - Huomattavat resurssit
- Valtioiden sponsoroimat (vakoilu) ryhmät
 - Kybersota, valtiosalaisuudet, teollisuusvakoilu
 - Hyvin kehittyneet menetelmät
 - Miltei rajattomat resurssit
 - APT



HYÖKKÄYSTEN ETENEMINEN

- Pääsy
 - Perinteinen hakkerointi
- Tiedustelu
 - Miten kohde on rakennettu ja miten sitä ohjataan?
- Ohjaus
 - Mitä osia ja miten paljon voin muuttaa?
- Vahingonteko
 - Mitä haitallisia asioita voin tehdä?
- Siivous
 - Mitä kohde kuvittelee tapahtuneen?

Sekoitetaan, valikoidaan ja toistetaan

Lähde: Marina Krotofil: Rocking the pocket book: Hacking chemical plants for competition and extortion; Hamburg University of Technology, Hamburg, Germany

SÄÄDETTÄVYYS JA HAVAINNOITAVUUS

- Prosessin pitää olla havainnoitavissa jotta sitä voidaan säätää
- Hyökkääjä voi
 - Aiheuttaa prosessihäiriöitä
 - Saattaa säätöpiirin epästabiiliin tilaan
- Hyökkäyksessä kannattaa
 - Minimoida operaattorien mielenkiinto – esim. Hälytysten maskauksella
 - Hyökkäykseen käytettävät resurssit eivät saa ylittää hyökkäyksen tuloksia
 - Hyökkäys suunnitellaan mahdollisimman huomaamattomaan parametriin / kohteeseen – pienillä muutoksilla saadaan selville prosessin dynamiikkaa ja voidaan laskea tavoiteltu taso
- Hyökkäys kannattaa jälkiselvitysten hankaloittamiseksi tehdä esimerkiksi
 - Aikaan jolloin prosessissa tapahtuu tai tehdään muutoksia
 - Houkuttelemalla tai odottamalla että operaattorit tai insinöörit tekevät jotain
 - Aina saman operaattorin vuorolla
 - Kunnossapitotoimien aikana tai jälkeen
 - Aina kun sataa
 - Aina kun on lämmintä tai kylmää
 - ...

ONNETTOMUUS ÄÄNEKOSKELLA SYYSKUUN 28,1965

ONNETTOMUUDEN tutkimuksissa katastrofin syyksi paljastui soodakattilan verhoputkiin syntynyt repeämä, joka aiheutti äkillisen suuren vesimäärän syöksymisen kattilan tulikuuman kemikaalisulan sekaan. Tästä seurasi kattilassa voimakas paineen nousu ja sitä seurasi räjähdys. Kaikki onnettomuudessa menehtyneet tai loukkaantuneet olivat räjähdysen sattuessa laitoksen kattilahuoneen välittömässä läheisyydessä. Valvomossa olleista työntekijöistä kukaan ei loukkaantunut.

- Vahingot 10 miljoonaa markkaa
- Keskeytys 3-4 kk, miljoona mk /kk
- Paljonko nyt 1Mt/a ?

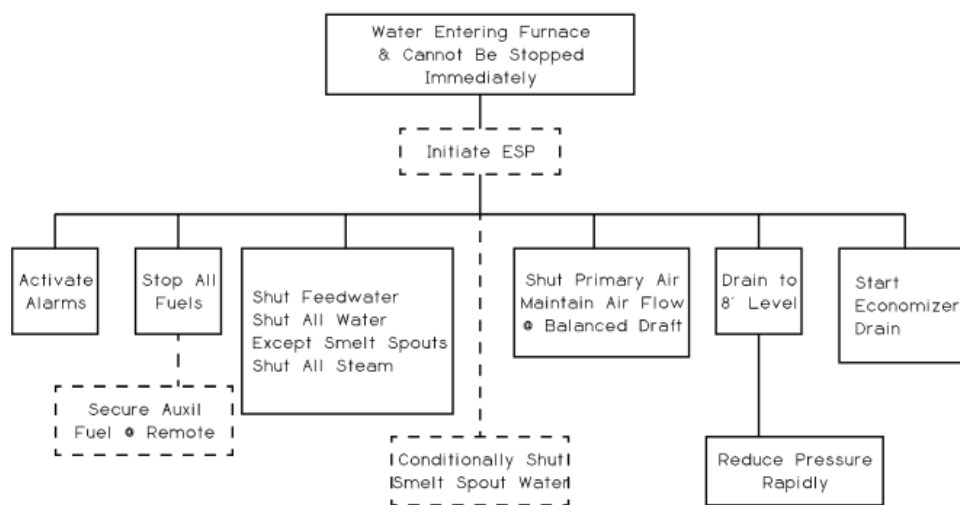


Kuva Keski-suomalaisesta

JULKISIA LÄHTEITÄ KYBERHYÖKKÄYKSEN VALMISTELUUN SOODAKATTILALLE

- Kraft recovery boilers – Principles and practice - Vakkilainen
<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/111915/KRBFFull.pdf?sequence=2>
- BLRB Guidelines & Recommended Practices
 - Thermal oxidation of waste streams in black liquor recovery boilers
 - Emergency Shutdown Procedure (ESP)
 - ...
- Recovery boiler safety and audits:
<http://www.tappi.org/content/events/08kros/handouts/4-6.pdf>
- BLRB Advisory Committee Minutes of Meeting, April 6, 7 & 8, 2009
- ...

EMERGENCY SHUT DOWN



(Dashed Lines = Operator Action)

(The Words in the Blocks are Abbreviations
See Actual ESP Writeup for Complete Explanations)

HYÖKKÄYS - SUUNNITELMIA JA TULOKSIA

- Soodakattilalla on jatkuva muutos käynnissä – osallisena useita henkilöryhmiä
- Muutosten ja parannusten johdosta ei höykkääjällä ehkä ole tarkkaa kuvaa käytetyistä mittauksista ja niiden sijoituksesta – siten myös hyökkäyksen seuranta vaikeutuu, tiedustelun oltava reaaliaikaista
- Mitä jos menettelyt – HAZOP
- Taloudelliset vaikuttavuuslaskelmat hyökkäyksen
 - ajoitus,
 - kesto ja
 - prosessin palautuminen
- Mahdollisia aikaansaannoksia
 - Kattilan tuhoaminen – vesiräjähdykset
 - Hyötysuhteen huonontaminen – ilmamäärien manipulointi
 - Päästöarvojen ylitys – non condensible gases taivaalle
 - ...

MITÄ PITÄISI TEHDÄ?

- 1. Dokumentoi mitä sinulla on
 - Hanki valittujen järjestelmien dokumentaatio
 - Hyväksytä ja aloita projekti dokumentaation luomiseksi
 - Älä hyväksy dokumentoimattomia järjestelmiä – olemassaolevia tai suunnitteilla olevia
 - Varmista olemassa olevan dokumentaation oikeellisuus ja päivitä tarpeen mukaan
- 2. Dokumentoi mitä tarvitset
 - Järjestelmiä joista ei ole vaatimusmäärittelyä tai toimintaympäristövaatimuksia on mahdotonta saada luotettavaksi ja vikaantuvat helposti kyberturvallisuusympäristön muuttuessa
 - Tarkista määrittelyjen tarkkuus ja täydellisyys
- 3. Identifioi ja korjaa puutteet
 - Identifioi puutteet järjestelmien ja vaatimusten välillä
 - Korjaa puutteet, tutki vaihtoehdot ja valitse käytännöllinen ja taloudellinen
- 4. Dokumentoi muutokset
 - Mielellään perusta prosessi jolla muutokset hallitaan jatkuvalla menettelyllä
- 5. Tavoittele yhtenäisiä menettelytapoja ja ylläpidettävyyttä
 - Toteuta samanlaiset ja saman laitoksen järjestelmät samalla tavoin ("roll out")
 - Opi tehdystä ja opeta organisaatio hyviin menettelyihin

Lähde: Ralph Langer: Robust Control System Networks

KIITOS!



CONTACT:

NAME: RAIMO RAHKONEN

TITLE: DESIGN LEADER MISSION CRITICAL SYSTEMS AND NETWORKS

MAIL: RAIMO.RAHKONEN@POYRY.COM

PHONE: +358 40 5697672

BAT-PÄÄSTÖTASOJEN VAIKUTUS TEHTAISIIN

Esa Vakkilainen
Lappeenrannan teknillinen yliopisto

BAT-päästötasojen vaikutus tehtaisiin

Soodakattilapäivä 29.10.2015

Esa Vakkilainen
LUT Energia



Teemat

- IPPC BAT BREF julkaistu
- BAT päätelmät voimassa
- Uudet BAT vaatimukset soodakattiloille
- Arvio tilanteesta ja muutostarpeesta
- Päästöjen laskennasta



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology



Michael Suhr, Gabriele Klein, Hanna Kruft,
Wagdy Badawy Samak, Soeren Gier/Sommer,
Serge Knafler, Luis Rodriguez Sanchez

3



Footer

BAT 8. Parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa on tarkkailla keskeisiä prosessimuuttujia seuraavan taulukon mukaisesti.

I Ilmaan johdettavien päästöjen kannalta keskeisten prosessimuuttujien seuranta

Muuttuja	Tarkkailun tiheys
Paine, lämpötila, happi, häkä ja vesihöyrypitoisuus polttoprosessin savukaasuissa	Jatkuvatoiminen

BAT 9. Parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa on toteuttaa ilmaan johdettavien päästöjen tarkkailu ja mittaus seuraavassa kuvatulla tavalla säännöllisin väliajoin, kuten taulukossa viitattu ja EN-standardien mukaisesti. Jos EN-standardeja ei ole käytettävissä, parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa on käyttää ISO-, kansallisia tai muita kansainvälisiä standardeja, joilla varmistetaan toimitettavien tietojen vastaava tieteellinen laatu.

Muuttuja	Tarkkailun tiheys
NO _x ja SO ₂	Jatkuvatoiminen
Hiukkaset	Jaksottainen tai jatkuvatoiminen
Hajukaasut (mukaan lukien H ₂ S)	Jatkuvatoiminen

BAT 20. Väkevästä ja laimeista hajukaasuista aiheutuvien hajupäästöjen ja pelkistyneiden rikkiyhdisteiden kokonaispäästöjen vähentämiseksi parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa on ehkäistä hajapäästöt ottamalla talteen kaikki prosessipohjaiset rikkipitoiset poistokaasut, mukaan lukien rikkipitoiset päästökaasut, hyödyntämällä kaikkia seuraavassa mainittuja tekniikoita.

	Tekniikka	Kuvaus
a	Seuraavilla ominaisuuksilla varustetut väkevien ja laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmät: — kapasiteetiltaan riittävät katteet, imukuvut, putkistot ja poistojärjestelmä; — jatkuvatoiminen vuodonilmaisujärjestelmä; — turvatoimet ja -laitteet.	
b	Lauhtumattomien väkevien ja laimeiden hajukaasujen polttaminen	Polttamisessa voidaan käyttää seuraavia: — soodakattila — meesauuni ⁽¹⁾ — TRS:n polttoon tarkoitettu hajukaasukattila, jossa on märkäpesuri SO ₂ -yhdisteiden poistamista varten; tai — voimakattila ⁽²⁾ Väkevien hajukaasujen polton on toimittava jatkuvasti, mitä varten asennetaan varajärjestelmät. Meesauunit voivat toimia varajärjestelmänä soodakattiloille. Muita mahdollisia varalaitteita ovat soihdut ja tulitorvi-tuliputkikattila.
c	Pidetään kirjaa polttojärjestelmän käyttökeskeytyksistä sekä näistä aiheutuvista päästöistä ⁽³⁾	

⁽¹⁾ Meesauunin SO₂-päästöt kasvavat voimakkaasti, kun uuniin syötetään lauhutettomia väkeviä hajukaasuja ilman alkalipesurin käyttöä.

⁽²⁾ Voidaan soveltaa laimeiden hajukaasujen käsittelyyn.

⁽³⁾ Voidaan soveltaa väkevien hajukaasujen käsittelyyn.

SO₂- ja TRS-päästöjen vähentäminen



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

BAT 21. Soodakattilasta peräisin olevien SO₂- ja TRS-päästöjen vähentämiseksi parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa on hyödyntää seuraavassa mainittujen tekniikoiden yhdistelmää.

	Tekniikka	Kuvaus
a	Mustalipeän kuiva-ainepitoisuuden lisääminen	Mustalipeää voidaan väkevöittää haihduttamalla ennen polttamista
b	Optimoidut poltto-olosuhteet	Poltto-olosuhteita voidaan parantaa esimerkiksi ilman ja polttoaineen huolellisella sekoittamisella tai uunin kuormituksen säätelämisellä.
c	Märkäpesuri	Katso 1.7.1.3 kohta

Footer

7

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaiset soodakattilan SO₂- ja TRS-päästöt



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

Muuttuja		Vuorokausikeskiarvo (¹⁾ (²) mg/Nm ³ (6 % O ₂)	Vuosikeskiarvo (¹) mg/Nm ³ (6 % O ₂)	Vuosikeskiarvo (¹) kg S/ADt
SO ₂	DS < 75 %	10–70	5–50	—
	DS 75–83 % (³)	10–50	5–25	—
Pelkistyneet rikkiyhdisteet (TRS)		1–10 (⁴)	1–5	—
Kaasumainen rikki (TRS-S + SO ₂ -S)	DS < 75 %	—	—	0,03–0,17
	DS 75–83 % (³)			0,03–0,13

(¹) Mustalipeän kuiva-ainepitoisuuden lisääminen vähentää SO₂-päästöjä ja lisää NO_x-päästöjä. Tästä syystä soodakattila, jonka SO₂-päästöt ovat pienet, saattaa tuottaa vaihteluvälin yläpäässä olevia NO_x-päästöjä ja päinvastoin.

(²) BAT-päästötasot eivät kata ajanjaksoja, jolloin soodakattilaa käytetään tavanomaisista kuiva-ainepitoisuutta huomattavasti alhaisemmalla kuiva-ainepitoisuudella haihduttamon alasajon tai huollon vuoksi.

(³) Jos soodakattilassa on tarkoitus polttaa mustalipeää, jonka kuiva-ainepitoisuus (DS) > 83 %, on SO₂-päästöjen ja kaasumaisten rikkipäästöjen tasoja tarkasteltava tapauskohtaisesti.

(⁴) Vaihteluväliä voidaan soveltaa ilman väkevien hajukaasujen polttamista.

DS = mustalipeän kuiva-ainepitoisuus.

Footer

8

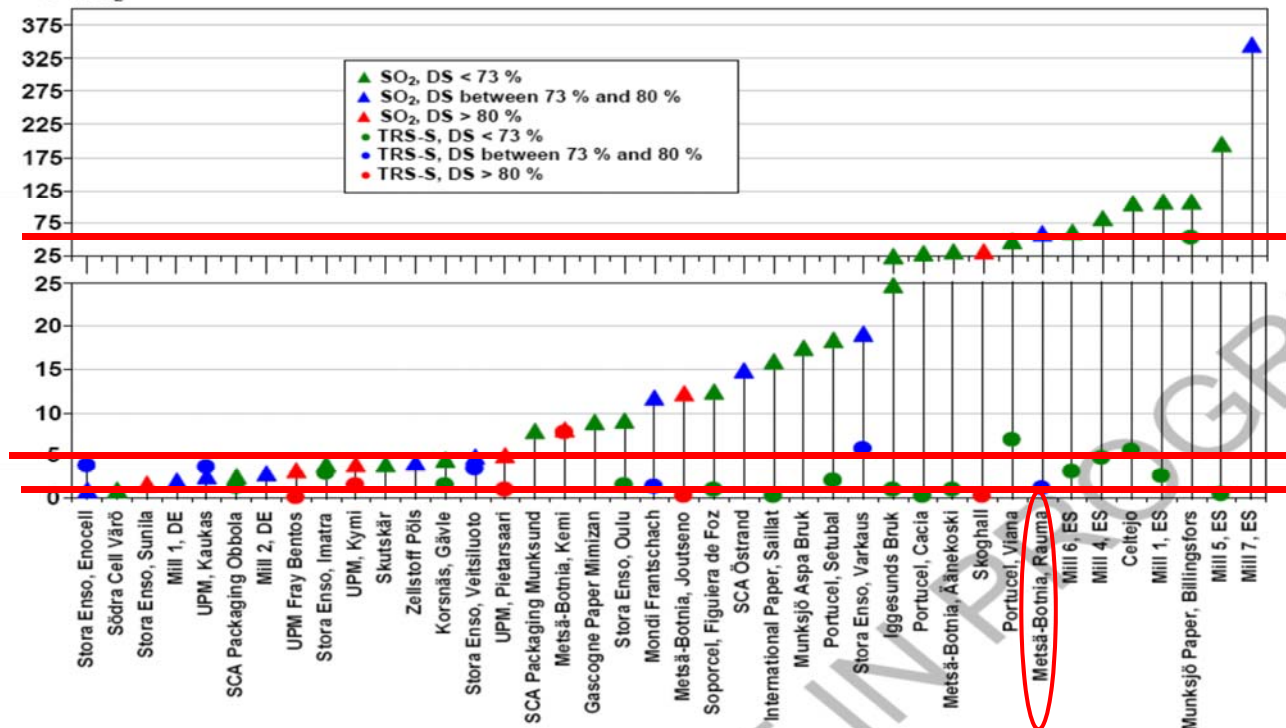
SO₂ ja TRS-S

SO₂ 5 – 50, TRS ei rajaa mg/Nm³



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

SO₂ /TRS-S
(mg/Nm³) at
6 % O₂



6.5.2012

Vakkilainen

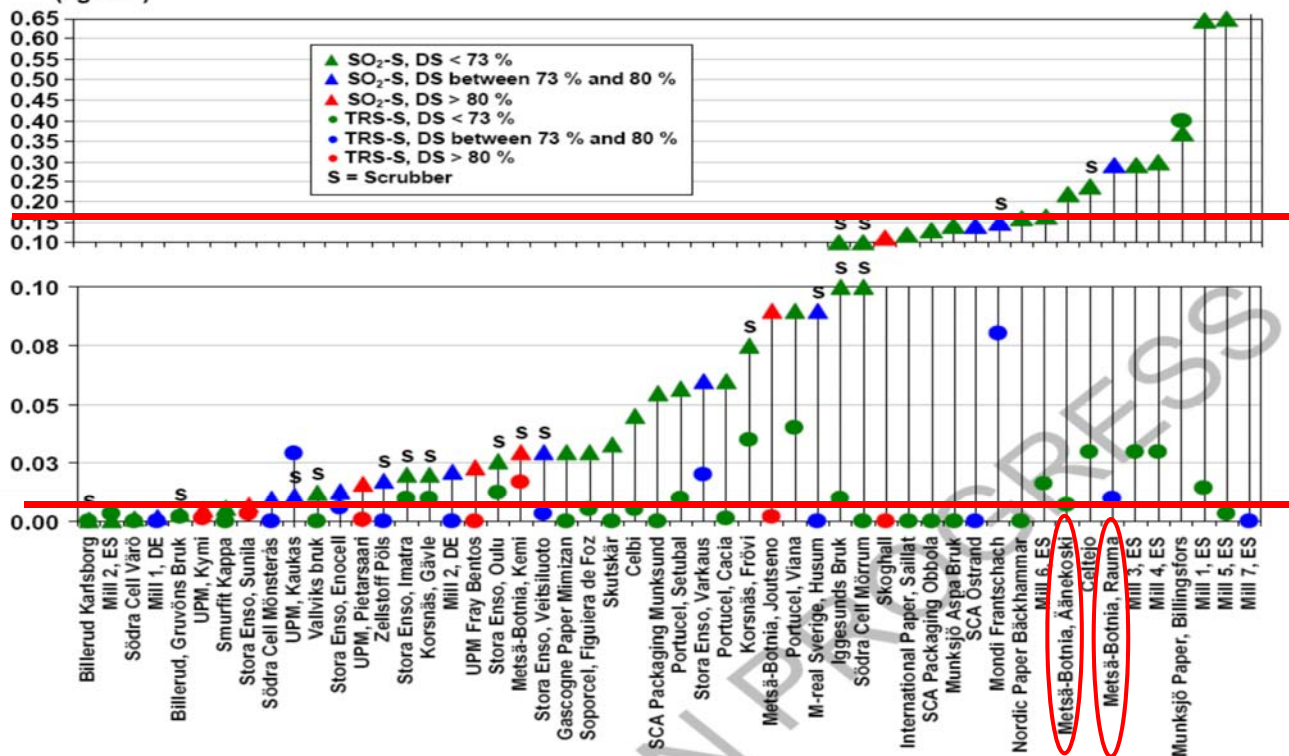
9

SO₂ ja TRS-S



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

SO₂-S and TRS
(kg/ADt)



6.5.2012

Vakkilainen

10

NO_x-päästöjen vähentäminen



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

BAT 22. Soodakattilan NO_x-päästöjen vähentämiseksi parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa on käyttää optimoitua polttojärjestelmää, jossa on kaikki seuraavassa mainitut ominaisuudet.

	Tekniikka
a	Tietokoneohjattu palamisen säätelyminen
b	Polttoaineen ja ilman hyvä sekoitus
c	Vaiheistettu ilmansyöttöjärjestelmä, jossa käytetään esimerkiksi erilaisia ilmarekistereitä ja ilmantuloaukkoja

Sovellettavuus

C-kohdan tekniikkaa voidaan soveltaa uusiin soodakattiloihin sekä soodakattiloiden perusparannuksiin, sillä tekniikka edellyttää huomattavia muutoksia ilmansyöttöjärjestelmään ja kattilan rakenteeseen.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaiset soodakattilan NO_x-päästöt



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

Muuttuja		Vuosikeskiarvo ⁽¹⁾ mg/Nm ³ (6 % O ₂)	Vuosikeskiarvo ⁽¹⁾ kg NO _x /ADt
NO _x	Havupuu	120–200 ⁽²⁾	DS < 75 %: 0,8–1,4 DS 75–83 % ⁽³⁾ : 1,0–1,6
	Lehtipuu	120–200 ⁽²⁾	DS < 75 %: 0,8–1,4 DS 75–83 % ⁽³⁾ : 1,0–1,7

⁽¹⁾ Mustalipeän kuiva-ainepitoisuuden lisääminen vähentää SO₂-päästöjä ja lisää NO_x-päästöjä. Tästä syystä soodakattila, jonka SO₂-päästöt ovat pienet, saattaa tuottaa vaihteluvälin yläpäässä olevia NO_x-päästöjä ja päinvastoin.

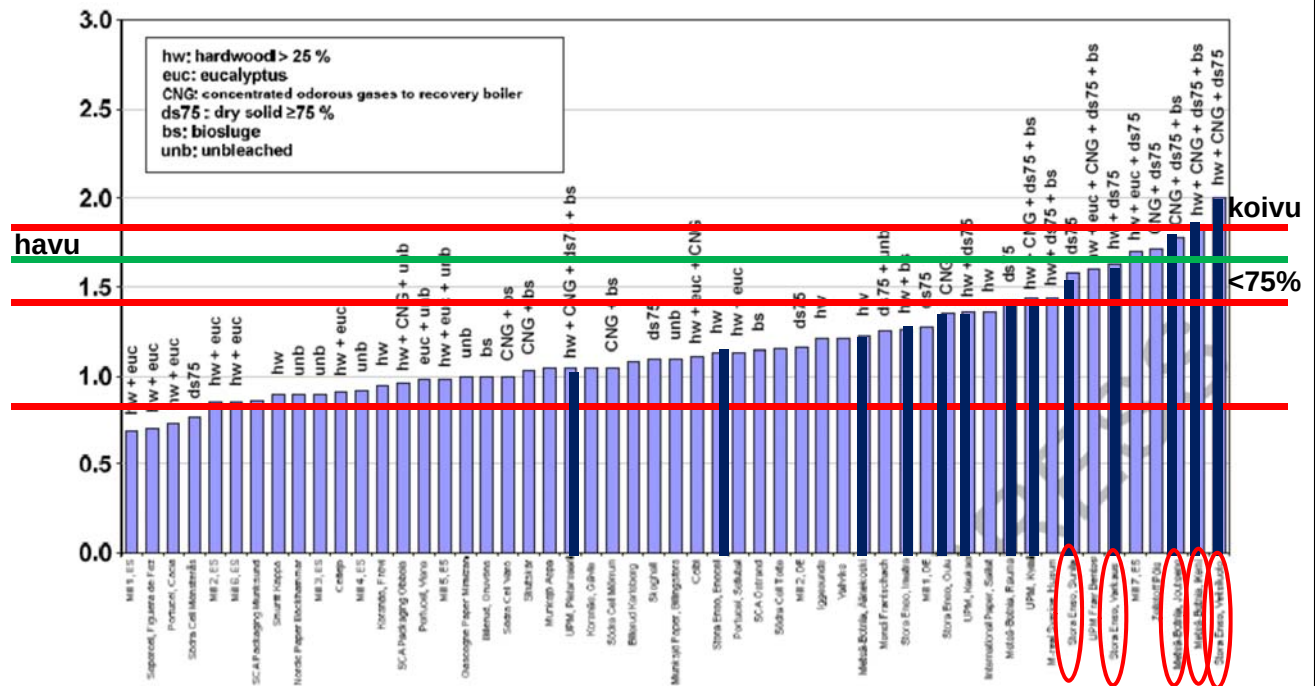
⁽²⁾ Soodakattilan todellinen NO_x-päästötaso riippuu kuiva-ainepitoisuudesta ja mustalipeän typpipitoisuudesta sekä poltettujen lauhumattomien hajukaasujen ja muiden tyyppä sisältävien virtojen (esimerkiksi liuotussäiliön poistokaasujen, lauhteesta erotetun metanolin ja biolietteen) määristä ja sekoittumissuhteista. Mitä suurempi kuiva-ainepitoisuus, mustalipeän typpipitoisuus ja poltettujen lauhumattomien hajukaasujen ja muiden tyyppä sisältävien virtojen määrä on, sitä lähempänä päästöt ovat BAT-päästötasojen vaihteluvälin yläpäästä.

⁽³⁾ Jos soodakattilassa on tarkoitus polttaa mustalipeää, jonka kuiva-ainepitoisuus (DS) > 83 %, on NO_x-päästöjen tasoja tarkasteltava tapauskohtaisesti.

DS = mustalipeän kuiva-ainepitoisuus.

NO_x <75%ka 0.8 – 1.4 kg/Adt,
>75%ka 0.8 – 1.7(havu) / 1.8(koivu)

fired with different black liquors, dry solids
and NCG, kg/Adt (EU IPPC, 2011)

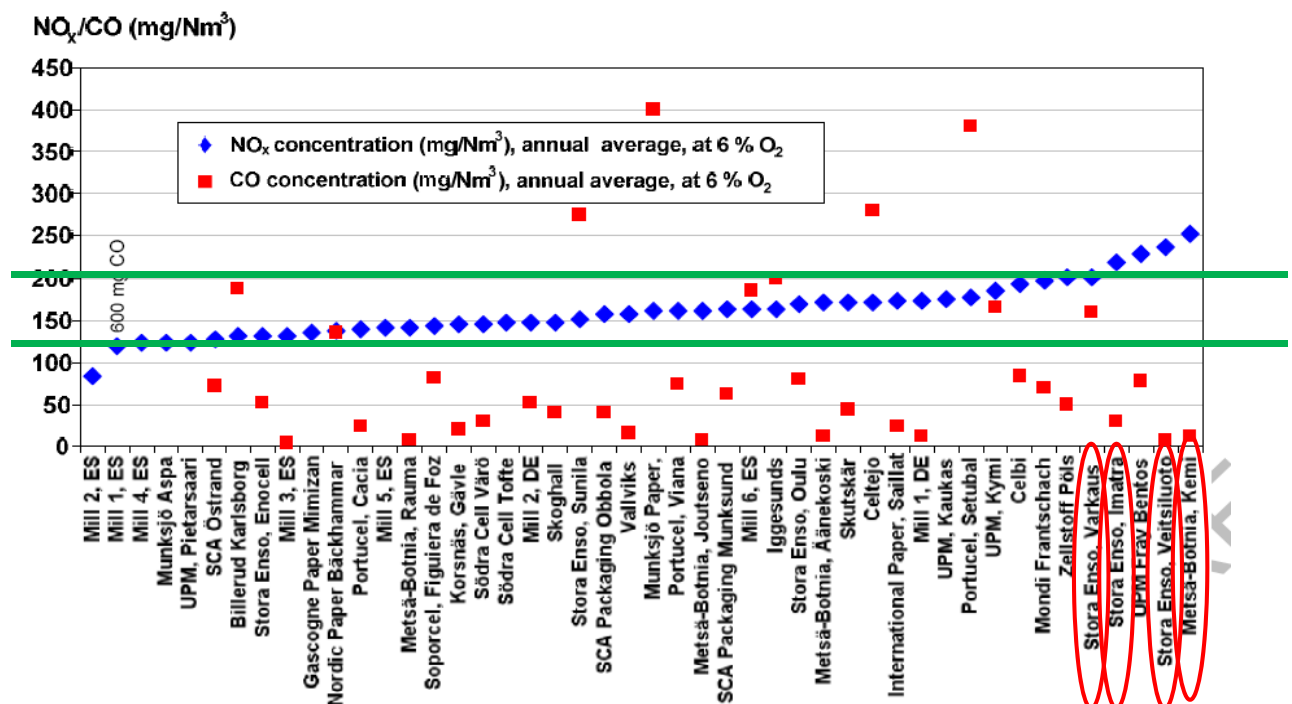


21.8.2011

Vakkilainen, Luostarinen

13

NO_x
120 – 200 mg/Nm³



21.8.2011

Vakkilainen, Luostarinen

14

Hiukkas-päästöjen vähentäminen



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

BAT 23. Soodakattilan hiukaspäästöjen vähentämiseksi parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa on käyttää sähkösuodatinta (ESP) tai sähkösuodattimen ja märkäpesurin yhdistelmää.

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukaiset soodakattilan hiukkas-päästöt



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

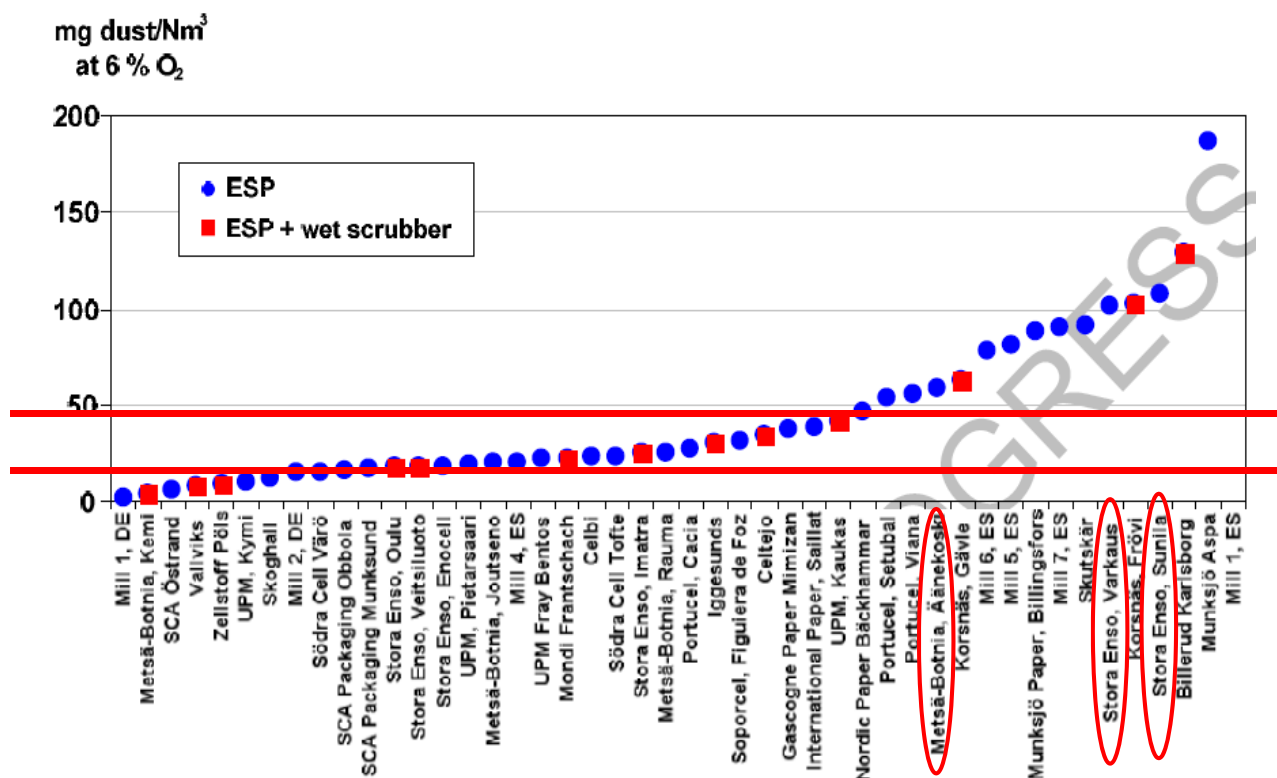
Muuttuja	Hiukkasten puhdistusjärjestelmä	Vuosikeskiarvo mg/Nm ³ (6 % O ₂)	Vuosikeskiarvo kg hiukkasia/ADt
Hiukkaset	Uusi tai perusparannettu laitos	10–25	0,02–0,20
	Olemassa olevat	10–40 ⁽¹⁾	0,02–0,3 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Käyttöikänsä loppua lähestyvillä sähkösuodattimilla varustettujen olemassa olevien soodakattiloiden päästötasot voivat nousta enimmillään arvoon 50 mg/Nm³ (vastaa 0,4 kg:aa/ADt).

Hiukkaset 10 – 40 mg/Nm³ at 6 % O₂



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology



6.5.2012

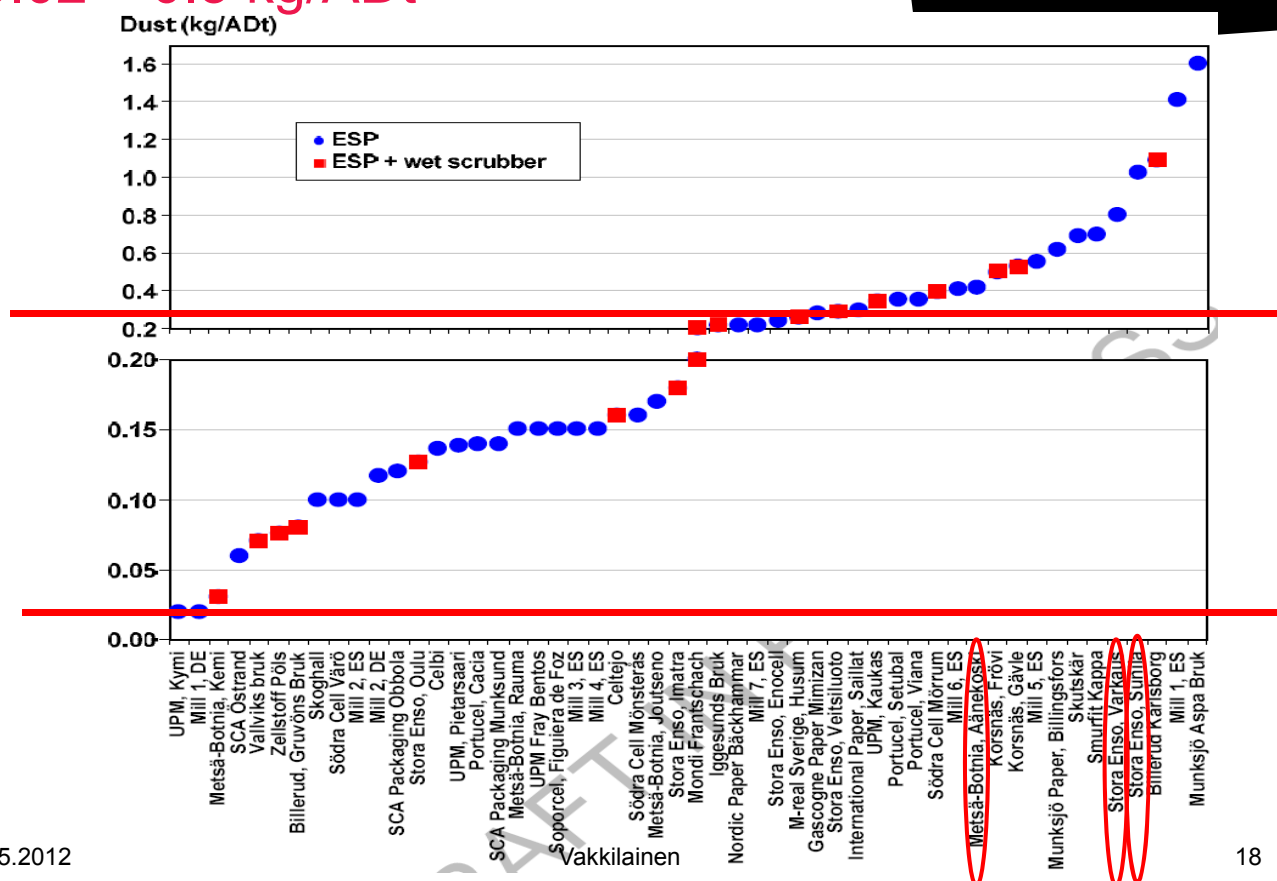
Vakkilainen

17

Hiukkaset 0.02 – 0.3 kg/ADt



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology



6.5.2012

Vakkilainen

18



NOx [kg/Adt a]	SO2[kg/Adt a]	TRS [kg/Adt a]	Hukkaset [kg/Adt a]
2.205			
2.205	0.056	0.017	1.116
2.024	0.170	0.014	0.431
1.731	0.153	0.098	0.046
1.627	0.590	0.017	1.181
1.570	0.036	0.025	0.119
1.555	0.027	0.111	0.647
1.508	0.003	0.056	0.053
1.484	0.418	0.041	0.356
1.379	0.079	0.061	0.437
1.289	0.655	0.037	0.375
1.134	0.080	0.101	0.284
1.025	0.195	0.064	0.479
0.938	0.114	0.250	0.248
0.574	0.028	0.003	0.052



Päästöjen laskennasta

Päästöjen raportoiminen nyt tehtävä teollisuusedirektiivin mukaan



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

9. Päästöjen raja-arvojen osalta yhden mittaustuloksen 95 prosentin luottamusvälin arvo ei saa ylittää seuraavia päästöjen raja-arvon prosenttiosuuksia:

Hiilimonoksidi	10 %
Rikkidioksidi	20 %
Typen oksidit	20 %
Hiukkaset	30 %

10. Vahvistetut päivittäiset keskiarvot ja tuntikeskiarvot on määritettävä mitatuista vahvistetuista tuntikeskiarvoista sen jälkeen, kun niistä on vähennetty 9 kohdassa esitetty luottamusvälin arvo.

Sellaisena päivänä, jona yli kolme tuntikeskiarvoa on hylättävä automaattisen mittausjärjestelmän toimintahäiriön tai huollon vuoksi, tehdyt mittaukset on mitoitettava. Jos useamman kuin 10 päivän mittaukset mitoitetaan mainituista syistä vuoden aikana, toimivaltaisen viranomaisen on vaadittava, että käyttäjä toteuttaa riittävät toimenpiteet, joilla parannetaan automaattisen mittausjärjestelmän luotettavuutta.

Liite V, Teollisuusedirektiivi 2010/75/EU

21

Yhteenveto



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

- Jatkuva ja luotettava ilmapäästöjen tarkkailu vaaditaan
- Hajukaasujen keräilyä tehostettava ja väkeville oltava varapolttopaikka
- Haasteita Nox ja hiukkaspäästöissä
- Päästöjen laskentatavasta tulee helpotusta



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYKSEN KUULUMISET

Markus Nieminen
Suomen Soodakattilayhdistys ry

Markus Nieminen

1 (4)

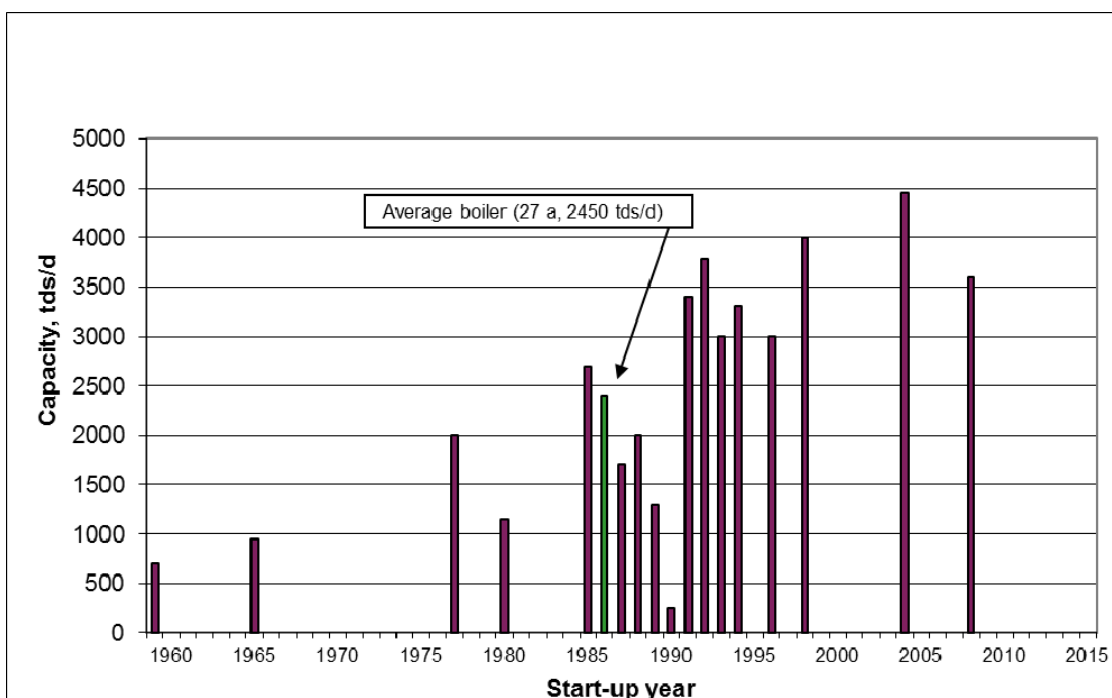
YHTEENVETO SOODAKATTILAYHDISTYKSEN TOIMINNASTA VUONNA 2015

1

JÄSENET

Tällä hetkellä Soodakattilayhdistykseen kuuluu 24 varsinaista jäsentä, joista 15 on sellutehtaita, sekä 4 ulkojäsentä. Replico Oy liittyi yhdistyksen jäseneksi vuosikokouksessa 23.4.2015.

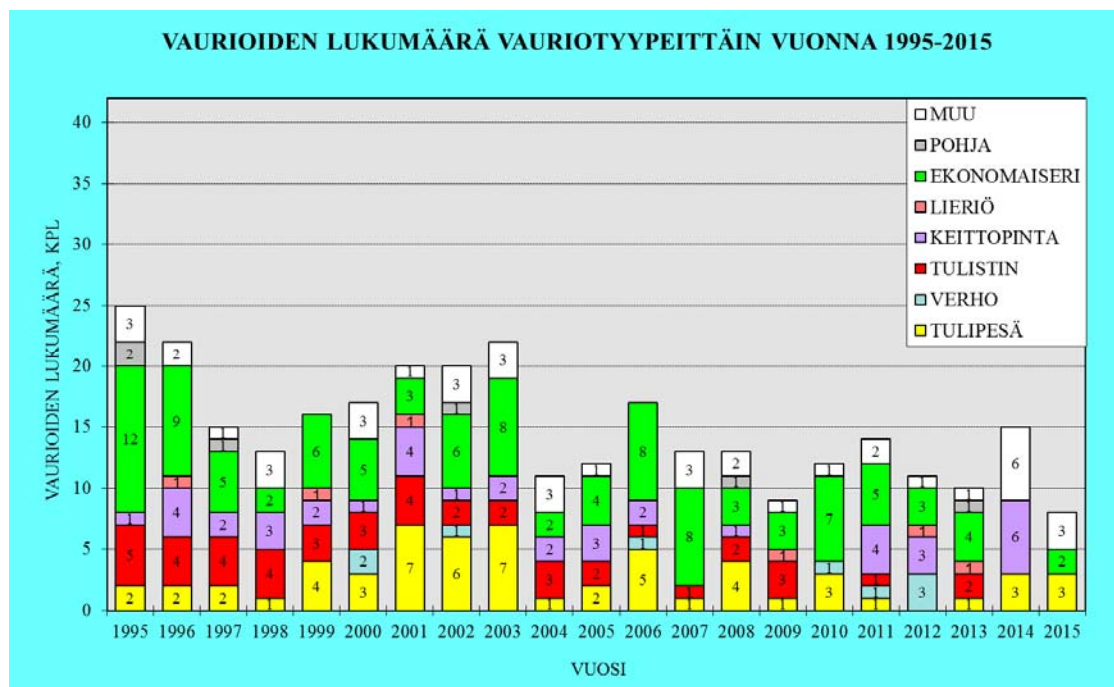
Suomen soodakattiloiden keskimääräinen koko on 2450 tonnia kuiva-ainetta päivässä ja keskimääräinen ikä 27 vuotta,



Kuva 1-1 Suomen soodakattilat

2 SOODAKATTILAVAURIOT 2015

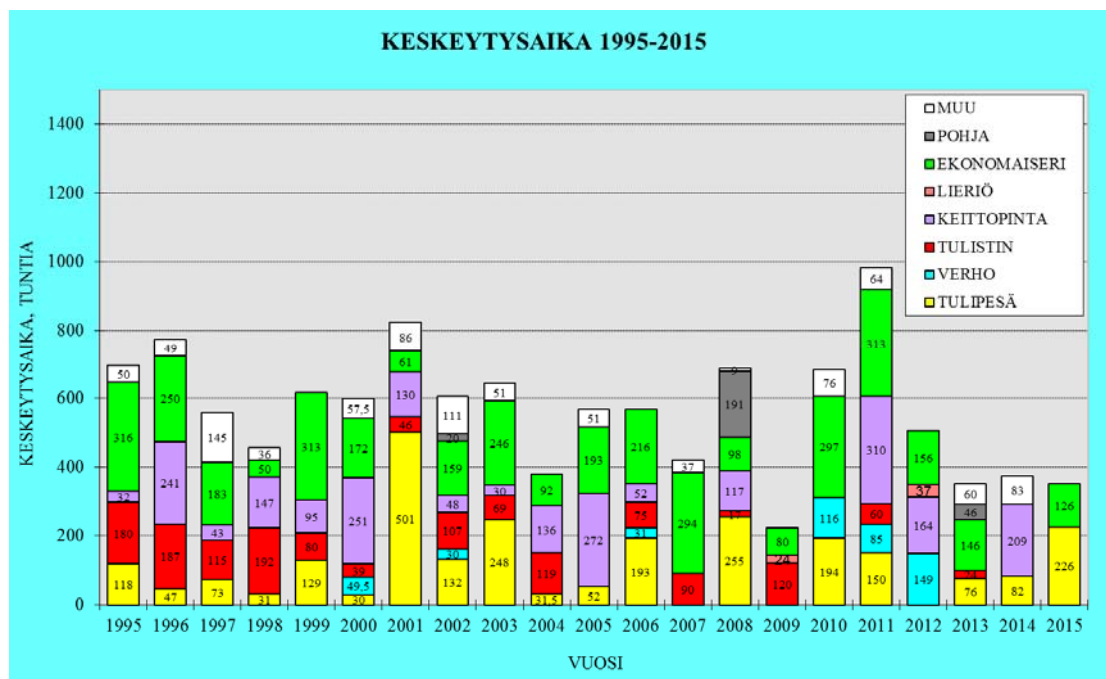
Soodakattilayhdistyksen vauriotietokantaan on raportoitu lokakuun 2015 alkuun mennessä yhteensä 8 vauriota. Vaurioiden lukumäärä vuosina 1995 – 2015 vaurion esiintymisalueen mukaan on esitetty kuvassa 2-2.



Kuva 2-2 Vaurioiden lukumäärä vauriotyypeittäin vuosina 1994 – 2014.

Raportoiduista vaurioista kolme havaittiin sularänneissä, kaksi tulipesässä ja kolme ekonomasierissa. Sularännivauriot on raportoitu kategoriassa muu. Vaurioista kolme havaittiin vuosihuollossa/vesipainekokeessa, neljä normaalissa ajossa ja yksi ylösajossa. Kaikissa vauriotapauksissa alasajo suoritettiin normaalisti.

Yhteenlaskettu mustalipeänpolton keskeytysaika on lokakuuhun mennessä 352 tuntia, joka on huomattavasti keskiarvoa (565 tuntia) alhaisempi. Keskeytysaika vuosina 1995 – 2015 vaurion esiintymisalueen mukaan on esitetty kuvassa 2-3.



Kuva 2-3. Vaurioiden aiheuttama lipeänpolton keskeytysaika vuosina 1995 - 2015

3

PROJEKTIT 2015

Soodakattilayhdistyksen toiminta on jaettu viiteen työryhmään: kestoisuustyöryhmä, lipeätyöryhmä, ympäristötyöryhmä, automaatiotyöryhmä ja ohjelmatyöryhmä. Jokaisella työryhmällä on oma vastuualueensa, jonka piirissä työryhmät toteuttavat tutkimusprojekteja. Toimintaa ohjaa ja organisoii hallitus.

3.1

Työryhmien projekteja

3.1.1

Ääninuohouksen mahdollisuudet soodakattilassa

Soodakattiloissa on viimeisen 30 vuoden aikana kokeiltu ääninuohousta ratkaisemaan paikallisia tukkeentumisongelmia. Kokeilut eivät kuitenkaan ole johtaneet pysyviin ratkaisuihin soodakattiloiden nuohouksessa ja niistä ei ole tehty julkisia dokumentteja. Soodakattilan savukaasuun muodostuva pöly on sittemmin muuttunut helpommin nuohottavaksi rikkidioksidin vähetessä savukaasuissa. Myös ääninuohouslaitteiden kehitys antaa aiheen suorittaa tutkimus ääninuohouksen soveltuvuudesta soodakattilaprosessin yhteyteen.

Ensimmäisessä vaiheessa selvitetään minkälaisia tutkimuksia ja käytännön kokeita ääninuohoimilla on tehty soodakattilassa ja mitä tuloksia niistä on saatu.

3.1.2 Sularännien laadunvarmistus ja tarkastusohjeistus

Yhdistyksen vauriotietokantaan on raportoitu useita sularännivauriota viimeisen kahden vuoden aikana. Koska vaurioita on ollut normaalia enemmän, kestoisuustyöryhmän päätti käynnistää projektin jonka tavoitteena tehdä sularännien laadunvarmistus- ja tarkastusohjeistus.

Ensimmäisessä vaiheessa kerätään tiedot tapahtuneista vaurioista kyselyn avulla.

3.1.3 Reduced Lignin Black Liquor – pyrolysis tests and CFD modeling study

Tutkimuksessa selvitetään ligniiniköyhän lipeän vaikutuksia soodakattilan toimintaan, muun muassa ilmajakoon sekä ruiskutukseen.

3.1.4 Understanding Low Temperature Corrosion in BL Combustion

Jatkoprojekti vuonna 2014 toteutetulle: Understanding Low Temperature Corrosion in BL Combustion-projektille. Jatkoprojektin tavoitteena on selvittää kattavasti eri kosteuden, lämpötilan ja suolojen Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , NaCl , KCl ja niiden yhdistelmien vaikutus hiiliteräksen korroosioon. Projektissa käytetään edellisessä vaiheessa kehitettyä koelaitteistoa tutkia hydroskooppisten suolojen vaikutusta hiiliteräksen korroosioon savukaasun eri lämpötiloissa.

Lyhyellä aikavälillä tulosten avulla pyritään ymmärtämään syitä matalan lämpötilan korroosioon (miksi ei havaittu tehdaskokeissa vaikka kokemuksia korroosiosta löytyy). Pidemmällä aikavälillä tavoitteena alemmat savukaasun lämpötilat = enemmän energiaa talteen savukaasuista.

3.1.5 Black Liquor Evaporation Book

Yhdistys rahoittaa haihduttamokirjan kirjoittamista. Kirjan kirjoittajina toimivat Jim Frederick, Table Mountain Consulting ja Nikolai DeMartini, Åbo Akademi. Kirja antaa perustietoa uusille alalle tuleville henkilöille sekä yksityiskohtaista tietoa muun muassa mustalipeän ominaisuuksista sekä haihduttamon likaantumisongelmista. Kirja valmistuu keväällä 2016.

3.1.6 SKY Historiikki

Soodakattilayhdistyksen 50-vuotisjuhlavuoden (2014) kunniaksi tehdään historiikki yhdistyksen toiminnasta. Historiikin kirjoittaja Risto Valkeapää aloitti projektin maaliskuussa 2014 ja pääosa haastatteluista saatiin tehtyä vuoden 2014 aikana. Ensimmäinen versio työstä saatiin keväällä 2015 ja syksyllä työtä on täydennetty kommenttien perusteella.

3.1.7 Yhdistyksen internetsivut

Yhdistyksen uudet sivut avattiin 23.4.2015. Sivut päivitettiin täysin, aikaisemmat sivut oli tehty vuonna 2001, joten päivitykselle oli suuri tarve.

BRASILIAN SOODAKATTILAYHDISTYKSEN KUULUMISET

Brazilian Recovery Boiler Safety Committee

BRAZILIAN RECOVERY BOILER SAFETY COMMITTEE

June 2015

CSCRB

- Since 1999 (next meeting: ABTCP 49th Pulp and Paper Int. Congress and Exhibition)
- 5 sub committees:
 - Combustion
 - Safety
 - Maintenance (Now dealing with changes on time between inspection - New Brazilian regulation)
 - Water treatment
 - ESP: Afonso Pereira - Ibase / Eduardo Bajo - Lwarcel / Estanislau Zutautas - Veracel / Gilmar Packer - Klabin / Giuliano Penitente - Fibria / Heverton Dias - Suzano / Miguel Paolino - UPM / Virgílio Procópio - Cenibra

ESP Subcommittee

- 1- Brazil (and Uruguay) recovery boiler database maintenance**
- 2 - Exchange information with other international committees (BLRBAC, SNRBC, FRBC)**
- 3 - Incident analysis**
- 4 - Incident presentation**
- 5 - Non ordinary issues**

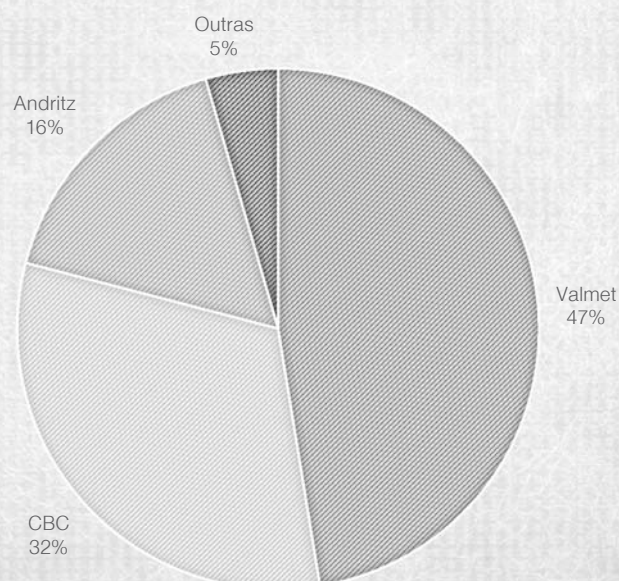


**Data base
maintenance**

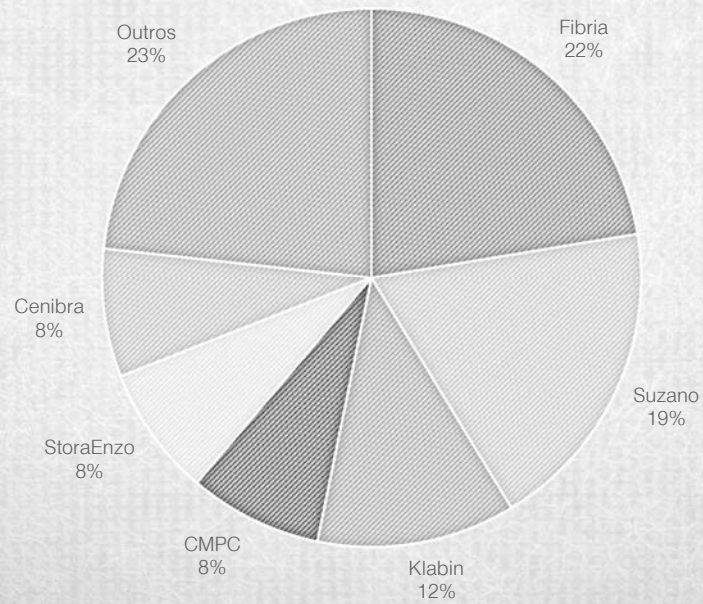
Current status (considering also Uruguay)

- 40 recovery boilers- 38 running, 3 at Uruguay 1 under erection (Klabin Ortigueira) e 1 hibernated (Cenibra)
- 7 Retrofits since 2005
- 11 new boilers since 2005
- Typical age: 20 anos
- Typical size: 2.600 tss/dia
- Not a single boiler under project right now...

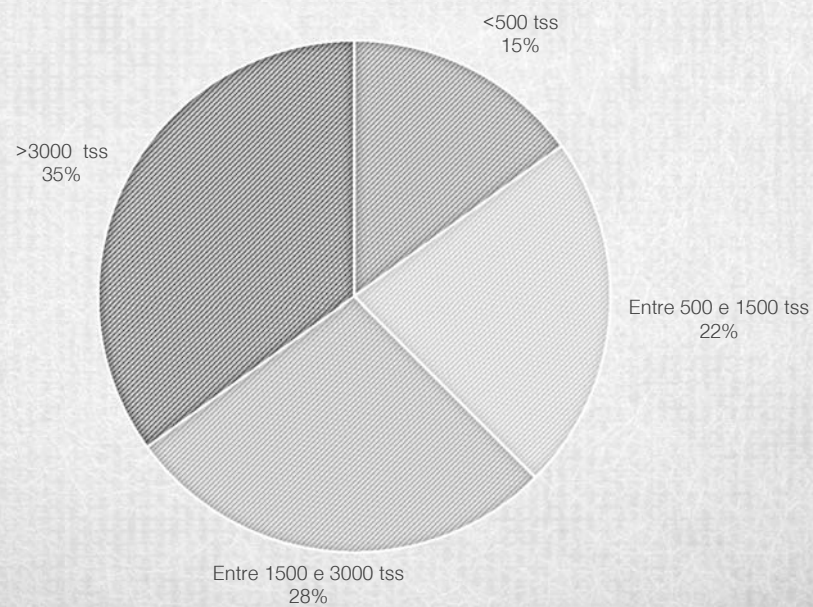
Boilers by suppliers



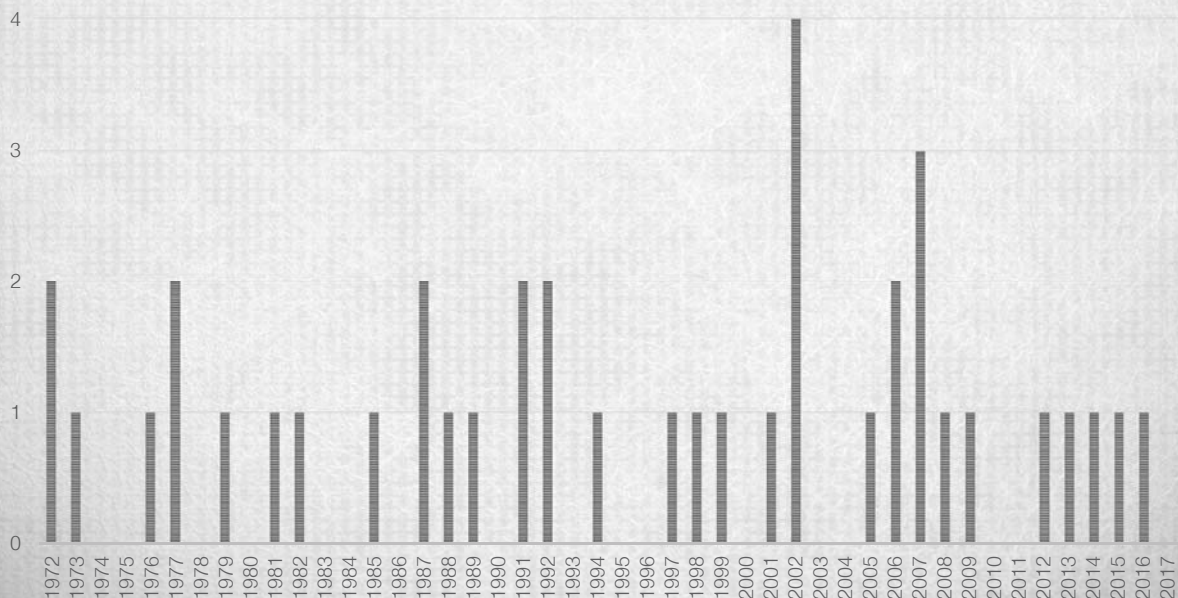
Boilers by end users



Boilers by size



Boilers by start-up year



Data base

#	Company	Supplier	Status	Start up (ano)	Retrofit (ano)	Age (anos)	Capacity Original (tss virgin/d)	Capacity Real (tss virgin/d)	Pressure (barg)	Temp(C)	Steaming rate (t/h)	Area (m2)	Ratio (tss/m2xday)	Boiler responsible
1	BSC	CBC	Running	2008		7	3000	3300	85	490	494	149,2	22,1	Sandro Yosmini <sandro_yosmini@bahiaspeccell.com>
2	CENIBRA	CBC	Hibernating	1977	2003	38	1440	1800	65	450	200	93,86	19,2	Virgilio Procópio <virgilio.procopio@cenibra.com.br>
3	CENIBRA	CBC	Running	1992	2004	23	2050	2700	65	450	422	138,13	19,5	Virgilio Procópio <virgilio.procopio@cenibra.com.br>
4	CENIBRA	CBC	Running	2006		9	3500	3500	66	450	524	189	18,5	Virgilio Procópio <virgilio.procopio@cenibra.com.br>
5	CMPC	B&W	Running	2002		13	2087	2087	64	465	300	125	16,7	Humberto Batista <HL.Batista@cmpcrs.com.br>
6	CMPC	Valmet	Running	2015		0	6200	6200	95	490	1075	271	22,9	Humberto Batista <HL.Batista@cmpcrs.com.br>
7	COCELPA	Valmet	Running	1988	2010	27	160	270	45	425	30	12	22,5	Aldionir de Liz <aldionir.liz@cocelpa.com.br>
8	Eldorado	Valmet	Running	2012		3	6800	6800	85	485	1116	293	23,2	Murilo Sanches <murilo.sanches@eldoradobrasil.com.br>
9	Fanapel	Valmet	Running	1982	2005	33	138	210	62	410	24	9	23,3	csalvati@fanapel.com.uy
10	Fibria Aracruz CR-A	Valmet	Running	2001		14	3440	3440	64	450	524	156,7	22,0	Ronaldo Schuster <ronaldo.schuster@fibria.com.br>
11	Fibria Aracruz CR-B	Valmet	Running	1991	2002	24	2200	3600	64	450	524	165,7	21,7	Ronaldo Schuster <ronaldo.schuster@fibria.com.br>
12	Fibria Aracruz CR-C	Andritz	Running	1997	2000	18	2200	3300	64	455	433	130,8	25,2	Ronaldo Schuster <ronaldo.schuster@fibria.com.br>
13	Fibria Jacarei	CBC	Running	1994		21	1430	1990	90	470	240	101	19,7	Julio Cezar Macedo <julio.macedo@fibria.com.br>
14	Fibria Jacarei	CBC	Running	2002		13	2500	2990	93	480	360	149	20,1	Julio Cezar Macedo <julio.macedo@fibria.com.br>
15	Fibria Tres Lagoas	Valmet	Running	2009		6	5300	5500	86	487	822	242	22,7	Fernando Raasch <fernando.pereira@fibria.com.br>
16	Iguacu	São Caetano	Running	1972		43	320	320	12	190	24	18,92	16,9	Wilson Lopes <wilsonlopes@guacuocelulose.com.br>
17	IP - Luiz Antonio	CBC	Running	1991	2005	24	890	1702	64	450	245	66	25,8	Edivaldo Verdie <edivaldo.verdie@ipaperbr.com>
18	IP - Mogi Guacu	B&W	Running	1976		39	187	320	29	350	28	14,04	22,8	Geraldo Ferreira <Geraldo.Ferreira@ipaperbr.com>
19	IP - Mogi Guacu	Andritz	Running	1985	2006	30	950	1144	27,6	340	120	51,85	22,1	Geraldo Ferreira <Geraldo.Ferreira@ipaperbr.com>
20	IP - Nova Campina	CBC	Running	2006		9	400	400	42	400	74	26	15,4	Fabio da Costa <fabio.costa1@ipaper.com>
21	Jari Monte Dourado	BHL	Running	1979	1988	36	1360	1750	59	450	276	89	19,7	José Cogui <jcmoreira@jari.com.br>
22	Klabin-Correa Pinto	CBC	Running	1987	1992	28	580	750	85	480	110	49	15,3	Edson Maestrin <elbmaestrin@klabin.com.br>
23	Klabin Telemaco	Valmet	Running	1977	2000	38	1100	1850	46	430	250	92,5	20,0	Bruno Peres <bhperes@klabin.com.br>
24	Klabin Telemaco	CBC	Running	2007		8	1700	1700	106	503	243	79,6	21,4	Bruno Peres <bhperes@klabin.com.br>
25	Klabin Origineira	CBC	Erection	2016		-1	7000	7000	104	503	1200	315,4	22,2	Geraldo Simao <gsimao@klabin.com.br>
26	Klabin-Otaclio Costa	CBC	Running	1998		17	1100	1050	89	483	170	69,1	15,2	Edson Maestrin <elbmaestrin@klabin.com.br>
27	Lwarcel	CBC	Running	2002	2008	13	700	826	85	480	120	44	18,8	Cesar Anfe <canfe@lwarcel.com.br>
28	Montes del Plata	Andritz	Running	2014		1	5710	5710	97	494	928	289	19,8	Enrique Debera <enrique.debera@montesdelplata.com.uy>
29	Rigesa	Andritz	Running	1999		16	850	600	64	460	126	47,4	12,7	Fernando Wessler <fernando.wessler@mwv.com>
30	Suzano Imperatriz	Valmet	Running	2013		2	7000	7000	95	492	1207	323,2	21,7	Ageu Oliveira da Silva Junior <ageus@suzano.com.br>
31	Suzano Limeira	Valmet	Running	1972		43	270	510	42	380	65	24,11	21,2	Antonio Carlos Andreia <acarlosandrei@suzano.com.br>
32	Suzano Limeira	Valmet	Running	1981	2000	34	270	510	42	380	65	24,11	21,2	Antonio Carlos Andreia <acarlosandrei@suzano.com.br>
33	Suzano Limeira	CBC	Running	2002	2007	13	1100	1700	46	400	180	69	24,6	Antonio Carlos Andreia <acarlosandrei@suzano.com.br>
34	Suzano Mucuri	Valmet	Running	1992	2007	23	1750	3000	85	480	420	144	20,8	Hildomar Raimondi <hildomar.raimondi@suzano.com.br>
35	Suzano Mucuri	Valmet	Running	2007		8	4700	4700	85	480	738	251	18,7	Hildomar Raimondi <hildomar.raimondi@suzano.com.br>
36	Suzano Suzano	Valmet	Running	1973	2004	42	670	811	50	380	110	49	16,6	Heverton Dias <hevertondias@suzano.com.br>
37	Suzano Suzano	CBC	Running	1987	2002	28	800	1400	50	420	218	64,1	21,8	Heverton Dias <hevertondias@suzano.com.br>
38	Trombini	Orcepa	Running	1989	2000	26	140	180	21	420	30	10	18,0	Alceu Scramocin <AScramocin@tbo.trombini.com.br>
39	UPM	Andritz	Running	2007		8	4900	6300	94	490	780	210	30,0	carolina.pascoc@upm.com
40	Veracel Celulose	Valmet	Running	2005	2011	10	4000	4800	93,6	490	630	210	22,9	Estanislau Zútautas <estanislau.zutautas@veracel.com.br>
*	Mean	N/P	N/P	N/P	N/P	19,7	2272,3	2593,0	67,7	443,3	386,1	121,4	20,6	N/P

Comparisons

	Br/Uy	Canada	USA	Finland	Sweden
Recovery boilers	40	43	153	17	27
Age	20 y	39 y	38 y	27 y	32 y
Oldest	43 y	77 y	63 y	58 y	55 y
Biggest	7000 tDS/d	3300 tDS/d	3325 tDS/d	7200 tDS/d	4000 tDS/d
Youngest	2016	2007	2016	2017	2012

Highlights

Company	Capacity (tss/d)	Pressure (barg)	Temp (C)	Area (m2)	Ratio (tss/m2.d)
IP-LA	1700	64	450	66	25,8
Suzano Imperatriz	7000	95	492	323,2	21,7
Klabin TB	1700	106	503	79,6	21,4

Trends

- Higher temperatures and pressure(110 barg @ 515C)
- Higher steaming rates(4,3 steam tons/tss)
- Bigger(APP-OKI Paper 11.600/12.760 tss/d em 2016)
- Flue gas energy recovery
- When are we going to burn solid black liquor?



2

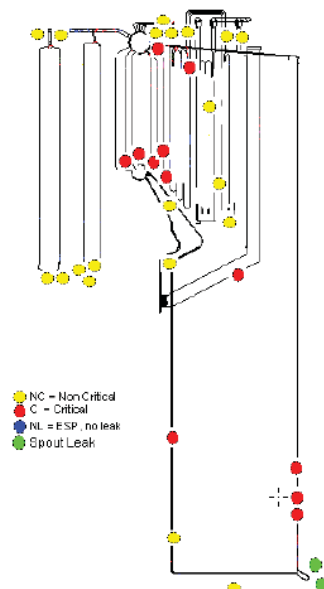
**Exchanged
information**

BLRBAC

- Two meetings per year (224 participants on 2015/1)
- 10 subcommittees
- 30 events reported on 2015/1
- All information is open and easily found: www.blrbac.org
- [April 2015 Meeting Minutes](#)

BLRBAC

Spring 2015 Incident Locations



BLRBAC

LOWER FURNACE

SPRING 2015 – 23

Classification:

Location:

Unit:

Unit Size:

Incident Date:

Downtime hrs, leak/total

ESP?

Leak/Incident Loc:

How discovered:

Wash adjacent tube:

Root cause:

Leak detection:

Bed cooling enhanc

Last full inspection:

Sequence of events:

International Paper, Bogalusa, LA

RB20, PR-66 (rebuilt as PR-202 in 1980), 1964, B&W, two cyclone DCE, front-slope floor
2.9 MM lb ds/day, 388,000 lb/hr steam at 852 psig, 825°F, 1050 psig design

August 4, 2014

101 hrs 3 minutes – Liquor to Liquor

No

Leak #1 – Cold Side Tube #73 Front Wall

Leak #2 – Hot Side Tube #10 Rear Wall

Operator Walk down

No

Failures of both tubes were in heat affected zones on the hot side of the tubes. Cracks initiated primarily at the outer diameter surface of the tubes and propagated through the wall in a method similar to thermal fatigue.

No

No

April 2014

20 RB was operating normally after a trip 2 days earlier due to a PLC card failure. The field operator was cleaning the spouts and primary airports when he noticed steam vapor coming out of an obsolete secondary cleaning port. Further inspection of the air ducts indicated that water was not entering the boiler through the primary or secondary air ducts. No alarms were indicated on the duct leak detection system.

The Recovery Area Manager was called to inform him of the situation at which time he confirmed that the secondary airports on the front wall had been removed and replaced with fully welded straight tube sections. The original feeder ducts to the obsolete port from the secondary ductwork were still installed and that there should not be any water entering the furnace. The Recovery Area Manager went to the plant and completed a second inspection of the primary and secondary ductwork and no water could be seen in either the primary or secondary ductwork. The boiler was put on auxiliary fuel taken off liquor and a third inspection of the ductwork was completed. Once off liquor the inside of the furnace was inspected from the gun ports and no water could be seen. There were still no leak detection alarms present.

The bed was burned out and the boiler was shutdown in an orderly fashion. Once cooled down the Boiler was water washed as the leak was suspected to be at the attachment weld for the obsolete feeder duct which would require a Dutchman be installed. The leak was identified on Tube #73 on the front wall – cold side inside the sealed feeder box to the obsolete secondary airport. An 18" long Dutchman was installed. On the Hydro test, August 6th at 9:42am, a second leak on tube #10 on the rear wall – hot side was found. Once scaffold was installed it appeared to be a leak at a location a pin stud was removed to install a Dutchman below this location. This tube was cut out and a 24" Dutchman was installed. A dry hydro was achieved on August 7th and 2:45am. The inside scaffolds were removed, the boiler was unlocked and put back in service.

Repair procedure:

Future prevention:

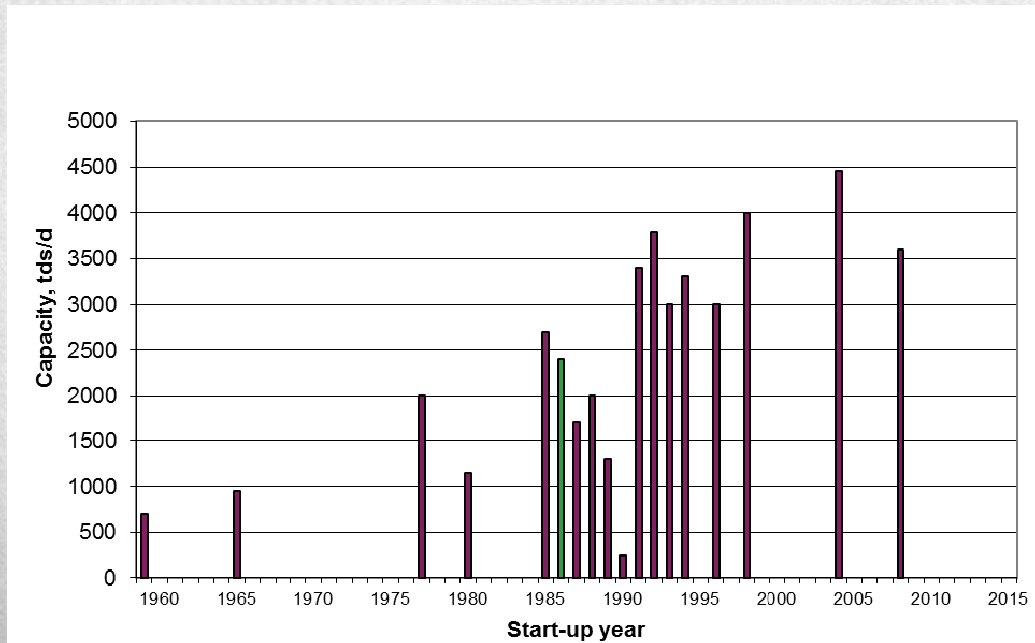
Replaced tube with Dutchmen

Plan a complete Lower Furnace replacement in April 2015

FRBC

- The Finnish Recovery Boiler Committee (FRBC) has promoted safe, economic and environmentally friendly operation of recovery boilers and closely related processes since 1964.
- The Committee collects information about incidents involving recovery boilers and provides details of these to its members. The Committee publishes guidelines, recommends practices and arranges conferences and meetings. The Committee conducts and supports research projects related to safe operation and improved economy of recovery boilers.
- [Guidelines for NCG incineration](#)

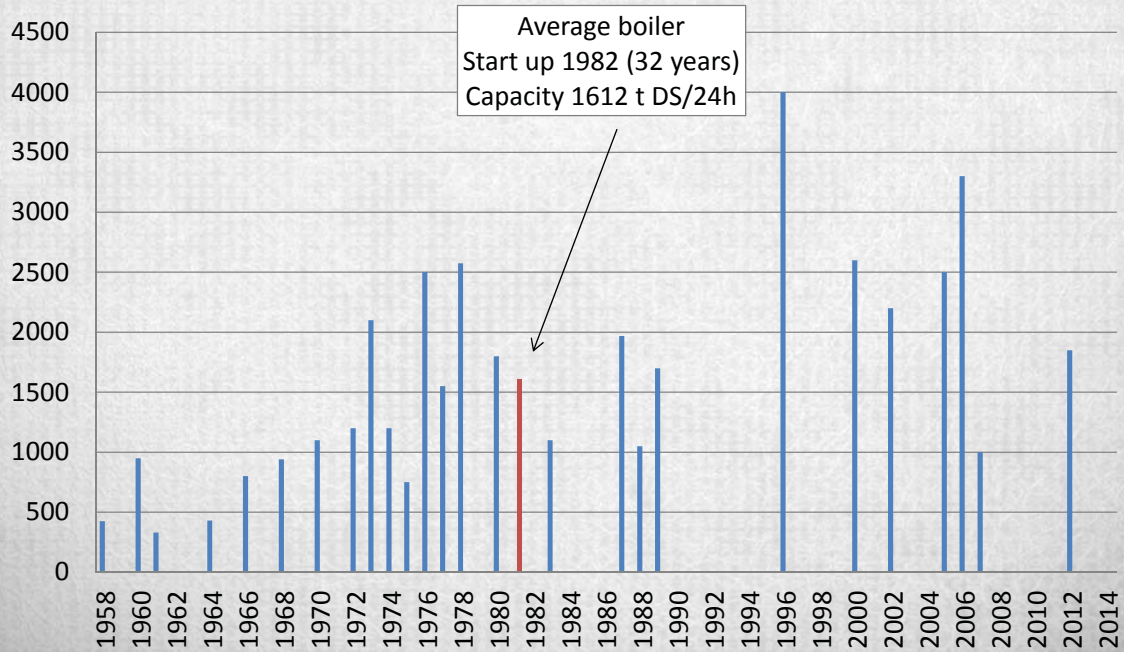
FRBC



SNRBC

- 19 members
- 4 subcommittees:
- Typical boiler: 32 years old and 1612 tss/day
- One event/boiler/year
- 40 recommendations issued
- Working in operators certification

SNRBC



3

Incident analysis

Classification

- **Critical**
- **Not critical**
- **Dissolving tank explosion**
- **Accident: When people or the recovery boiler itself were under risk, independent of leakages consideration – examples: HBL Tank failure; BFW contamination...**

Recovery boiler safety

- Project
- Instalation
- Operation
- Maintenance
- Continuous improvement

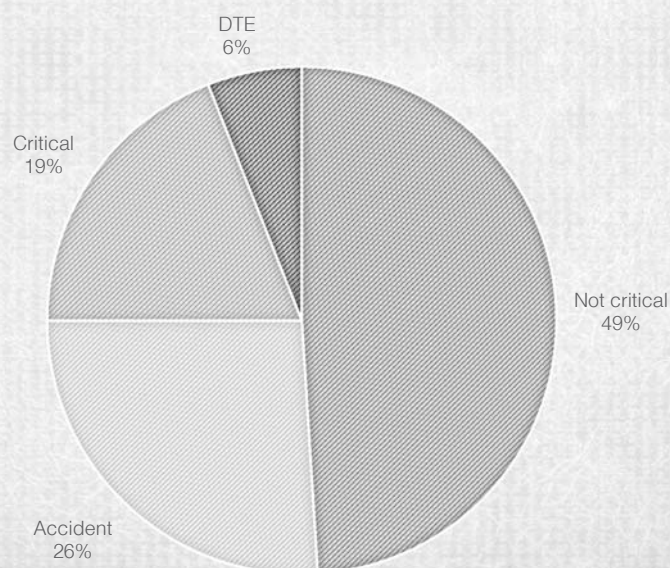


Zero accident

Recovery boiler safety

- Event: An essential tool for continuous improvement. It must be disclosed, studied so that recommendations will be created after each single event

Event type



Base de dados – 122 eventos

Event remarks

- Decreased Dissolving Tank events after deep procedure discussions (2006)
- Since 2001 we have only one injured person (DTE) on recovery boiler related events
- One minor explosion due waterwashing a hotter furnace
- Three smelt-water contacts without explosion
- 0 ESP's from 2002 to 2007
- 11 ESP's since 2008 (all but one, correctly evaluated by operators)

Where are our events?

- Sweden reports on average one event per boiler per year
- The Brazil reports on average 0.2 event per boiler per year
- What is the conclusion? We do not report our events
- Why do we not report these events?
- Likely responses:
 - Lack of time?
 - Lack of responsibility assigned to such activity?
 - Company policy?
 - None of these options?

4

Events presentation

Cases

No events presentation, find bellow 2014/2015 events summary

2014 Event List								
Company	Seq	Name	Date	Report	Presented	Downtime	Class	Event
Fibria TL	113	CR1	02/01/14	Yes	Yes	NA	NC	Personal accident around smelt spout
CMPC	114	CR1	02/01/14	Yes	Yes	39	NC	smelt run off
Veracel	115	RB1	22/01/14	Yes	No	88	NC	SH failure
Suzano MC	116	RB1	26/05/15	No	No	139	NC	SH failure
Suzano MC	117	RB1	05/06/15	No	No	53	NC	Eco failure
BSC	118	RB1	14/07/14	No	No	NA	NC	SH failure
Cenibra	119	RB2	04/10/14	Yes	No	143	NC	False lower furnace leakage (w/ESP)

Cases

No events presentation, find bellow 2014/2015 events summary

2015 Event List								
Company	Seq	Name	Date	Report	Presented	Downtime	Class	Event
Suzano LM	120	CRC	28/01/15	No	No	20	NC	Eco II failure
Suzano LM	121	CRB	14/02/15	No	No		NC	Eco failure
Suzano MC	122	EV1	08/05/15	No	No	No	A	NCG explosion at evaporation line 1



Non ordinary issues

Data base maintenance

- Delayed. Considering 40 boilers, we still have 19 questionnaires unanswered
- Results will be presented when all the boilers have been updated

Major concerns

- Superheater life cycle (film)
- Materials for lower furnace tubes (paper)
- Guidelines for x-large boilers
- Cooling time for x-large boilers (7 days were required to cool a particular boiler before inspection/ after ESP)
- 15 month campaign (new standard) between inspections



Thanks

**SOODAKATTILAYHDISTYKSEN OPINNÄYTETYÖPALKINNON ESITTELY:
WASTE TO PRODUCT – IMPROVING THE UTILIZATION POTENTIAL OF
GREEN LIQUOR DREGS BY USING FROTH FLOTATION**

*Mia Bredenberg
Aalto-yliopisto*



Jätteestä tuotteeksi- Viherlipeäsakan käsittely vaahdotustekniikalla hyötykäyttöä varten

Tekijä: Mia Bredenberg

Ohjaajat: DI Timo-Pekka Veijonen (Stora Enso), DI Juha Oksanen (Stora Enso)

October 19, 2015

1

Agenda

- Työn tausta ja tavoitteet
- Vaahdotustekniikka lyhyesti
- Tutkimussuunnitelma
- Pilottikokeet
- Johtopäätelmät

Tutkimustausta ja tavoitteet

- Soodasakka on Stora Enson Imatran Tehtaiden merkittävin kaatopaikkasijoitusta vaativa jäte
- Suomen sellutehtaat tuottavat vuosittain noin 80 000 tonnia soodasakkaa, josta yli 85 % sijoitetaan kaatopaikalle
- Työn perusteena Metsäteollisuus ry:n teettämä VISA projekti, jossa tutkittiin soodasakan hyötykäyttömahdollisuuksia
- Tavoitteena oli arvioida VISA-projektissa kehitetyn vaahdotusmenetelmän soveltuvuutta Imatran Tehtaiden soodasakan käsittelyyn hyötykäyttöä varten



Presenter name October 19, 2015

3

Tärkeimmät tulokset

Kattava analyysi soodasakan koostumuksesta ja laatuvaihtelusta

- Tietoa voidaan hyödyntää uusien käsittelytekniikoiden arvioinneissa
- Hyötykäyttömahdollisuuksien kartoituksessa

Tekninen selvitys vaahdotustekniikan soveltuvuudesta soodasakan fraktioinnissa

- Imatran Tehtaiden kaustistamolla 2 kk aikana tehdyt pilottivaahdotukset
- Pilottivaahdotukset suoritettiin Outotecin 1 m³ TankCell® pilottikennolla, joka vastaa tekniikaltaan teollisuuden mittakaavan TankCell® kennoja

Pilottikokeiden tulosten perusteella vaahdotustekniikka ei sovellu tutkitun soodasakan käsittelyyn



Presenter name October 19, 2015

4

Soodasakan koostumus rajoittaa erotustekniikoiden käyttöä

Soodasakka koostuu pääasiallisesti

- kalsium- ja magnesiumkarbonaateista
- Yleensä <0,5 % raskasmetalleja

Soodasakka on laadultaan hyvin hienojakoista

- Partikkelikokojakauma: 90% 11,5 µm, 75% 7,9 µm, 50% 5,3 µm

Element	Concentration mg/kg dry solids	Concentration % dry solids
Carbon	76000-505000	7.6-50.5
Calcium	123000-339000	12.3-33.9
Magnesium	27000-97000	2.7-9.7
Sodium	6500-148000	0.65-14.8
Sulphur	7500-29000	0.75-2.9
Potassium	600-10700	0.06-1.07
Zink	240-4500	0.024-0.45
Cadmium	0.09-31	<0.01



storaenso

Presenter name October 19, 2015

5

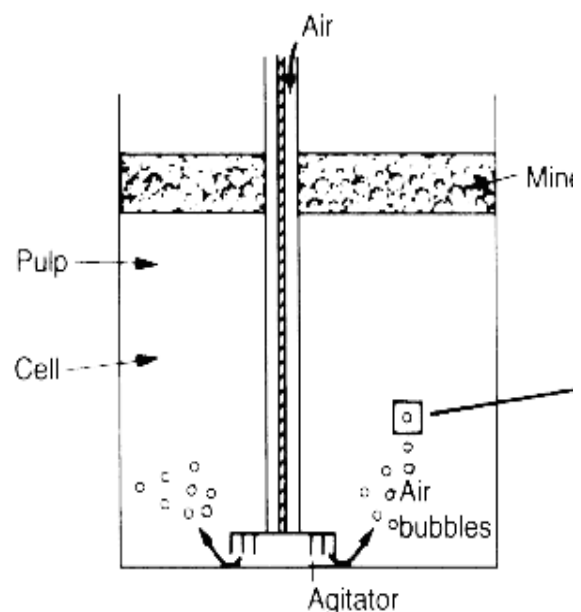
Vaahdotukseen vaikuttavat tekijät

Saantoon ja laatuun vaikuttavat

- True flotation, jossa hydrofobiset partikkelit kiinnittyvät ilmakupliin ja nousevat pintaan
- Entrainment, jossa kuplien välissä olevan veden mukana nousee hydrofiilisiä partikkeleita pintaan

True flotation:iin ja Entrainment:iin vaikuttavat

- **Rikastettavan aineen ominaisuudet**
- Käytetyt vaahdotuskemikaalit ja määrät
- Vaahdotuslaitteparametrit: sekoitus, ilmansyöttö, aika



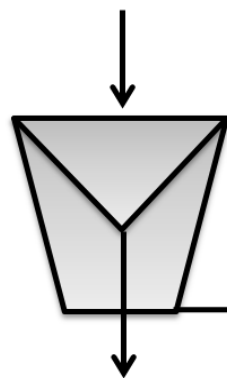
storaenso

Presenter name October 19, 2015

6

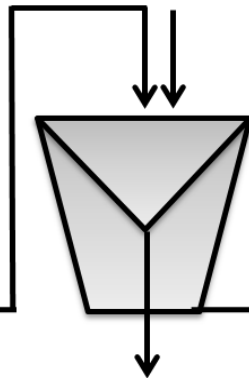
Tutkitut menetelmät: Erillisvaahdotus ja yhteisvaahdotus

NaHCO₃ 2, 2 g/l
Dow2500, 4 ml/l
Hexadecane 0, 1 ml/l



Carbon fraction

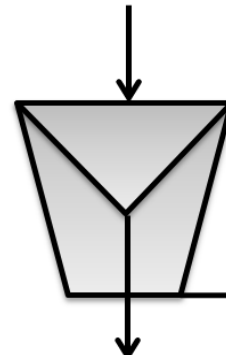
Tall oil 1 ml/l



Calcite fraction

Waste fraction

NaHCO₃ 2, 2 g/l
Dow2500, 4 ml/l
Hexadecane 0, 1 ml/l
Tall oil 1 ml/l



Carbon-calcite fraction

Waste fraction

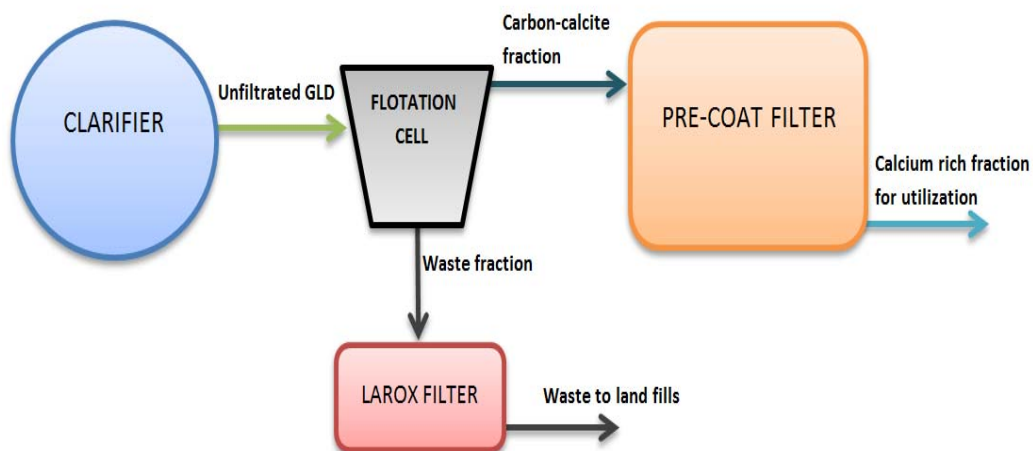
Erillisvaahdotuksessa erotetaan kalsiitti soodasakasta kaksivaiheisessa vaahdotusprosessissa

Saadut fraktiot: Hiili, (karbonaatti= välifraktio), kalsiitti ja jäte

Yhteisvaahdotuksella saadaan erotettua jopa 95 % soodasakan kalsiumista hiilikalsiittijakeeseen

Saadut fraktiot: Hiilikalsiitti, jäte

Suodattamattoman soodasakan vaahdotus



Vesi- ja energiatehokas

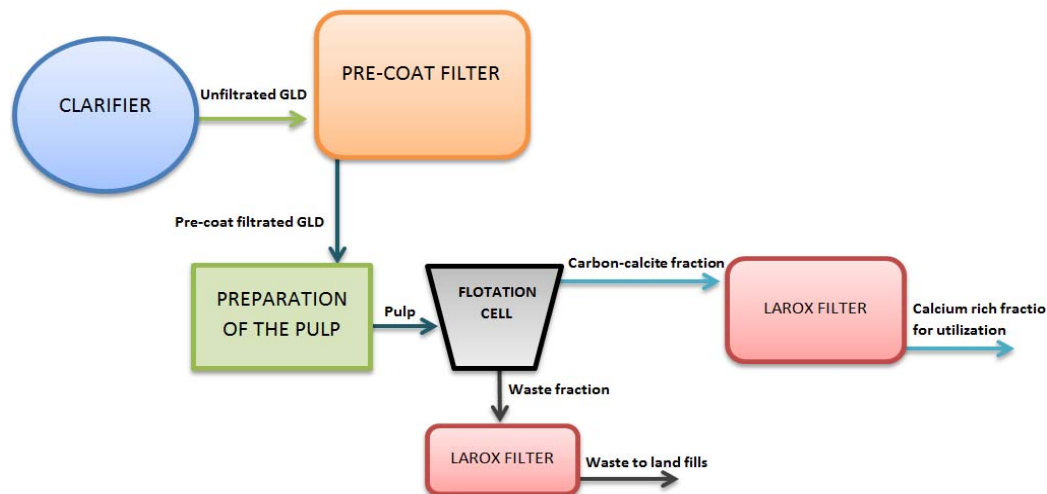
- Kiintoainepitoisuudesta riippuen vettä on lisättävä suhteessa 1:1-2:1
- Valmiiksi suspensiona

Tila- ja kustannustehokas

- Vaahdotuksen hyötyfraktio (50-70 %) suodatetaan olemassa olevalla sakkasuotimella



Suodatetun soodasakan vaahdotus



Vaahdotukselle paremmat alkuainepitoisuudet

- Korkeammat C ja Ca- pitoisuudet, alhaisemmat Na- ja K-pitoisuudet

Epätaloudellinen

- Suodatettu kiinteä soodasakka on saatava suspensioon, esim. sekoituksella ja vedenlisäyksellä, mikä vaatii paljon vettä ja energiaa
- Vaatii lisäsuodattimen



storaenso

Presenter name October 19, 2015

9

Pilottikokeet ja tutkimuskysymykset

Panoskokeet

- Soodasakan laadun vaihtelun vaikutukset vaahdotusprosessiin
- Vaahdotusprosessin optimointi jatkuvatoimisia kokeita varten
 - Kemikaalien määrät
 - Laimennussuhde

Jatkuvatoimiset kokeet

- Jatkuvan syötön vaikutukset vaahdotusprosessiin
 - Muuttuuko vaahdotusjakeiden laatu prosessin aikana?
- Prosessin soveltuvuus tehdasmittakaavassa

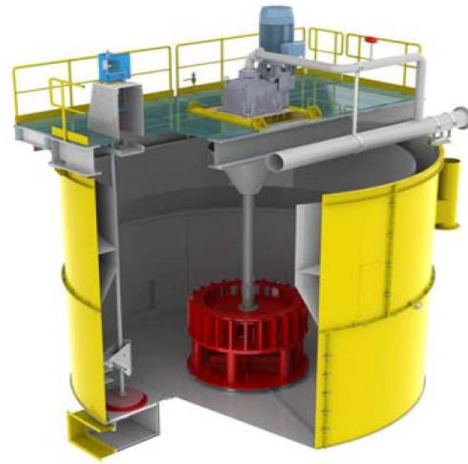


storaenso

Presenter name October 19, 2015

10

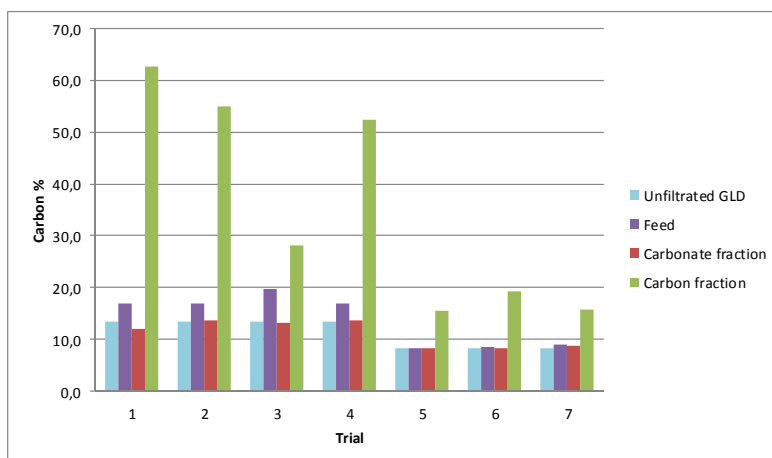
Pilottikokeet tehtiin Outotec:in 1 m³ TankCell® pilotilla



Presenter name October 19, 2015

11

Panoskokeet: Palamattoman hiilen erotus suodattamattomasta soodasakasta



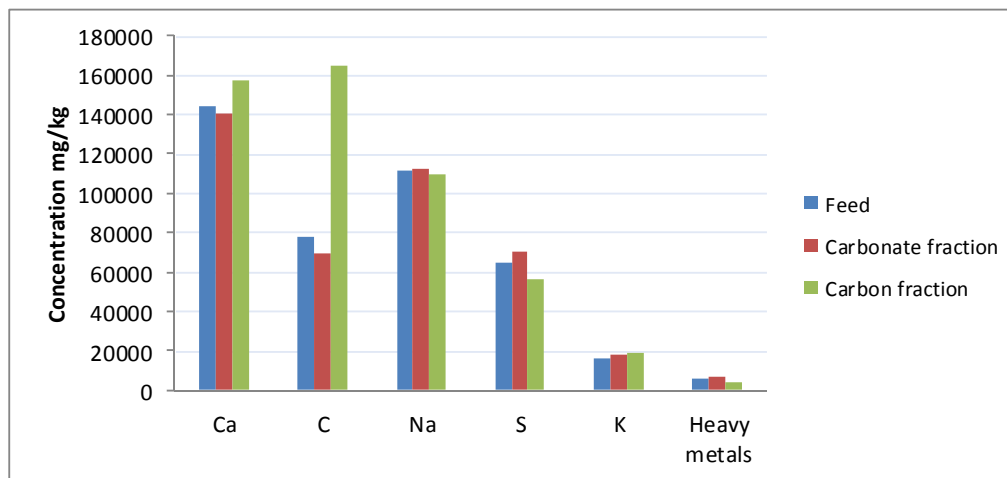
Hiilipitoisuudella oli suuri vaikutus vaahdon muodostumiseen



Presenter name October 19, 2015

12

Jatkuvatoimiset kokeet: Palamattoman hiilen erotus suodattamattomasta soodasakasta



Tulosten perusteella nousee hiilen mukana vaahtoon pääasiallisesti kalsiumia, rikin ja raskasmetallien konsentroituessa karbonaattifraktioon

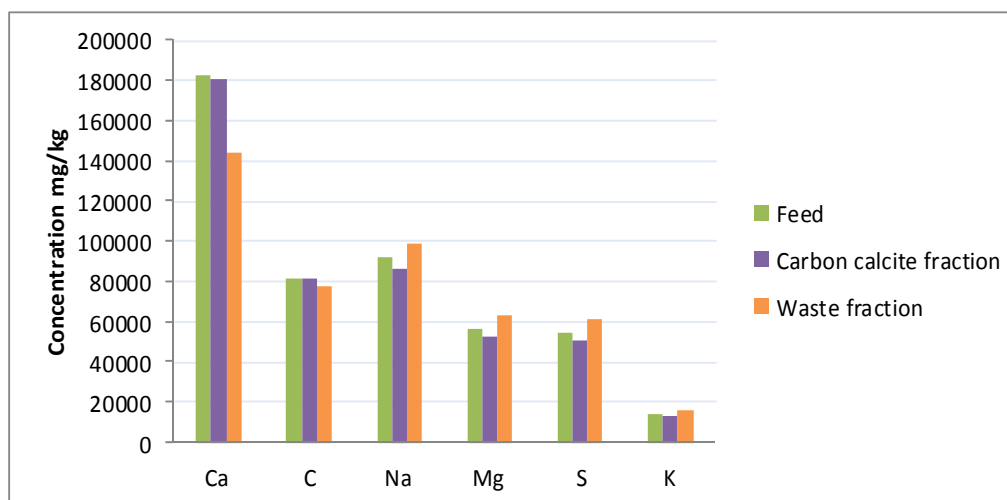


storaenso

Presenter name October 19, 2015

13

Jatkuvatoimiset kokeet: Hiilikalsiitin erotus suodattamattomasta soodasakasta



Hiilikalsiitin yhteisvaahdotus osoittautui epätehokkaaksi erotusmenetelmäksi; hiilikalsiittijakeen pitoisuudet olivat hyvin lähellä syötteen pitoisuuksia

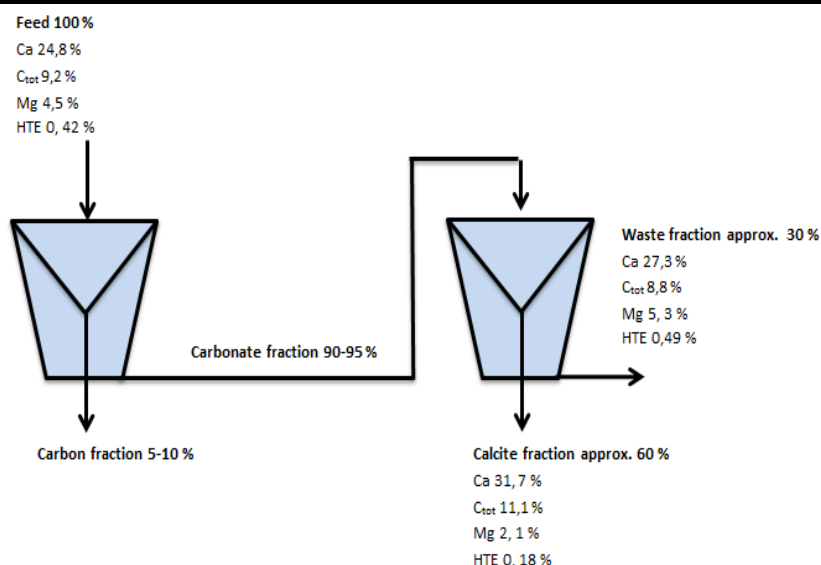


storaenso

Presenter name October 19, 2015

14

Pilottikokeiden tulokset: Kalsiitin erotus pre-coat suodatetusta soodasakasta



Koe tehtiin teknisten ongelmien takia hyvin alhaisella kuiva-ainepitoisuudella, mikä luultavasti vaikutti tuloksiin



storaenso

Presenter name October 19, 2015

15

Pilottikokeiden tulokset: Kalsiitin erotus pre-coat suodatetusta soodasakasta

Measured element mg/kg	Feed	Calcite fraction	Waste fraction	Untreated GLD
Ca	248000	317000	273000	242000
C	91937	110198	87962	94600
Mg	44800	20800	52800	58400
S	18000	15000	22000	27000
Na	6600	6500	4600	13700
Fe	5300	2500	6400	7400
Al	5000	4200	6000	6300
P	4100	3800	4100	2300
Zn	3800	1700	4500	5500
Ba	1200	1700	1100	1080
K	440	410	300	1800
Cr	200	79	210	350
Ni	120	50	120	140
Se	16	5	18	15
Cd	15	6	16	25



storaenso

Presenter name October 19, 2015

16

Loppupäätelmät

Soodasakan laatu vaikuttaa suuresti vaahdotuksen onnistumiseen

- Tulosten perusteella vaahdotusfraktiointi ei sovellu tutkitulle suodattamattomalle soodasakalle tämän alhaisen palamattoman hiilenpitoisuuden (0,6%) ja korkean vesiliukoisten aineiden (80 %) takia
- Vaahdotusfraktioinnilla saatiin tehokkaasti erotettua kalsiittia pre-coat suodatetusta soodasakasta, joka sisältää pääasiallisesti veteen liukenemattomia yhdisteitä (97%) ja jonka palamattoman hiilen pitoisuus on 1,2 %

Vaahdotustekniikka voisi teknisesti sopia pre-coat suodatetuille soodasakoille tai suodattamattomille soodasakoille, jotka sisältävät runsaasti palamatonta hiiltä

- Tekninen ja taloudellinen toteutettavuus
- Hyötykäyttökohteiden kartoitus



Kiitos!

Yhteystiedot: Mia Bredenberg, 040 5036036

mia.bredenberg@ECHA.europa.eu, bredenberg.mia@gmail.com



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
- 2/2014 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilan sähkösuodintuhkan hyötykäyttömahdollisuudet,
Osahanke V: Sähkökemiallinen käsittely
Kurt Siren, Oy Sirra Ab
(16A0913-E0148) 10.3.2014
- 3/2014 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2013
(16A0913-E0149) 24.4.2014
- 4/2014 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Pöytäkirja. Vuosikokous 24.4.2014, Radisson Blu Plaza hotelli, Helsinki
(16A0913-E0150) 24.4.2014
- 5/2014 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 30.10.2014
Cumulus Koskikatu, Tampere
(16A0913-E0151) 30.10.2014
- 6/2014 Suomen Soodakattilayhdistys ry
UV-laitteiston TOC-mittaukset
Metsä Fibre Kemi
Jaakko Pellinen, JP-analysis
(16A0913-E0152) 20.11.2014
- 7/2014 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Polttoperäisten päästöjen ja nano-hiukkasten
haitallisuuden määrittäminen uudella tutkimusmenetelmällä (POPE)
Itä-Suomen Yliopisto
(16A0913-E0153) 3.12.2014

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

- 1/2015 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 29.1.2015, esitelmät
Hotelli Cumulus, Rauma, Metsä Fibre Oy, Rauman tehdas
(16A0913-E0154) 29.1.2015
- 2/2015 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Aktiivihiihden mitoituksen varmistus ja optimointi sekä TOC-reduktion
varmistaminen
(16A0913-E0155) 29.1.2015
- 3/2015 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilan käynnistys-, pysäytys- ja häiriöjaksojen määrittely
(16A0913-E0156) 14.4.2015
- 4/2015 Suomen Soodakattilayhdistys ry
CFD Modeling of Reduced Lignin Black Liquor Combustion
Markus Engblom ja Nikolai DeMartini, Åbo Akademi
(16A0913-E0157) 14.4.2015
- 5/2015 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Understanding Low Temperature Corrosion in Black Liquor Combustion
Niklas Vähä-Savo, Emil Vainio, Nikolai DeMartini, Patrik Yrjas & Mikko Hupa
Åbo Akademi
(16A0913-E0158) 14.4.2015
- 6/2015 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2014
(16A0913-E0159) 23.4.2015
- 7/2015 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Pöytäkirja. Vuosikokous 23.4.2015, Top Lounges, Helsinki
(16A0913-E0160) 23.4.2015
- 8/2015 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Ääninuohouksen mahdollisuudet soodakattiloilla
Santeri Peltola, Tampereen teknillinen yliopisto
(16A0913-E0161) 19.10.2015
- 9/2015 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 29.10.2015
Sokos hotelli Flamingo, Vantaa
(16A0913-E0162) 29.10.2015