

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Soodakattilapäivä 2014

Cumulus Koskikatu, Tampere

30.10.2014

Raportti 5/2014

(16A0913-E0151)



Raportti 5/2014, Soodakattilapäivä 2014

SOODAKATTILAPÄIVÄ 2014

Cumulus Koskikatu, Tampere, 30.10.2014

OHJELMA

09.30 - 09.55	Ilmoittautuminen ja aamukahvi
09.55 - 10.00	Avaus <i>Kari Ala-Kaila, Suomen Soodakattilayhdistyksen puheenjohtaja</i>
10.00 - 10.30	CFD modeling of reduced lignin black liquor combustion <i>Nikolai DeMartini, Åbo Akademi</i>
10.30 - 11.00	Mustalipeän viskositeetin ja reologian merkitys soodakattilan toiminnassa <i>Ari Kankkunen ja Mika Järvinen, Aalto Yliopisto</i>
11.00 - 11.30	Kahvitauko
11.30 - 12.00	Tavoitteena hajuton sulfaattisellutehdas <i>Eevi Smolander, Valmet Power Oy</i>
12.00 - 12.30	Safety aspects in large high energy recovery boilers <i>Petri Pynnönen, Andritz Oy</i>
12.30 - 13.30	Lounas
13.30 - 14.00	Viherlipeälinjan kerrostumanesto <i>Timo Oja, Solenis Finland Oy</i>
14.00 - 14.45	Suomen Soodakattilayhdistyksen historiikki <i>Risto Valkeapää, Julkaisutuotanto Risto Valkeapää Oy</i>
14.45 - 15.15	Kahvitauko
15.15 - 15.35	Sodahuskommittén – Ruotsalais-norjalainen soodakattilakomitea, vuosikatsaus 2013 <i>Kajsa Fougner, Sodahuskommittén</i>
15.35 - 16.00	Suomen, Pohjois-Amerikan ja Brasilian soodakattilayhdistyksien kuulumiset <i>Markus Nieminen, Suomen Soodakattilayhdistys ry</i>
16.00 - 16.10	Soodakattilayhdistyksen opinnäytetyöpalkinnon jako
16.10 - 16.40	Soodakattilayhdistyksen opinnäytetyöpalkinnon esittely: Influence of kraft recovery boiler's main control parameters on reduction degree <i>Antti Kokkonen, University of Oulu</i>
17.00 - 18.00	Cocktailtilaisuus, Koski-kabinetti
19.00 -	Päivällinen, ravintola Huviretki

CFD MODELING OF REDUCED LIGNIN BLACK LIQUOUR COMBUSTION

***Nikolai DeMartini
Åbo Akademi***



CFD Modeling of Reduced Lignin Black Liquor Combustion

Markus Engblom, Niko DeMartini,
Åbo Akademi

Soodakattilapäivä
30.01.2014

Objective and CFD runs 1-3

- CFD modeling for studying what operational changes may be needed when firing reduced lignin black liquor
- CFD modeling of Wisaforest recovery boiler
 - **Run 1:** Base Case, 100% MCR, flue gas O₂ 3% (wet)
 - **Runs 2 and 3:** 10% and 20% lignin removed, total air adjusted for flue gas O₂ 3% (wet), other variables unchanged – presented here
 - **Runs 4-7:** 10% & 20% lignin removed, modifications to air distribution and liquor spraying – spray modifications presented here, air cases to be run this fall

Modeled Black Liquors (1/3)

	Original Black Liquor (wt% d.s.)	Lignin [1] (wt% d.s.)
C	32.2	64.5
H	3.3	6
N	0.09	0.1
Na	21.4	0.3
K	2.4	0.05
Cl	0.3	0
Tot. S	6.4	2.5
SO ₄	5.4	0
OH	1.74	0
HHV (MJ/kg d.s.)	13.2	26.5

Composition of
reduced lignin BL
based:

- Lignin content
of BL: 36 wt-%
- 175 kg H₂SO₄/ton
lignin precipitated
[1]

1 Tomani, P. The lignoboost process. In Proceedings to The 2nd Nordic Wood Biorefinery Conf., 2-4 Sept. 2009, Helsinki, Finland, pp. 181-188.

Modeled Black Liquors (2/3)

	Original Black Liquor (wt% d.s.)	10% lower lignin (wt% d.s.)	20% lower ligning (wt% d.s.)
C	32.2	30.9	28.9
H	3.3	3.2	3.03
N	0.09	0.09	0.09
Na	21.4	22.8	23.9
K	2.4	2.6	2.7
Cl	0.3	0.32	0.34
Tot. S	6.4	7.0	7.5
SO ₄	5.4	6.7	7.87
OH	1.74	1.4	1.1
HHV (MJ/kg d.s.)	13.2	12.4	11.6

Modeled Black Liquors (3/3)

	Original Black Liquor	10% lower lignin	20% lower ligning
Liquor d.s. (wt-%)	81.3	81.3	81.3
Volatiles (kg/kg d.s.)	0.337	0.337	0.337
Char-C (kg/kg d.s.)	0.143	0.103	0.074
Inorganics (kg/kg d.s.)	0.516	0.555	0.585
Na ₂ S (kg/kg d.s.)	0.115	0.120	0.121
Na ₂ SO ₄ (kg/kg d.s.)	0.080	0.101	0.118
Na ₂ CO ₃ (kg/kg d.s.)	0.320	0.335	0.345
HHV (MJ/kg d.s.)	13.2	12.4	11.6

Liquor feed and combustion air

	Original Black Liquor	10% lower lignin	20% lower ligning
Liquor feed (tds/d)	5320	5160	5000
Of MCR (%)	100	97	94
Air (kg/s)	272	256	232
Air (Nm3/s)	211	199	180
Primary	23%	23%	23%
Secondary	43%	43%	43%
Tertiary	35%	35%	35%
Target flue gas O ₂ (% wet)	3.0	3.0	3.0

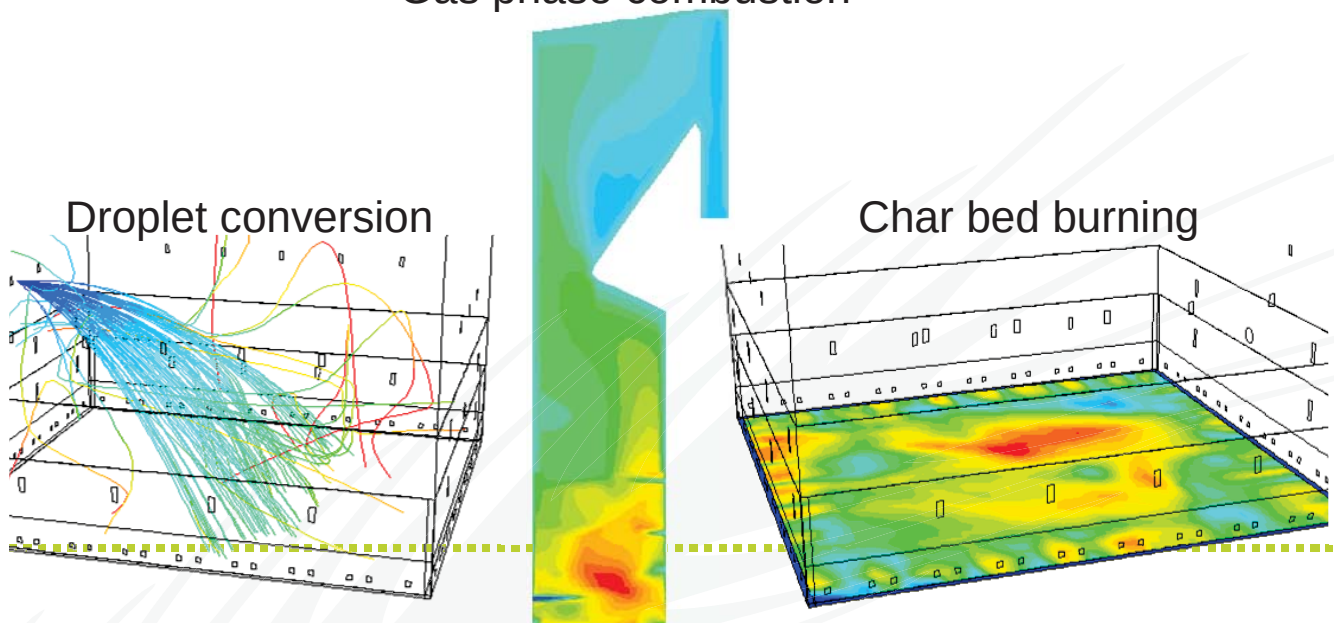
CFD calculation strategy

- Set up Base Case
 - Liquor and air mass flows
 - Droplet size for C-balanced situation
 - Reduced ligning cases
 - Liquor to 10% or 20% reduced lignin
 - Total air for target 3% O₂ (wet flue gas)
 - Other variables remain the same
-

ÅA CFD Recovery Furnace Model

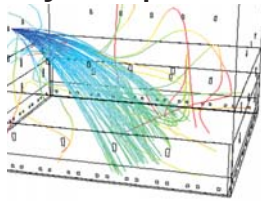
- Fluent based
- ÅA sub-models for droplets and char bed

Gas phase combustion

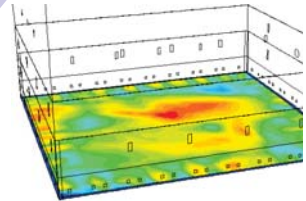


Char bed burning model

Carbon input
by droplets

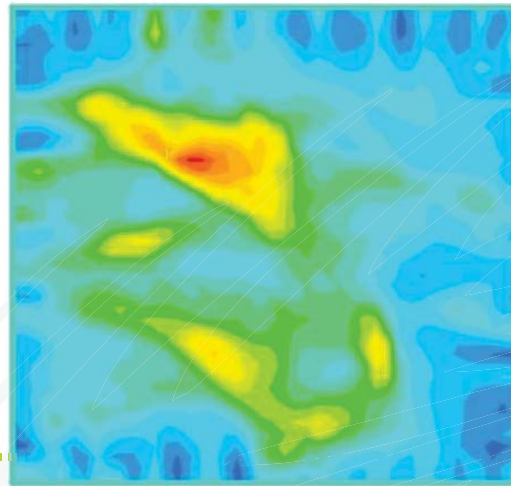
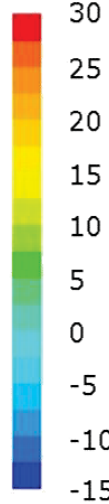


Char carbon
conversion



(g/s-m²)

Carbon accumulation

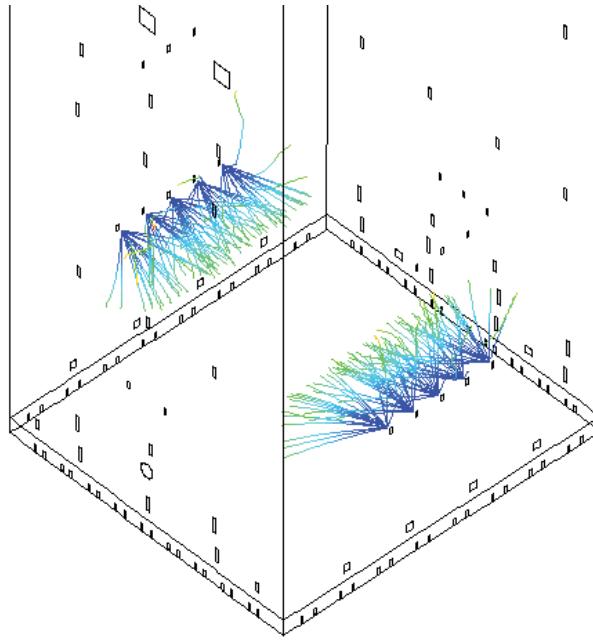


PROCESS CHEMISTRY CENTRE



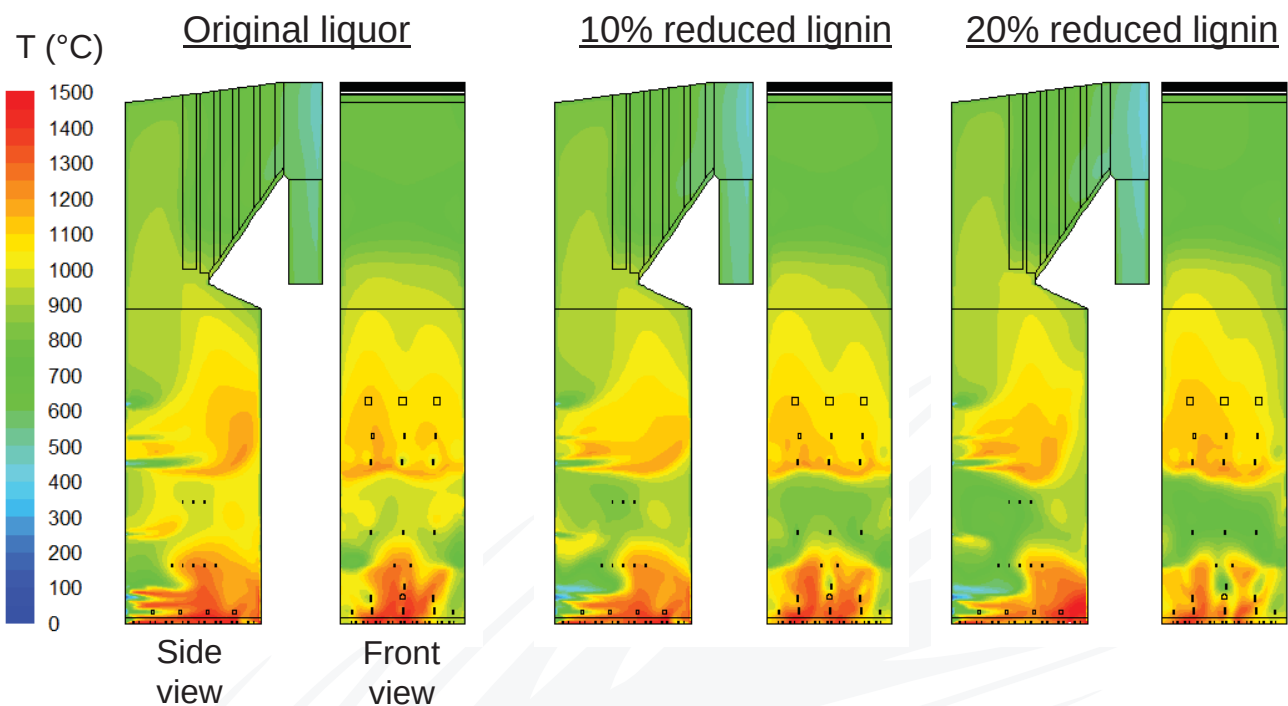
CFD results

Wisa liquor gun locations

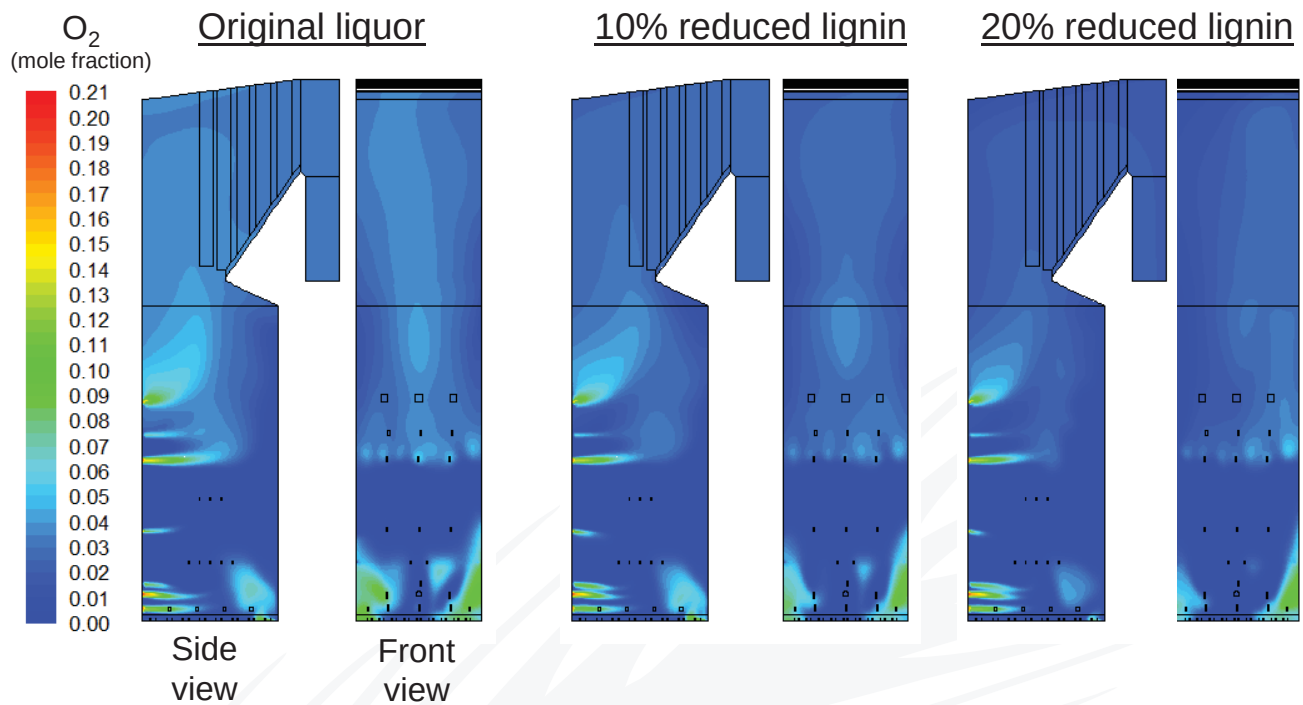


Guns on left and right wall; 5 guns/wall

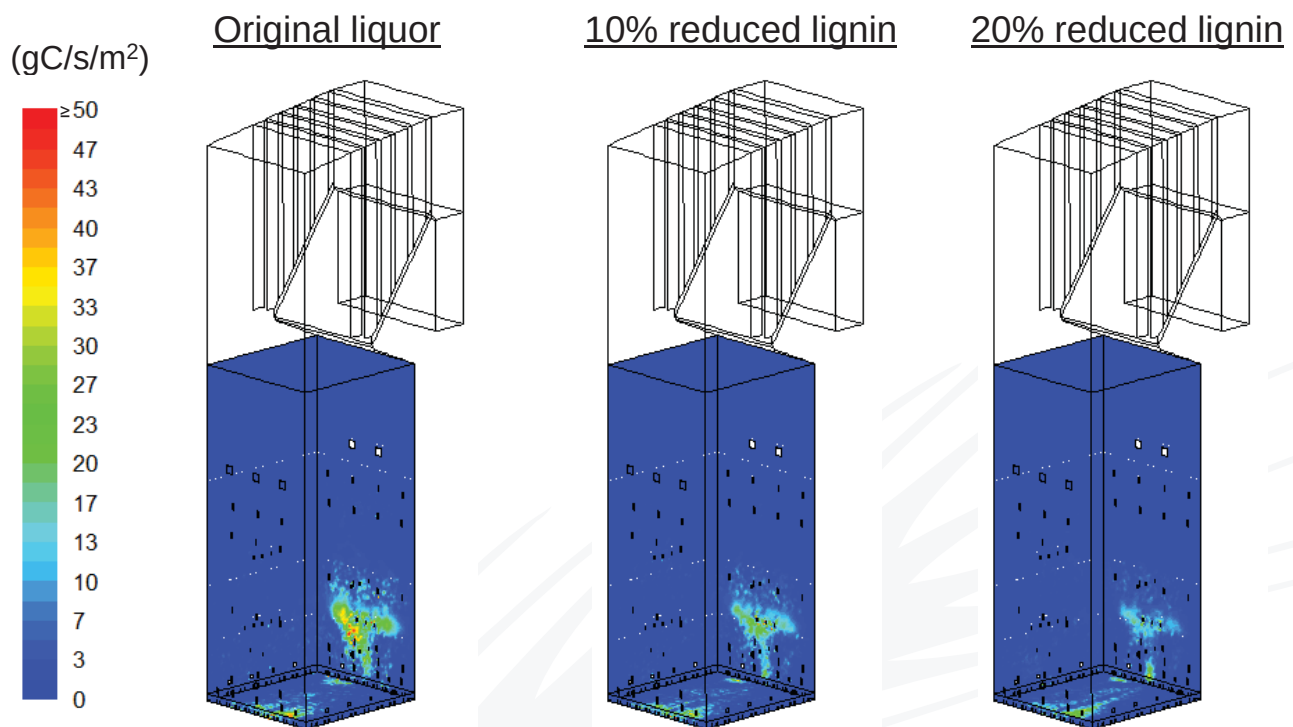
Temperature



O₂ concentration

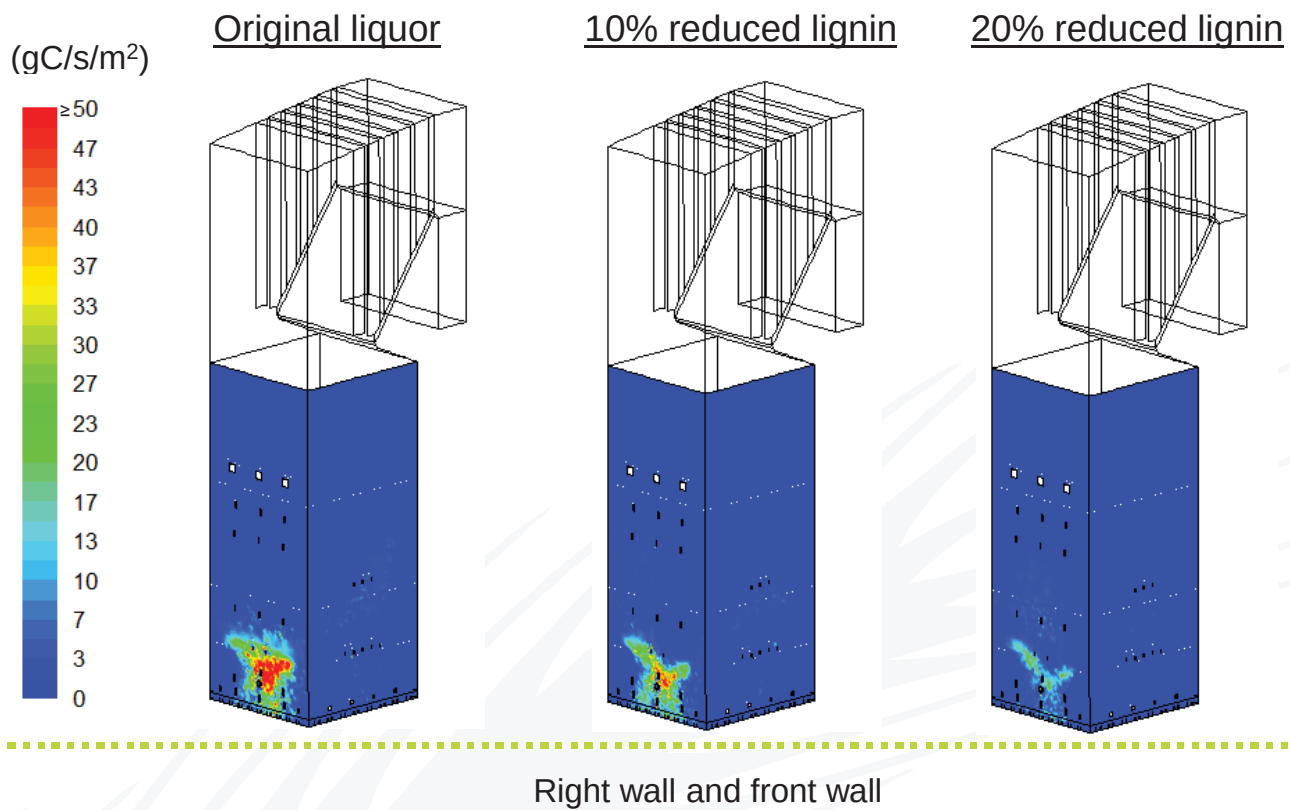


Carbon to walls/bed

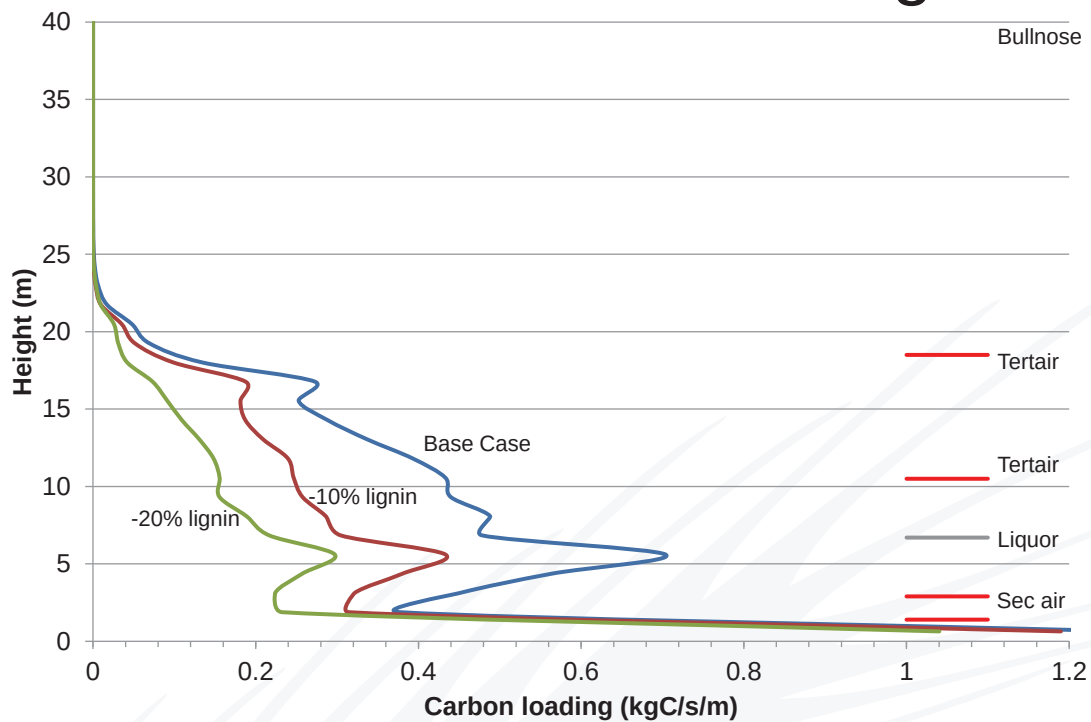


Left wall, back wall, and char bed

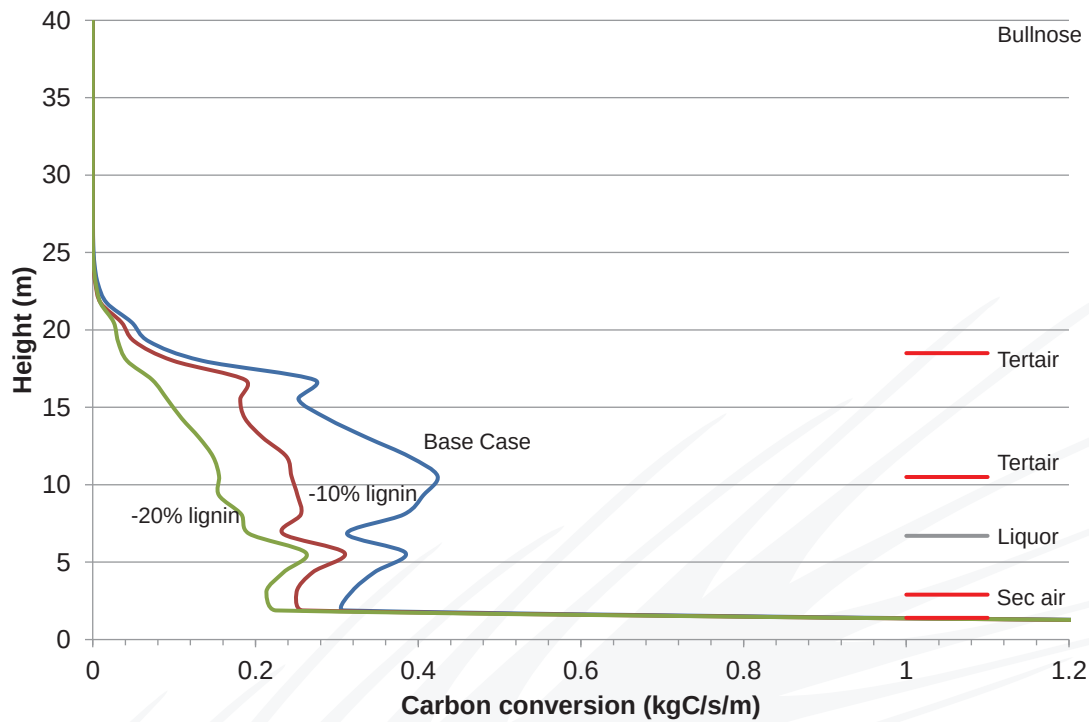
Carbon to walls/bed



Furnace carbon loading



Furnace carbon conversion



Fate of char carbon

(kg/s)	Base Case	10% reduced lignin	20% reduced lignin
In liquor feed	8.81	6.19	4.30
in-flight conversion	3.90	2.60	1.79
to bed/walls	4.91	3.59	2.51
conversion on bed/walls	4.70	4.37	4.10
carbon accumulation	0.21	-0.78	-1.59

Fate of char carbon

(%)	Base Case	10% reduced lignin	20% reduced lignin
In liquor feed	100.0	100.0	100.0
in-flight conversion	44.3	42.0	41.6
to bed/walls	55.7	58.0	58.4
conversion on bed/walls	53.4	70.5	95.5
carbon accumulation	2.3	-12.5	-37.1

Carbon accumulation and comb. air

	Base Case	10% reduced lignin	20% reduced lignin
carbon accumulation (kg/s)	0.21	-0.78	-1.59
Air to balance carbon (kg/s)	2.4	-8.9	-18.2

Conclusions - Runs 1-3

- Less char-C with lignin removal
 - Lower furnace less loaded with char-C
 - Dynamic situation of more carbon conversion than delivery
 - Operational changes
 - Reduce prim/sec air (runs 4 & 5) and/or
 - Change spraying – larger droplets (runs 6 & 7)
-

Runs 4 & 5 – Reduced air

- Primary and secondary air need to be reduced to reflect the reduced char carbon load to the lower furnace
 - Not presented here - to be run this fall
-

Runs 6 & 7 – Larger Droplets

- Larger droplets will result in more carbon reaching the lower furnace - to provide a carbon balance based on the original primary, secondary and tertiary air distribution
 - In practice this larger particle size distribution would be achieved by reducing the firing temperature or changing the spray angle or nozzle
-

CFD runs 6 and 7

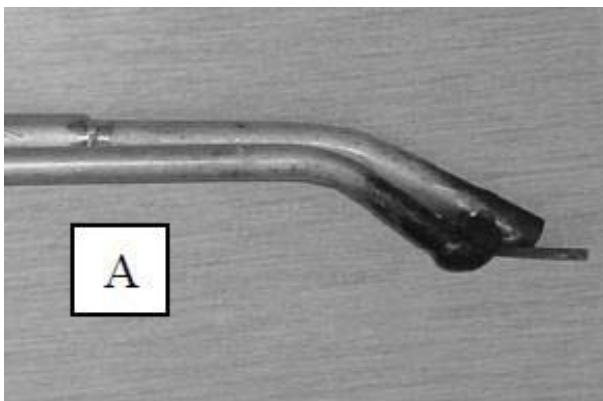
- **Objective:**
 - Increase char-carbon delivery to lower furnace until carbon accumulation ≈ 0
 - By increasing droplet size in liquor spray (lower liquor T)
 - Spray angle and nozzle unchanged
 - **Run 6:** 10% lignin removed
 - **Run 7:** 20% lignin removed
-

CFD runs 6 and 7

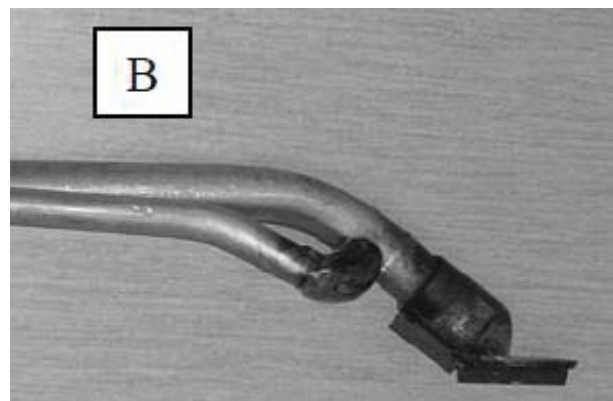
- Note: Droplet size, liquor temperature, droplet velocity, etc – freely adjustable, independent parameters in CFD model
- For Runs 6 and 7, droplet size, droplet velocity, and liquor temperature linked to each other in CFD model
- How are droplet size and droplet velocity connected to liquor temperature?

Spray characterization (Miikkulainen et al.)

Nozzle A



Nozzle B

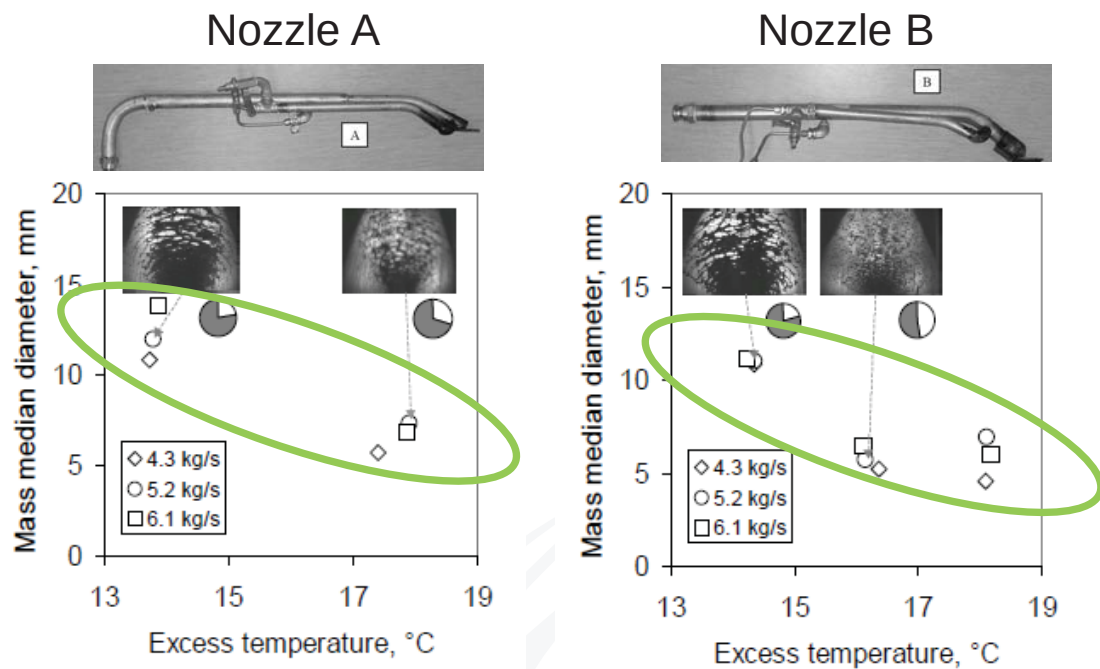


	Nozzle A	Nozzle B
Nozzle pipe diameter	27 mm	28 mm
Splash plate angle	23°	36°
Nozzle exit area reduced by plate?	Partly reduced	Not reduced

Miikkulainen, P., Kankkunen, A. & Järvinen, M. 2002, "The Effect of Excess Temperature and Flashing on Black Liquor Spray Properties", *IFRF Finnish - Swedish Flame Days 2002, Vaasa, Finland, 24-25 September*

Reprinted with permission from IFRF

Liquor T - droplet size – dependence

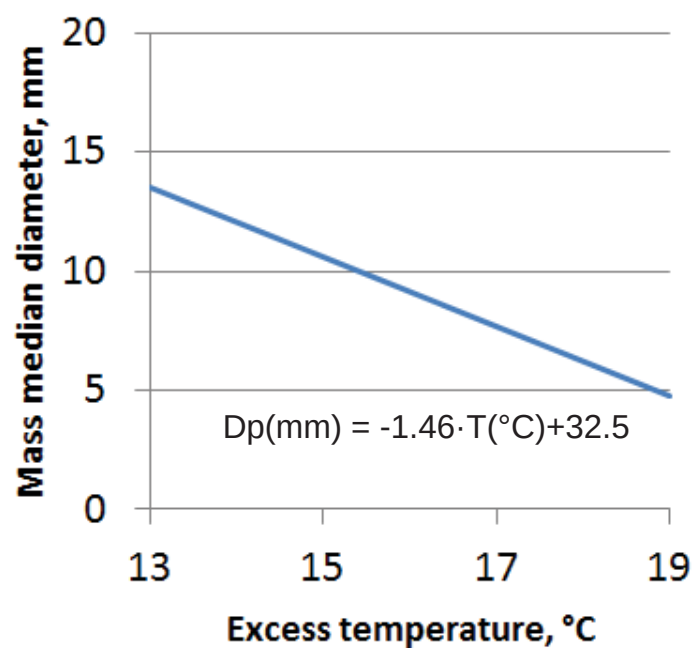


Miikkulainen, P., Kankkunen, A. & Järvinen, M. 2002, "The Effect of Excess Temperature and Flashing on Black Liquor Spray Properties", IFRF Finnish - Swedish Flame Days 2002, Vaasa, Finland, 24-25 September

Reprinted with permission from IFRF

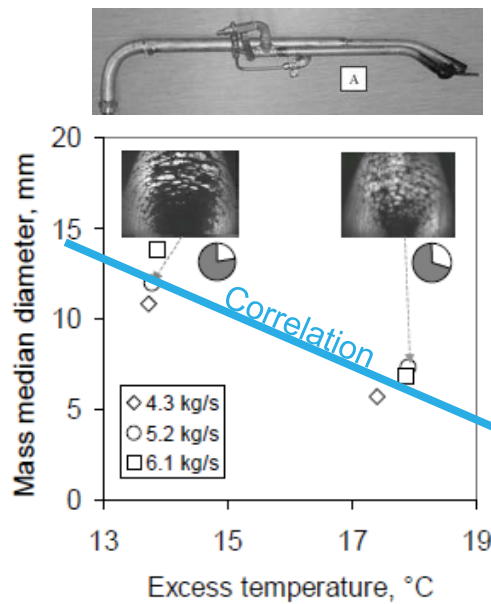
Liquor T - droplet size – dependence

Generic correlation for CFD

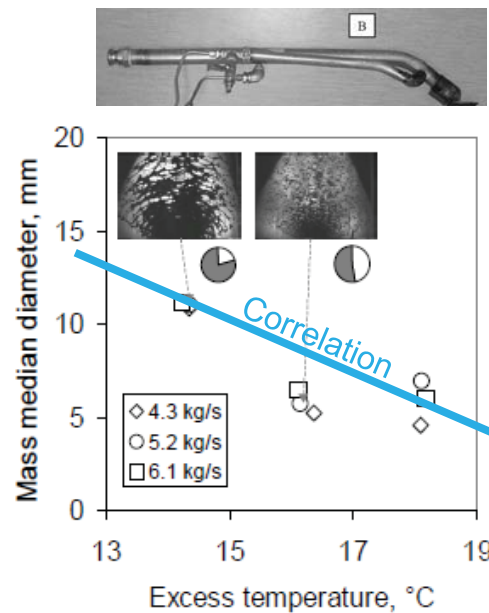


Liquor T - droplet size – dependence

Nozzle A



Nozzle B

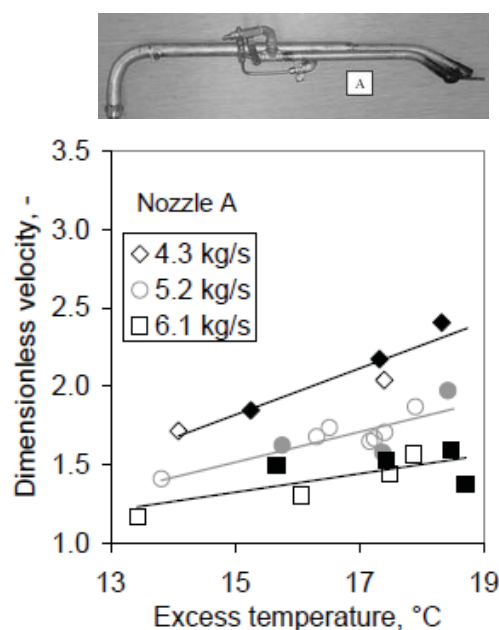


Miikkulainen, P., Kankkunen, A. & Järvinen, M. 2002, "The Effect of Excess Temperature and Flashing on Black Liquor Spray Properties", IFRF Finnish - Swedish Flame Days 2002, Vaasa, Finland, 24-25 September

Reprinted with permission from IFRF

Liquor T - droplet velocity – dependence

Nozzle A



Dimensionless velocity, $v(-)$

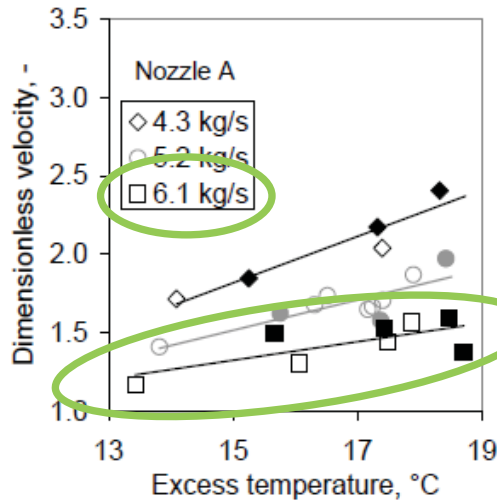
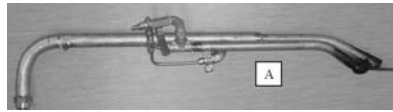
$$v(-) = \frac{\text{Actual Liquor Velocity}}{\text{Liquor Velocity assuming no flashing}}$$

Miikkulainen, P., Kankkunen, A. & Järvinen, M. 2002, "The Effect of Excess Temperature and Flashing on Black Liquor Spray Properties", IFRF Finnish - Swedish Flame Days 2002, Vaasa, Finland, 24-25 September

Reprinted with permission from IFRF

Liquor T - droplet velocity – dependence

Nozzle A



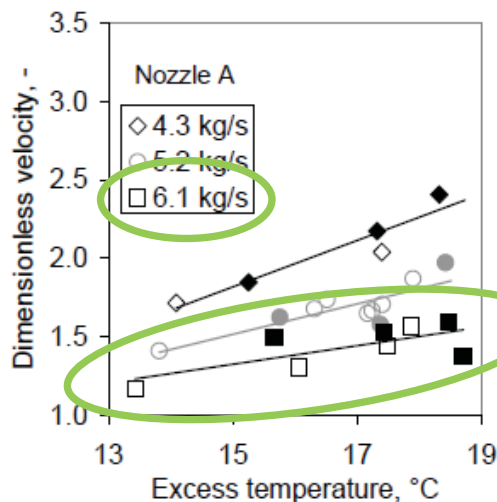
10% and 20% reduced lignin Cases, liquor mass flow ~7 kg/s

Miikkulainen, P., Kankkunen, A. & Järvinen, M. 2002, "The Effect of Excess Temperature and Flashing on Black Liquor Spray Properties", IFRF Finnish - Swedish Flame Days 2002, Vaasa, Finland, 24-25 September

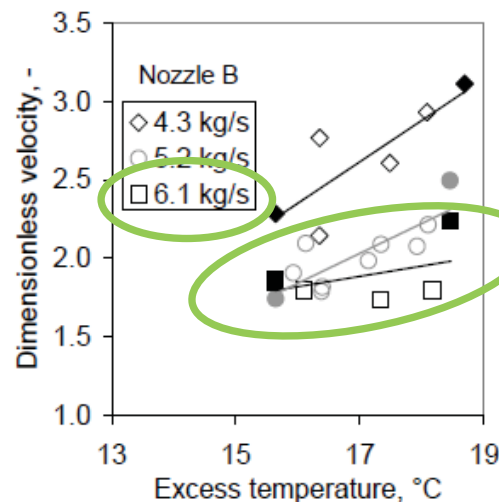
Reprinted with permission from IFRF

Liquor T - droplet velocity – dependence

Nozzle A



Nozzle B



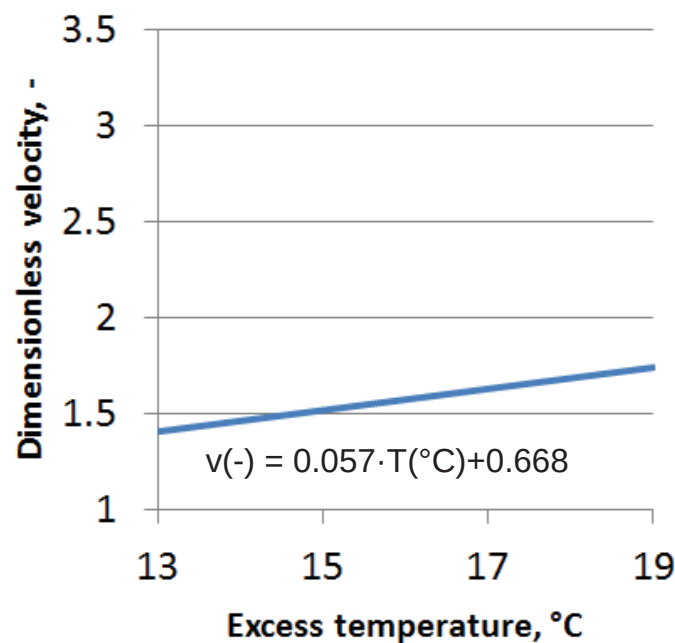
10% and 20% reduced ligning Cases, liquor mass flow ~7 kg/s

Miikkulainen, P., Kankkunen, A. & Järvinen, M. 2002, "The Effect of Excess Temperature and Flashing on Black Liquor Spray Properties", IFRF Finnish - Swedish Flame Days 2002, Vaasa, Finland, 24-25 September

Reprinted with permission from IFRF

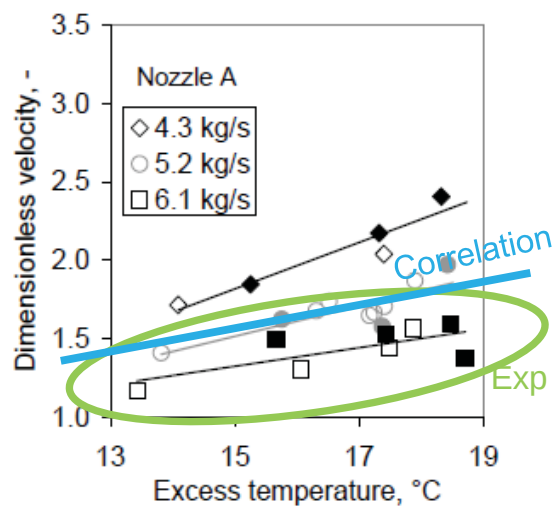
Liquor T - droplet velocity – dependence

Generic correlation for CFD

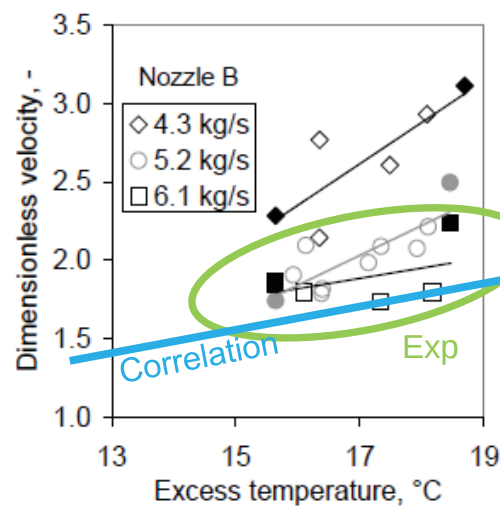


Liquor T - droplet velocity – dependence

Nozzle A



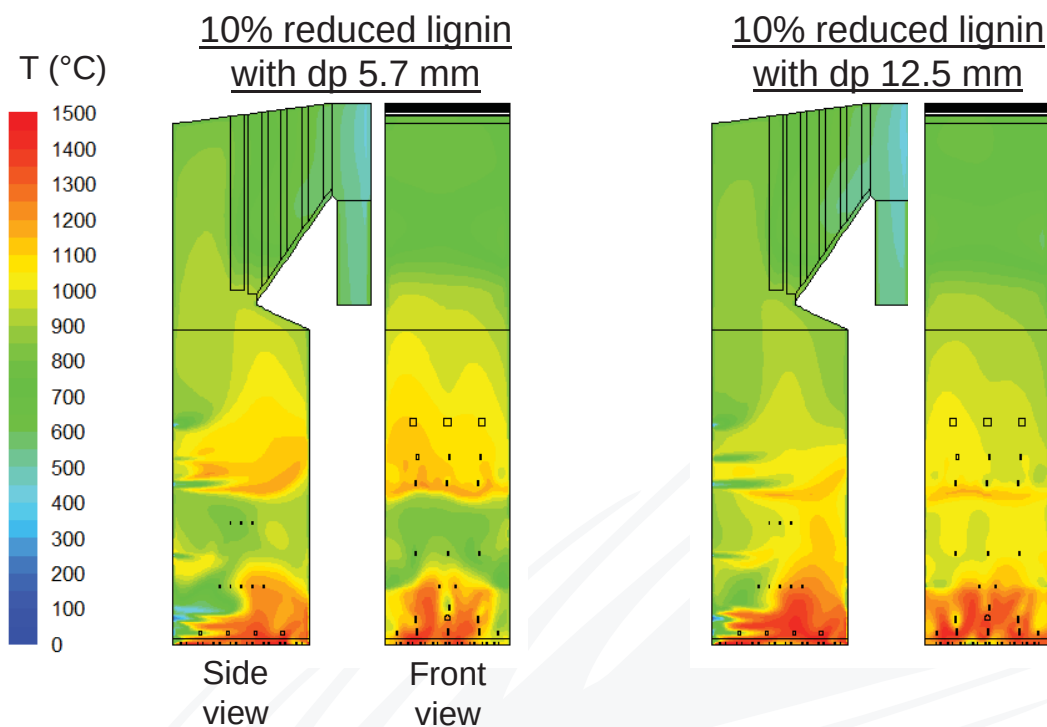
Nozzle B



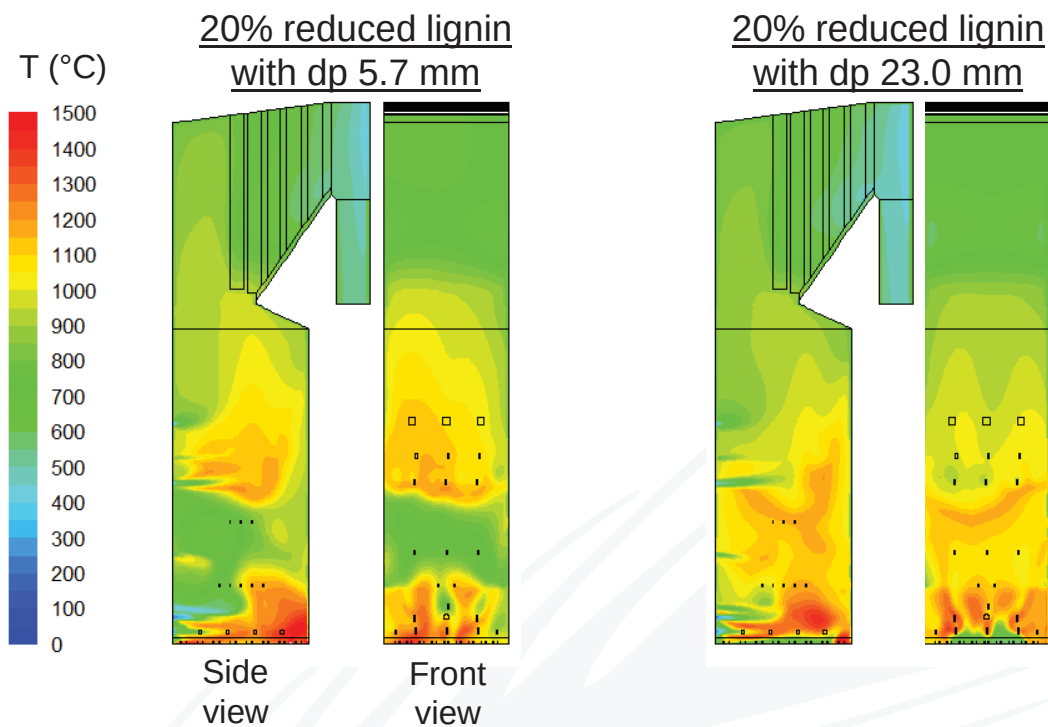
CFD runs 6 and 7 vs. Base Case

	Base Case	10% reduced lignin (Run 6)	20% reduced lignin (Run 7)
Average droplet size	5.7 mm	12.5 mm	23.0 mm
Initial droplet velocity	15.0 m/s	12.7 m/s	9.2 m/s
Excess temperature	18.4 °C	13.7 °C	6.5 °C
Liquor T changed from Base Case		-4.7 °C	-11.9 °C

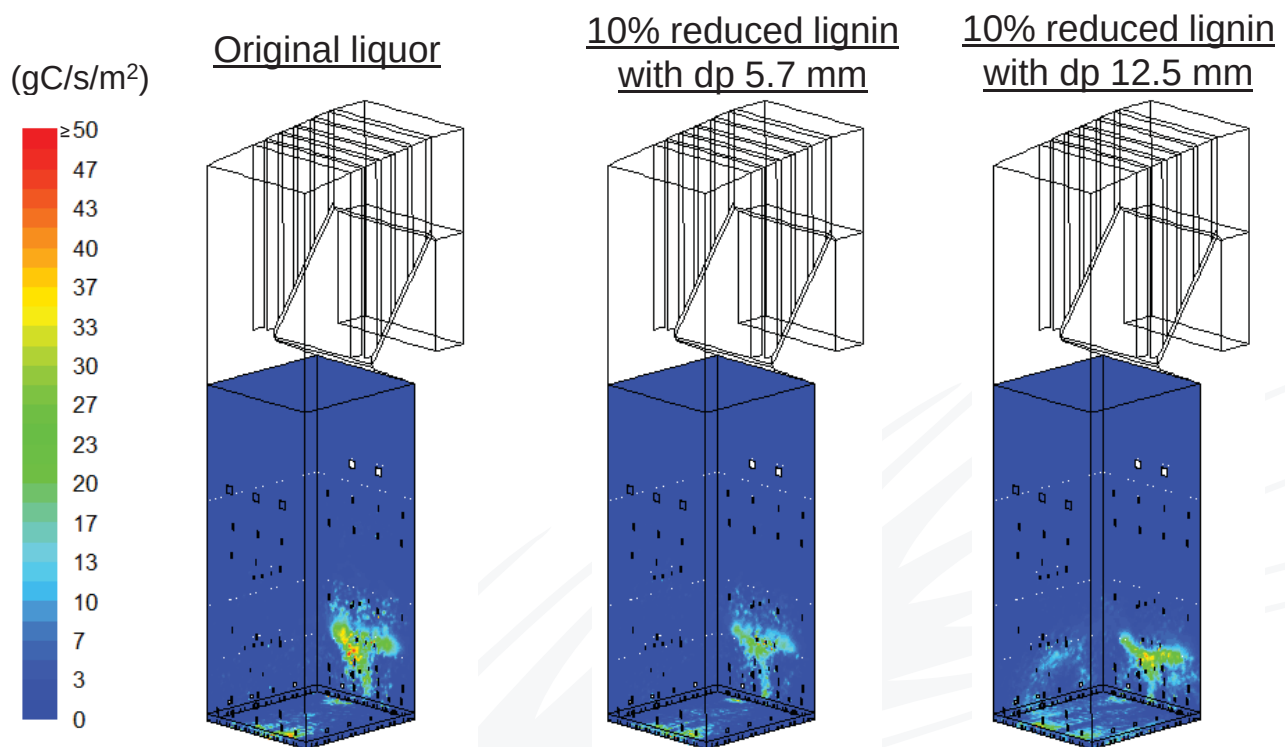
Temperature (-10% lignin)



Temperature (-20% lignin)

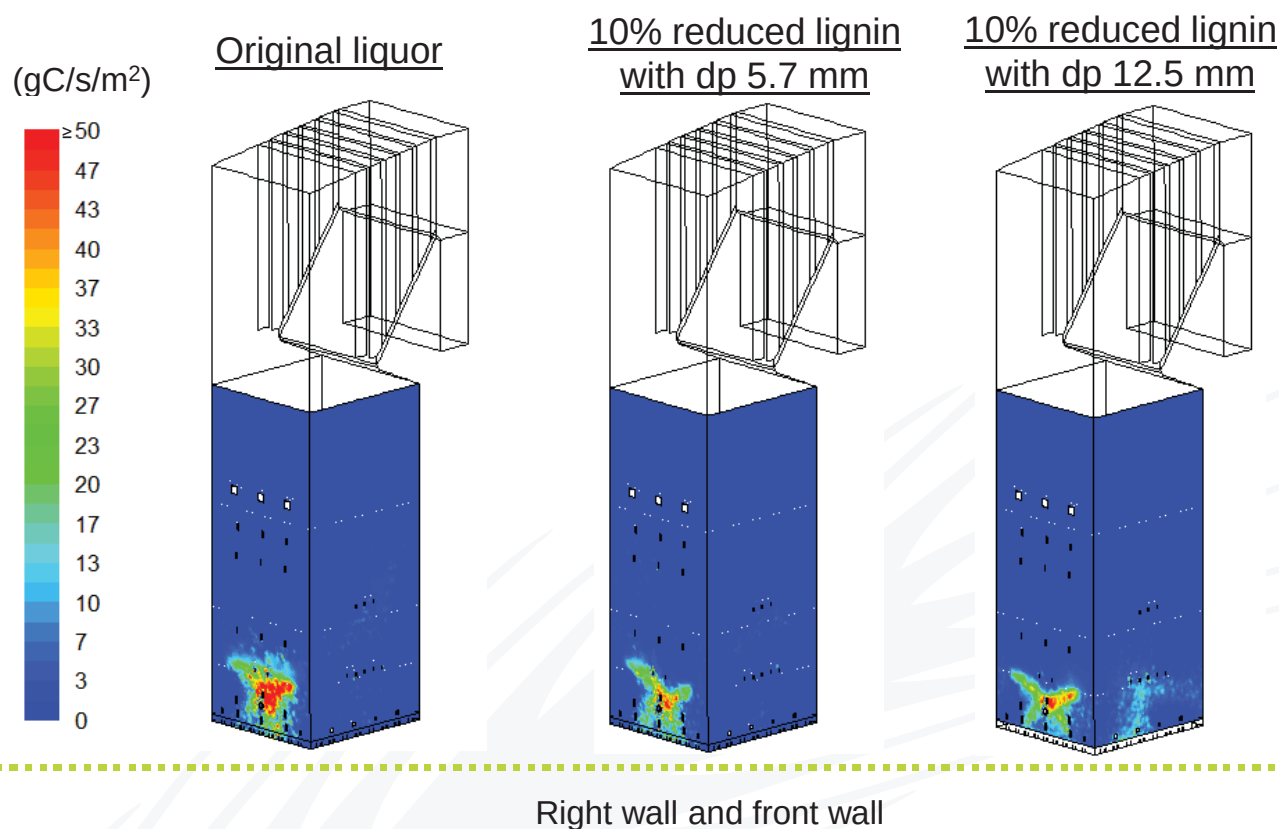


Carbon to walls/bed (-10% lignin)

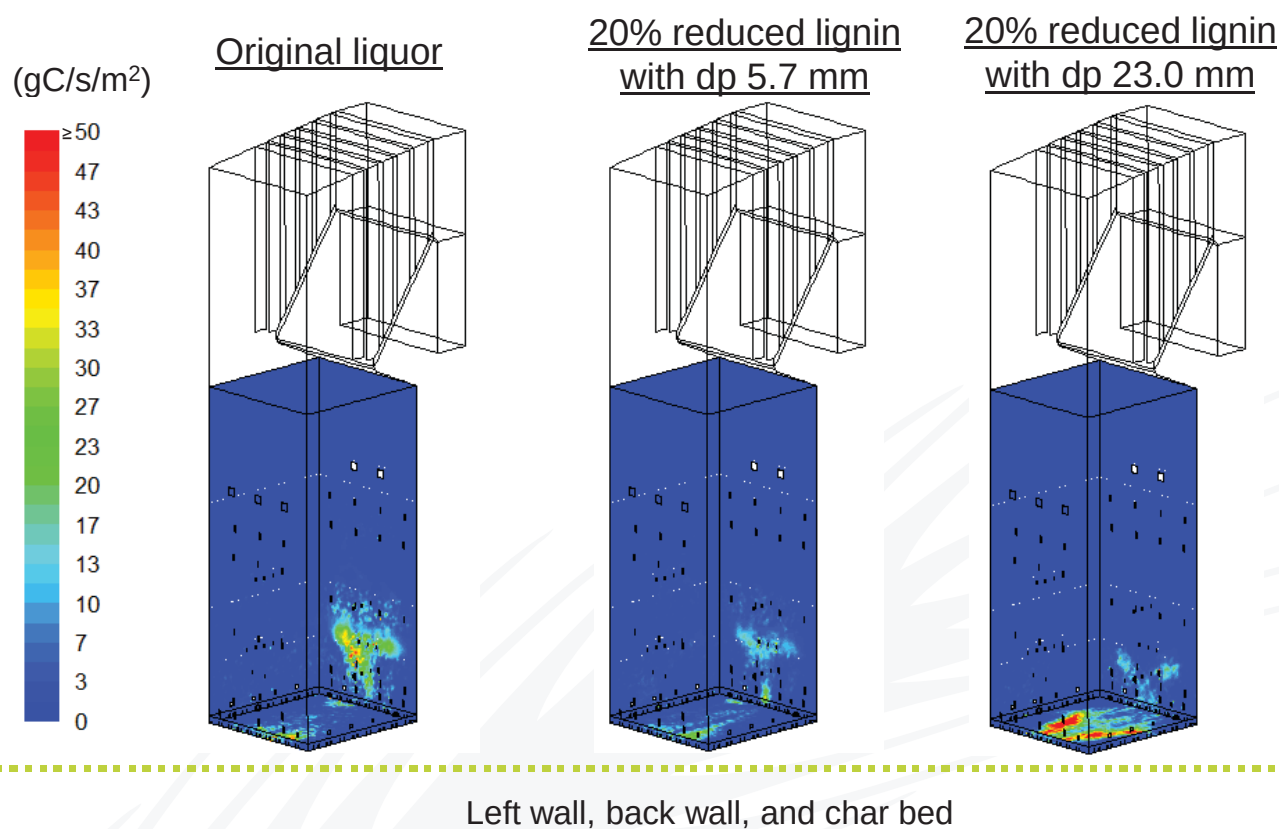


Left wall, back wall, and char bed

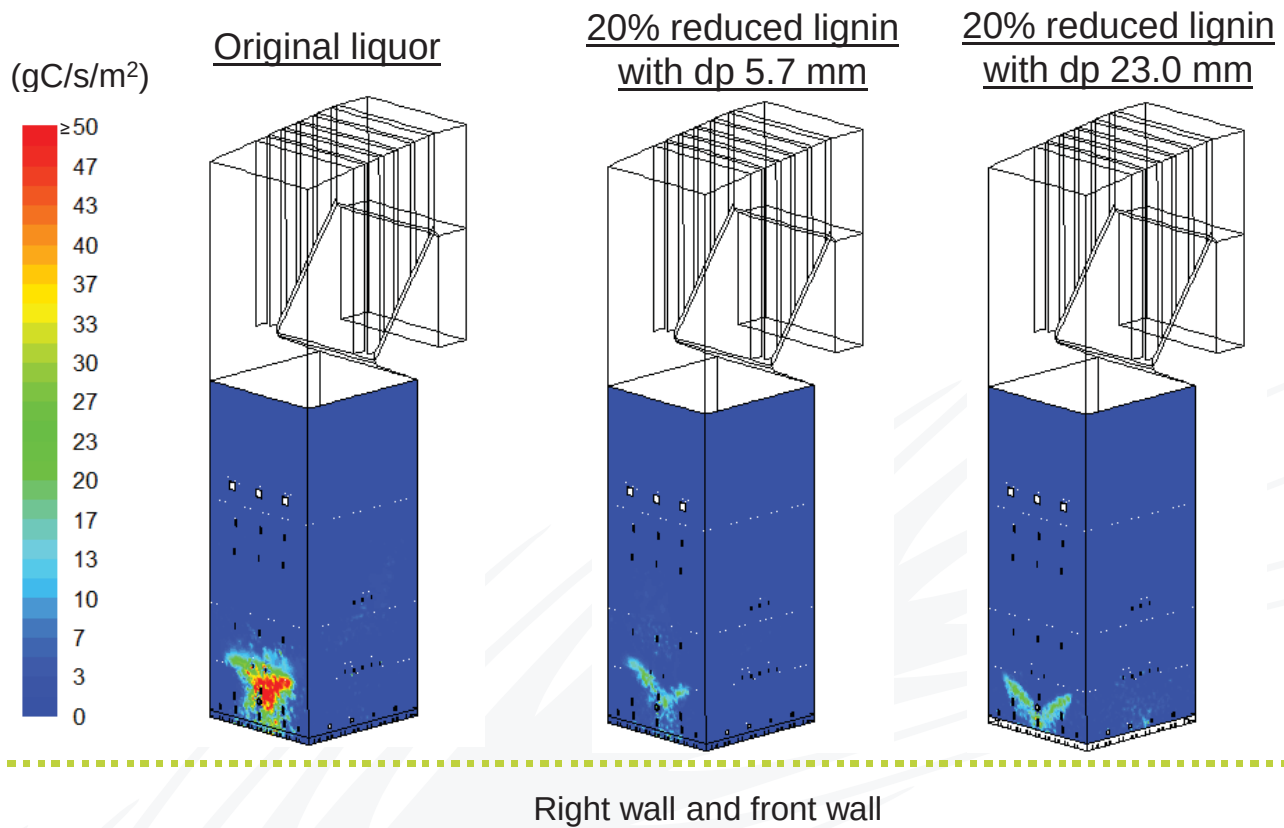
Carbon to walls/bed (-10% lignin)



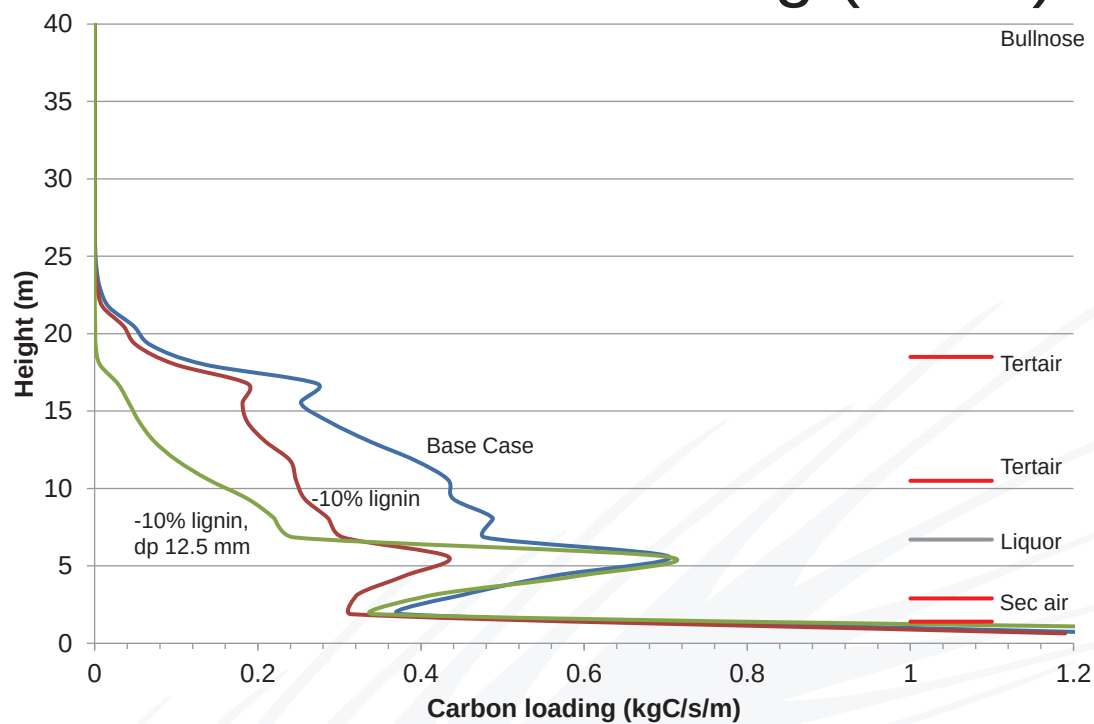
Carbon to walls/bed (-20% lignin)



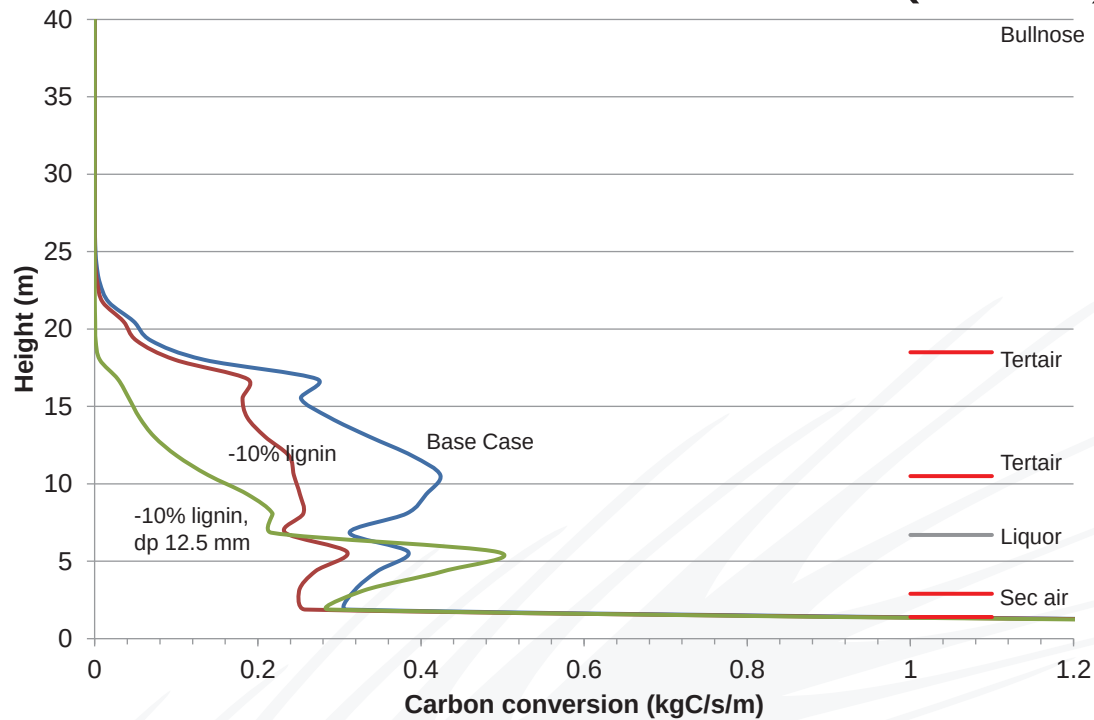
Carbon to walls/bed (-20% lignin)



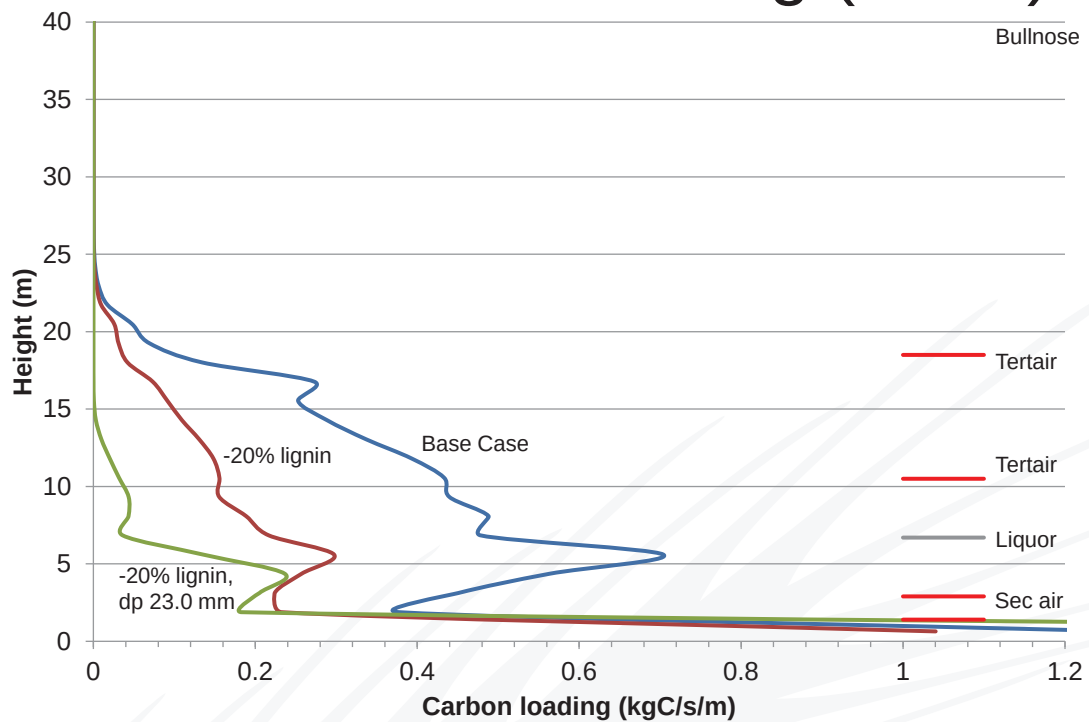
Furnace carbon loading (-10%)



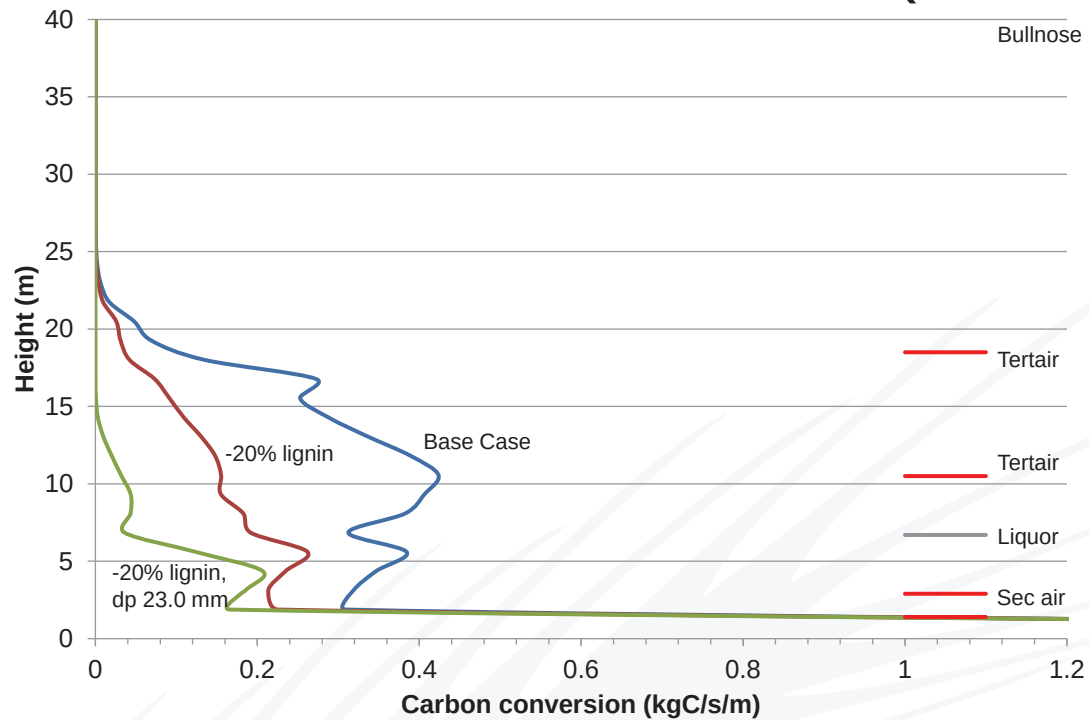
Furnace carbon conversion (-10%)



Furnace carbon loading (-20%)



Furnace carbon conversion (-20%)



Fate of char carbon (-10%)

(kg/s)	Base Case	10% reduced lignin, dp 5.7 mm	10% reduced lignin, dp 12.5 mm
In liquor feed	8.81	6.19	6.19
in-flight conversion	3.90	2.60	1.01
to bed/walls	4.91	3.59	5.18
conversion on bed/walls	4.70	4.37	5.16
carbon accumulation	0.21	-0.78	0.02

Fate of char carbon (-10%)

(%)	Base Case	10% reduced lignin, dp 5.7 mm	10% reduced lignin, dp 12.5 mm
In liquor feed	100.0	100.0	100.0
in-flight conversion	44.3	42.0	16.3
to bed/walls	55.7	58.0	83.7
conversion on bed/walls	53.4	70.5	83.4
carbon accumulation	2.3	-12.5	0.3

Fate of char carbon (-20%)

(kg/s)	Base Case	20% reduced lignin, dp 5.7 mm	20% reduced lignin, dp 23.0 mm
In liquor feed	8.81	4.30	4.30
in-flight conversion	3.90	1.79	0.24
to bed/walls	4.91	2.51	4.05
conversion on bed/walls	4.70	4.10	4.02
carbon accumulation	0.21	-1.59	0.03

Fate of char carbon (-20%)

(%)	Base Case	20% reduced lignin, dp 5.7 mm	20% reduced lignin, dp 23.0 mm
In liquor feed	100.0	100.0	100.0
in-flight conversion	44.3	41.6	5.7
to bed/walls	55.7	58.4	94.3
conversion on bed/walls	53.4	95.5	93.6
carbon accumulation	2.3	-37.1	0.7

Conclusions - Runs 6 and 7

- With lignin removal and air split unchanged considerably larger droplets are needed to reach carbon balanced situation (= "steady operation")
- Estimated to correspond to a decrease in liquor temperature of 4.7 °C or 11.9 °C when 10% or 20% lignin removed respectively
- Results suggest both liquor temperature and air distribution will need to be adjusted

**MUSTALIPEÄN VISKOSITEETIN JA REOLOGIAN MERKITYS
SOODAKATTILAN TOIMINNASSA**

*Ari Kankkunen ja Mika Järvinen
Aalto Yliopisto*

Mustalipeän viskositeetin ja reologian merkitys soodakattilan toiminnassa

Ari Kankkunen, Mika Järvinen
Aalto Yliopisto, Energiatekniikan laitos

Jorma Torniainen, Labtium Oy

Aki Kärnä, Oulun yliopisto, Prosessimetallurgia

Sisältö

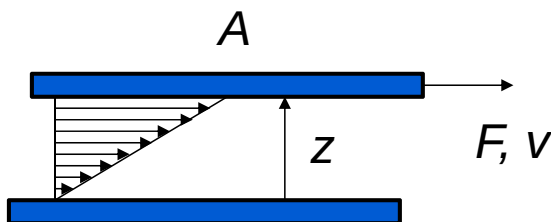
1. Johdanto
2. Viskositeettimittaukset
3. Haihduttimen toiminta, putkistot ja pumpput
4. Viskositeetin vaikutus pisaroitumiseen
5. Johtopäätökset
6. Jatkotutkimuksen aiheita

Työn tavoite

- Tämän projektin tavoitteet olivat:
 - Selvittää jatkuvatoimisen kapillaariviskometrin soveltuvuutta tehdasolosuhteissa viskositeetin mittaukseen.
 - Mitata mustalipeän ei-Newtonilaisuutta kokeellisesti leikkausnopeuden funktiona.
 - Sekä selvittää viskositeetin ja ei-Newtonilaisuuden vaikutuksia mustalipeän pumppaukseen, virtauksiin sekä pisaran muodostukseen kirjallisuuden avulla sekä laskennallisesti.

Johdanto

- Viskositeetti on yksi olennaisimmista mustalipeän ruiskutukseen liittyvistä ominaisuuksista jotka vaikuttavat soodakattilan toimintaan.
- Viskositeetti kuvaa nesteen kykyä vastustaa liikettä.



Vedetään A kokoista levyä nopeudella v , etäisyydellä z pinnasta, voimalla F .
Leikkausjännitys on tällöin

$$\tau = \frac{F}{A} = \mu \frac{dv}{dz} = \mu \frac{v}{z}$$

Johdanto

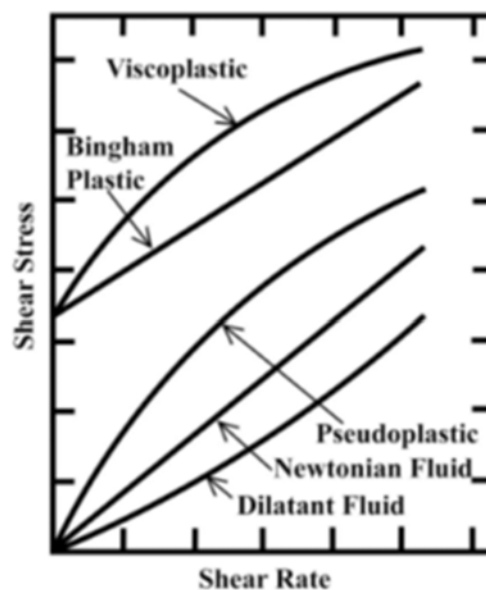
- Nesteiden käyttäytyminen voidaan jakaa Newtonilaisiin sekä ei-Newtonilaisiin. Esitetään leikkausjännityksen ja leikkausnopeuden riippuvuus seuraavasti.

$$\tau = \mu \left(\frac{du}{dz} \right)^n = \mu \dot{\gamma}^n = \mu_a(\dot{\gamma}) \dot{\gamma}$$

- μ_a on näennäinen (apparent) viskositeetti joka on leikkausnopeuden funktio.
- Newtonilaisilla nesteillä $n = 1$. Ei-Newtonilaisilla nesteillä n poikkeaa arvosta 1, joko $n < 1$ tai $n > 1$

Johdanto

- Mustalipeä on laimeana ja kuumana Newtonilainen ($n=1$)
- Korkeakuiva-aineisena ei-Newtonilainen ja pseudoplastinen ($n<1$)



Johdanto

- Jos tarkastellaan mustalipeän elinkaarta tehtaalla haihduttimilta lähtien, viskositeetin vaikutus on suurin haihduttamalla loppupäässä ja sen vaikuttaa olennaisesti valuvan nestekalvon käyttäytymiseen sekä lämmön- ja aineensiirron osalta että likaantumisen kannalta.
- Viskositeetti vaikuttaa myös pumppujen ja sekoittimien vaatimaan tehoon sekä virtaukseen putkistoissa.
- Viskositeetti vaikuttaa moniin asioihin ruiskutuksessa, sekä ruiskujen sisäisiin ilmiöihin eli kiehumiseen ja höyrykuplien kasvunopeuteen sekä tietenkin pisaroiden muodostumisnopeuteen.

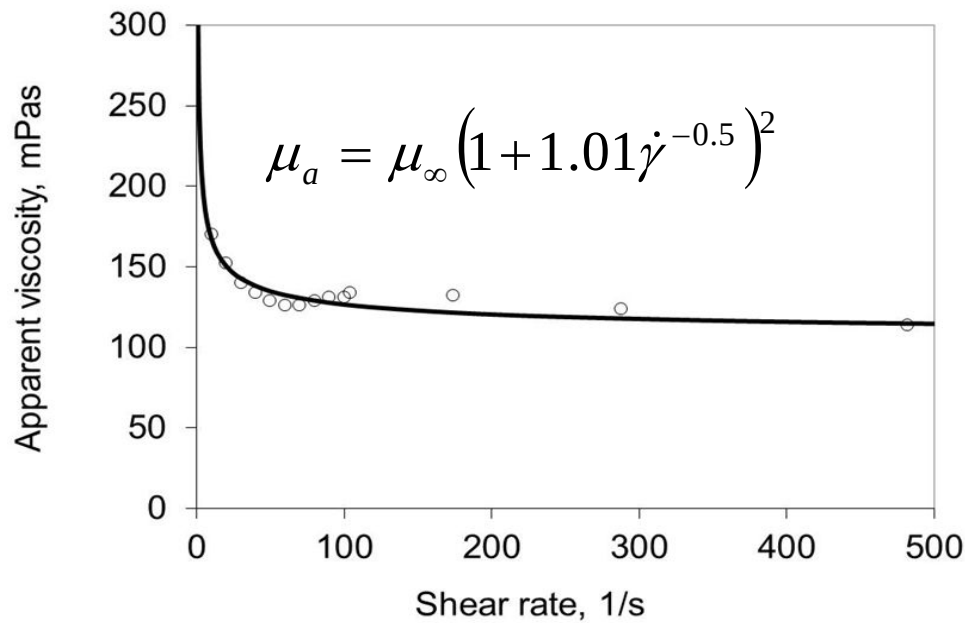


Viskositeetin mittaus

- Tässä työssä mustalipeän viskositeettia mitattiin sekä Labtiumin standardilaitteella (Haake, RheoStress 6000 with Haake Pressure Cell D100/200) että yksinkertaisella kapillaariviskometrillä (suoran putken painehäviö-massavirtamittaus)
- Tavoite oli selvittää jatkuva toimisen kapillaariviskometrin tarkkuutta sekä tutkia mustalipeän ei-Newtonilaisuutta kokeellisesti.
- Korkealaatuinen kalibrointineste toimi vertailukohtana.

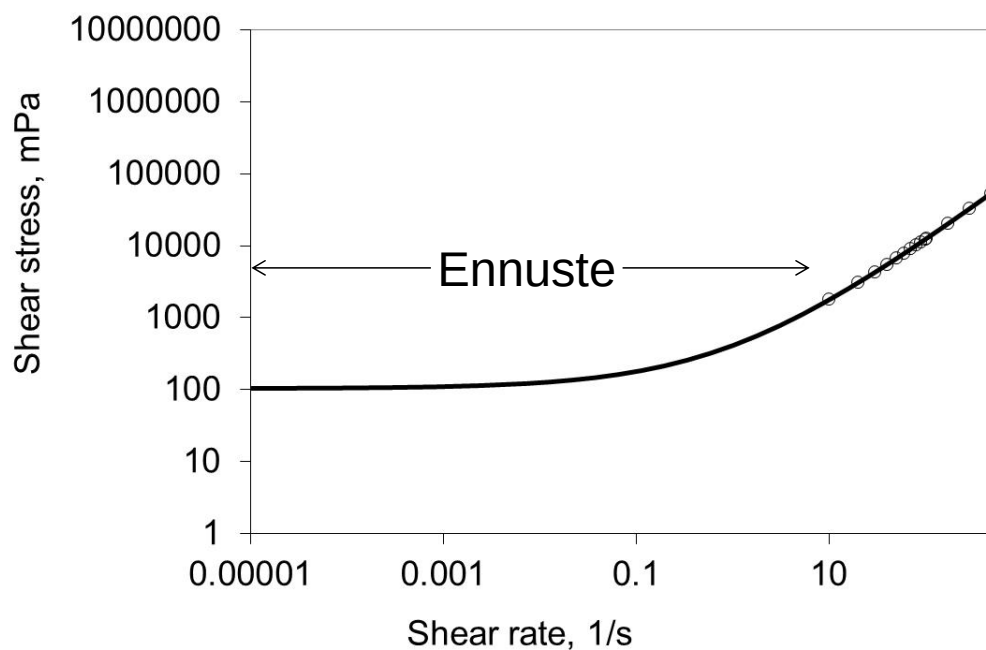


Viskositeettikuvaaja



Kuvassa on esitetty Cassonin malli, joka toimii hyvin mustalipeälle

Leikkausjännityskuvaaja

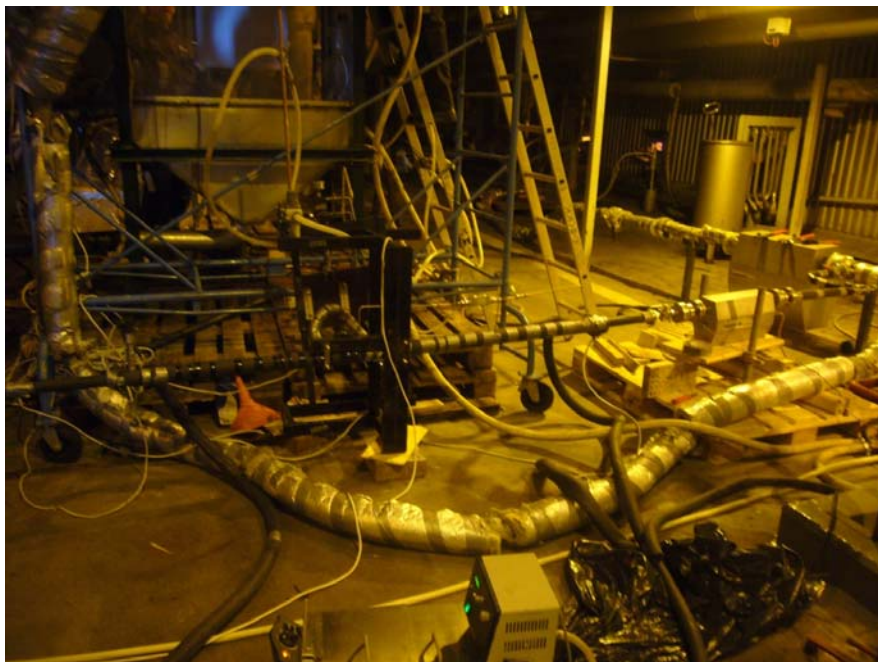


Havaintoja

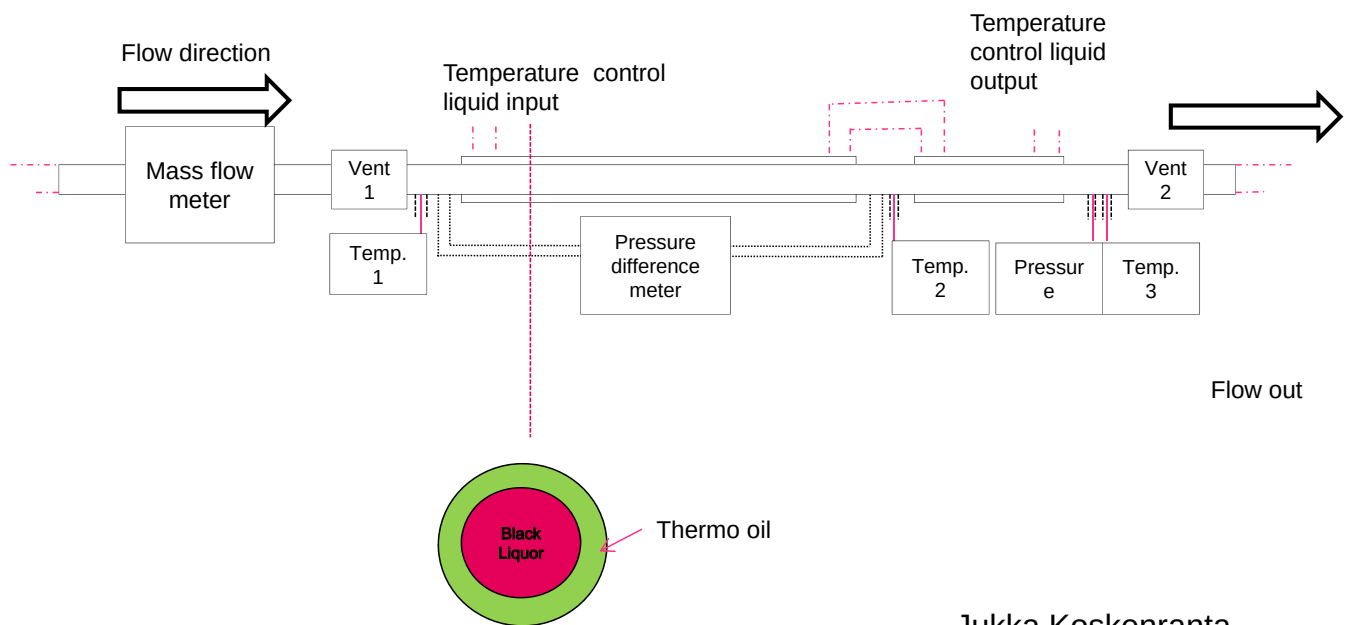
- Suurella leikkausnopeudella viskositeetti pysyy vakiotasolla ja lipeä käyttäytyy kuten Newtonilainen neste, tältä alueelta esim. Labtiumilta tilattavat perusanalyysit ovat.
- Kun leikkausnopeus laskee alle arvon 50 1/m, viskositeetti alkaa nousta jyrkästi.
- Lopulta liike pysähtyy kun leikkausjännitys laskee alle arvon 0.1 Pa, tämä vastaa *myötörajaa*
- Mittauslaitteen toiminta-alue ei yllä *myötörajan* tarkkaan määrittymiseen, arvo on saatu ekstrapoloimalla Cassonin mallista, $\tau_y = \mu_\infty a^2 = 0.103 Pa$, kts. edellinen kuvaaja



Viskositeetin mittaus tehtaalla

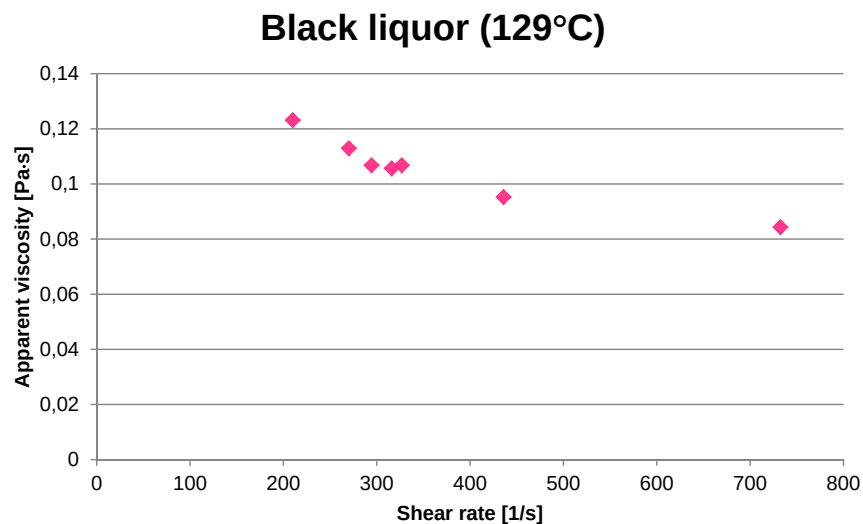


Online viskositeettimittari



Jukka Koskenranta

Online viskositeettimittari, tehdaskoe



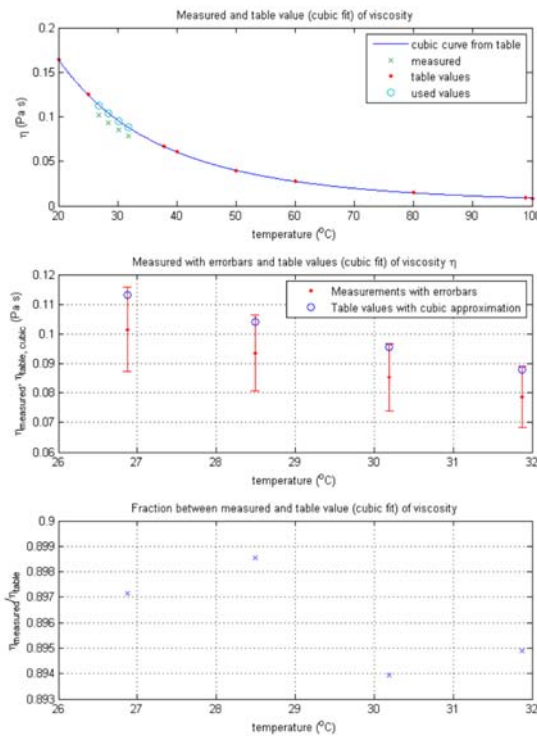
Online viskositeettimittari, kalibrointi

Kalibrointiöljy

ISO 170251 / ISO Guide 34
VISCOSITY AND DENSITY
REFERENCE STANDARD
N75

Tarkkuus
laboratoriossa
15%

Tarkkuus
tehtaalla
huonompi



Jukka Koskenranta



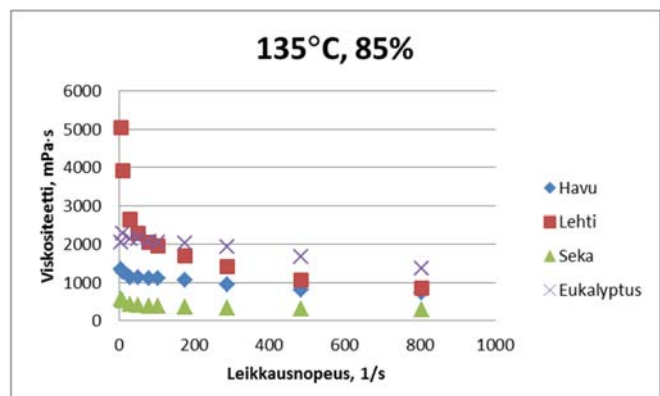
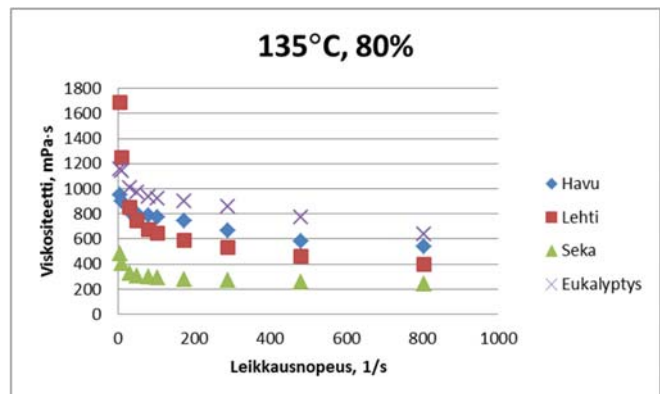
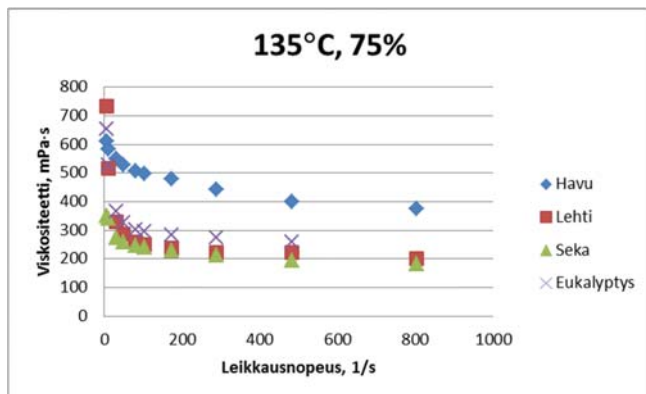
Näytteenotin



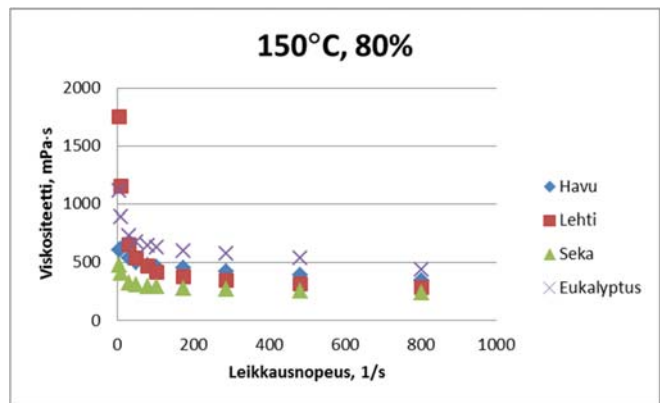
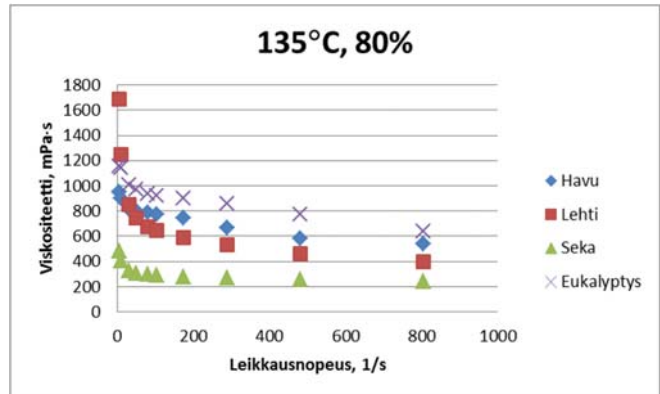
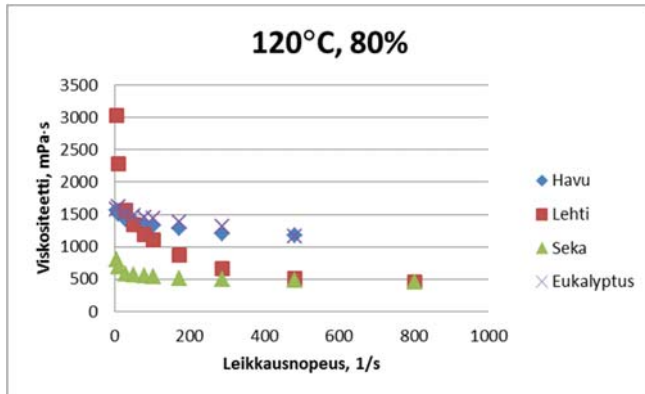
Viskositeetin mittaus laboratoriossa



Viskositeetin leikkausnopeusriippuvuus



Viskositeettin leikkausnopeusriippuvuus



Haake viskositeettimittari, kalibrointi

Kalibrointiöljy

ISO 170251 / ISO Guide 34 VISCOSITY AND DENSITY REFERENCE
STANDARD N4000

Tarkkuus leikkausnopeudella 288 1/s
lämpötiloissa 60-80°C, 8-16%

Tarkkuus huononee korkeammissa
lämpötiloissa

Viskositeetti, leikkausnopeus ja pumppaus

- Pumpuissa ja vastaavissa laitteissa pyörimisnopeudet ovat erittäin suuria ja tällöin myös leikkausnopeus on erittäin suuri.
- Leikkausnopeuden maksimiarvoa voidaan arvioida roottorin halkaisijan d , kärkivälyksen e ja pyörimisnopeuden n avulla,

$$\dot{\gamma} = \frac{\pi d n}{e}$$

- Jos $e = 2 \text{ mm}$, $d = 0.3 \text{ m}$ ja $n = 60 \text{ 1/s}$ leikkausnopeus on $28\,300 \text{ 1/s}$, eli reilusti vakioalueella.

Viskositeetti ja putkivirtaus

- Viskositeetti vaikuttaa mustalipeän virtauksen painehäviöön putkissa
- Yleensä virtaus on laminaarinen suurissa putkissa, eli $Re < 2300$, joten putken painehäviö saadaan yksinkertaisesti seuraavan yhtälön mukaan.

$$\Delta p = f \frac{L}{d} \rho_L \frac{u_L^2}{2} = \frac{64 L}{Re d} \rho_L \frac{u_L^2}{2} = \frac{32 \mu_a u_L L}{d^2} = \frac{128 \mu_a \dot{m} L}{\pi \rho_L d^4}$$

L on putken pituus, $\dot{m}$ on massavirta, ρ_L on mustalipeän tiheys, μ_a on apparent tiheys ja d on putken halkaisija.

Viskositeetti ja putkivirtaus

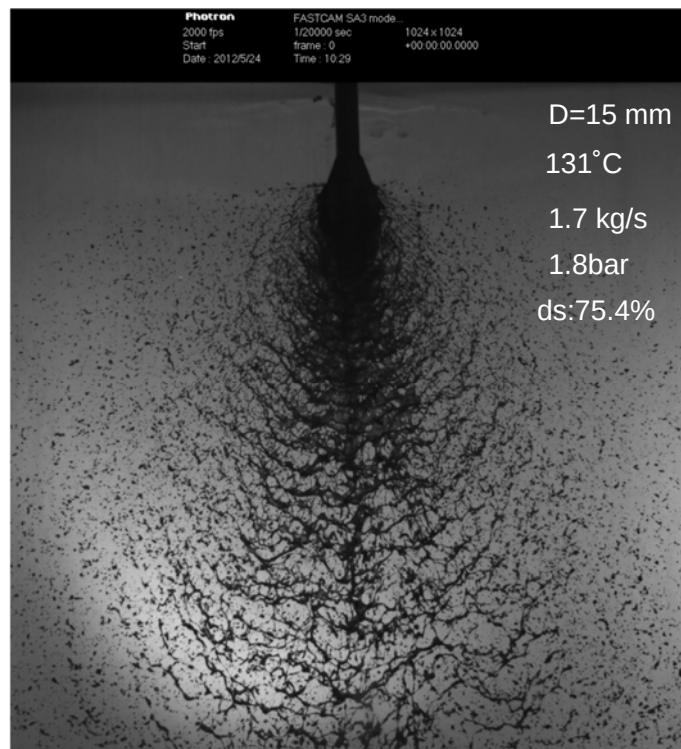
- Leikkausnopeus l. nopeuden gradientti virtausta kohtisuoraan laminaarissa 1D putkivirtauksessa saadaan seuraavasti

$$\dot{\gamma} = \frac{du}{dz} = \frac{8u_L}{d} = \frac{32\dot{m}}{d^3\rho_L}$$

- Jos esim. putkikoko on $d = 50$ ja 100 mm, massavirta 5 kg/s, tiheys 1400 kg/m³ leikkausnopeudeksi saadaan vastaavasti 467 ja 914 1/s, jolloin ollaan reilusti ”tasaisella alueella”.

Pisaroituminen ja viskositeetti

- Pisaroiden muodostuminen alkaa kalvon hajoamisella ja rihmojen syntymisellä
- Rihmat kuroutuvat pisaroiksi pintajännityksen vaikutuksesta



CFD mallinnuksen periaate

- Käytettiin ANSYS FLUENT ohjelmaa pisaroitumisen laskentaan, vapaan pinnan laskenta, 3D kuvaus
- 1 mm, 3 mm ja 8 mm pisarat venytettiin 8:1 sylintereiksi ja päästettiin vapaaksi ja annettiin pintajännityksen vetää kokoon
- Verrattiin lisäksi eroa Newtonilaisen ja ei-Newtonilaisen tilanteen välillä.

$t = 0 \text{ s}$



Animaatio

Newtonian



time: 0.000000

non-Newtonian



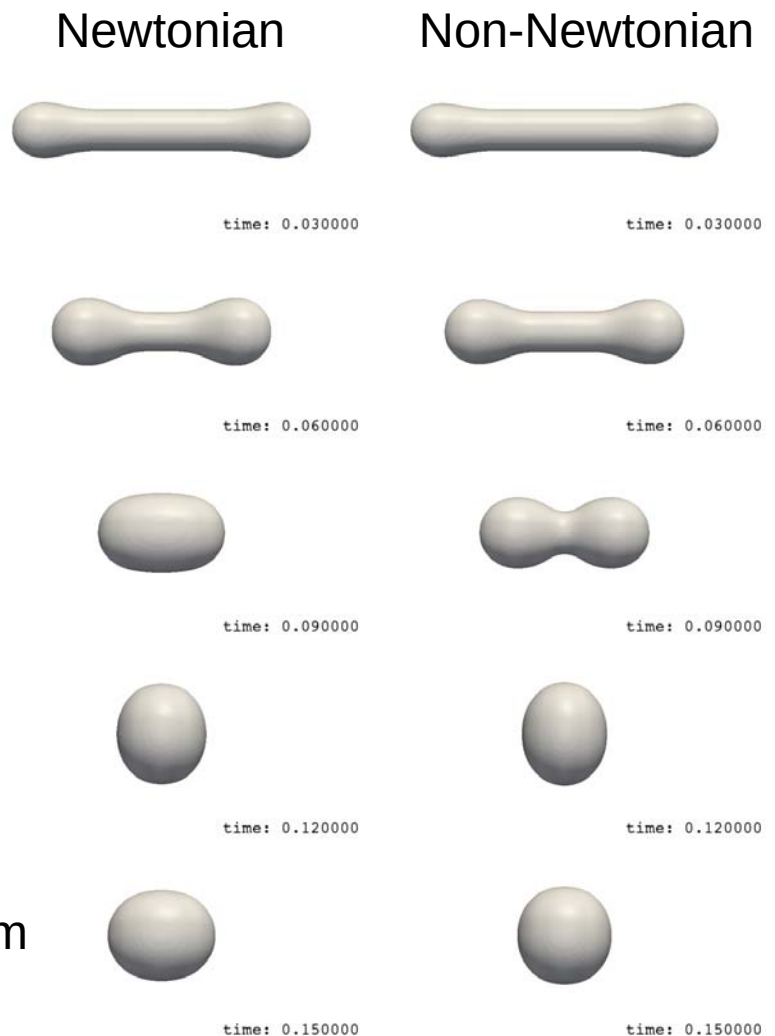
time: 0.000000

1 mm pisarat 300 mPas 0-0.15 s

- Todellisuutta vastaava tilanne hieman hitaampi.
- 15 m/s lähtönopeudella pisara valmis 2.2 m päässä



2.2 m

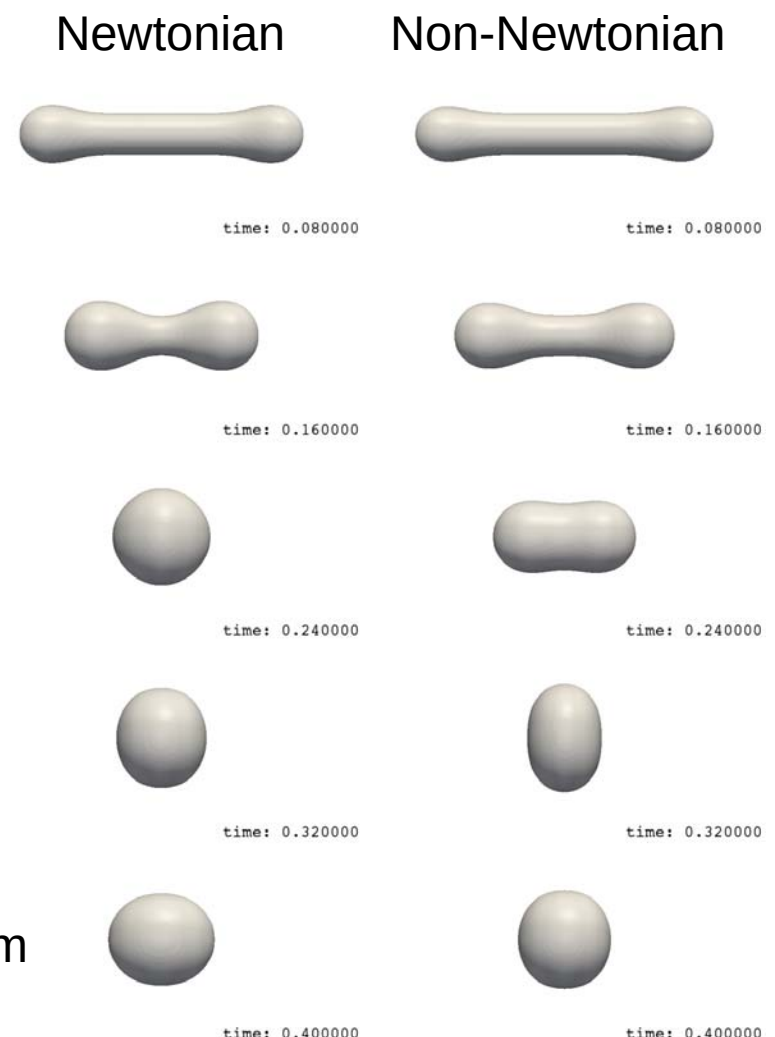


3 mm pisarat 300 mPas 0-0.4 s

- Ei suurta eroa silmämääräisesti
- 15 m/s nopeudella pisarat valmiit 4.8 m päässä

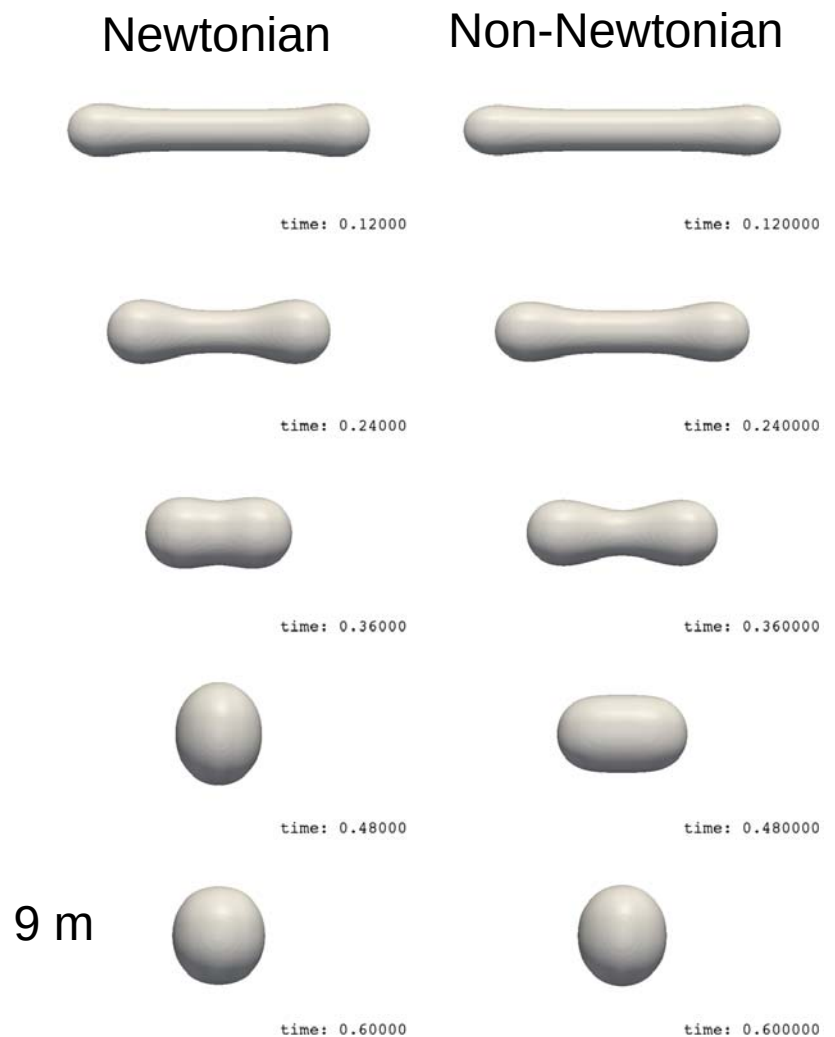


4.8 m

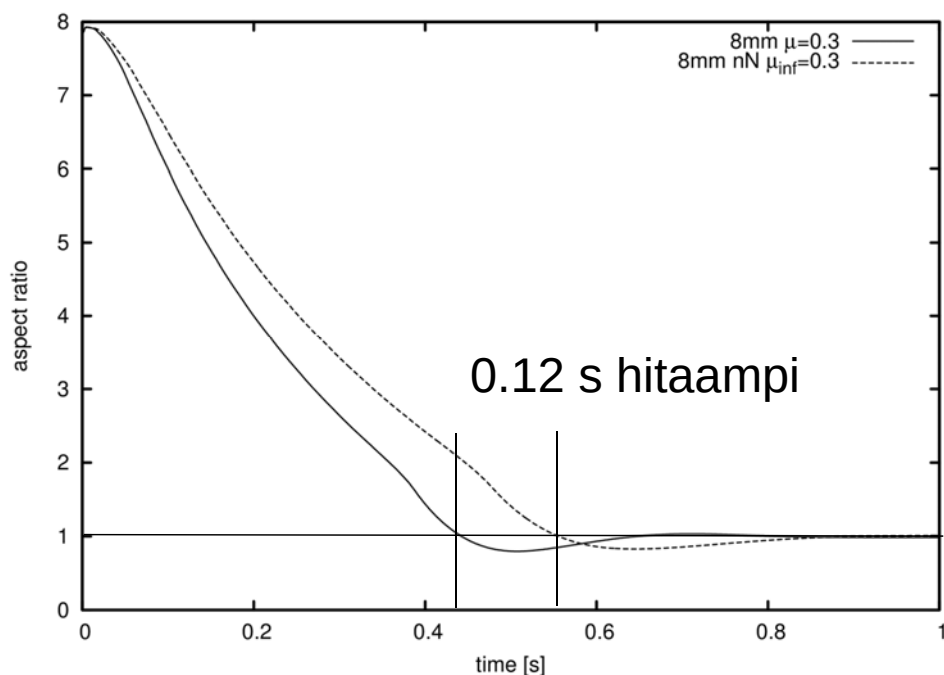


8 mm pisarat 300 mPas 0-0.6 s

- 8 mm ei suurta eroa
- 15 m/s nopeudella pisarat valmiit 9 m päässä



8 mm pisaran muodostuminen, vertailu numeroina



Johtopäätöksiä

- Kaikki lipeätyypit ei-Newtonilaisia pienillä leikkausnopeuksilla alle 80 1/s
- Alhaisessa kuiva-aineessa (75%) havupuun viskositeetti on korkein
- Korkeassa kuiva-aineessa (85%) eukalyptuksen viskositeetti on korkein
- Omatekoinen kapillaariviskometri antaa parhaimmillaan 15 % tarkkuuden
- Haake viskometri antaa parhaimmillaan 8 % tarkkuuden

Johtopäätöksiä

- Laskettiin ensimmäistä kertaa mustalipeänpisaroiden muodostumista huomioiden viskositeetin ei-Newtonilaisuus.
- Ei-newtonilisuuden vaikutus oli laskelmien mukaan esim. 8 mm pisaralle n. 20 % pisaran muodostumisaikaa hidastava.
- 1 mm, 3 mm ja 8 mm pisarat muodostuvat 0.15, 0.4 ja 0.6 s aikana, vastaten 2.2, 4.8 ja 9 m etäisyyksiä suuttimesta. Hidastava vaikutus on 8 mm kohdalla 2 m luokkaa.

Jatkotutkimusajatuksia

- Pisaramuodostumisen laskennan validointi kokeellisesti käyttäen sopivaa korvikenestettä laboratorio-olosuhteissa.
- Miten kuivuminen vaikuttaa, pinnan kuivuessa viskositeetti kasvaa, mutta mitä tapahtuu pintajännitykselle?
- Menetelmän soveltaminen sulan käyttäytymisen tutkimukseen, sulan virtausongelmien ratkaisu. Sulan pisaroituminen sekoitussäiliössä.
- Sulan viskositeettimittaukset yhdessä Oulun yliopiston kanssa, metallurgian kuonien kanssa vastaavia haasteita, kuona erittäin ei-Newtonilainen kuten sulakin.

Yhteystiedot

- Ari Kankkunen, ari.kankkunen@aalto.fi, + 050 414 6003
- Associate Professor, Mika Järvinen, mika.jarvinen@aalto.fi, +358 50 414 2593

<http://energytech.aalto.fi>



TAVOITTEENA HAJUTON SULFAATTISELLUTEHDAS

Eevi Smolander
Valmet Power Oy

Tavoitteena hajuton sulfaattisellutehdas

Eevi Smolander

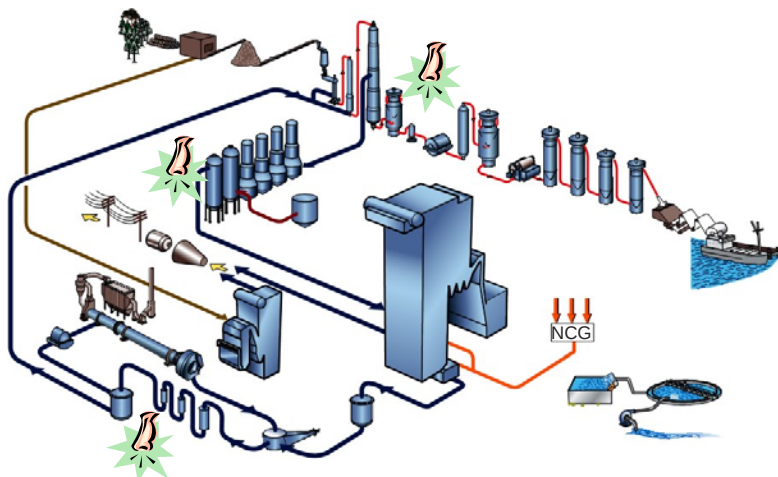
Soodakattilapäivä

30.10.2014



“Hajukaasubuumi”

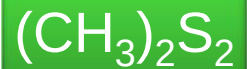
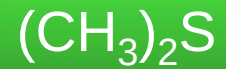
- Maailmalla on aistittavissa selkeä trendi minimoida sellutehtaan satunnaiset hajupäästöt sekä saavuttaa mahdollisimman alhainen ”nollahajupäästötaso”.
 - Asuinalueet ovat laajentuneet sellutehtaiden läheisyyteen, mikä lisää merkittävästi paineita eliminoida hajupäästöt.
 - Viranomaisvaatimukset ovat tiukentuneet.



Mikä sulfaattisellutehtaalla haisee?

Lauhtumattomat hajukaasut - "Non-Condensable Gases" - NCG

- Sulfaattisellutehtaalle ominainen haju on peräisin pelkistyneistä rikkiyhdisteistä (TRS), joiden alkulähteenä on keittoliuoksen sulfidi.
- Keittokemikaalien reagoiessa ligniinin metoksyyliryhmien kanssa muodostuu haisevia rikkiyhdisteitä.
- Hajurikkiyhdisteiden hajukynnys on hyvin alhainen, joten hajuttomuus on hyvin haastava tavoite.
- Hajuttomuutta tärkeämpi asia on järjestelmien turvallisuus. Turvallisuutta ei saa missään tapauksessa vaarantaa, vaikka se tarkoittaisi hajupäästöjä ympäristöön.



Hajupäästöihin liittyvät haasteet sellutehtailla

- Valitukset lähialueen asukkailta.
- Ympäristöviranomaisten asettamat vaatimukset.
- Hajukaasujärjestelmien kapasiteetti on jäänyt liian pieneksi sellutuotannon kasvaessa.
- Kaikkien hajukaasulähteiden paikantaminen on haastavaa.
- Hajupäästöjen vähentäminen vaatii investointi- ja käyttökustannuksia. Investoinnilla on vähäinen sijoitetun pääoman tuotto.
- Haju ei ole mitattavissa – miten tämä päästö on määritettävissä?

Hajupäästöt leviävät naapurustoon

- Hajukaasut ovat ilmaa raskaampia joten päästöt laskeutuvat maantasalle.
- Mikäli päästölähteet ovat matalalla hajupäästöt vaikuttavat tehtaan lähiympäristöön.
- Häiriötilanteissa hajupäästöt johdetaan korkeaan ohituspiippuun, jolloin hajupäästöt laimenevat mutta leviävät laajemmalle alueelle.



Olemassa olevat sellutehtaat

- Haisevimmat sellutehtaat löytyvät Pohjoismaista.
- Tehtailla ei tyypillisesti ole riittävää asiantuntemusta hajukaasujärjestelmiensä kehittämiseen itsenäisesti.
- Asiantuntija-apua pyydetään vastaamaan kysymykseen ”Miksi tehtaalla haisee?”
 - Olemassa olevat käsittelylaitteet ovat jääneet riittämättömiksi tehtaan kapasiteetin noustessa.
 - Kaikki haisevat päästölähteet eivät ole kytketty hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmään.
- Hyvin usein sellutehtailta löytyy myös turvallisuuspuutteita, kun huonosti toimivaa järjestelmää on muokattu ilman ymmärrystä mahdollisista seurauksista.

Uudet tehtaat: Vaatimuksena hajuttomuus

Hajuttomuuteen ja sen ylläpitämiseen ollaan valmiita investoimaan

Hajupäästöjä ei sallita missään tilanteessa

- Lukuisat varapolttopaikat.
- Vaativa automaatio.
- Sellutuotannon alasajo ennen hajukaasupäästöjä.

Toimittava myös black-out tilanteessa

- Ejektorihöyryä ei ole saatavilla, joten käytettävä vakuumpumppua.
- Varaenergia lauhdepumpuille, palamisilmapuhaltimelle, tukipolttoainepumpuille. Ilma instrumenteille.

Hajuton kääntö polttopaikkojen välillä

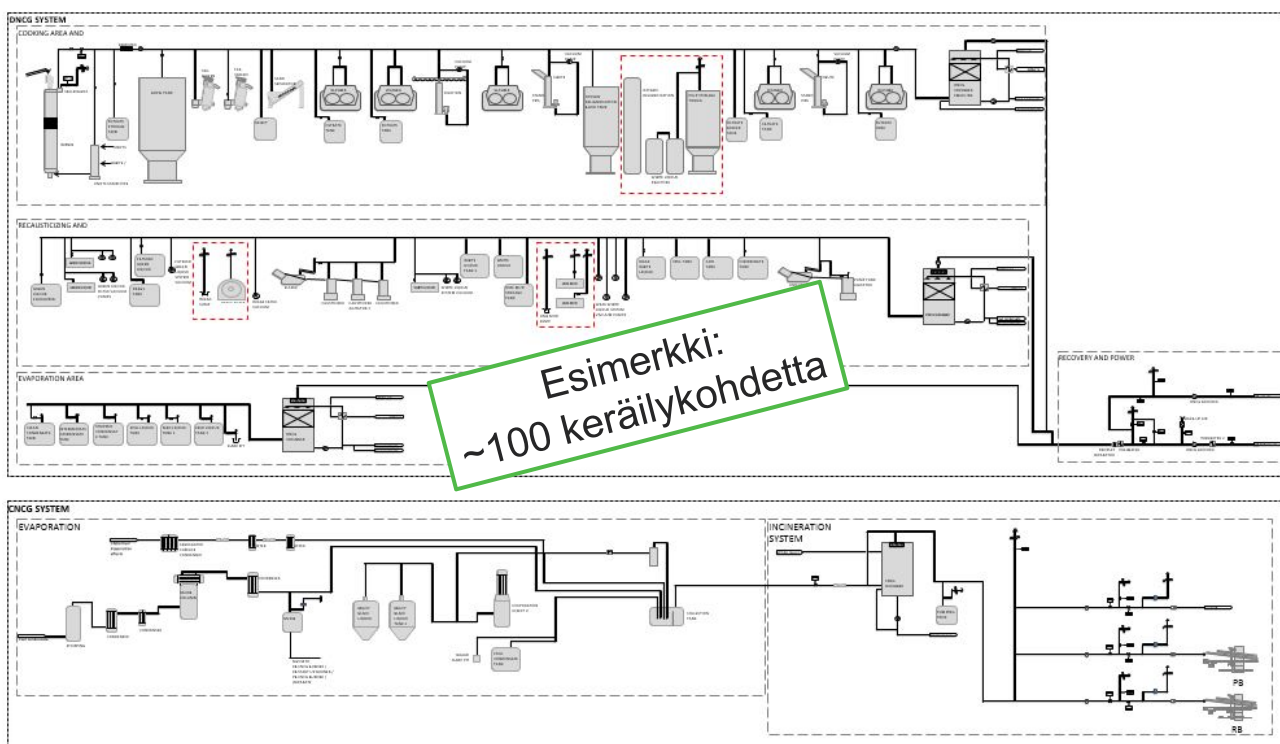
- Vaativa automaatio.
- Hajukaasujen "pullotus" putkistossa.
- Jatkuva tukipoltto "stand-by" tilassa.

Näkyvää hönkää ei sallita

- Kaikki hönkivät lähteet on keräiltävä.
- Suuret laimean hajukaasun keräily- ja käsittelyjärjestelmät.

Tehdaslaajuinen hajukaasujärjestelmä

Sellutehtaalla voi olla jopa yli 100 hajukaasujen keräilykohdetta



Tehdaslaajuinen hajukaasujärjestelmä

Haasteena yli 100 NCG keräilykohdetta

Haasteet:

- Monimutkaisen ja laajan keräilyjärjestelmän paineen- ja virtauksen säätö.
- Miten alipaine säilyy tasaisena polton vaihtuessa vaihtoehtoiseen polttopaikkaan?
- Järjestelmien laajuuden määrittäminen ja optimointi.

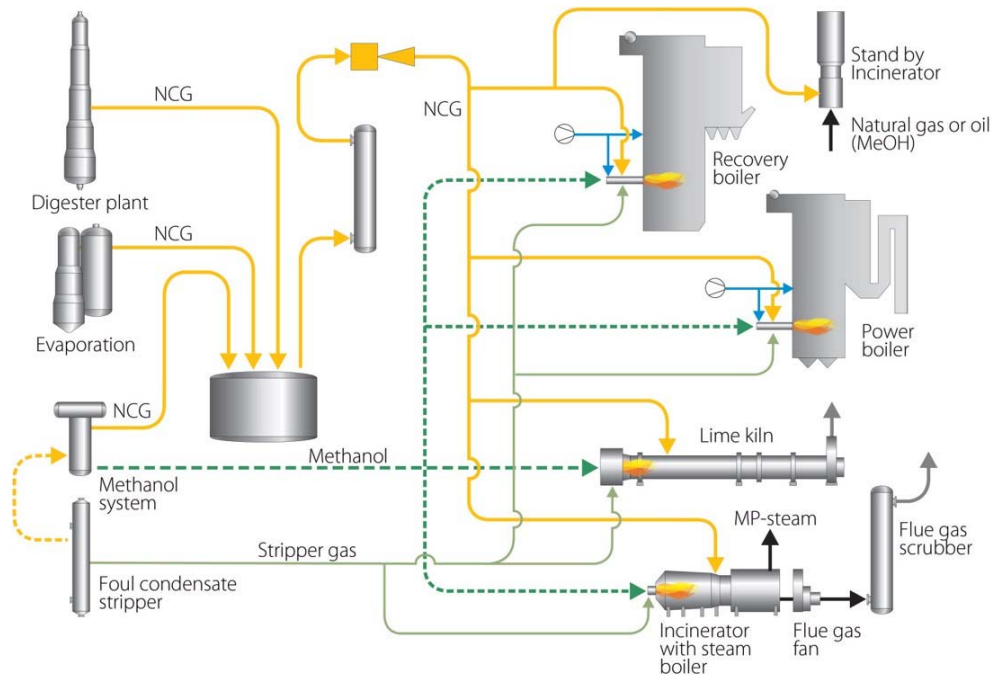
Ratkaisu:

- Huolellinen tehdaslaajuisen hajukaasujärjestelmän keräilyn ja säädön suunnittelu ja toteutus.
- Eri osa-alueiden integrointi saumattomasti hajukaasujärjestelmään.

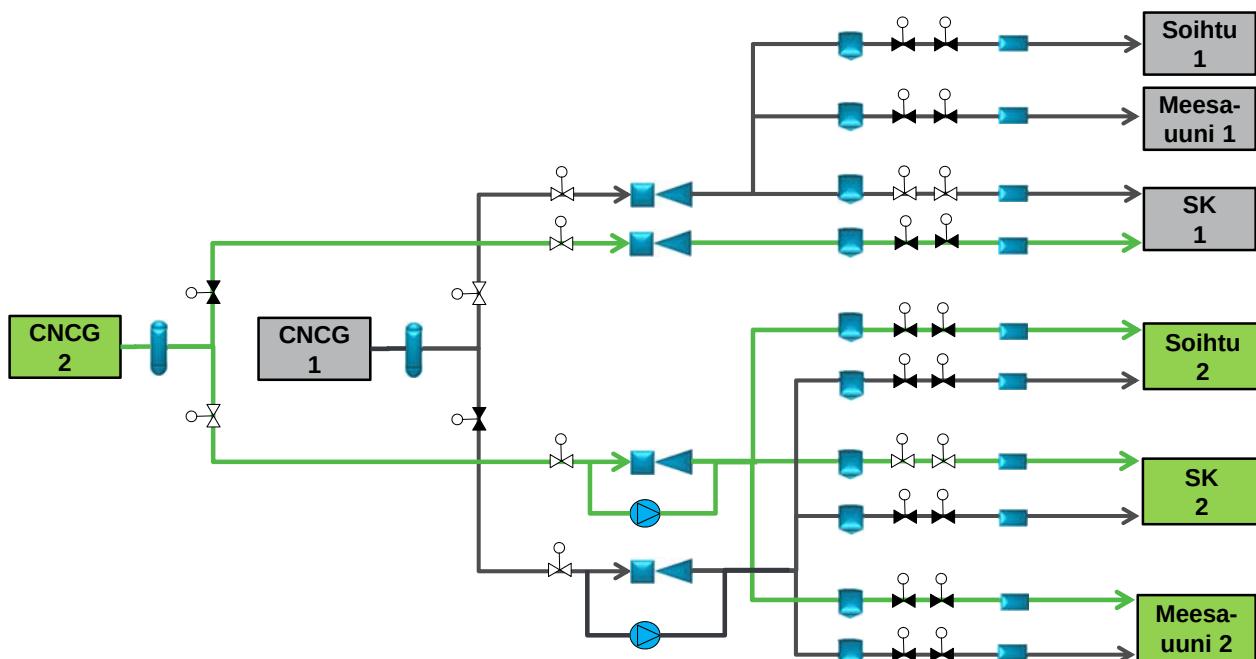
Miten hajupäästöjä voidaan vähentää tai jopa saavuttaa hajuttomuus?

- Kaikki hajukaasulähteet kytketään keräily- ja käsittelyjärjestelmään.
 - Säiliöt
 - Prosessilaitteet
 - Sulaliuottajan hönkäkaasut
- Turvalliset järjestelmät eliminoivat räjähdysten aiheuttamat päästöt.
- Rikkipitoisia lauheteita ei johdeta kanaaliin.
- Käytettävyyden lisääminen rinnakkaisilla laitteilla
 - Lauhteen keräilyn ongelmat voivat aiheuttaa polton lukituksia soodakattilalla
 - Varapolttopaikkojen lisääminen
 - Varaenergia, ilma, sähkö -> vakuumpumppu
- Päästötön hajukaasujen kääntölogiikka polttopaikkojen välillä.
- Huomioidaan hajukaasuja muodostuminen myös tehdasseisakin aikana lämpimissä säiliöissä.

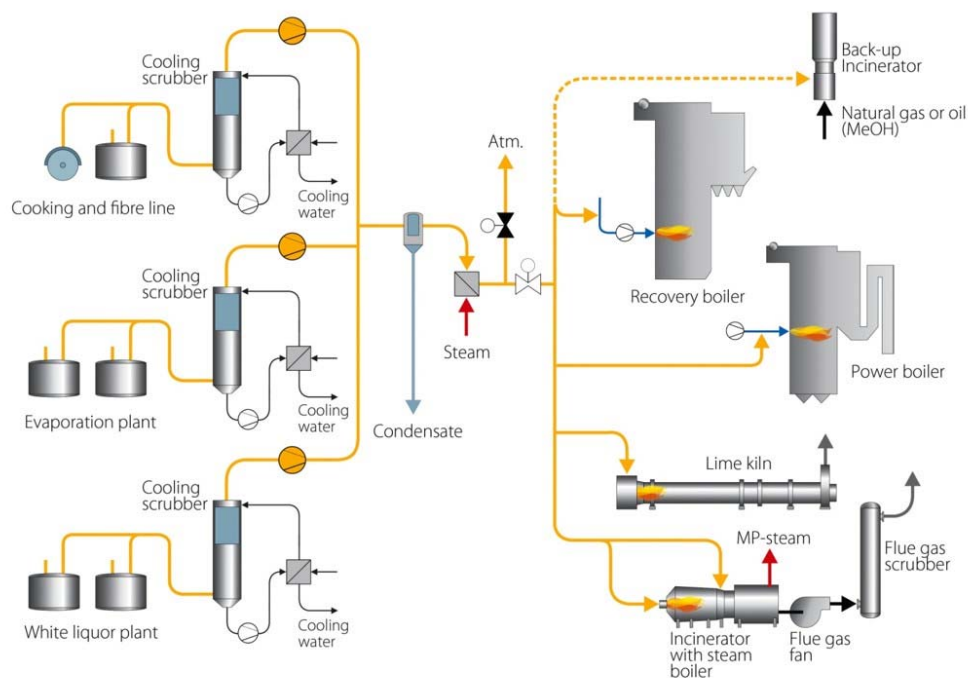
Väkevien hajukaasujen keräily ja käsittely



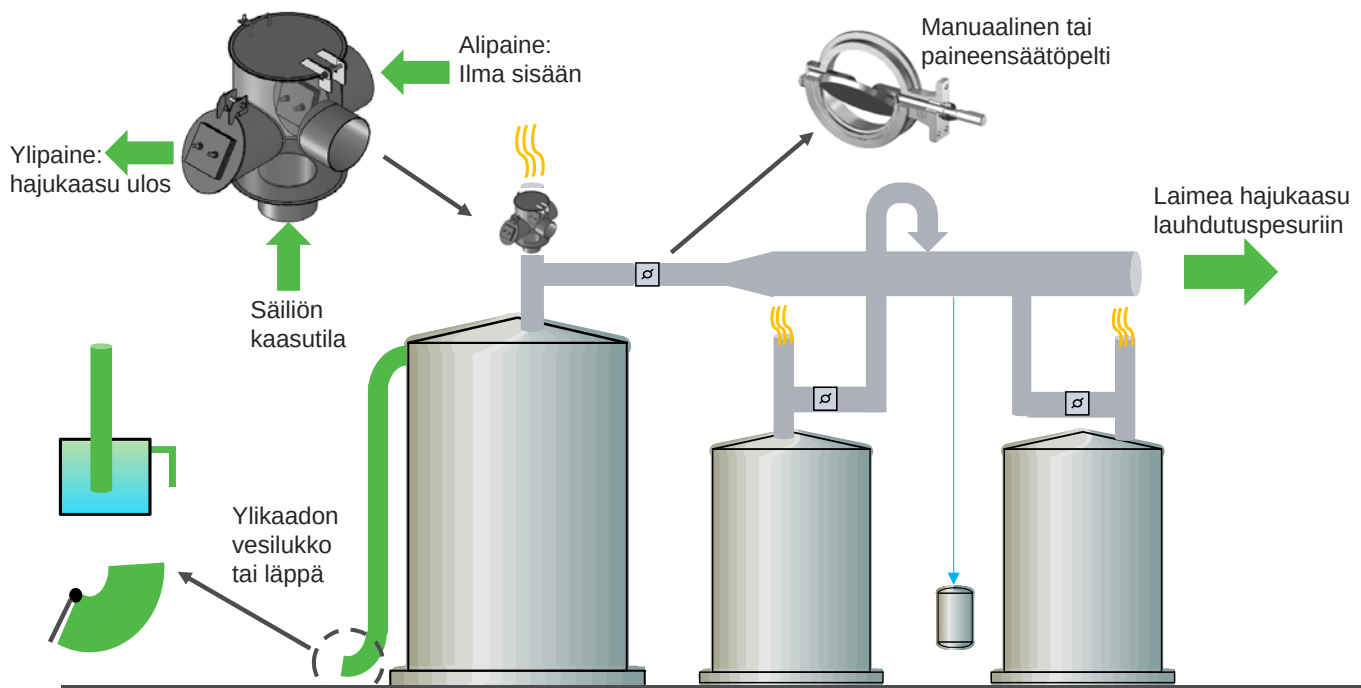
Esimerkki monimutkaisesta väkevien hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmästä



Laimeiden hajukaasujen keräily ja käsittely



Yli- ja alipaineen hallinta laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmässä



Esimerkki laimeiden hajukaasujen ja näkyvän höngän käsittelyjärjestelmän toteutuksesta



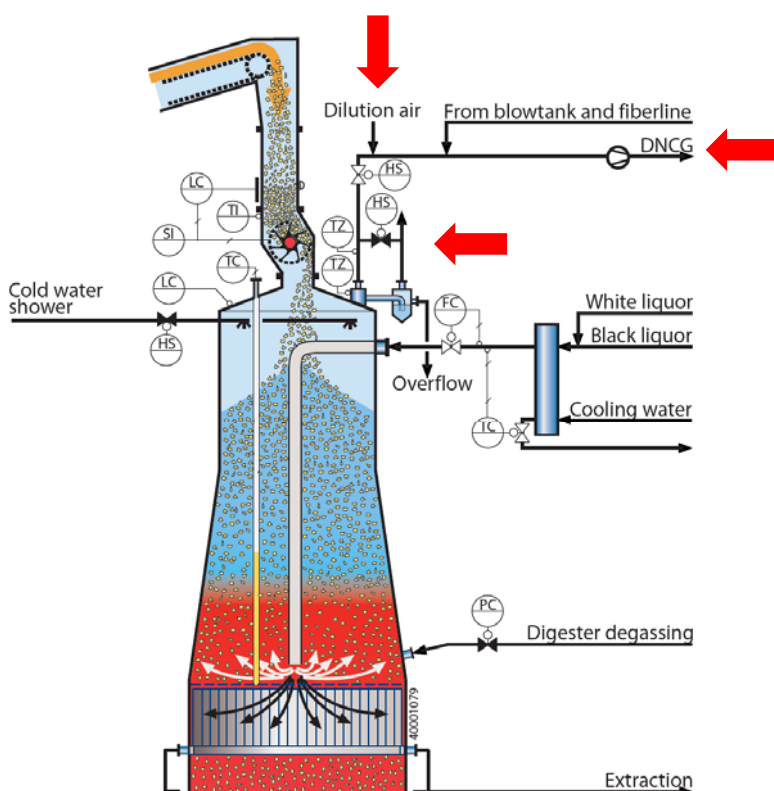
15 30.10.2014

© Valmet | Eevi Smolander / Environmental Systems



IMPBIN™, COMPACT COOKING™ G2

ImpBin-kaasujen keräily



Kuumien, väkevien hajukaasujakeiden pääsy laimeiden hajukaasujen järjestelmään Valmetin ImpBin:stä on estetty instrumentoinnilla ja lukuisilla lukituksilla.

Mikäli näiden kaasujen päästöä ulkoilmaan ei sallita missään tilanteessa, on nämä mahdollisesti vaaralliset kaasut käsiteltävä erillisessä järjestelmässä eikä niitä voida kytkeä laimeiden hajukaasujen käsittelyjärjestelmään.

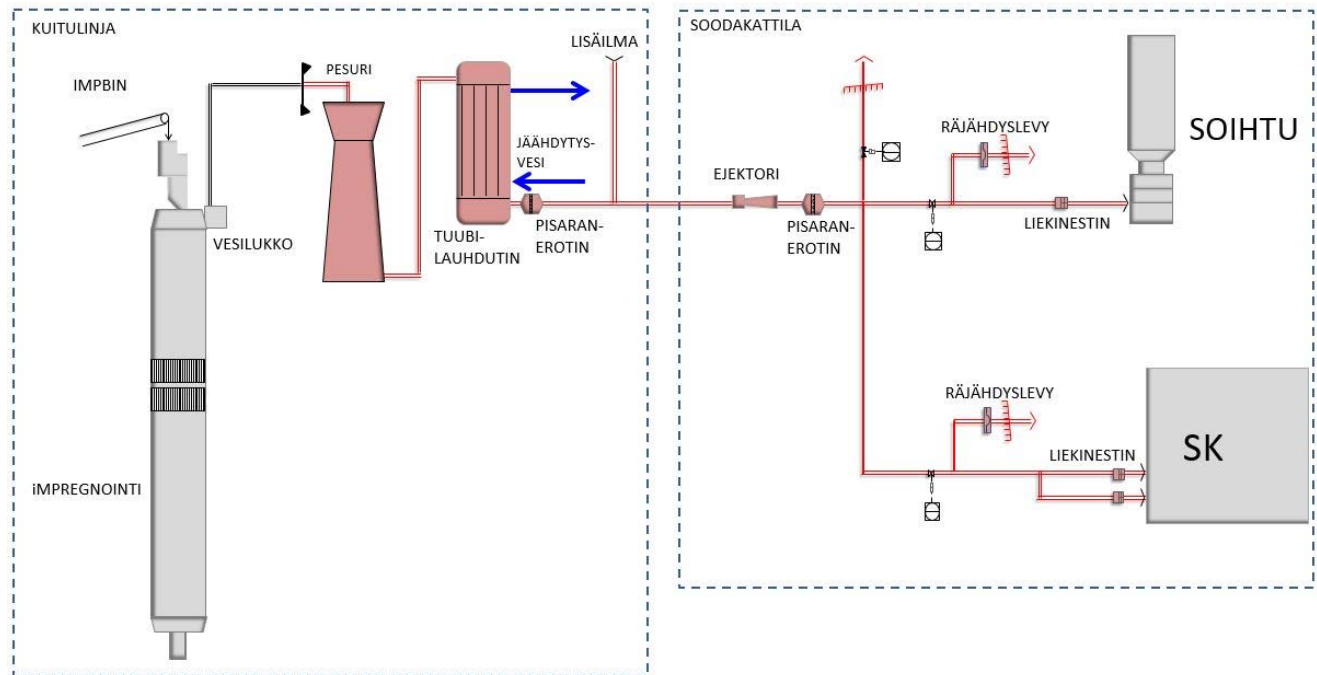
16 30.10.2014

© Valmet | Eevi Smolander / Environmental Systems



IMPBIN™, COMPACT COOKING™ G2

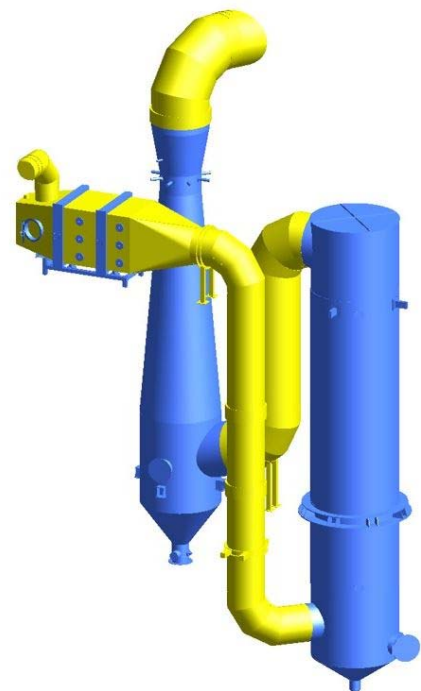
Erillinen käsittelyjärjestelmä ImpBin-kaasuille



Liuottajan hönkäkaasujen käsittely

Venturipesuri ja tuubilauhdutin

- Liuottajan ja sekoitussäiliön hönkäkaasut sisältävät pölyä sekä haisevia rikkiyhdisteitä kuten rikkivetyä ja metyylimerkaptania.
- Hajupäästöjen vähentämiseksi höngät pestään alkalisella liuoksella ja poltetaan soodakattilassa.
- Maailmassa ei ole laitoksia, joissa olisi varapolttopaikka liuottajan hönkäkaasuille.
- Tuubilauhduttimessa on merkittävä lämmöntalteenottopotentiali esimerkiksi demiveteen tai lämpimän veden tuotantoon.



Tehokkaan tehdaslaajuisen hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmän edut

Hajupäästöjen hallinta	•Parantuneet suhteet yhteisön kanssa.
Vähäiset päästöt	•Päästörajoissa pysyminen. •Mahdollisuudet saada tulevaisuudessa ympäristölupa tuotannon nostoon.
Turvallinen työympäristö	•Hajukaasujärjestelmien turvallisuuden ja luotettavuuden suhteen ei tule tehdä kompromissia hajukaasujen vaarallisen luonteen vuoksi.
Laitteiden korkea käytettävyys	•Korkea käytettävyys vähentää huoltoaikaa, jolloin tuotantotunnit ovat korkeammat. •Hyvä käytettävyys vähentää hajupäästöjä.
Kemikaalitaseen hallinta	•Na/S taseen hallinta vähentää ostokemikaalien tarvetta. •Ylimääräinen rikki voidaan tarvittaessa poistaa prosessista.
Lämpöarvon hyödyntäminen	•Hajukaasuilla on tietty lämpöarvo joka voidaan hyödyntää höyryn tuotannossa.
Räätälöidyt ratkaisut	•Hajuton tehdas voidaan saavuttaa täydellisellä hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmän avulla.

SAFETY ASPECTS IN LARGE HIGH ENERGY RECOVERY BOILERS

Petri Pynnönen
Andritz Oy

Recovery and Power Division

Soodakattilapäivä 30.10.2014, Petri Pynnönen

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers



www.andritz.com

We accept the challenge!

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Outline

Safety aspects and norms

Safety aspects and design

Operational experiences

Future challenges

Summary



Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and norms in design

ATEX/NFPA (typically CNGC, different fuels)

- Explosive atmospheric (Atmospheres Explosives)
- When handling explosives materials, ATEX classification is needed
- contributes to equipment and instrument selection

HAZOP

- Hazardous situation in process
- Analysis must be done to become aware of risks
- changes into design if needed



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and norms in design

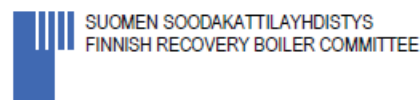
The Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee (BLRBAC)

Worldwide the most known standard



Finish Recovery Boiler Committee (FRBC)

Many cases is followed in Europe



Swedish Recovery Boiler Committee

Used mostly only in Sweden

Sodahuskommittén

European standard 12952-7

Requirements for equipment for the boiler



National regulations

NR-12, NR-13 etc

Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

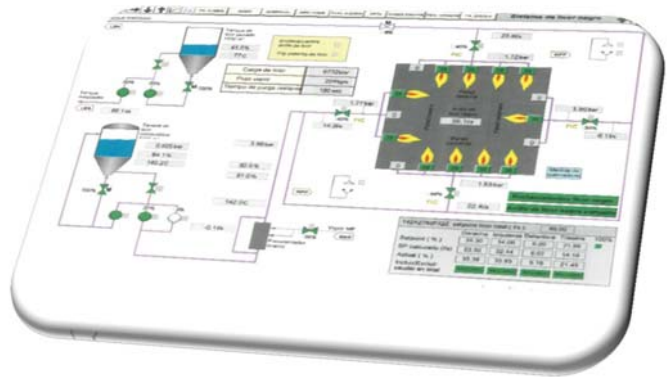
ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and norms in design

Areas where it is most important to follow the recommendations are:

- Black liquor safe burning
- CNCG/SOG/CBG safe handling
- DNCG/Dissolving tank vent gas handling
- Waste streams
- Emergency shut-down and Rapid drain



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and norms in design

- Recommendations are not equal in every point.
- When designing the system one needs to know which norm is followed.
- Even is named “Recommendation” it is used as “must be followed”.

Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

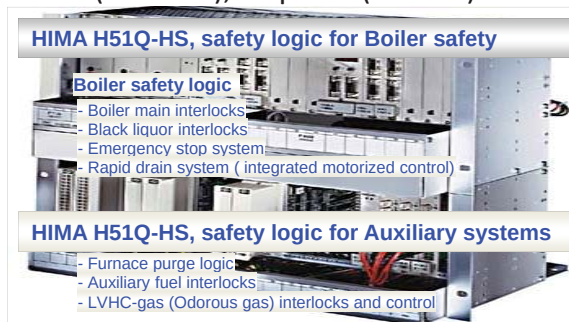
ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety and risk assesment

RBS-Z20 Concept (Andritz)

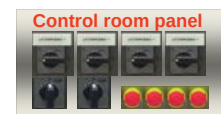
- Safety concept, engineering and design is based on IEC 61508 standard (PED)
- IEC 61508 compliance with national regulations and requirements
- Different processes and exceptional situations define Safety Integrity Level (SIL)
- Concept reviewed and approved by various European authorities; TUV, ÅF-IPK (Swedish), Inspecta (Finnish)



<- Hardwired controls
-> Hardwired information

<- Hardwired controls
-> Hardwired information

<- Hardwired controls
-> Hardwired controls

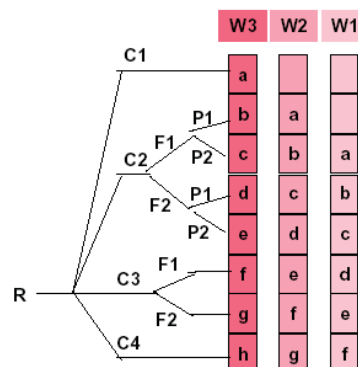


ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety and risk assesment, riskgrafic

Risk Analysis



Necessary minimum risk reduction	Safety Integrity Level
-	no safety requ.
a	no spec. safety requ.
b,c	1
d	2
e,f	3
g	4
h	1 E/EPS is not sufficient

Consequence

- C1 Minor injury
- C2 Srious permanent injury to 1 or more persons, dead to 1 person
- C3 Dead to several people
- C4 Very many people killed

Frequency & Exposure Time

- F1 rare to more often
- F2 frequent to permanent

Possibility of

Avoiding Hazardous Event

- P1 possible under certain conditions
- P2 almost impossible

Probability of

Unwanted Occurrence

- W1 very slight probability
- W2 slight probability
- W3 relatively high probability

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - CNCG/SOG/CBG handling (PART OF SAFETY LOGIC)

Features of a safe design

- 1.No water connections in the system
- 2.Condensate collection system
- 3.Difference in altitude between condensate collection and burning place
- 4.Droplet separator
- 5.Temperature measurements

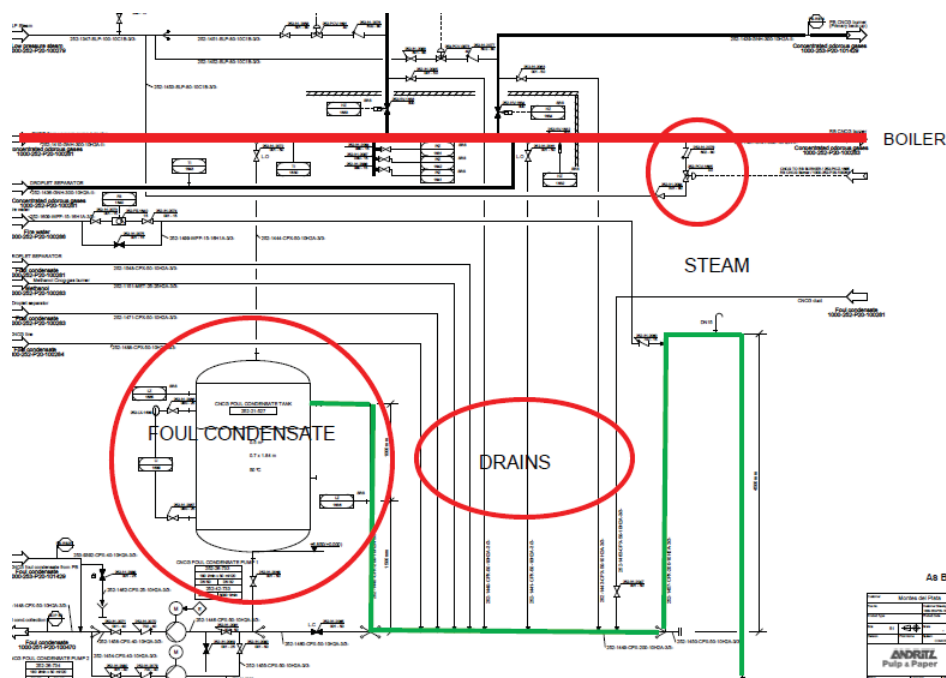


Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - CNCG/SOG/CBG handling



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

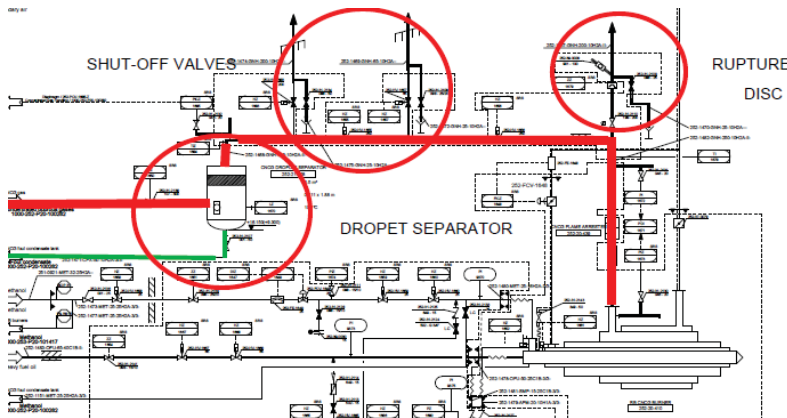
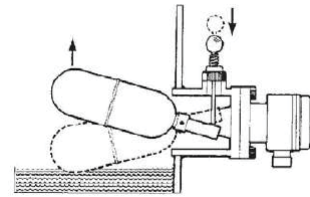
ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - CNCG/SOG/CBG handling

Features of a safe design(continue)

- 6. Pressure measurements
- 7. Level measurements/switches
- 8. Steam connections
- 9. Automatic shut-off valves



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - CNCG/SOG/CBG handling

Features of a safe design(continue)

- 10. ATEX, rupture disc
- 11. CNCG burner

ALL THESE TOGETHER MAKES SYSTEM SAFE TO OPERATE
AND RISKS FOR WATER/CONDENSATE ENTERING TO THE
FURNACE AND RISK OF EXPLOSION OF GASES IS MINIMIZED

SYSTEM IS KEPT CLOSED AND SMELL IS MINIMIZED

BIG SAFETY RISK



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - DNCG/dissolving tank vent gas handling (PART OF SAFETY LOGIC)

**THIS SYSTEM CAN HAVE EXPLOSIONS
DUE TO WATER/CONDENSATE
ENTERING TO THE FURNACE OR
DUE TO GASES CONCENTRATING
IN EXPLOSIVE AREAS - IF NOT
DESIGNED CORRECTLY**



Features of a safe design

1. Condensate collection system
2. Difference in altitude in ducting between collection and burning place (burning place higher).

Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - DNCG/dissolving tank vent gas handling

Features of a good design(continue)

3. Scrubber/condenser in the system
4. Temperature measurements
5. Automatic shut-off valve for closing
6. Cyclone for dissolving tank vent gases
7. Level switches



**ALL THESE TOGETHER MAKES SYSTEM SAFE TO OPERATE AND RISKS
FOR WATER/CONDENSATE ENTERING TO THE FURNACE AND
EXPLOSION RISK OF GASES IS MINIMIZED**

VENTING OF THE SYSTEM AND SMELL IS MINIMIZED

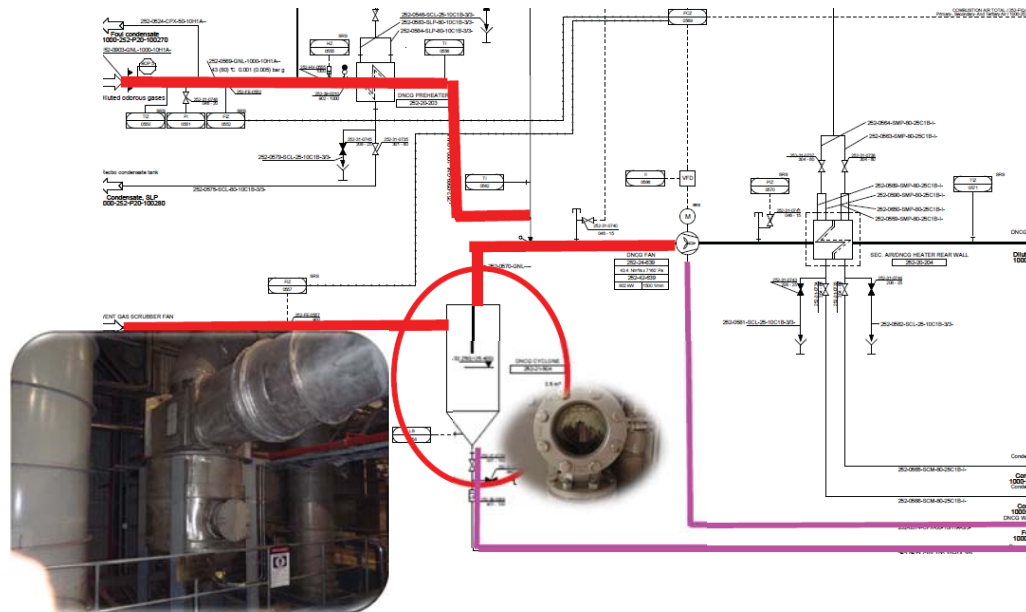
EXISTS BIG SAFETY RISK

Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - DNCG/dissolving tank vent gas handling



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

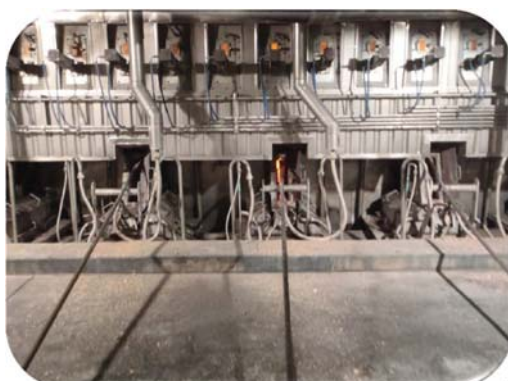
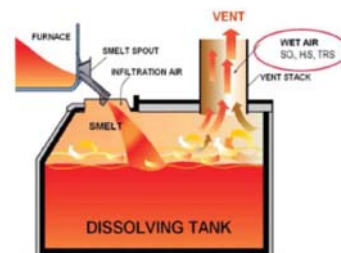
ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - Smelt spouts and dissolving tank

DESIGN

- Enough free space in front spout
- Proper minihood flushing
- Proper smelt atomization
- Explosion doors



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - Smelt spouts and dissolving tank

PROCESS

- Dissolving tank density control
- Dissolving tank level control
- Not much char bed in the front of spouts

FIELD

- Regular smelt spout cleaning

OPTION

- Automatic smelt spout cleaning system
- Smelt spout safety wall

**NATURALLY PERSONAL PROTECTION
EQUIPMENT IS MANDATORY TO USE
(mask, gloves etc)
BIG SAFETY RISK**



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - Smelt spouts and dissolving tank

DESIGN

- Piping ascending or descending all the time
- Lowest point in piping furnished with condensate collection pots
- Enough drains in the piping
- Saturated condensate must flash to the tank (erosion)



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - Steam and condensate piping

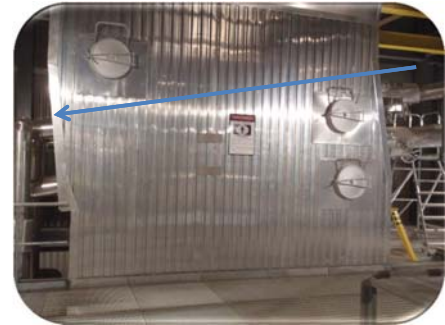
DESIGN

- Pressure difference between steam pipe and condensate tank
- Air venting points
- Designed so that condensate cannot accumulate in wrong places

OPERATION

- Starting and opening the valves peacefully “listening” the system
- ➔ **hammering in the system and serious pipe damages**

BIG SAFETY RISK

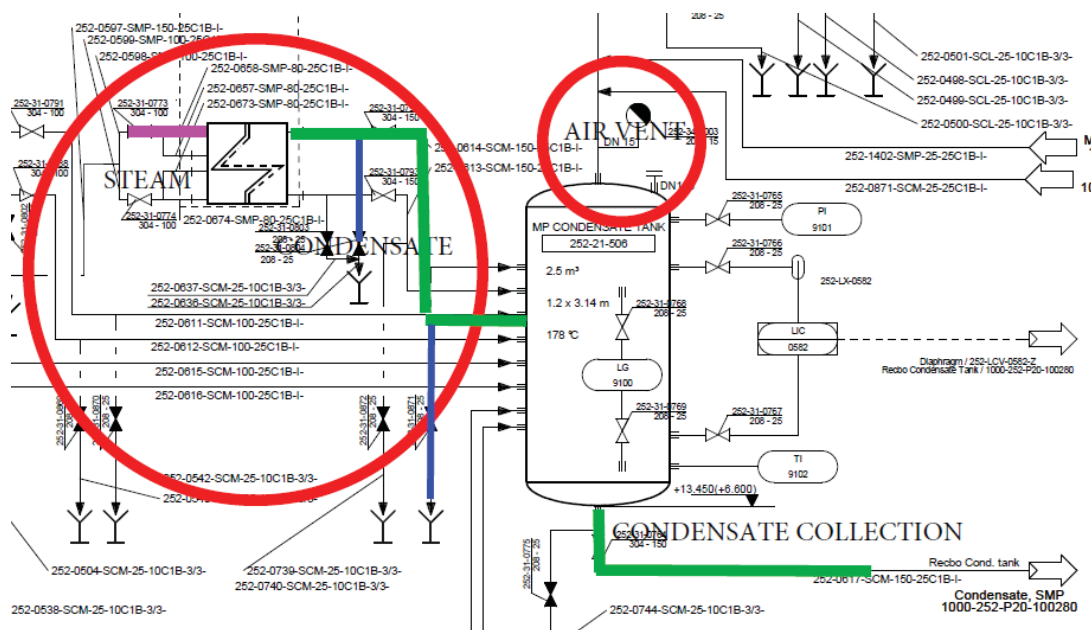


Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - Steam and condensate piping



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - Black liquor gun

DESIGN

- Camlock connection
- Drains and steam connections to depressurize and clean the piping
- Piping cannot be located in the front of black liquor gun opening
- Enough supports for high liquor temperature (shaking)
- Limit switches



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - Black liquor gun

PROCESS

- Dry solids
- Pressure and temperature control

FIELD

- Regular black liquor gun cleaning

OPTION

- Automatic black liquor gun cleaning system (Andritz)



NATURALLY PERSONAL PROTECTION EQUIPMENT IS MANDATORY TO USE (mask, gloves etc)

Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

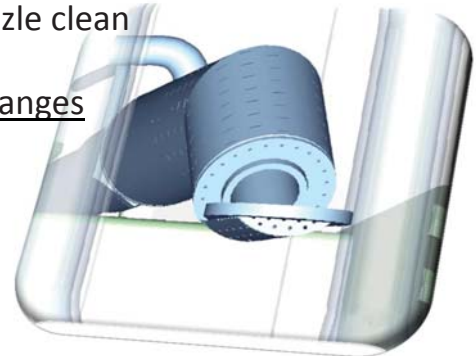
ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - Black liquor gun

Automatic black liquor gun cleaning system

- Cooling with liquor only is not enough
→ Additional cooling to be supplied by steam/water emulsion outside
- Automatic cleaning of the Liquor nozzle
→ Sootblowing by steam to keep the liquor nozzle clean
- Target
Less work related to liquor gun cleaning and changes
=> Increased safety



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - Black liquor gun

Automatic black liquor gun cleaning system



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety aspects and design - NOISE

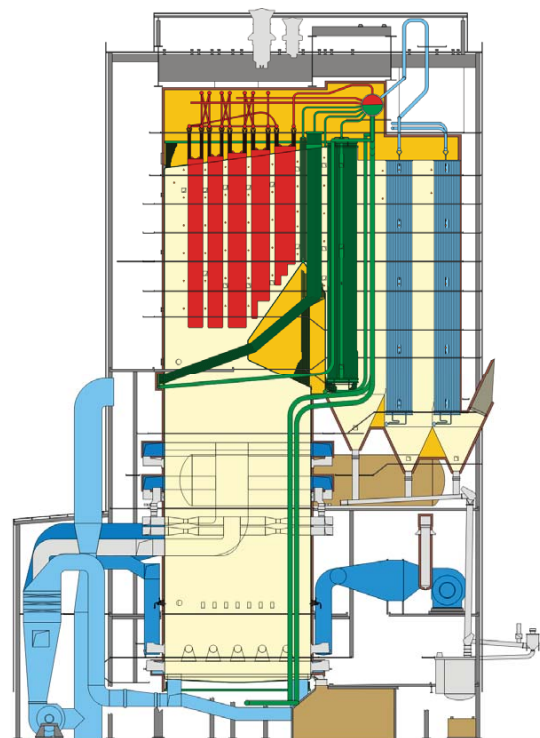
- Cannot be seen
- Cannot fully eliminated
- Equipment selection
- Silencer erection
- Different building for most noisy equipment
 - For example FW-pumps
- Normally limit 85 dB



Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Montes del Plata

- Liquor
 - capacity tds/d 5710
 - dry solid content (w ash)% 80
 - HHV MJ/kgds 14
- Steam & feed water
 - steam pressure at TG bar(g) 94.8
 - steam temperature at TG°C 494
 - steam flow kg/s 258
 - feed water temperature °C 135
- Flue gas temperature
 - at eco outlet °C 203
 - at flue gas cooler outlet °C 135

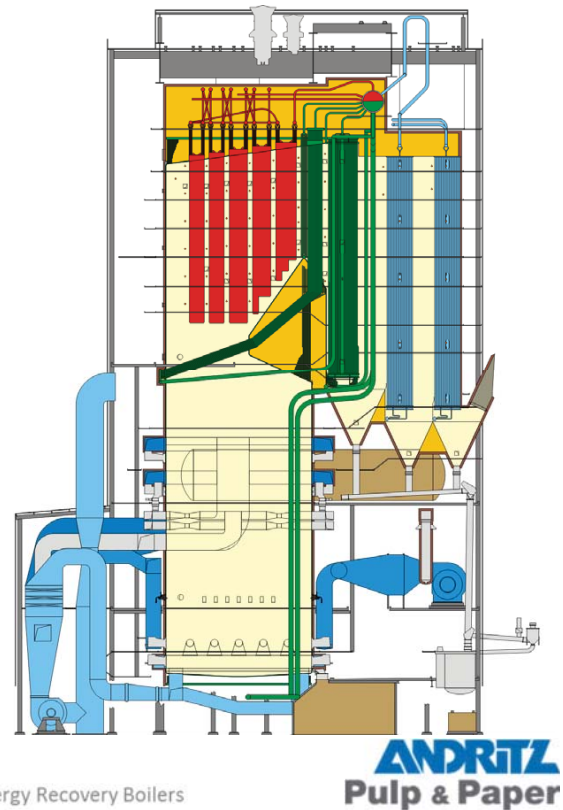


Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Montes del Plata

SPECIAL FEATURES

- HERB features
 - Relatively high steam parameters
 - Flue gas coolers
 - Feed water pre-heater
 - Tertiary air preheated
- CNCG combustion + methanol burning
- Integrated with biomass boiler
 - Common building
 - Common feed water system



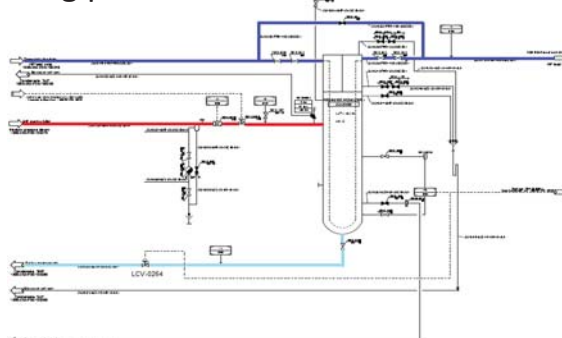
Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Montes del Plata

FEEDWATER PREHEATER

- Feed water pre-heater temperature rise 15-30 degrees before economizer section
- Medium pressure steam consumption ~14 kg/s
- Feedwater flow ~ 250 kg/s
- Feedwater temperature at inlet 135 degrees
- Heating power about 30-MW



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

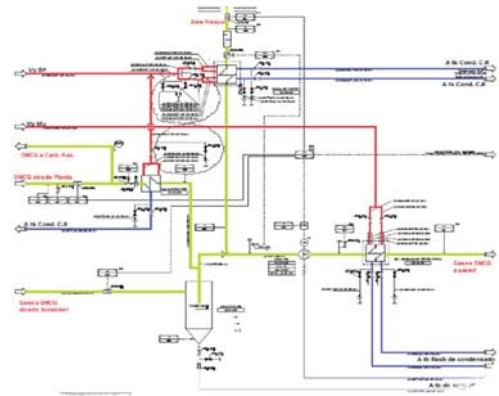
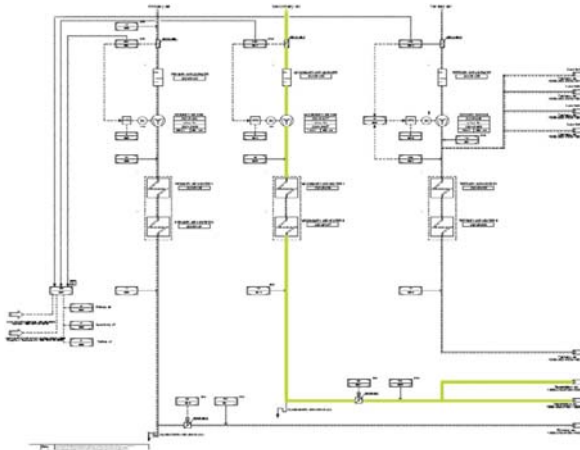
ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Montes del Plata

AIR PREHEATING

- Primary 160 degrees
- Secondary air to 160 degrees
- Secondary/DNCG air to 150 degrees
- Tertiary air to 160 degrees



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Montes del Plata

FLUE GAS COOLER

- Flue gas cooling to 130-135 degrees
- Feedwater is preheated 20-25 degrees
- Feedwater flow ~215 kg/s
- Total heat recovery about 20 MW
- Sootblowing with medium pressure steam
- No plugging problems of flue gas coolers



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Montes del Plata

CNCG BURNER+ METHANOL

- CNCG flow about 2500 m³n/h
- MeOH flow to burner 0.7 kg/s
- Burner is located on the sidewall
- Combustion air from secondary air
- CNCG valves are located at level above
- Good availability



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

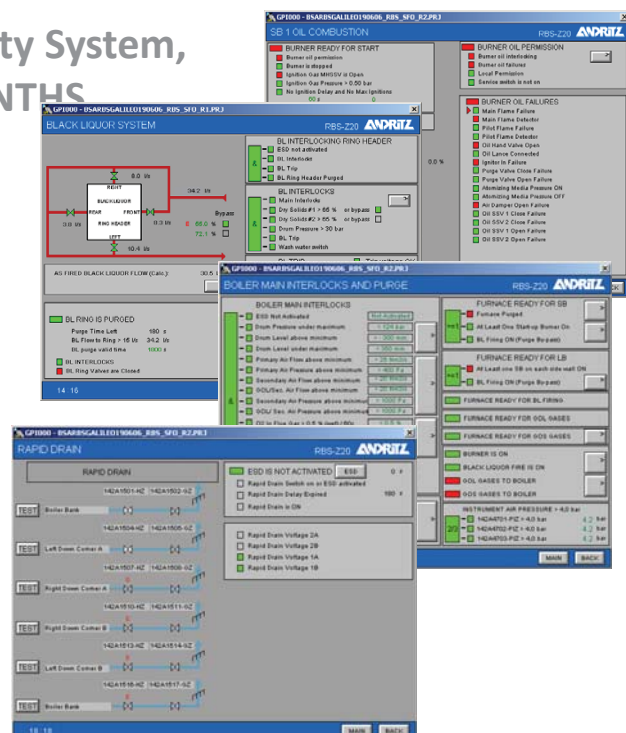
Operational Experience of Safety System, Montes del Plata - FIRST 3 MONTHS

Safety system is based on

- Safety and risk assesment
- BLRBAC and EN norms

Implemented

- Main interlocks
- Purging interlocks
- Auxiliary fuel interlocks
- CNCG burning interlocks
- DNCG burning interlocks
- Emergency shut-down+rapid drain



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Operational Experience of Safety System, Montes del Plata - FIRST 3 MONTHS

Experienced trips

- Low dry solids
- Flue gas route closed
- Low level in the drum, two times
- Black liquor firing was stopped suddenly by operator
- AFT, Auxiliary fuel trip, three times
- Instrument air pressure low
- Loosing of many control signals

Every time the recovery boiler trips the whole mill goes down because of shortage of steam or electric power, hence a good design is extremely important

SYSTEM WORKS AS DESIGNED IN SAFETY POINT OF VIEW

Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

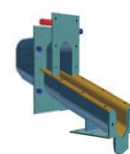
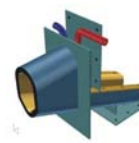
ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Future Challenges

Challenges in design:

- Highly loaded furnace
 - Capacity of smelt spouts
- Liquor spraying and char bed control
- Air system
 - Penetration
 - Distribution
- Detailed heat expansion study
- Additional flexibility analyses
- Number/size of auxiliary equipment
 - Doubling of certain equipment



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Future Challenges

Challenges in design:

- Long heat surfaces (eco, superheaters)
- Vibrations and fatigue cracks
 - due to large flue gas flow
 - due to sootblowing
- Size and weight of the drum
- Size and number of safety valves
- Size of the piping
 - Doubling of certain piping



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

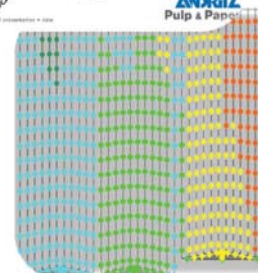
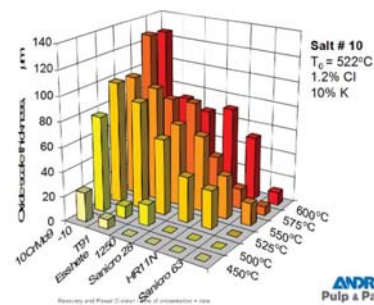
ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Future Challenges

Challenges in design:

- High steam temperature and pressure
 - materials (SH)
- Sootblowers
 - Hit against bended superheaters
 - Increased supports?



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

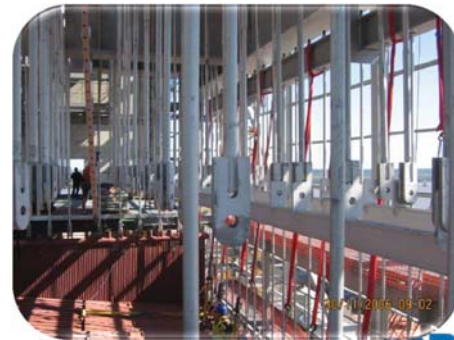
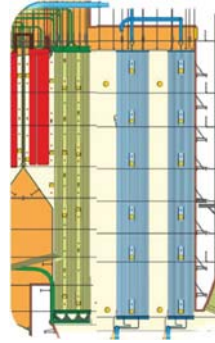
ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Future Challenges

Challenges in design:

- Fouling of deep boiler bank
 - Fouling tendency estimation
 - Na and K control
- Strength of the standard design support components
 - Hanger rods
 - Bottom beams
 - Buckstays



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

SUMMARY

- SAFETY IS FIRST IN DESIGN
- SAFETY IS FIRST IN OPERATION
- RECOMMENDATIONS ARE FOLLOWED
- BIG SIZE INCREASES CHALLENGES IN DESIGN
- HIGH ENERGY RECOVERY INCREASES CHALLENGES IN MATERIAL
- SAFETY IS INDEPENDENT ON THE SIZE
- SPECIAL ATTENTION IN DESIGN
 - STEAM AND CONDENSATE SYSTEMS
 - CNCG SYSTEMS
 - DNCG SYSTEMS

Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

Safety and challenge

- THERE IS HUGE SAFETY RISK OUTSIDE THE SITE
- REMEMBER THIS TOO



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers



Recovery and Power Division / Safety Aspects in Large High Energy Recovery Boilers

ANDRITZ
Pulp & Paper

ANDRITZ

Pulp & Paper

Recovery and Power Division

Any questions?

For further information
please contact:

ANDRITZ Oy – Finland
+358 20 450 5555

pulpandpaper.fi@andritz.com

www.andritz.com

We accept the challenge!

VIHERLIPEÄLINJAN KERROSTUMANESTO

Timo Oja
Solenis Finland Oy

VIHERLIPEÄLINJAN KERROSTUMANESTO

SOODAKATTILAPÄIVÄ 30.10.2014

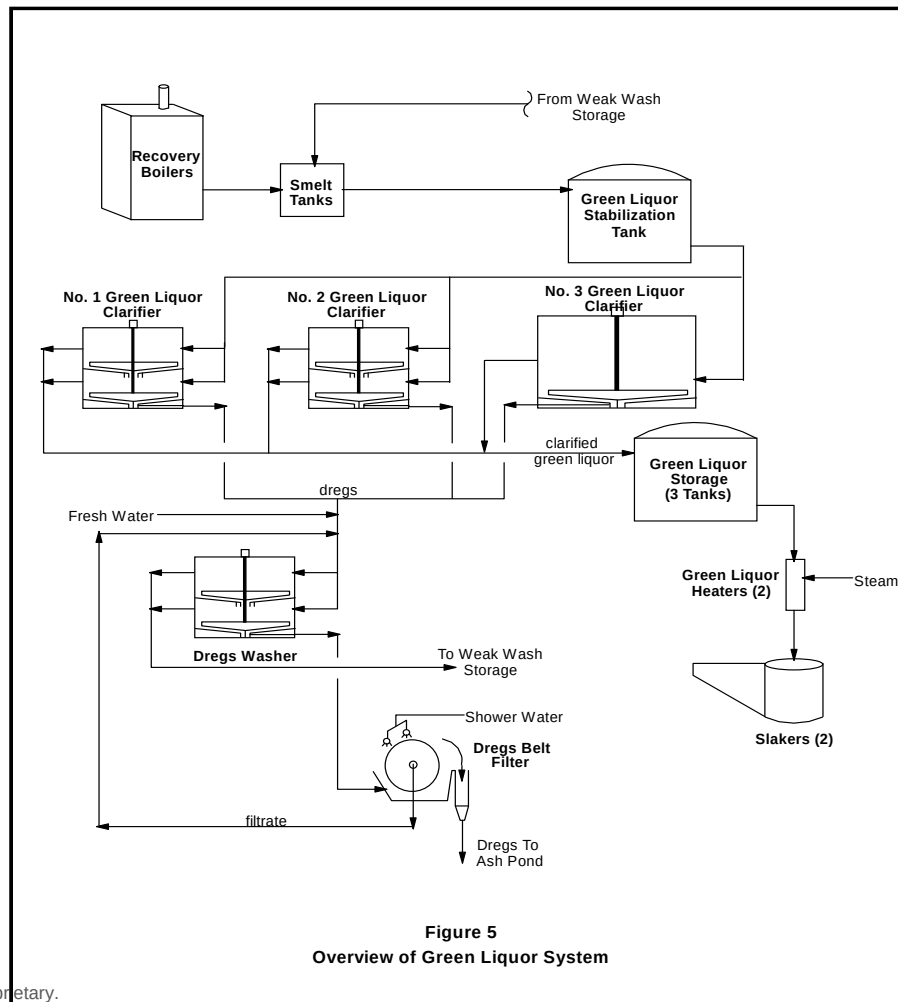
TIMO OJA, SOLENIS FINLAND OY

Kerrostuma virherlipeälinjassa

Viherlipeälinjalla liuottajalta kaustisointiin on tapana kerrostua ja sakkaantua.

Tyypillinen tapa on vaihtaa ajoittain viherlipeän ja heikkovalkolipeän linjojen virtaussuuntia.

Tukkeutuva linja aiheuttaa pesutarvetta ja pahimmillaan soodakattilan kapasiteetin laskun.



Kerrostuma virherlipeälinjassa

Yleiset paikat kerrostumille

- Liuottaja
- Viherlipeälinja
- Pumput ja putket
- Viherlipeäsuotimet

Kerrostuman komponentit

- Kalsiumkarbonaatti
- Pirssoniitti: kalsium- ja natriumkarbonaatin yhdistelmä
- (Natriumalumiinisilikaatit)

Kerrostuman seurauksia

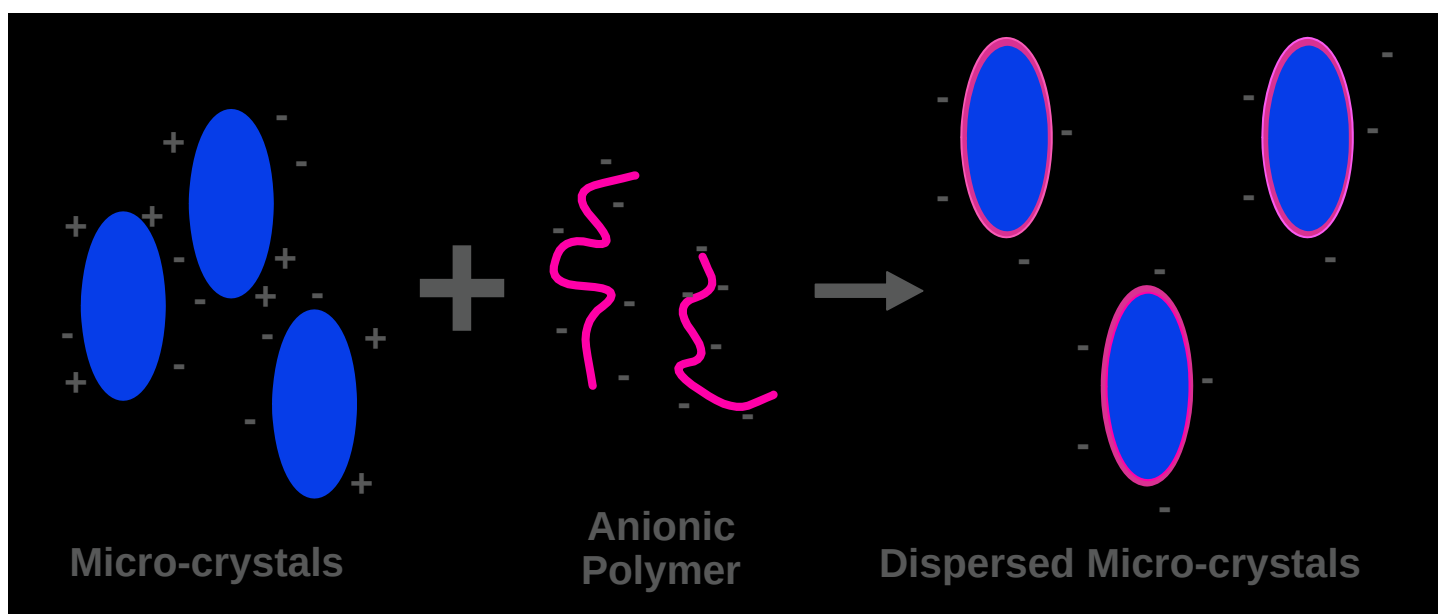
Happo- tai korkeapainepesu; kustannus ja menetetty aika.

Pesurin suuttimien tukkeutuminen; ympäristöriskit

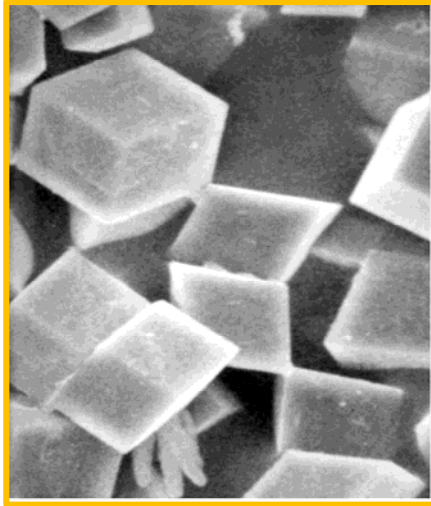
Liuottajan ylimääräiset puhdistukset

Liuottajan tiheysmittarin virheelliset lukemat; viherlipeän laadunvaihteluita

Kerrostumanesto: Dispergointi



Kerrostumanesto: Kristallin muokkaus



7 Confidential and proprietary.



8 Confidential and proprietary.

Infinity™ SL4335 kerrostumanestoaine

Konsentroitunut kristallia muokkaava polymeeri, dispergointiaine ja inhibiitti

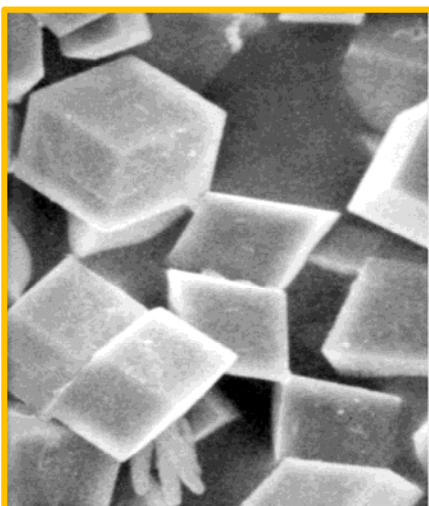
Alkaalisiin systeemeihin

Sisältää dispergointiainetta joka mahdollistaa polymeeriketjun nopean suoristumisen

Suunniteltu erityisesti estämään kalsiumkarbonaattikerrostumia

Infinity SL4335

CaCO₃ Ei käsittelyä



Kristallit käsitelty
Infinity SL4335





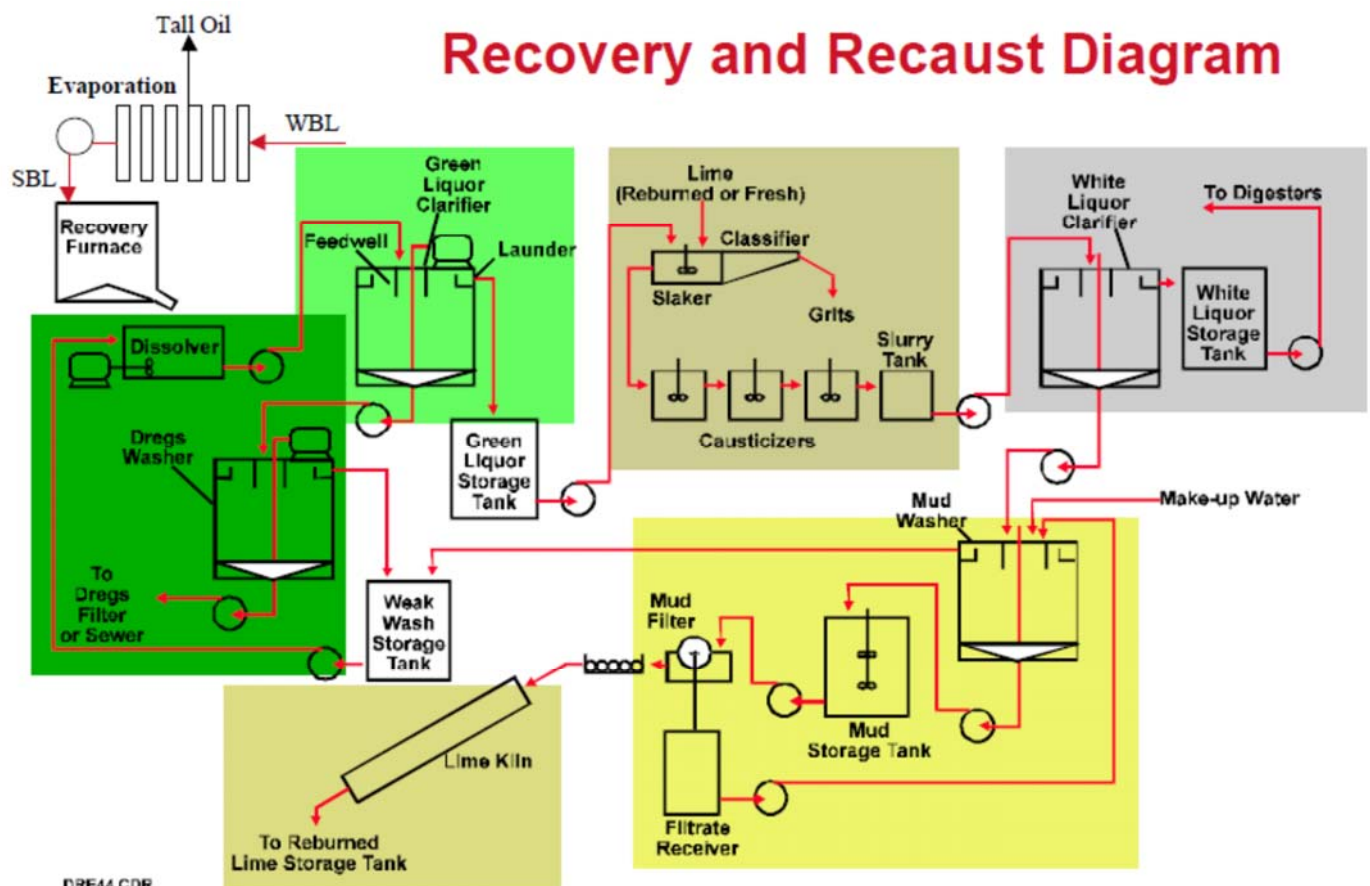
Ennen käsittelyä

Käsittelyn jälkeen



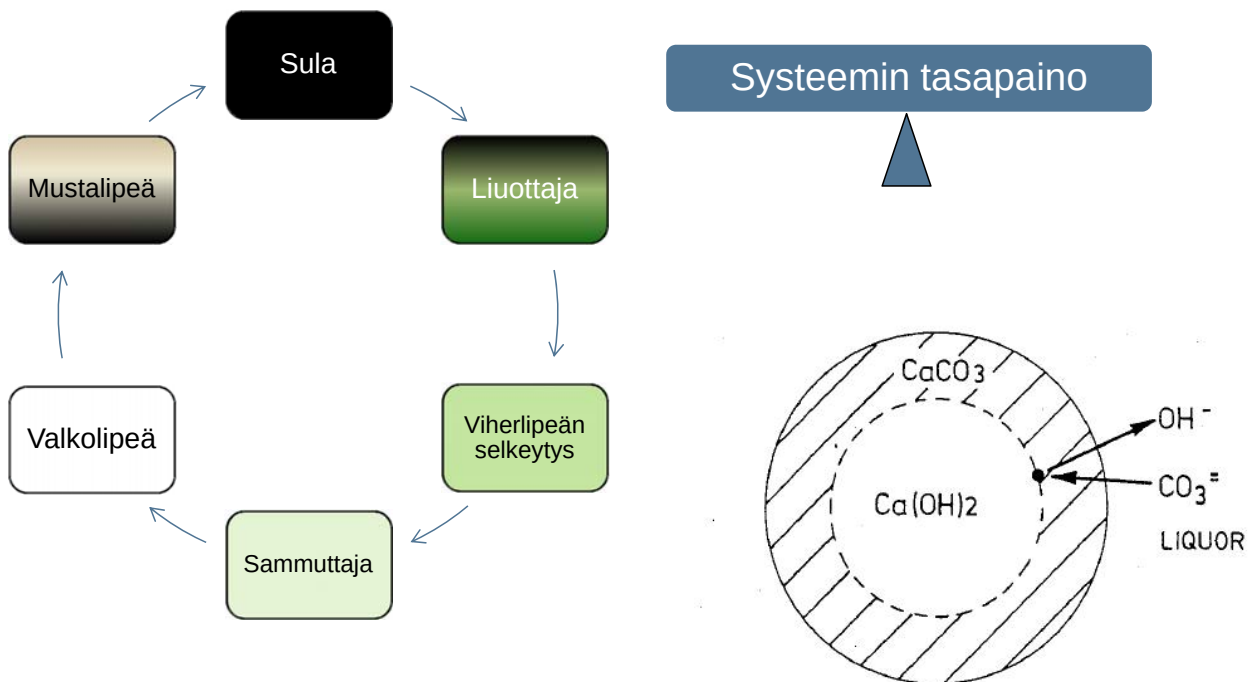
11 Confidential and proprietary.

Recovery and Recast Diagram



12 Confidential and proprietary.

Kerrostuma virherlipeälinjassa



13 Confidential and proprietary.

Laborioritotestit

Laborioritotestien avulla pyritään saamaan kokonaiskuva lipeäkierron eri osa-alueista

Mustalipeä

Valkolipeä

Viherlipeä (+selkeytetty+sakka)

Laihavalkolipeä

Meesasuotimen syöttö

Meesauunin syöttö

Poltettu kalkki (Make-up)

14 Confidential and proprietary.

Laboratoriotestit

Orgaaninen

Epäorgaaninen

NPE

Tuhka

Kokonaishiili

Ionikromatografia (IC)

Induktiivisesti kytketty plasma/atomi emissio spektroskopia (ICP/AES)

15 Confidential and proprietary.

SYSTEM INFORMATION

Product Lines

Scale Control

ANALYSIS DETAIL

Ash at 575 °C

Ash at 575 °C	98.7	%
---------------	------	---

Ash at 900 °C

Ash at 900 °C	96.6	%
---------------	------	---

Drying

Loss on drying at 105°C	72.	%
-------------------------	-----	---

Solids

Total suspended solids (TSS)	5	ppm
------------------------------	---	-----

TOC

Carbon, total organic as C (TOC)	12400	ppm
----------------------------------	-------	-----

Anions - IC

Chloride as Cl	67000.	ppm
----------------	--------	-----

Sulfate as SO4	1000.	ppm
----------------	-------	-----

SEM/EDS (Oxides)

Sodium as Na2O	73	%
----------------	----	---

Sulfur as SO3	17	%
---------------	----	---

Silicon as SiO2	4	%
-----------------	---	---

Potassium as K2O	3	%
------------------	---	---

Calcium as CaO	1	%
----------------	---	---

Aluminum as Al2O3	1	%
-------------------	---	---

Phosphorus as P2O5	1	%
--------------------	---	---

Yhteenveto

Prosessin ja sen kemiallisen tilan ymmärtäminen ja hallinta voi olla avain tehokkuuden maksimoimiseen

Kemikaaleja voidaan käyttää tuotannon maksimoimiseen eri alueilla, mutta ne pitää valita ja käyttää oikein



Kiitos !

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYKSEN HISTORIIKKI

Risto Valkeapää
Julkaisutuotanto Risto Valkeapää Oy

Suomen Soodakattilayhdistyksen historiaa

50 vuotta yhteistyötä käytettävyyden, turvallisuuden ja
ympäristöystävällisyyden kehittämiseksi

Sunila silloin ennen ...

Sunilan sulfaattisellutehdas Karhulassa oli aikansa esimerkki hajautetusta omistuksesta Soodakattilayhdistyksen syntymän aikaan. A. Ahlström Osakeyhtiö omisti siitä tytäryhtiönsä Karhula Osakeyhtiön kautta 20%, Kymin Oy 20%, Enso-Gutzeit osakeyhtiö 20%, Yhtyneet Paperitehtaat Oy 20%, Tampereen Pellava- ja Rauta-Teollisuus Osake-yhtiö myöhemmältä nimeltään Oy Tampella Ab 20 %.

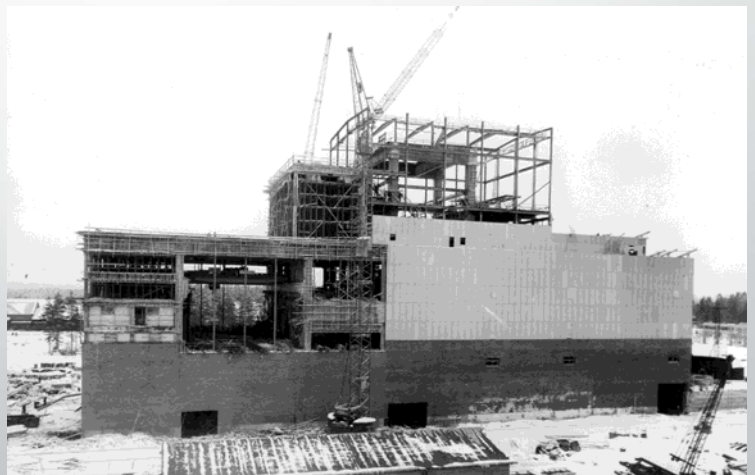


Yhteistutkimus todettiin välttämättömäksi

- Vuosina 1961-1964 monet sulfaattitehtaat olivat todenneet soodakattiloiden tulipesissä nopeaa syöpymistä. Vuoteen 1968 mennessä korjaukset olivat maksaneet noin 5 miljoonaa markkaa eli kattilaa kohden noin puoli miljoonaa, ja ne olivat vaatineet keskimäärin 46 vuorokauden seisokin.
- Nämä tosiseikat johtivat ajatukseen yhteistutkimuksen aloittamisesta. Kaukaalla pidettiin 20. marraskuuta 1964 yhteistoimintaneuvottelu, johon osallistuivat keskeiset soodakattiloiden käyttäjät. Kaikki kannattivat yhteistutkimuksen aloittamisesta syöpymisen syiden selvittämiseksi sekä tulipesän suojauskeinojen löytämiseksi.
- Muissa tärkeimmissä soodakattiloiden käyttäjämaissa Ruotsissa, Yhdysvalloissa ja Kanadassa ei tuolloin vielä havaittu näin nopeaa kattilan syöpymistä ja vastaavat sisäpuoliset syöpymät oli voitu selittää huonosta syöttövedestä johtuvaksi. Sisäpuolinen kerrostuma aiheuttaa putken lämpötilan nousun ja syöpymisen tiedettiin riippuvan metallin lämpötilasta, joka olikin ainoa luotettava syöpymistä koskeva tieto.

Kaukas Oy:lle uusi tehdas 1964

- Kaukas rakensi 1960-luvun alussa uuden sulfaattiselluloosa-tehtaan, joka valmistui vuonna 1964. 1970-luvulla sulfiittisellun valmistus Kaukaalla päättyi ja sulfaattiselluloosa-tehdasta laajennettiin uudella tuotantolinjalla, jolta valmistui pitkäkuituista mäntyselluloosaa.



Suomen selluteollisuus kävi kovilla kierroksilla

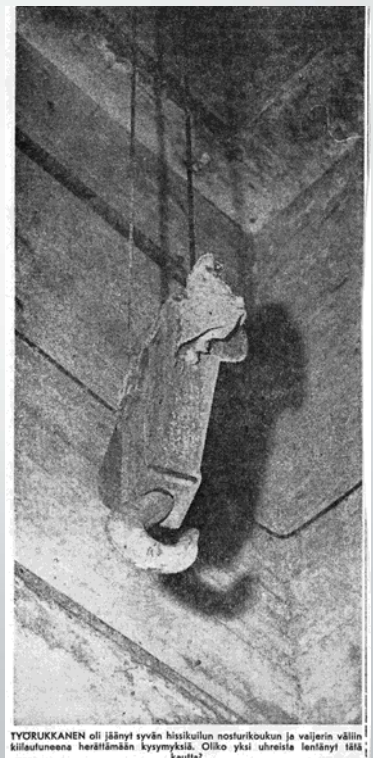
- Suomen Selluloosayhdistys myi keskitetysti kaikkien selluloosatehtaiden tuotannon. Yhtiöt eivät siten kilpailleet keskenään, mikä mahdollisti avoimen tiedonvaihdon.
- Soodakattilayhdistyksen perustamisen vuonna 1964 selluloosan kysyntä maailman markkinoilla oli hyvä. Lisääntynyt menekki salli tuotantomahdollisuuksien hyväksikäytön tehokkaammin kuin edellisenä vuotena, kerrottiin Selluloosayhdistyksen vuosikertomuksessa.
- Paperiselluloosan hintataso, joka saavutettiin vuoden 1963 lopulla, säilyi muuttumattomana kertomusvuoden neljännelle neljännekselle saakka, jolloin toteutettiin n. 4 – 5 %:n hinnankorotus. Vuosikertomuksen mukaan, lisääntyivät toimitukset vuonna 1964 vuoteen 1963 verrattuna 219 530 tonnilla vastaten 11,8 %. Kokonaislisäys kahden viimeisen vuoden aikana on ollut 433 139 tonnia eli 26,2 %.

Eli tehtaat kävivät täysillä ja soodakattilat olivat kovalla rasituksella.

Äänekosken onnettomuus pysähdytti

- Metsäliiton Selluloosa Oy:n Äänekosken selluloosatehtaan soodakattilassa tapahtui syyskuun lopussa 1965 sularäjähdyks. Onnettomuus vaati neljän ihmisen hengen. Räjähdyksen voima oli niin suuri, että liki 50 metriä korkean kattilarakennuksen ulkoseinäpaneelit irtosivat.
- Kolme miestä sai surmansa syöksyttyään nosturikuiluun pakoon tulikuumaa höyryä. Lämmittäjä Väinö Erik Kolu kuoli heti ja ylikonemestari Reino Ilmari Rönneberg ja pillimies Vilho Henrik Niemistä matkalla sairaalaan. Neljäs uhri, pahoin palanut pillimies Edvard Hyvärinen kuoli vuorokauden kuluttua onnettomuudesta.
- Nosturikuilu oli 20 metriä korkea, ja vaijeria riitti 10 metrin matkalle. Onnettomuuden tutkijat löysivät nostokoukusta työrukkasen.

Kolme ensimmäistä uhria olivat yhdessä tutkimassa putkivuotoa.



TYÖRUUKKANEN oli jäänyt syvään nosturikuiluun nosturikoukun ja vaijerin välillä kilpailuneena herättämään kysymyksiä. Oliko yksi uhreista laantanut täällä kaulalla?

Äänekosken onnettomuuden syy

- Kattilan putkistoa tutkittaessa havaittiin, että siinä osassa kattilan putkistoa, jossa onnettomuuden aiheuttanut vaurioitunut putki oli, osa putkien virtaussuuttimista oli osin tukkeessa. Näiden joukossa oli myös suutin, joka kuului vaurioituneeseen putkeen.
- Karsta tutkittiin, ja sen todettiin olevan rautaoksidia eli magnetiittia (Fe_3O_4), joka tavallisesti peittää kattilaputkistot ohuena kalvona, joka voi irrota mm. happojen vaikutuksesta.
- Kattilavesi oli tullut happamaksi (pH n. 4.9) kolme viikkoa ennen onnettomuutta. Häiriö pH:n hallinnassa oli saatu korjatuksi. Todennäköisesti se kuitenkin riitti irrottamaan magnetiittia, joka kulkeutui kattilaveden mukana suuttimeen.
- Suuttimen tukkeutumisen seurauksena putki ylikuumeni loppuosastaan ja alkoi syöpyä ulkopinnaltaan. Syyksi pH:n laskuun paljastui vuoto rikkihapposäiliössä, joka sijaitsi syöttövesialtaan päällä.

Sulfidikorroosio johti syöpymiseen

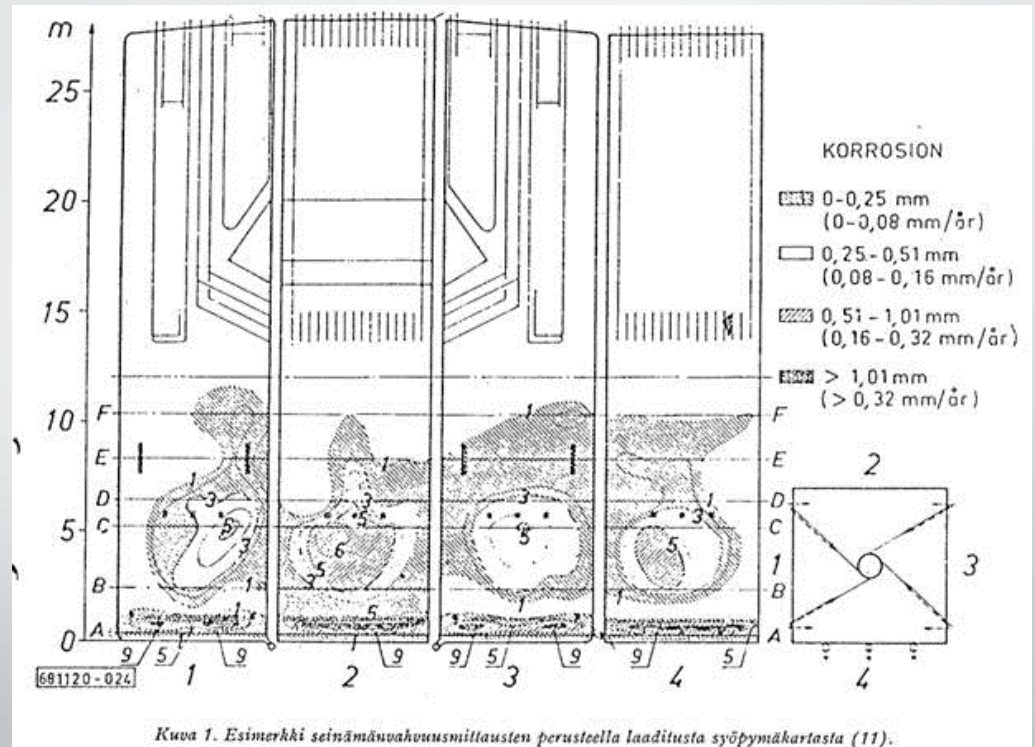
- Tulipesän puoleisen syöpymisen todettiin johtuvan sulfidikorroosiosta. Teräsputken pinnalle muodostuu tavanomaisen putkea suojaavan oksidikerroksen asemesta rautasulfidikerros, joka epätäydellisestä kiderakenteesta johtuen läpäisee rautaioneita niin, että reaktio pääsee jatkumaan.
- Syöpymiselle alttiit kohdat kartoitettiin ja syöpymisnopeus selvitettiin. Nopeinta syöpyminen oli reduktiovyöhykkeessä erityisesti sularajassa. Lievempi syöpymisalue todettiin polttovyöhykkeessä, ja se saattoi ulottua aina tulipesän kattoon asti.

Syöpymistutkimuksen tärkeimpiin kuuluva tulos oli vuonna 1968 julkaistu tulipesän seinäputkien suojaussuositus.

Kuva 2. Tulipesän suojaussuositus 1970.

Suojausaikoja määriteltäessä on pohjaksi otettu normaalin sulfaattiprosessin liepeä sekä kattilan lieriöpaine 50—100 kp/cm ²				
Uudet putket	R	P	J	Y
Hiihteräsputket:				
2 mm:n syöpymisvara	2	3	3	4
Al-liekkiruiskutus	0	0	2	2
Cr-Al-liekkiruiskutus	0	1	2	3
Cr-teräs-liekkiruiskutus	1	1	2	3
Cr-teräs-päällehitsaus	4	4	4	—
Cr-teräsputket, membraaniseinä	4	4	4	—
Kompond-putket	4	4	4	—
Tiheä tapitus	3	3	3	—
0 = ei suojaa	R = Reduktiovyöhyke			
1 = suojaa 0—1 vuotta	P = Polttovyöhyke			
2 = suojaa 1—3 vuotta	J = Jälkipolttovyöhyke			
3 = suojaa 3—6 vuotta	Y = Ylävyöhyke			
4 = suojaa yli 6 vuotta				
— = tarpeeton				

Esimerkki syöpymä- kartasta



Kaikki omistajat ja valmistajat mukaan 1969

- Toukokuussa vuonna 1966 Kotkassa pidetyillä soodakattilaneuvottelupäivillä perustettiin Teollisuuden Lämpötekniillisen kerhon yhteyteen Soodakattilajaosto.
- Raumalla marraskuussa 1968 pidetyssä soodakattilajaoksen kokouksessa tehtiin periaatepäätös syöpymistutkimuksen jatkamisesta ja yhteistoiminnan laajentamisesta koko soodakattila-alaa koskevaksi.
- Yhteistoiminta pääsi alkuun vuoden 1969 alussa Suomen kaikkien soodakattilaomistajien ja –valmistajien päätettyä osallistua siihen.
- Yhteistoiminnan päärahoittajina olivat kaikki soodakattiloita omistavat tehtaat. Kustannukset jaettiin näiden kesken samassa suhteessa Ekonon jäsenmaksut soodakattiloiden osalta. Lisäksi osallistuivat soodakattiloiden kotimaiset valmistajat ja vakuutusyhtiö OTSO osakasyhtiöineen kustannuksiin. Vuosiksi 1969-71 yhteistoiminnan budjetti oli kaikkiaan 315 000 mk.

Oy Keskuslaboratorio liittyi yhteistoimintaan mukaan Suomen Selluloosayhdistyksen teknikkokomitean alaisen korroosikomitean toimesta vuonna 1969.

Toiminta sai jatkuvuutta

- Yhteistoiminnan puitteissa suoritettavaa tutkimustyötä johti päätoimikunta, jonka alaisina toimivat seuraavat tutkimuskomiteat: yleiskomitea, kestoisuuskomitea ja tulistinkomitea. Vuonna 1972 uutena tutkimuskomiteana toimintaan liittyi emissionkomitea.
- Ensimmäisen toimintajakson konkreettisia tuloksia olivat syöpymis- ja kestoisuustutkimuksiin perustuvat tulipesäputkien suojaussuositus, tarkastus- ja korjaussuositukset. Samoin oli saatu aikaan vilkas informaatiotoiminta ja tehostunut kokemusten vaihto niin kotimaan kuin ulkomaidenkin piirissä.
- Teollisuuden piirissä katsottiin, etteivät yhteistoimintaan uhratut varat ainakaan menneet hukkaan.
- Tampereella 12.5.1971 pidetyssä kokouksessa tehtiin yksimielinen päätös ehdottaa yhteistoiminnan jatkamista seuraavaksi kolmivuotiskaudeksi v. 1972-1974. Sekä suomalaiset soodakattilanomistajat että –valmistajat hyväksyivät ehdotuksen.

Jatkuvuusperiaate voimaan 1975

- Päätoimikunnan puheenjohtajana oli dipl.ins. Mikko Platan ja sihteerinä dipl.ins. Tom Roos. Yleiskomitean puheenjohtajana toimi dipl.ins. Pauli Virtanen, Kestoisuuskomitean puheenjohtajana toimi dipl.ins. Pertti Valkamo ja sihteerinä Roos. Tulistinkomitean puheenjohtajana toimi ins. Pauli Nokelainen ja Emissiokomitean dipl.ins. Nils-Christian Berg.
- Marraskuussa 1975 Teollisuuden lämpöteknillinen kerhon soodakattilajaos julkaisi raportin, jossa määriteltiin tuleva toiminta. Raportin mukaan ”soodakattila-alan yhteistoiminnasta saadut tulokset ovat tähän mennessä olleet siinä määrin rohkaisevia, että päätoimikunta on päättänyt ehdottaa toimintamuodon muuttamista jatkuvuusperiaatteella tapahtuvaksi”.
- Tuleva toiminta määriteltiin jatkuvaluonteisiin tehtäviin, kuten informaatiopalvelu ja projektiluonteisiin tehtäviin. Projektiluonteisina tehdään käyttö- ja käytettävyystilastojen laadinta, pikatyhjennyskokeilut, tulipesämateriaalien kenttätutkimukset, metalliruisutuspakisuuden mittaaminen ja kaarihitsaussaumojen heikentyminen.

Poimintoja henkilöhaastatteluista

Viirihenkilö
Liva Söderhjelm
Katajanokan kodissaan
kesällä 2014



Viskositeettiasia teetti paljon töitä

- Liva Söderhjelm väitteli tohtoriksi vuonna 1989. Tuolloin hän oli jo varttunut tutkija.
- ”Yhteys soodakattilayhdistykseen syntyi siten, että Soodakattilayhdistyksestä oltiin yhteydessä, koska minulla oli parhaat kokemukset kemikaalien talteenotosta. Viihdyin erittäin hyvin sekä Soodakattilayhdistyksessä että lipeäjaostossa.”
- ”Viskositeettiasia oli urani keskeisimpiä, ja se on teettänyt paljon töitä. Ongelma ilmenee haihduttamossa, josta mustalipeä ei mene läpi, jos viskositeetti on korkea.”

Ensimmäinen viirimies Keijo Imeläinen, ja se viiri



Konemestaripäivien rinnalle Soodakattilapäivä

- Dipl.ins. Keijo Imeläinen tuli mukaan toimintaan vuonna 1974.
- "Yhteistoimintaa oli ollut kymmenen vuoden ajan, kun tulin mukaan. Kun katsoo tuota kymmentä vuotta, voidaan todeta, että porukka eli niin, että kierrettiin tehtaalta toiselle. Konemestaripäivät oli aluksi yhdistävä tekijä. Kun tultiin 1980-luvun puoliväliin, toimintamallia vaihdettiin ja lopetettiin pelkkä tehtailla juokseminen ja vuonna 1988 toiseksi seminaariksi tuli Soodakattilapäivä. Soodakattilapäivä syntyi omien tutkimuksien esittelemiseksi."

Yhdistyksen sihteerinä toiminut Arto Aaltonen Tapiolan Gardenin miljöössä syksyllä 2014



Toiminta alkuun melko vaatimatonta

- "Valmistuin Åbo Akademista vuonna 1973 kemiallisteknisestä tiedekunnasta. Diplomityöni 1970-71 käsitteli haihduttamon likaantumista. Kehittelin on-line tietokoneohjelmaa, jolla likaantumista voisi seurata. Menin 1974 alkuvuodesta Ekonoon töihin. Niihin aikoihin jouduin Soodakattilayhdistyksen sihteeriksi. Esimieheni oli Tom Roos, joka oli edellinen sihteeriksi, dipl.ins. Arto Aaltonen kertoi.
- "Soodakattilayhdistyksen toiminta oli tuohon aikaan yllättävän pienimuotoista ja taloudellisesti vaatimatonta. Jäsenet maksoivat jäsenmaksua höyryarvojen mukaan kuten Ekonossakin. Tutkimusten vuosimäärärahat olivat tuskin edes samaa suuruusluokkaa kuin johtajien vuosipalkat."

Viirimies Pekka Heikkinen kotonaan Helsingin Mannerheimintiellä



Koko talteenottoalueen yhdistys

- Dipl.ins. Pekka Heikkinen on ollut työuransa aikana vastuussa koko talteenottopuolesta projekti päällikkönä haihduttamosta, veden käsittelystä, kaustisoinnista, mäntyöljystä meesauuniin. Hän näkee Soodakattilayhdistyksen tehtäväksi toimia koko recovery-alueella.
- "Totta on, että jos ei ole yhdistystä, ei ole raportoitavaa ollenkaan. Kansainvälisesti kuitenkin on todettu, että yhdistystä tarvitaan: Ruotsissa on oma ja USA:ssa omansa", Soodakattilayhdistyksen hallituksessa toiminut Heikkinen toteaa.

Viirimies Vesa Mikkola ja
Jukka Heiko Oulussa



Vesa Mikkola: 1990-luvulla tiedonvaihto avointa

- "Olin 1970-luvulla päätoimikunnassa. Aktiivisia henkilöitä olivat Mikko Platan, Antti Jaakkola sihteerinä Ekonosta. Nils ja Pauli Lindroos olivat Ahlströmiltä ja Eino Ekman Tampellalta. Kauko Seppälän muistan myös."
- Yleiskomitea noteerasi Mikkolan vuonna 1970, kun tekn.yo Vesa Mikkola Oulun Yliopistosta palkattiin 1.8.1970 lähtien suorittamaan kattilan, harpan sekä skrubberin olosuhteiden vaikutusta hajukysymyksiin.
- "Tutkimme ajo-olosuhteita ja lipeäolosuhteita, ja mittasimme rikkivetyjä. Tehtaalla oli harppa eli savukaasuhaihdutin, jolla päästiin 64-65 prosentin kuiva-ainepitoisuuteen. Rikkivetymittari oli siihen aikaan uusi. Pölyä oli paljon savukaasuissa. Muuttelimme kattilan ilmajakoa ja lipeäjakoa. Säätelimme primääri-, sekundääri- ja tertiääri-ilmoja. Tein siitä diplomityöni, joka painettiin Ekonon kansiin. Tom Roos oli valvojana."
- Vesa Mikkola toimi soodakattilayhdistyksen puheenjohtajana 1994-1995. "Olin puheenjohtajana, kun yhdistyksellä oli 30-vuotisjuhla. Tiedonvaihto oli silloin avointa. Osaltaan avoimuuteen vaikutti se, että suuret konsernit eivät vielä olleet muodostuneet. Yhteydet ruotsalaisiin olivat myös hyvät, ja tietoa vaihdettiin molemmin puolin."

Lipeäasiantuntija, professori Mikko Hupa Milleniumteltassa Helsingissä



Soodakattilaklusteri yhdistää

- "Täytyy rohkeasti todeta, että ollaan alueella, jolla Suomi on maailman ykkönen", professori Mikko Hupa Åbo Akademista sanoi. Hupa on maailman johtavia mustalipeän asiantuntijoita.
- "Meillä on soodakattila-alan parhaat toimijat, parhaat tehtaat, laitetoimittajat ja tutkijat. Meillä on kaksi valmistajaa, jotka hallitsevat 80 prosenttia maailman markkinoista. Se synnyttää mahtavaa dynamiikkaa, kun tekniikkaa kehitetään rintarinnan."
- "Soodakattila-alalle on syntynyt osaamisen klusteri, joka täysin uniikki maailmassa. Klusteri on yhdistävä tekijä, ja siihen kuuluvat Suomessa kaikki soodakattila-alan toimijat sekä käyttäjät että toimittajat."

Compoundin säröilyä tutkittiin

- Ensimmäiset raportit compound-putkien säröilystä ja paikallisesta korroosiosta tulivat esille 1980-luvun loppupuolella Suomessa ja Ruotsissa, ja 1990-luvun alussa säröily tunnustettiin koko maailman puunjalostusteollisuuden ongelmaksi.
- ETY:n Soodakattilavaliokunnan vuosikokouksessa 1988 järjestettiin Compound-seminaari, johon osallistuivat käytännöllisesti kaikki soodakattila-alan toimijat Suomessa. Compound-materiaalin säröily oli aiheuttanut lukuisia vesivuotoja kattiloissa ja samalla vaaratilanteita.
- Soodakattilayhdistyksen projekteissa selvitettiin Compound-putkien vauriomekanismeja ja tehtiin materiaalitestauksia uusilla putkimateriaaleilla mm. Sanicro 38.
- Ensimmäiset koepaneelit asennettiin Oulussa vuonna 1991. Kokeita tehtiin jatkossa Kaukaalla.
- Kestoisuustyöryhmässä aloitettiin systemaattinen tulipesämateriaalien tutkimus. Materiaalitutkimuksien pohjalta syntyi TEKES-rahoitteiset Soodakattilan tulevaisuudessa-hankkeet

Soodakattilayhteistyö osoittautunut elinvoimaiseksi

- ETYn toiminta loppui vuonna 1993. Soodakattilavaliokunnan toiminta jäi eloon Suomen Soodakattilayhdistyksenä.
- Tehtaiden edustajat ja laitevalmistajat näkivät yhteistyön jatkamisen materiaali- ja turvallisuusasioissa sekä lipeätutkimuksessa että ympäristökysymyksissä aiheelliseksi.
- Konemestaripäivä ja Soodakattilapäivä olivat vakiinnuttaneet asemansa alaa yhdistävinä tapaamisina.

Kiitos!

**SODAHUSKOMMITTÉN - RUOTSALAIS-NORJALAINEN
SOODAKATTILAKOMITEA, VUOSIKATSAUS 2013**

*Kajsa Fougner
Sodahuskommittèn*

Annual Report from the Swedish-Norwegian Recovery Boiler Committee 2014

Kajsa Fougner, ÅF

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

Sodahuskommittén

The Swedish Norwegian Recovery Boiler Committee

Topics

1. The organization of the SNRBC
2. State of the boiler park in Sweden and Norway
3. Reported incidents
4. Recommendations
5. Education and examination of operators
6. Standardization

Sodahuskommittén

The Swedish Norwegian Recovery Boiler Committee

1. The organization of the SNRBC

The Board of the SNRBC

Chairman: Hans Holm, Stora Enso Skoghall mill

Secretary: Ragnar Stare/ Kajsa Fougner ÅF

16 members (12 voting)

Recommendations Subcommittee

Lars Andersson, Secretary, ÅF

Additional 3 members

Incidents Subcommittee

David Good, Secretary, ÅF

Additional 9 members

Training Subcommittee

Björn Lundgren, Inspector

Additional 5 members

Sodahuskommittén

The Swedish Norwegian Recovery Boiler Committee

2. Boiler park - Larger changes

Autumn 2013: The boiler in SCA Munksund (start up 1960) was converted to single drum

Autumn 2013: New evaporator line in BillerudKorsnäs Skärblacka

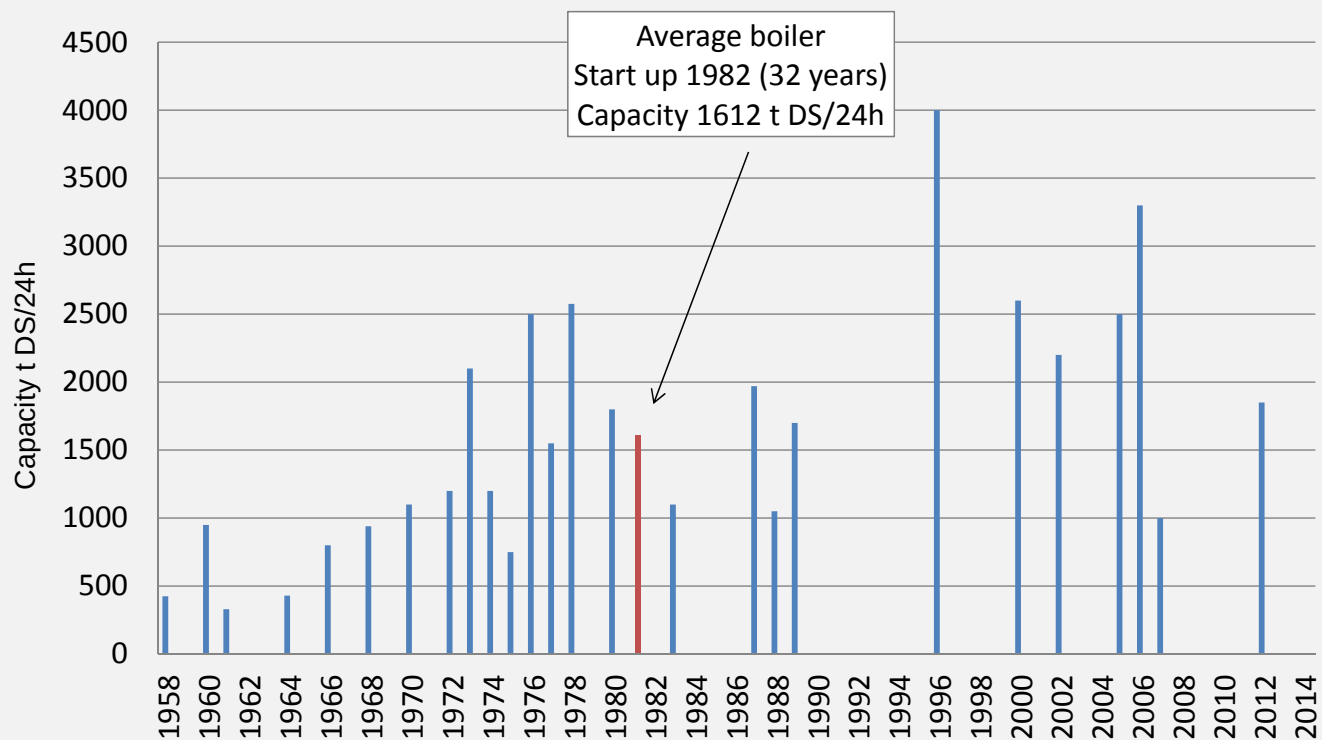
August 2013: Closure of Södra cell Tofte – Norway

Summer 2012: Start up of a new boiler in Iggesund (the 2 old boilers were shut)

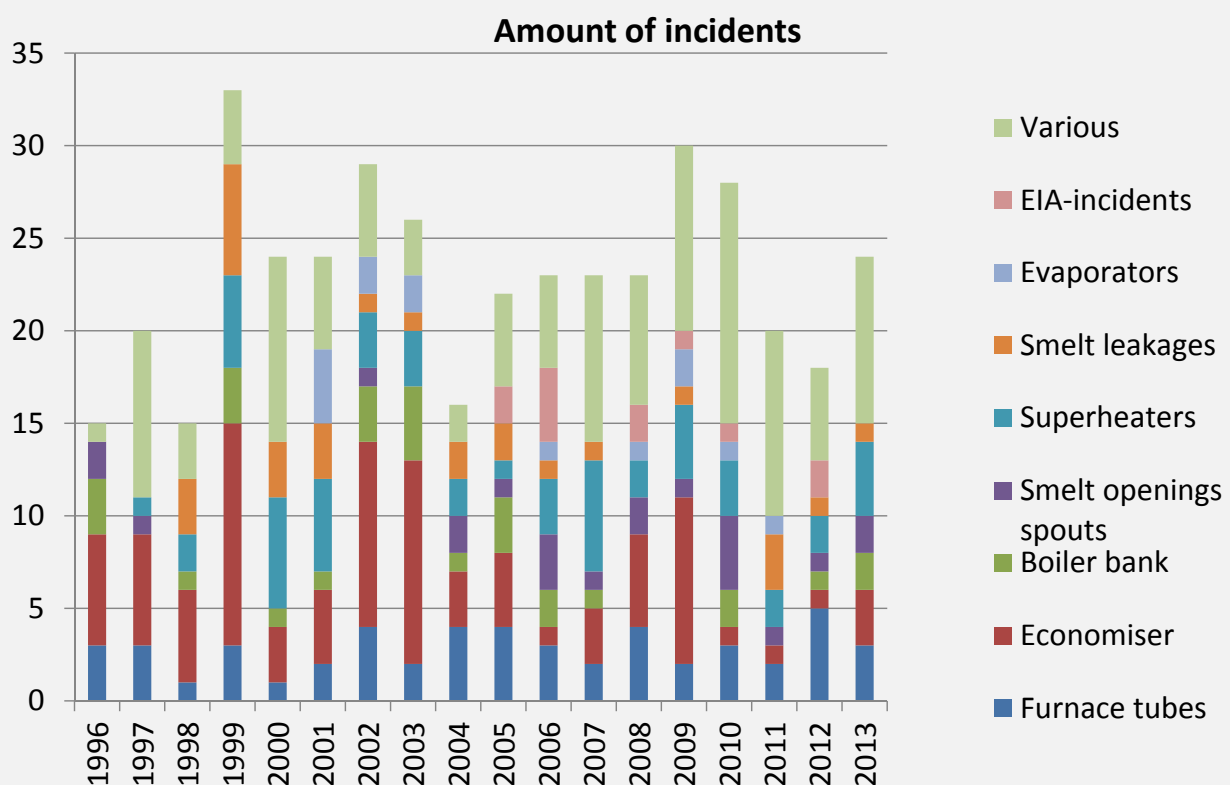
Spring 2012: Closure of Peterson Moss - Norway

Autumn 2011: The boiler in Smurfit Kappa Kraftliner Piteå (start up 1973) was transformed to single drum

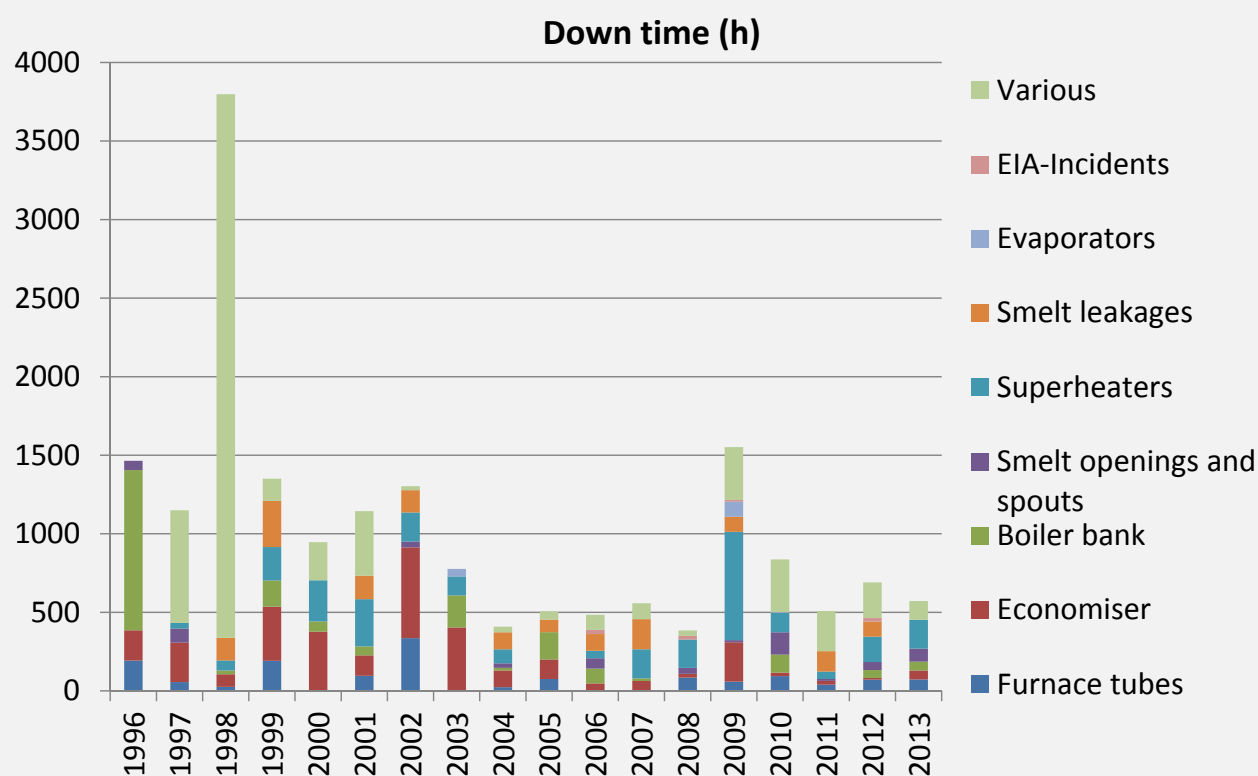
2. The boiler park in Sweden/ Norway



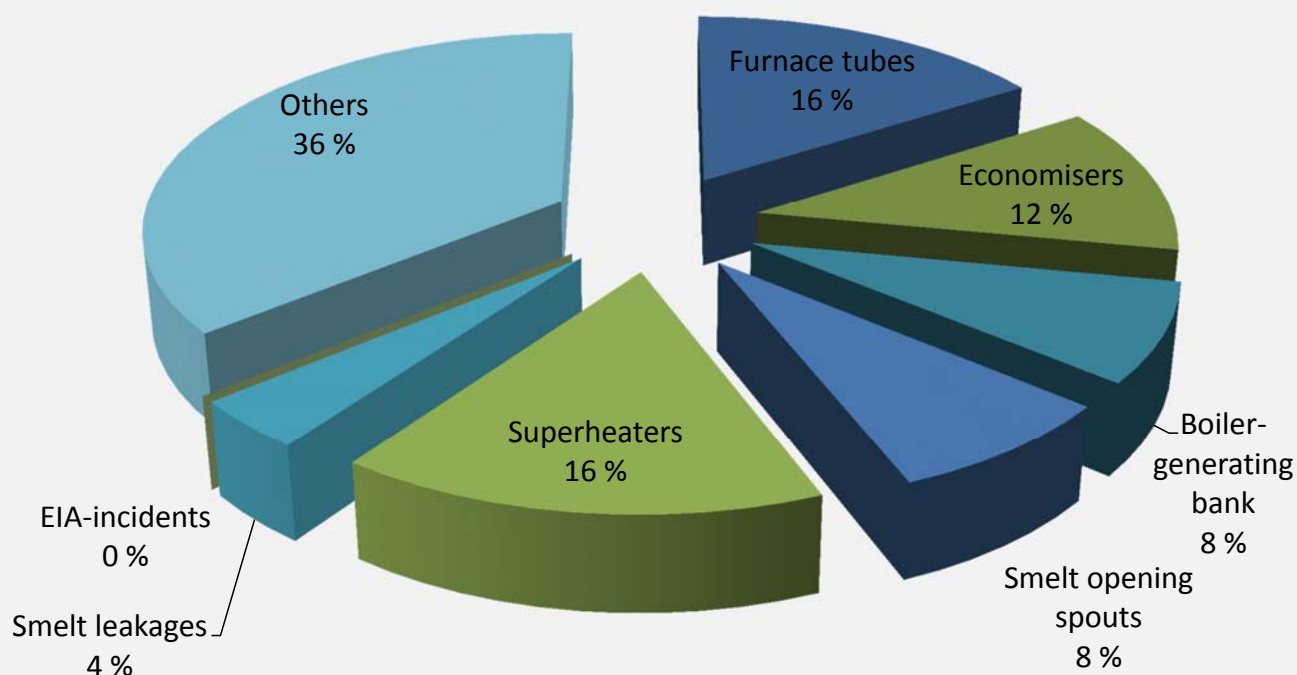
3. Number of reported incidents



3. Down time due to reported incidents



3. Incidents per area 2013



4. Recommendations

During 2013 14 recommendations have been approved:

- B1 Construction and equipment of recovery boilers
- B8 Technical devices for emergency shutdown and rapid emptying of recovery boilers
- B10 Monitoring of water circulation and material temperatures in recovery boilers
- B15 Prevention of leakage of ion-exchange resins to the boiler water.
- B16 Guidelines concerning equipment and protective systems for the destruction of strong gases, methanol and turpentine in recovery boilers
- B17 Design and operation of evaporation plant - recovery boiler.
- B19 Equipment for firing of black liquor in recovery boilers
- C4 Quality of feed water, condensate, boiler feed water, boiler water and steam
- C5 Preventive measures and monitoring to create a deposit and corrosion inhibiting boiler water buffer
- C6 Prevention at low pH values and at the occurrence of black liquor or oil in the boiler water
- C12 Chemical cleaning of water-sided coatings in recovery boilers
- D1 Water washing of gas side in recovery boilers
- D3 The minimum wall thickness of the water-tubes in recovery boilers
- D4 Repair and maintenance welding in recovery boilers

4. Recommendations

The aim of the recommendation sub committee is to check/update each recommendation every third year.

Extra efforts have been made to revise "B12 Auxiliary power supply (Reservkraft i sodahus)" due to the fact that several mills have experienced that the displays for the control system suddenly have turned black.

5. 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
- Reausticizing

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/issues are:

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

5. Education and examination

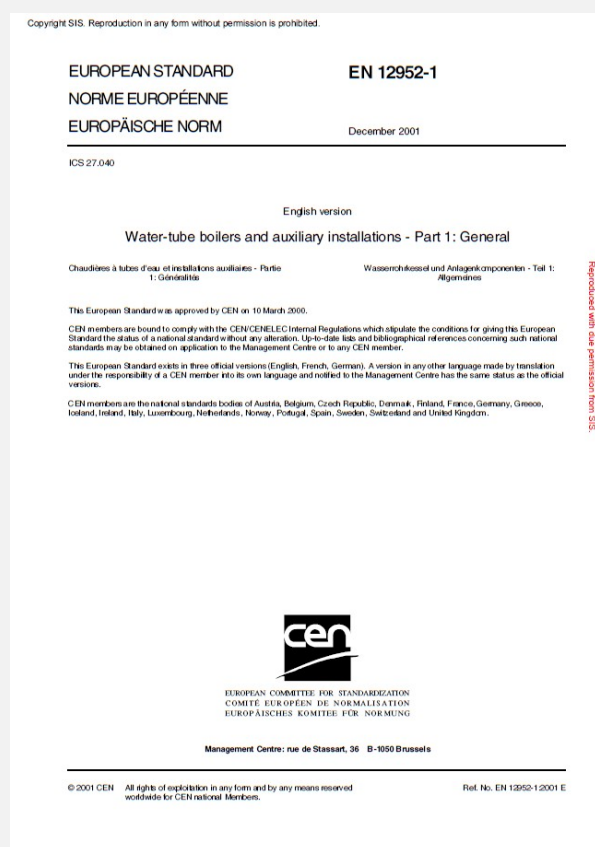
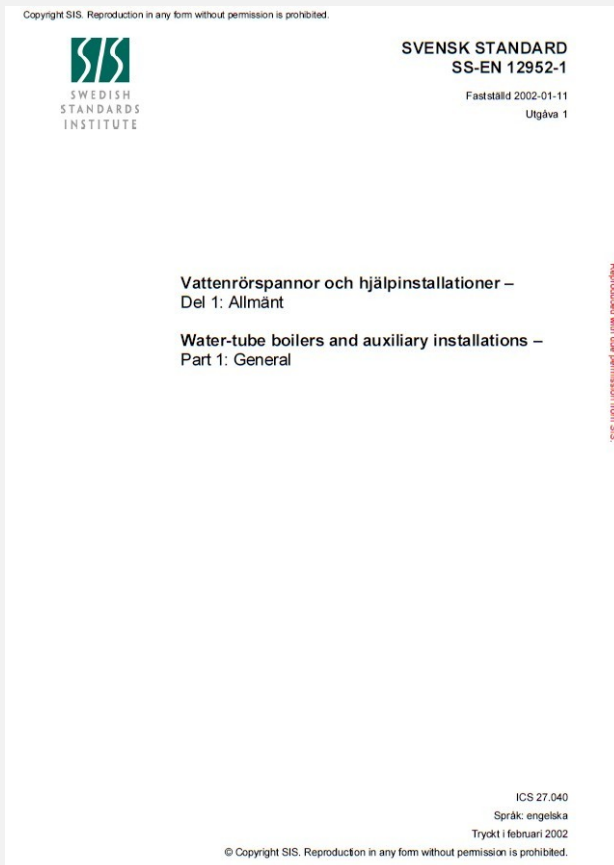
The minimum accepted recovery boiler experience until examination/certification is 2 years.

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

6. Standardization



6. Standardization

We are members in the Swedish Standardization, SIS

We are represented in the Swedish Working Group TK285,
Boilers

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYKSEN KUULUMISET

Markus Nieminen
Suomen Soodakattilayhdistys ry

Markus Nieminen

1 (4)

YHTEENVETO SOODAKATTILAYHDISTYKSEN TOIMINNASTA VUONNA 2014

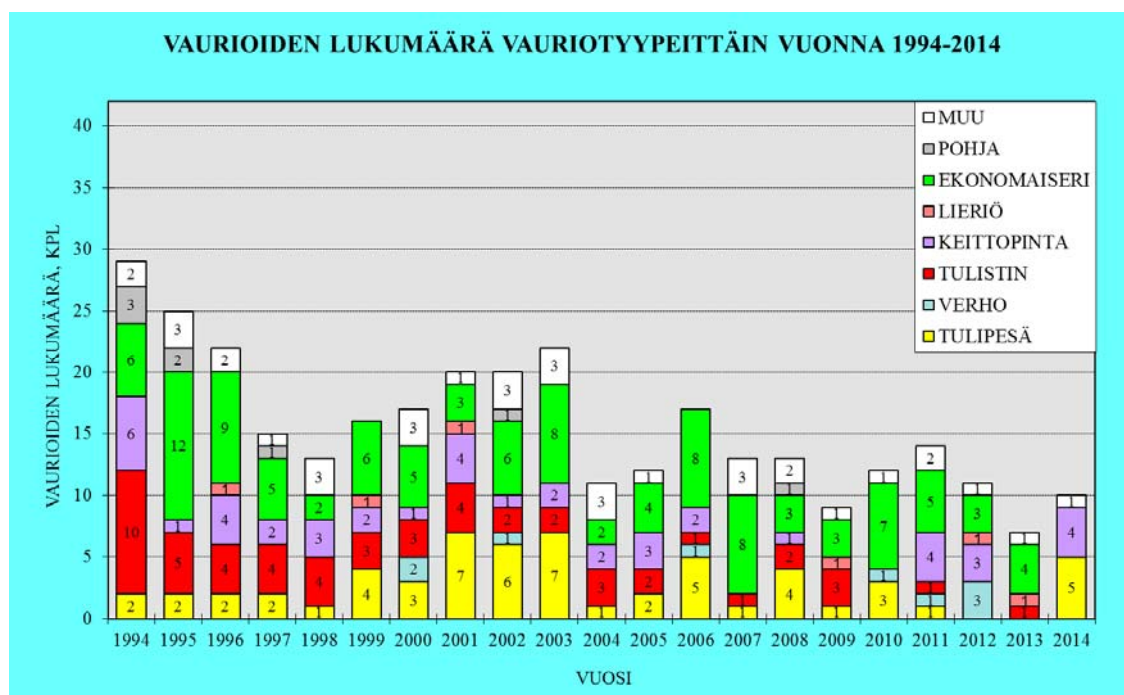
1 JÄSENET

Tällä hetkellä Soodakattilayhdistykseen kuuluu 23 varsinaista jäsentä, joista 15 on sellutehtaita, sekä 4 ulkojäsentä.

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

2 SOODAKATTILAVAURIOT 2014

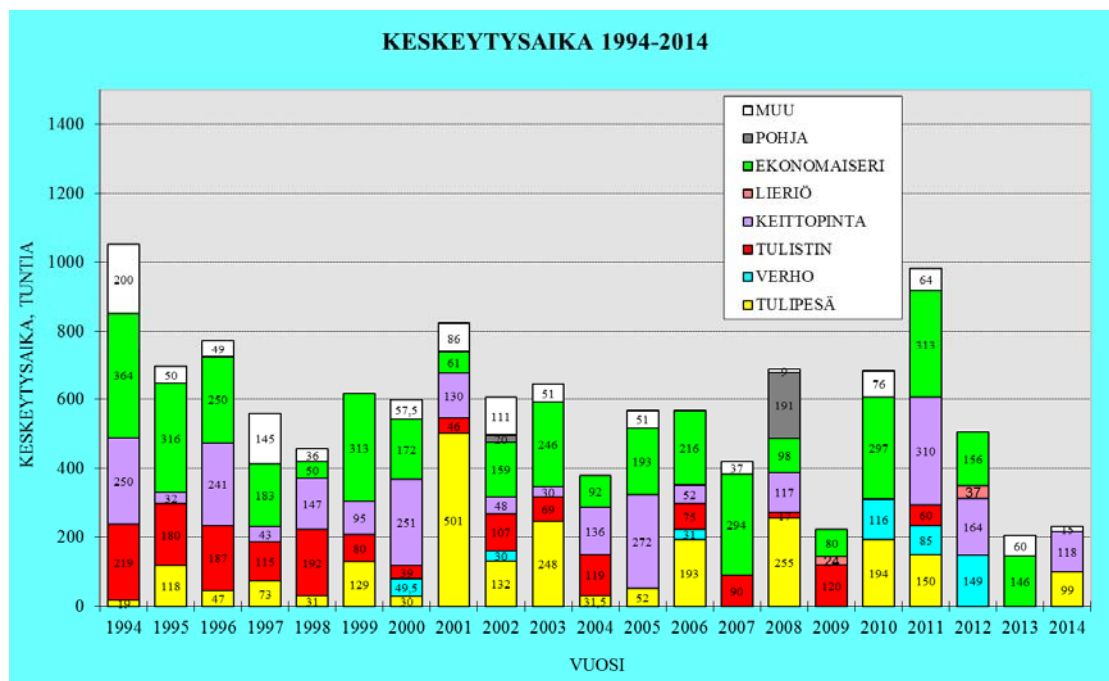
Soodakattilayhdistyksen vauriotietokantaan on raportoitu lokakuun 2014 alkuun mennessä yhteensä 10 vauriota. Vaurioiden lukumäärä vuosina 1994 – 2014 vaurion esiintymisalueen mukaan on esitetty kuvassa 2-1.



Kuva 2-1 Vaurioiden lukumäärä vauriotyypeittäin vuosina 1994 – 2014.

Raportoiduista vaurioista kaksi havaittiin sularänneissä, yksi kattoputkissa, yksi primääri-ilmaputkissa, yksi nuohojen väistössä ja neljä keittopinnalla. Muu kategoriaan raportoitu vuoto oli syöttöveden tyhjennyslinjan sulkuventtiiliin vuoto. Vaurioista seitsemän havaittiin vuosihuollossa/vesipainekokeessa ja kolme normaalissa ajossa. Kattoputkivauriossa suoritettiin pikatyhjennys, muissa tapauksissa alasajo suoritettiin normaalisti. Huomattavaa on, että yhtään ekonomaiservauriota ei tähän mennessä ole raportoitu.

Yhteenlaskettu mustalipeänpolton keskeytysaika on lokakuuhun mennessä 232 tuntia, joka on huomattavasti keskiarvoa (585 tuntia) alhaisempi. Keskeytysaika vuosina 1994 – 2014 vaurion esiintymisalueen mukaan on esitetty kuvassa 2-2.



Kuva 2-2. Vaurioiden aiheuttama lipeänpolton keskeytysaika vuosina 1994 - 2014

3

PROJEKTIT 2014

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

3.1

Työryhmien projekteja

3.1.1

Polttoperäisten päästöjen ja nano-hiukkasten haitallisuuden määrittäminen uudella tutkimusmenetelmällä (POPE), TEKES

Soodakattilayhdistys osallistuu Itä-Suomen yliopiston TEKES-hankkeeseen jossa tutkitaan soodakattilan, hakevoimalaitoksen, pienpolton (tulisija ja arinakattila) päästöjä ja jälkikäsittelytekniikoiden vaikutusta dieselajoneuvon päästöihin sekä päästöjen fysikaalis-kemiallisia ja toksikologisia ominaisuuksia. Lisäksi tutkitaan teollisten nanohiukkasten vastaavia ominaisuuksia.

Mittauksen perusteella soodakattilan hiukkaset eivät ole merkittävästi toksisia verrattuna esimerkiksi diesel ajoneuvon päästöihin.

3.1.2 Hajukaasusuosituksen päivitys

Suositus on toinen päivitetty versio 30.5.2002 ilmestyneestä suosituksesta. Suositus on päivitetty viime vuosina tapahtuneiden hajukaasuräjähdyksen opetuksilla sekä toteutettujen sellutehdasprojektien kokemusten perusteella. Päivitystyö aloitettiin loppuvuonna 2010 ja suomenkielinen suositus julkaistiin jäsenistölle 30.10.2013 ja englanninkielinen käännös 17.6.2014.

3.1.3 Soodakattilan käynnistys-, pysäytys- ja häiriöjaksojen määrittely

Projektin tavoitteena on määritellä parametrit soodakattilan käynnistykselle, pysäytykselle ja häiriöajolle. Kyseisiä jaksoja ei ole määritetty syyskuussa 2014 julkaistussa BAT-dokumentissa, jotka koskevat vain kattilan normaaliajoa. Kyseisten jaksoiden määrittely tulee ajankohtaiseksi seuraavalla ympäristölupakierroksella.

3.1.4 Mustalipeän ei-Newtonilaisuus ja pisaroituminen

Projektissa tutkitaan erilaisten lipeiden (lehtipuu-, havupuu-, seka- ja eukalyptuslipeä) ei-Newtonilaista käyttäytymistä sekä vaikutusta soodakattilan toimintaan, erityisesti mustalipeän ruiskutukseen. Samalla pyritään arvioimaan myös vaikutusta putkivirtauksiin, pumppuihin sekä haihduttamoon.

Mustalipeän viskositeetti on tärkeä soodakattiloiden ja haihdutinyksiköiden toimintaan vaikuttava suure. Viskositeettiin vaikuttavat lipeän koostumuksen lisäksi mm. lämpötila ja kuiva-aine. Pienellä leikkausnopeudella viskositeetti on erittäin suuri, mutta kun leikkausnopeus kasvaa, niin viskositeetti laskee vakiotasolle. Alhaisilla kuiva-aineilla ja alhaisissa lämpötiloissa tehdyt kokeet viittaavat siihen, että ei-Newtonilaisuutta esiintyy kuiva-aineen kohotessa yli 50-70%.

3.1.5 CFD Modeling of Reduced Lignin Black Liquor Combustion

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

3.1.6 Understanding Low Temperature Corrosion in BL Combustion

Projekti on jatkotutkimus aikaisemmille yhdistyksen tutkimuksille:
1. [Dew Point Measurements at the Recovery Boilers in Rauma and Heinola](#)
2. [Probe Study of Corrosion in the Economizers of a Kraft Recovery Boiler](#)

Molemmissa tutkimuksissa pyrittiin samaan tietoa soodakattilan savukaasujen happokastepisteestä ja matalalämpötilakorroosiosta. Kummassakaan tutkimuksessa ei saatu mitattua happokastepistettä eikä H_2SO_4 tai SO_2 -pitoisuuksia. Tässä projektissa pyritään ymmärtämään syitä matalan lämpötilan korroosioon (miksi ei havaittu tehdaskokeissa vaikka kokemuksia korroosiosta löytyy) laboratoriokokeiden avulla.

3.1.7 **International Chemical Recovery Conference 2014 ja SKY 50-vuotisjuhla**

Yhdistyksen juhlavuoden kunniaksi International Chemical Recovery Conference järjestettiin Tampere-talossa ma 9.6.2014 – to 12.6.2014 ja keskiviikkona 11.6 pidettiin SKY 50v-juhlaseminaari. Perjantaina 13.6 järjestettiin halukkaille mahdollisuus tutustua Kymin tehtaaseen sekä Verlaan. Tapahtumaan osallistui 227 henkilöä.

3.1.8 **SKY Historiikki**

Soodakattilayhdistyksen 50-vuotisjuhlavuoden kunniaksi tehdään historiikin yhdistyksen toiminnasta. Historiikin kirjoittaja Risto Valkeapää on aloittanut projektin maaliskuussa alussa. Haastatteluihin ja arkistomateriaaliin perustuva kovakantinen kirja on valmis vuoden 2014 lopussa.

Projektista kiinnostuneet voivat ottaa yhteyttä Ristoon:

Sähköposti: risto.valkeapaa@gmail.com

Puhelin: 0500-491013

POHJOIS-AMERIKAN SOODAKATTILAYHDISTYKSEN KUULUMISET

Thomas J. Grant
American Forest & Paper Association

Finnish Recovery Boiler Conference

AF&PA Recovery Boiler Program Update

Thomas J. Grant
American Forest & Paper Association

**Helsinki, Finland
October 30, 2014**

Recovery Boiler Program Update

- Formed in 1974 – currently 26 companies including 8 non-
Assoc. members - Produce nearly 95% of black liquor in U.S.
- 111 mills operate 165 recovery boilers - produce nearly 40% of
total energy used by U.S. p & p –average age of boilers about
30 years – 67% installed prior to 1979
- Mission: To produce greater awareness in safe practices,
improve operation, maintenance and efficiency of boilers
- Emphasis on training, maintenance and supervision
- Two subcommittees: R&D and O & M work closely with BLRBAC
- All operating companies gain directly from program

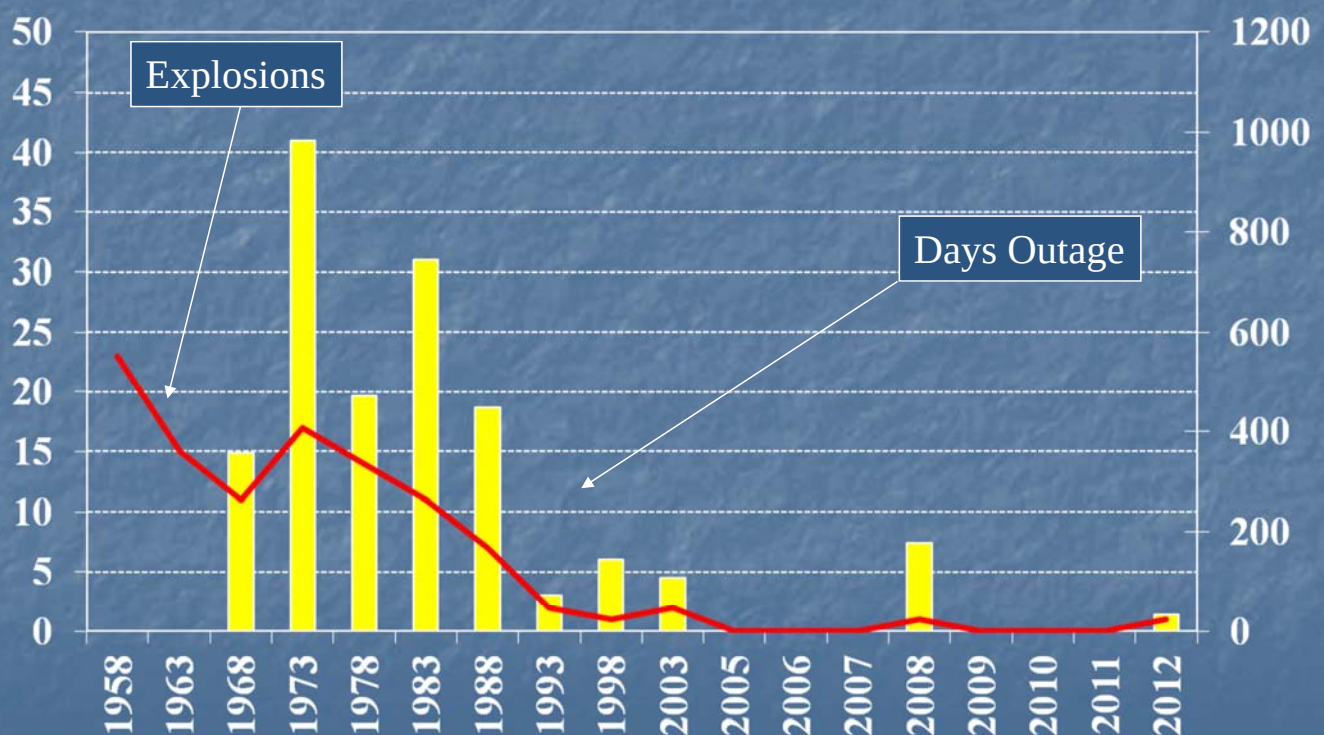
Recovery Boiler Explosions

- Reduced explosion frequency by 10-fold - Chart shows five year periods 1958 – 2014
- From 1948 thru October 2014 reported
 - 162 explosions (last one November, 2013)
 - averaged 3 to 4 explosions per year thru 1990's
- Decrease reflects improvement in training; More awareness of safety guidelines
- Dedication to operations and maintenance
- Management commitment
- Mills doing more operator “walk downs” of boilers find small upsets before bigger problems
- Increased critical incidents reported – near misses avoided

Recovery Boiler Explosions/Outages

Number of Explosions

Number of Days Outage



Classification of Incidents 2013-2014

Incidents	Spring	2013 Fall	Total	2014 Spring
Smelt-Water Explosion	-	-	-	1
Critical	4	9	13	10
Non-Critical	7	13	20	11
Dissolving Tank Explosion	1	-	1	-
Spout Failures	1	1	2	-
ESP'd but no leak	1	1	2	1
TOTAL	14	24	38	23

- Spring 2013: In 7 incidents ESP was performed, including all 4 critical incidents
- Fall 2013: In 8 incidents ESP was performed, including 5 of 9 (71%) critical incidents
- Spring 2014: In 7 incidents ESP was performed, including 6 of 10 (75%) critical incidents

ESP = Emergency Shutdown Procedure

Location of leaks 2013-2014

Incident location	Spring	2013 Fall	Total	Spring	2014 Fall	Total
Economizer	2	7	9	8	19	27
Superheater	3	4	7	1	6	7
Boiler bank	-	4	4	4	-	4
Screen	1	-	-	2	-	2
Upper Furnace	3	5	8	3	4	7
Lower Furnace	2	1	3	3	5	8
Floor & below	-	-	-	-	-	-
Smelt Spout	1	2	3	-	-	-
Steam Coil Air Heater	-	-	-	-	-	-
Dissolving Tank	1	-	1	-	-	-
Roof	-	-	-	-	-	-
Sootblower	-	-	-	1	-	1
ESP'd but no leak	1	1	2	1	-	1
TOTAL	14	24	38	23	34	57

Root cause and how discovered 2013-2014

How Discovered	2013		2014
	Spring	Fall	Spring
Walk Downs	9	15	18
Control Room Identification	2	5	1
Leak Detect. System	1	1	2
Bed Camera	-	-	-
Furnace Puff	-	-	-
Hydrostatic Test Outage	2	3	1
Root Cause			
Weld Failure	3	3	3
Fatigue - Therm/Mech.	3	9	10
Erosion or Thinning	1	4	6
Overheat	1	4	-
SAC/SCC/FAC	1	1	1
Mechanical Damage	-	2	-
Unknown	2	-	1

Operator Safety Seminars

- Started in 1985 – held 3 per year – nearly 3,300 attended
- 2012: 136 attendees from 117 companies and 23 mills; 2013 – 100 attendees from 12 companies, 23 mills
- 2014: 87 attendees from 14 companies, 23 mills
- Attendees benefit from dialogues with expert instructors and operators from other mills on review of actual explosions
- High evaluation from mills for seminars – 2 half days – Review actual case histories and BLRBAC and AF&PA guidelines and training
- Special topic seminars coordinate with BLRBAC
- Updating Reference Manuals & make electronically available
- Updating Recommendations; Guidelines and Audit Documents

Current Activities

- Mitigation of Dissolving Tank Explosions Study
- Best Practice for Functional Testing of Interlocks and Trips
- Updating “Kraft Recovery Boilers” textbook
- TAPPI Tip sheets developed from studies for Economizers – two published last year

Sponsored Projects

- Dissolving Tank Explosions Study – Phase I completed
 - Reviewed & analyzed incidents reported by 89 mills
 - Identified major causes of explosions
 - Excessive smelt runoff following upset conditions, e.g. boiler trip or chill & blow
 - Spout orientation relative to furnace arch
 - Large quantities of molten smelt in dissolving tank
 - Working on Phase II

Sponsored Projects

- Developing a Best Practice for Functional Testing of Interlocks and Trips on Recovery Boilers
 - The O & M Subcommittee has started to work on developing guidelines on functional trip testing procedures on recovery boilers.
 - How to conduct testing and proposed sequencing of testing interlocks.
 - The Committee also will work on identifying best practices for clearing and preventing plugged/bridged ash hoppers, as well as external line maintenance, inspection and testing.

Sponsored Projects

- Updating “Kraft Recovery Boilers” textbook
 - The revision of the “Kraft Recovery Boilers” blue book is nearing completion. Most chapters have been completed and reviewed.
 - The remaining chapters are expected to be completed by June 30, 2015.

Project proposal

- Survey for best practices for safe operation of dissolving tanks reports from mills to be analyzed
- Study of Materials and equipment available used for personnel protection around recovery boilers
- Study of Heavy Smelt Runoffs
- Study of Developing Procedures for Investigation of steam leaks
- Shatter jet design improvements
- The use of infrared (IR) scanners for monitoring superheater inlet
- Gas temperature during recovery boiler start-ups
- Energizing precipitator prior to starting fans up
- Ash hopper pluggage/level indication
- Boiler inspection protocols looking for SAC and FAC.

Annual Conference

- 40 attended the February 2014 conference, including representatives from operating companies, manufacturers, insurers, and vendors. Lower attendance due to severe ice and snow storm
- Presentations included reports on current projects, subcommittee reports on their activities, reports from Sweden, Norway and Finland, and research planned
- Next conference will be held February 2015

ANALYSIS OF DISSOLVING TANK VIOLENCE

Thomas M. Grace

Recovery Boiler Committee Annual Meeting

February 12, 2014

Phase 1 of Dissolving Tank Study

- Detailed analysis of dissolving tank explosions on BLRBAC's dissolving tank explosion list
 - 32 explosions analyzed
- Review of data from AF&PA dissolving tank survey with emphasis on conditions relevant to heavy smelt runoff and violent dissolution
 - 88 responses to survey were analyzed
- Reports on these two aspects prepared

Dissolving Tank Explosions

- 32 dissolving tank explosions reported to BLRBAC for which information was available were analyzed
- Emphasis placed on operational practices that contributed to the violent event
- Cross-correlation with furnace design elements and dissolving tank conditions included
- Large spreadsheet developed and used to analyze data
- Heavy runoff of smelt involved in 29/32 incidents
- Remaining 3 incidents analyzed separately

Summary of Heavy Runoff Incidents

- 20 incidents occurred in sloped floor units
 - 12 had spouts on front wall
 - 8 had spouts on rear wall
- 5 incidents occurred in decanting bottom units
 - 3 had spouts on two side walls
 - 1 had spouts on front wall
 - 1 unknown which is spout wall
- 4 incidents occurred in partial decanting units
 - All 4 had spouts on rear wall

Pattern Shown in Sloped Floor Units

- Incidents involved plugged spouts and heavy runoff out of one spout once it was opened
 - Little difference between front wall and rear wall spouts in this regard
- Prolonged operation (hours) with significant heat input and spouts plugged before one spout was opened
 - Heat input provided by auxiliary fuel only
 - Black liquor firing was not or only minimally involved
 - Heat inputs averaged about 50% of MCR
 - Smelt pools inevitable under these conditions – right by spouts with depths of 18 – 24 inches in some cases
- Smelt rush developed quickly and limited operators ability to deal with it

Sloped Floor Pattern Continued

- Slag fall from upper furnace was a factor in essentially all incidents
 - Contributed to plugging of spouts
 - Source of most of the smelt involved in runoff
 - Sulfate rich slag would lower sulfidity of smelt being produced and could effect smelt flow characteristics
- Explosions tended to intensify once they began
 - Damage from initial explosions changed how smelt entered the dissolving tank and conditions within the tank
 - Progressive nature specifically mentioned in over half of the incidents
 - Smelt dissolution system not very robust
- Shatter jets did not handle heavy runoff very effectively

Decanting Bottom Units

- Pattern less consistent than with sloped floor units
 - Most involved plugged spouts and heavy runoff after one spout opened
 - But plugging was more intermittent and spouts seemed to be opened more easily
 - All five incidents did have large amount of smelt enter tank in a short time
- All five associated with events that would drop slag from the upper furnace and produce high sulfate smelt
- Black liquor firing was involved in 4/5 incidents, providing considerable heat input and a source of smelt

Decanting Bottom Units Continued

- Shatter jets were not capable of dealing with the heavy runoff
- In 3/5 incidents damage to spouts or shatter jets led to intensifying violence
- High dissolving tank level and splash up into spouts involved in 2 incidents
- Lack of robustness of smelt dissolution system contributed to violence experienced

Partial Decanting Units

- All 4 incidents involved heavy smelt runoff
 - Not evident that plugged spouts were a dominant factor
- All 4 occurred while operating at high rates on black liquor (4/4) and auxiliary fuel (3/4)
 - Heat inputs of 87 – 100% MCR
- In $\frac{3}{4}$ the bed was observed to be growing and liquor and air adjustments were being made
 - Bed high in other incident but considered to be normal
- Not connected with slag falls from upper furnace
- Smelt sulfidity and jelly-roll smelt involved in 2 incidents
- Intensifying violence because of damage to shattering system and spouts from early damage

Remaining Three Explosions

- Operation for a considerable period with smelt entering tank without water going in and then adding water
- Inadequate agitation and circulation in the dissolving tank
- Problems with density measurement and control led to insufficient water entering tank when running at 86% MCR
 - Red hot smelt observed in tank

Overall Explosion Summary

- Floor shape and spout location significant factor
- Prolonged heating with plugged spouts will cause smelt pools and is a dangerous situation
- Black liquor firing with plugged spouts not a significant factor in sloped floor units – black liquor firing more important in decanting and partial decanting units
- Need more effective ways to prevent plugged spouts or open them after a slag shedding event
- Damage sustained early on as an explosion incident proceeds can create conditions that accelerate violence
- Heavy runoff incidents develop rapidly and limit the time available for operators to take effective action

Explosion Summary Continued

- Smelt rushes can change trajectory of smelt entering tank and cause shatter jets to miss stream
- Jelly-roll smelt can dribble off spouts and cause shatter jets to miss
- High sulfate smelt resulting from slag falls involved in most runoff incidents – may have an effect on smelt flow characteristics as well as amount of smelt
- Conditions in the dissolving tank (level, density, mixing) can affect the degree of violence

Analysis of Survey Data

- Survey responses gave a somewhat different picture of heavy smelt runoff than the explosion data
- Dissolving tank explosions are generally on the extreme end of violent smelt dissolution
 - There is a spectrum of runoff magnitudes and degrees of violence
 - Most heavy runoff incidents do not do damage (or only do minor damage) and are not reported to BLRBAC

When Pull Liquor for Plugged Spouts

- Sloped floor units all had firm guidelines on when liquor would be pulled
 - Dependent on number of spouts and number plugged
 - 2 spouts – pull when both plugged, reduce rate when 1 plugged
 - More than 2 spouts – all pull liquor when all spouts plugged
 - Some pull with 1 or 2 spouts still open
 - More flexible with more spouts – common to base firing rate on number open
- Decanting bottom units had fuzzier guidelines – additional conditions besides number of spouts plugged
 - Half pull liquor when all spouts plug – not necessarily at once
 - Evidence of a smelt pool a factor in some decisions
 - Willingness to continue burning liquor while trying to open spouts
 - Operator judgment a bigger factor in decision making

When Pull Auxiliary Fuel

- Sloped floor units
 - < half pull when all spouts plugged
 - 1/3 pull when evidence of a smelt pool
 - 1/5 pull only if there is heavy runoff
 - 1/10 won't pull aux fuel – use it to help open spouts
 - Many look on aux fuel firing as a way to keep spouts open or aid in opening them
- Decanting and partial decanting units
 - Similar responses as sloped floor units
 - Much greater reliance on black liquor firing

Experience With Heavy Runoff

- 80% of respondents had experienced heavy runoff
- Survey response on causes of heavy runoff differs considerably from the pattern in dissolving tank explosions which is dominated by opening plugged spouts
- Fuel and air changes implicated in many replies
 - Changes in heat input can increase local smelt production and give smelt surges

Causes of Heavy Runoff

- Opening plugged spouts
- Burning down the char bed
- Start up with a bed or slag in the unit
- Fuel and air changes
- Liquor chemistry and jelly roll smelt

Steps to Manage Heavy Runoff

- Managing/controlling the combustion process
 - Reduce firing rates, especially black liquor
 - Air adjustments in lower furnace
- Keeping spouts open
- Control liquor chemistry
- Activate backup shatter jets
- A few use flow restrictors or spout plugs
- Dissolving tank density and level control

Liquor / Smelt Chemistry

- Liquor chemistry and jelly-roll smelt indicated to be an important factor in smelt runoff and tank violence
- Sulfidity was most important liquor property
 - 65% of respondents mentioned sulfidity
- 74% of respondents said jelly-roll smelt was a problem
 - 66% of these said sulfidity
 - 18% said combustion problems
 - 15% said cold bed
- There is no doubt that smelt sulfidity affects smelt viscosity and that this contributes to dissolving tank violence

Effect of Sulfate-Rich Slag

- Smelt consists of three major components: Na_2CO_3 , Na_2S , and Na_2SO_4
 - Especially when recovering from a trip or chill and blow
 - Material falling from upper furnace is rich in sulfate
- Sulfidity measurements based on TTA ignore the sulfate and give an erroneously high value for sulfidity
- The true effect of sulfate-rich slag is to dilute the sulfide and lower the sulfidity, possibly contributing to high-viscosity smelt

Behavior of Slag on the Hearth

- Can plug spouts – depends on design
- Must be melted to be removed from furnace – requires heat
- Minimal interaction with carbon in char
 - Tends not to wet char
 - Sulfate remains sulfate
- Melted slag dilutes other smelt and lowers sulfidity
- Slag cools when contacted by primary air – thus bed responds to air adjustments differently than normal smelt and char

Possible Phase 2 Activities

- More effective ways to keep spouts open or open plugged spouts quickly
 - Consensus procedures for opening plugged spouts
 - Evaluate potential of automatic spout rodders
 - Safe, effective easy-to-use spout torches
 - Evaluate effectiveness of raising spout level on sloped floor units
 - Means to keep spouts open in anticipation of slag falls
- More effective smelt shattering systems
 - Determine state of the art
 - Evaluate how systems can be made more robust
 - What is most effective shattering medium and how to apply it
- Mitigation of heavy smelt flows once a rush has begun
 - Evaluate effectiveness of current approaches

Possible Phase 2 Activities, continued

- Effective strategies for using internal heat to help unplug spouts
 - Limitations due to availability and location of hearth burners
 - Guidelines on how much heat to use and where to apply it
- Full understanding of the role of high sulfate slag on smelt flow characteristics and runoff events
 - Interact with University of Toronto programs
- Emergency dissolving tank control algorithm that can be switched on when heavy runoff occurs or is anticipated
 - Develop basis for specifying what is needed

BRASILIAN SOODAKATTILAYHDISTYKSEN KUULUMISET

Brazilian Recovery Boiler Safety Committee



BRAZILIAN RECOVERY BOILER SAFETY COMMITTEE

50th Conference - Finnish Recovery Boiler Committee
Tampere, Finland, June 11th, 2014



CSCRB

Brazilian Recovery Boiler Safety Committee

- Since 2001 (next meeting ABTCP 47th Pulp and Paper Int. Congress and Exhibition- Oct 9th)
- 4 sub committees:
 - Combustion
 - Safety
 - Maintenance (Now dealing with changes on time between inspection - New Brazilian regulation)
 - ESP

CSCRB – ESP SUB COMMITTEE

ESP Sub Committee Activities

- 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**

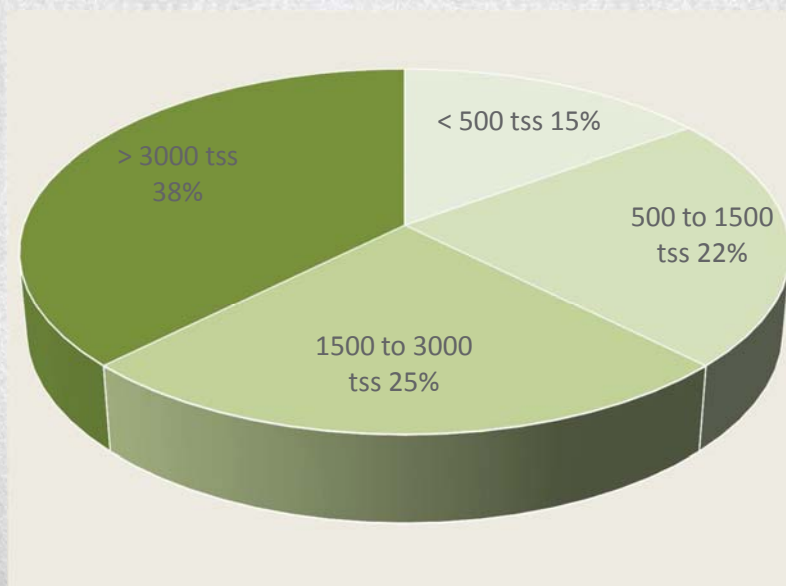


Data base maintenance

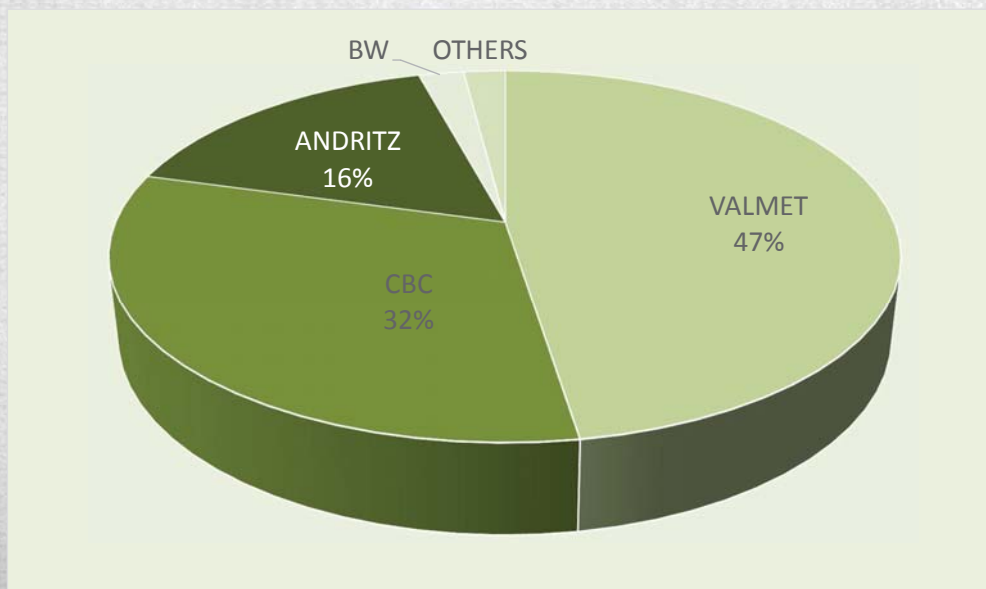
Current status (considering also Uruguay)

- 40 recovery boilers - 37 in operation
- 1 Hibernated (Jari)
- 2 Under project (CMPC-Guaiba and Klabin)
- 10 Recovery boilers retrofits since 2004
- 13 New recovery boiler since 2004
- Typical age: 19 years
- Typical size: : 2.600 tss/day

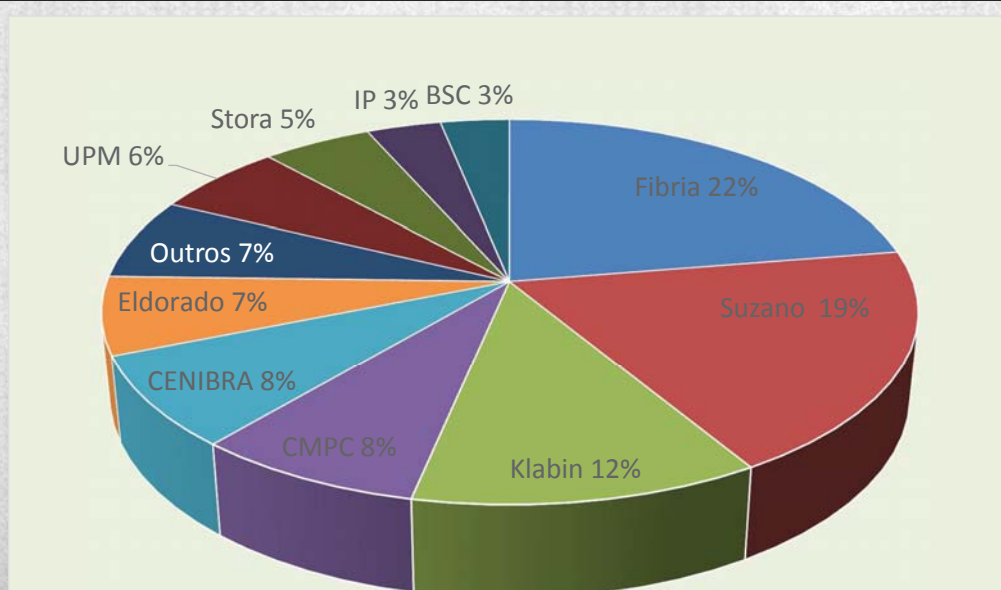
Boilers by size



Boilers by suppliers



Boilers by users



Data base

CSCRB - ESP COMMITTEE - June 2014

#	Company	Supplier	Status	Start up (ano)	Retrofit (ano)	Age (anos)	Capacity Original (tss virginio)	Capacity Real (tss virginio)	Capacidade Real (ss freidida)	Pressure (barg)	Temp(C)	Steaming rate (t/h)	Area (m2)	Ratio (tss/m2day)	Boiler responsible
1	BSC	CBC	Running	2008		6	3000	3300		85	480	484	149,2	22,1	Sandro Yosmini <sandro_yosmini@bahiaspecell.com>
2	CENBRA	CBC	Running	1977	2003	37	1440	1800		65	450	200	93,86	19,2	Virgilio Procópio <virgilio.procopio@cenbra.com.br>
3	CENBRA	CBC	Running	1992	2004	22	2050	2700		65	450	422	138,13	19,5	Virgilio Procópio <virgilio.procopio@cenbra.com.br>
4	CENBRA	CBC	Running	2005		8	3500	3500		66	450	524	189	19,5	Virgilio Procópio <virgilio.procopio@cenbra.com.br>
5	CMPC	B&W	Running	2002		12	1950	1950		64	485	300	125	15,6	Humberto Betista <H.Betista@cmcpa.com.br>
6	CMPC	Valmet	Project	2016		0	6300	6300		95	490	3075	271	22,9	Humberto Betista <H.Betista@cmcpa.com.br>
7	COCELPA	Valmet	Running	1988	2010	26	160	270		45	425	30	12	22,5	Aldson de Lencastre <ld@coelpa.com.br>
8	Eldorado	Valmet	Running	2012		2	6800	6800		85	485	1115	293	23,2	Murilo Sanches-murilo.sanches@eldorado.br.com.br
9	Fanapel	Valmet	Running	1982	2005	32	138	210		62	410	24	9	23,3	ti@valmetfanapel.com.br
10	Fibra Aracruz CR-A	Valmet	Running	2001		13	3440	3440		64	450	524	156,7	22,0	Ronaldo Schuster <ronaldo.schuster@fibra.com.br>
11	Fibra Aracruz CR-B	Valmet	Running	1991	2002	23	2200	3600		64	450	524	165,7	21,7	Ronaldo Schuster <ronaldo.schuster@fibra.com.br>
12	Fibra Aracruz CR-C	Andritz	Running	1997	2009	17	2200	3300		64	455	433	130,8	25,2	Ronaldo Schuster <ronaldo.schuster@fibra.com.br>
13	Fibra Jucari	CBC	Running	1994		20	1430	1950		90	470	240	101	19,7	Julio Cesar Macedo <julio.macedo@fibra.com.br>
14	Fibra Jucari	CBC	Running	2002		12	2500	2990		93	480	360	149	20,1	Julio Cesar Macedo <julio.macedo@fibra.com.br>
15	Fibra Três Lagoas	Valmet	Running	2009		5	5300	5500		86	487	822	242	22,7	Fernando Raach-fernando.raach@fibra.com.br
16	Iguacu	Silo Castano	Running	1972		42	320	320		12	190	24	18,92	16,9	Wilson Lopes <wilsonlopes@iguacuclube.com.br>
17	IP - Luiz Antonio	CBC	Running	1991	2005	23	890	1702		64	450	245	66	25,8	Edvaldo Verdel <edvaldo.verdel@ipaperbr.com>
18	IP - Mogi Guaçu	B&W	Running	1975		38	187	320		29	350	28	14,04	22,8	Gerardo Ferreira <Gerardo.Ferreira@ipaperbr.com>
19	IP - Mogi Guaçu	Andritz	Running	1985	2005	29	950	1144		27,6	340	120	51,85	22,1	Gerardo Ferreira <Gerardo.Ferreira@ipaperbr.com>
20	IP - Nova Company	CBC	Running	2006		8	400	400		42	400	74	26	15,4	Rafael Costa <rafael@ipaperbr.com>
21	Jel Monte Dourado	B&W	Malfunctioned	1978	1988	36	1250	1700		59	450	275	80	19,7	João Costa <joao@jelmonte.com.br>
22	Klabin-Correa Pinto	CBC	Running	1987	1992	27	580	750		85	480	110	49	15,3	Edson Maestri <edmaestri@klabin.com.br>
23	Klabin Telemaco	Valmet	Running	1977	2000	37	1100	1850		46	430	250	92,5	20,0	Bruno Peres <bperes@klabin.com.br>
24	Klabin Telemaco	CBC	Running	2007		7	1700	1700		106	503	243	79,6	21,4	Bruno Peres <bperes@klabin.com.br>
25	Klabin Telemaco	CBC	Project	2016		0	7000	7000		104	503	1200	315,4	22,2	Gerardo Simao <gsimao@klabin.com.br>
26	Klabin-Othello Costa	CBC	Running	1988		16	1100	1050		89	483	170	69,1	15,2	Edson Maestri <edmaestri@klabin.com.br>
27	Luarcel	CBC	Running	2002	2008	12	700	825		85	480	120	44	18,8	Cesar Arife <carife@luarcel.com.br>
28	Montes del Plata	Andritz	Running	2014		0	5715	5715		67	484	928	289	19,8	Enrique Deberis <enrique.deberis@montesdelplata.com.uy>
29	Ribeira	Andritz	Running	1999		15	850	650		64	450	125	47,4	12,7	Fernando Wender <fernando.wender@ribeira.com>
30	Suzano Imperatriz	Valmet	Running	2013		1	7000	7000		95	492	1207	323,2	21,7	Rudimar Kitzke <kitzke@suzano.com.br>
31	Suzano Limeira	Valmet	Running	1972		42	270	510		42	380	65	24,11	21,2	Antonio Carlos Andreia-cacarlosandrei@suzano.com.br
32	Suzano Limeira	Valmet	Running	1981	2000	33	270	510		42	380	65	24,11	21,2	Antonio Carlos Andreia-cacarlosandrei@suzano.com.br
33	Suzano Limeira	CBC	Running	2002	2007	12	1100	1700		46	400	180	69	24,6	Antonio Carlos Andreia-cacarlosandrei@suzano.com.br
34	Suzano Mucuri	Valmet	Running	1992	2007	22	1750	3000		85	480	420	144	20,8	Hildomar Ramond <hildomar.ramond@suzano.com.br>
35	Suzano Mucuri	Valmet	Running	2007		7	4700	4700		85	480	503	253	18,7	Hildomar Ramond <hildomar.ramond@suzano.com.br>
36	Suzano Suzano	Valmet	Running	1973	2004	41	670	811		50	380	110	49	18,6	Heverton Dias-hevertondias@suzano.com.br
37	Suzano Suzano	CBC	Running	1987	2002	27	800	1400		50	420	218	64,1	21,8	Heverton Dias-hevertondias@suzano.com.br
38	Trombosi	Orcepa	Running	1989	2000	25	140	180		21	420	30	10	18,0	Alceu Scramonin <A.Scramonin@t Trombini.com>
39	UPM	Andritz	Running	2007		7	4900	6300		94	490	780	210	30,0	carolina.pence@upm.com
40	Verracel Celulose	Valmet	Running	2005	2011	9	4000	4800		93,6	490	630	210	22,9	Estanislau Rutautas-estanisla.rutautas@verracel.com.br
#	Mean	NIP	NIP	NIP	NIP	18,8	2268,9	2589,6		67,7	443,3	385,1	121,4	20,6	NIP
#	Company	Supplier	Status	Start up (ano)	Retrofit (ano)	Age (anos)	Capacity Original (tss virginio)	Capacity Real (tss virginio)	Capacidade Real (ss freidida)	Pressure (barg)	Temp(C)	Steaming rate (t/h)	Area (m2)	Ratio (tss/m2day)	Boiler responsible

Highlights

Company	Capacity (tss/d)	Pressure (barg)	Temp (C)	Area (m2)	Ratio (tss/m2.d)
IP-LA	1700	64	450	66	25,8 (4,1 MW/m2)
Suzano Imperatriz	7000	95	492	323,2	21,7
Klabin TB	1700	106	503	79,6	21,4
Eldorado	7500	85	480	293	25,6

2

Exchanged information

Boilers comparisons

	Br/Uy	Canada	USA	Finland	Sweden
Recovery boilers	40	43	158	17	27
Age	19 y	35 y	39 y	24 y	29 y
Oldest	42 y	73 y	60 y	55 y	52 y
Biggest	7200 tDS/d	3300 tDS/d	3325 tDS/d	4500 tDS/d	4000 tDS/d
Youngest	2016	2007	2008	2008	2012

Boiler comparisons

- Previous slide presented us the enormous challenge we are facing.
- We must keep boilers with highest availability, always considering its total life cycle

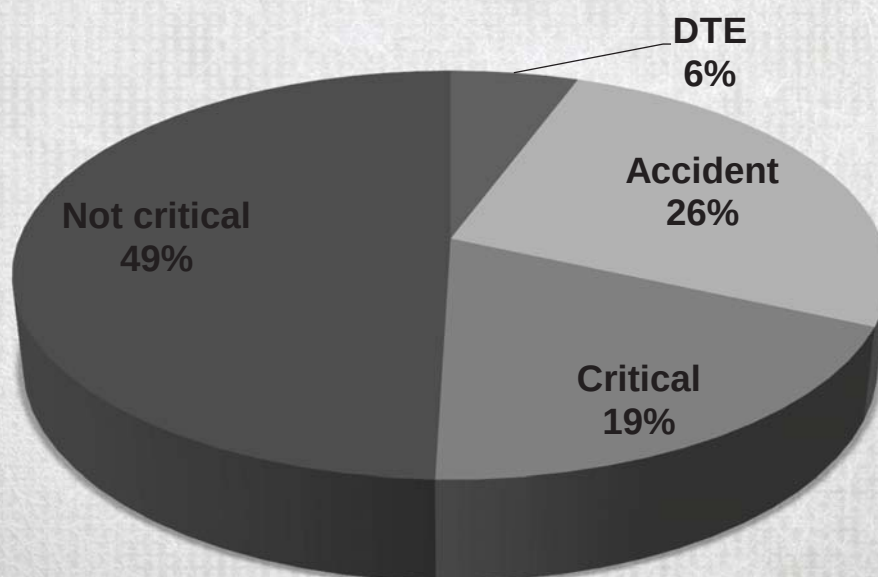


Incident analysis

Classifications

- **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...**

Events by type



Events 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
- 10 ESP's since 2008 (all of those correctly evaluated by operators)



4

Incident presentation

Case

2014 Incidents will be presented during ABTCP 2014 Congress



Non ordinary issues

Data base update

- Survey every five years. First on 2003, second at 2008, third under execution this year.
- Results will presented on ABTCP 2014 Congress

Major concerns

- Superheater life cycle
- Materials for lower furnace tubes
- Guidelines for x-large boilers
- Cooling time for x-large boilers (7 days were required to cool a particular boiler before inspection/ after ESP)

Thank you for your attention

**SOODAKATTILAYHDISTYKSEN OPINNÄYTETYÖPALKINNON ESITTELY:
INFLUENCE OF KRAFT RECOVERY BOILER'S MAIN CONTROL
PARAMETERS ON REDUCTION DEGREE**

Antti Kokkonen
Oulun yliopisto / Metso Automation Oy



Recovery Boiler Reduction Degree Data Review

Antti Kokkonen - Product Manager
Jeff Butler - Product Manager, North America

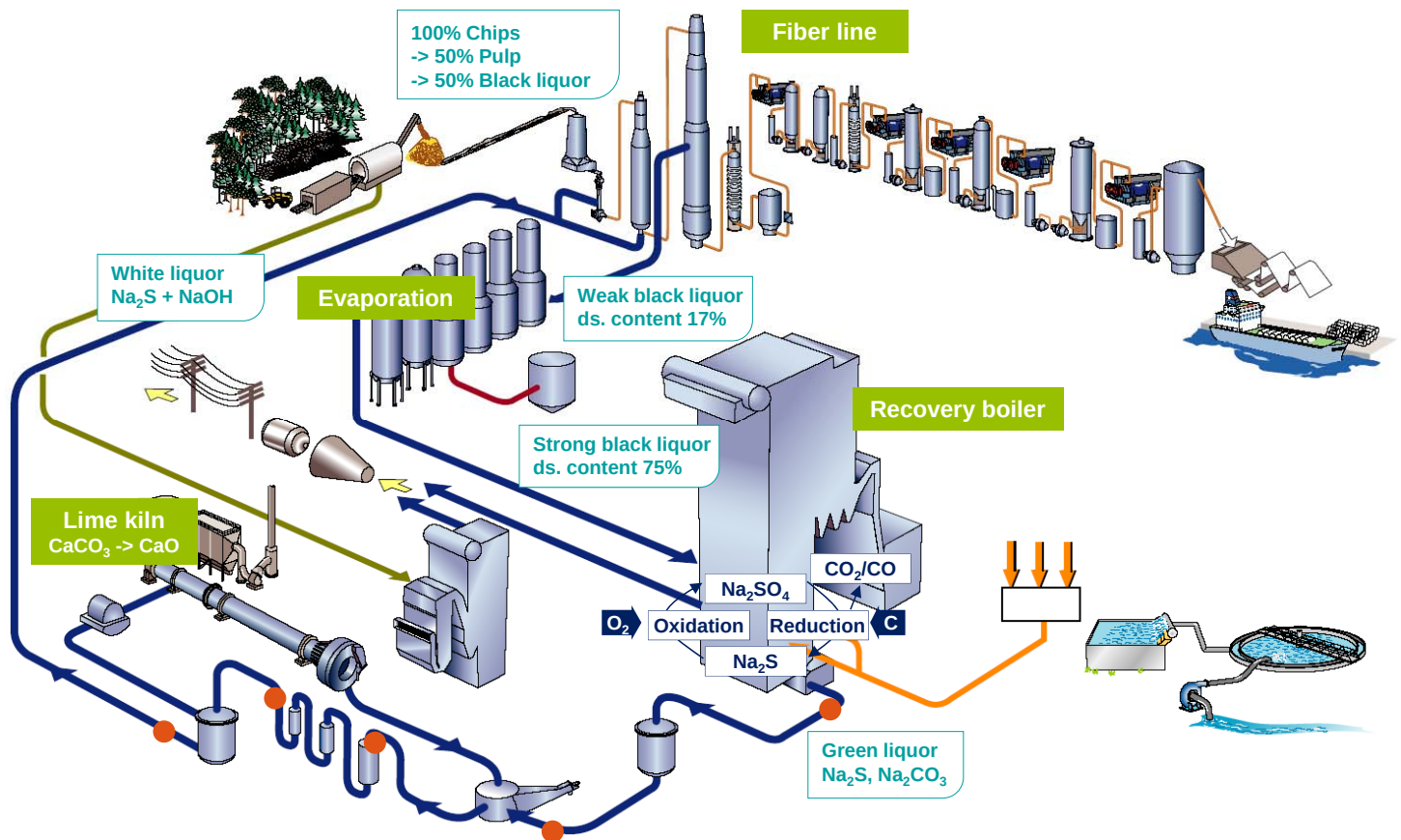


Research objectives

- Can we influence reduction?
- Investigate the impact of droplet size (viscosity) and air adjustments to reduction degree

Kraft pulp mill process

● Metso Recovery Analyzer measurement locations



Measurement Platform

Metso Recovery Analyzer (METRA)

- Performs standard SCAN method ABC titration to pH inflection point. Chemical absolute results!
- Measurement Capabilities:
 - Dissolving Tank green liquor
 - Weak Wash
 - Green liquor to slaker
 - Slaker/1st causticizer lime mud slurry
 - Final causticizer lime mud slurry
 - Final white liquor to the digester
 - NEW Recovery Boiler Reduction
- Flexibility and expandability in measurement capacity when needs grow, with more speed and capacity
- Introduces the Metso modular analyzer concept for recovery process
- User-friendly interfaces and supporting tools for life cycle services
- Cost effective installation
- Safe, automatic sampling - less manual work in risky environment

5



METRA

Measurement options

Standard Titration

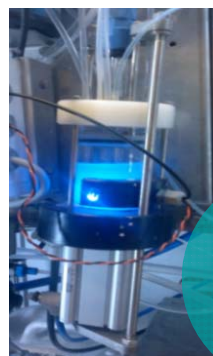


Proven, mill standard analysis method in hundreds of installations

Provides actual liquor chemistry titration results (ABC-titration/SCAN 30:85)

Analyzer measures HCl consumption at each equivalence point and calculates: Na_2CO_3 , NaOH, Na_2S and EA, AA, TTA, CE% and S% values for the sample

Reduction Degree Titration



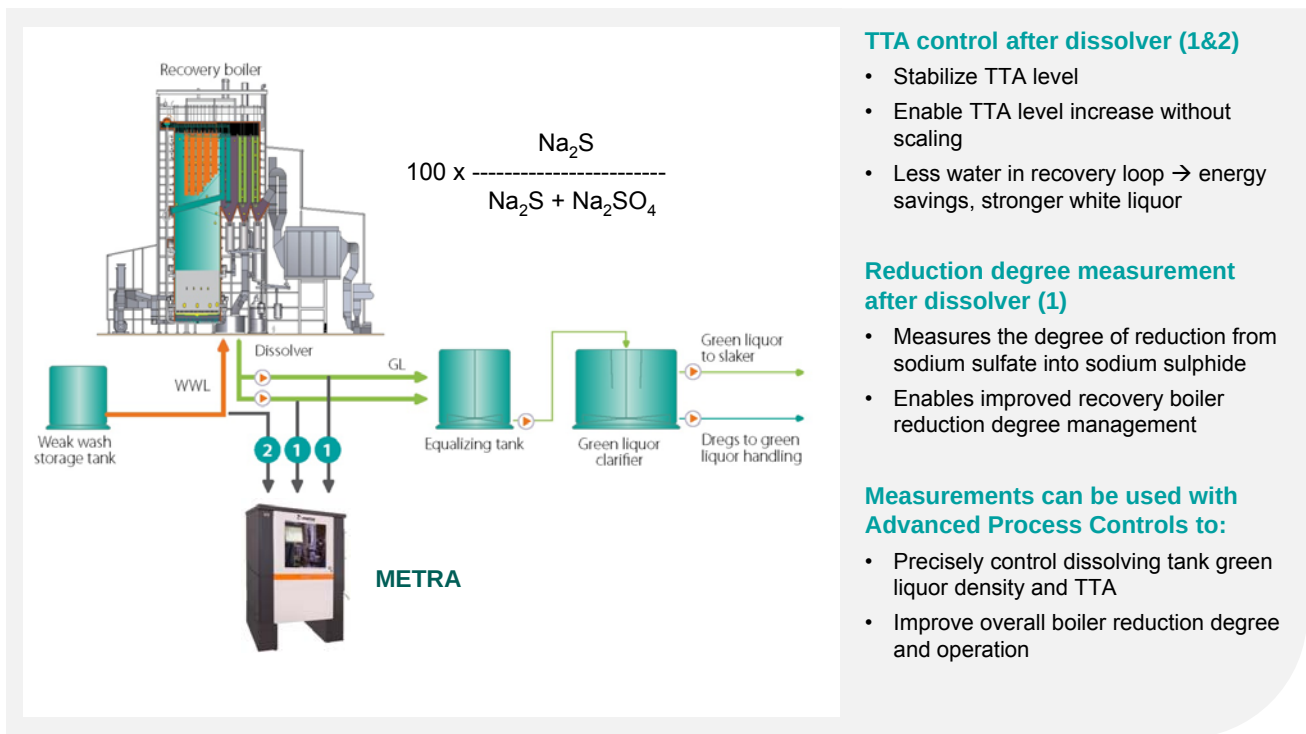
New analysis

Recovery boiler reduction degree (includes ABC-titration)

Na_2S analysis by titration method and Na_2SO_4 titration with optical inflection point detection

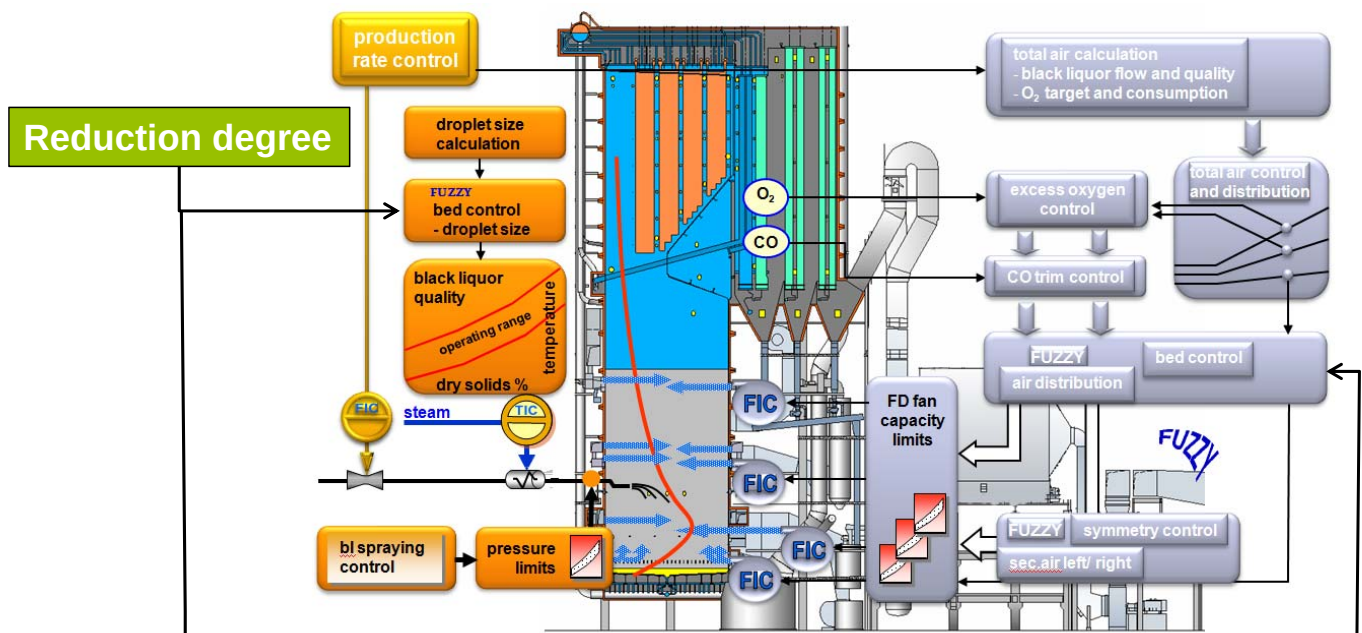
6

Green liquor clarifier



7

METRA's reduction degree analysis is an integral part of optimizing boiler controls



Test boilers

• Recovery Boiler A

- Maximum operating pressure: 103 bar
- Power output: 168 MW
- Black liquor burning capacity: 2000 tds/d
- Swing type boiler: softwood, hardwood and mixed black liquor burned
- As fired liquor solids 74-80%

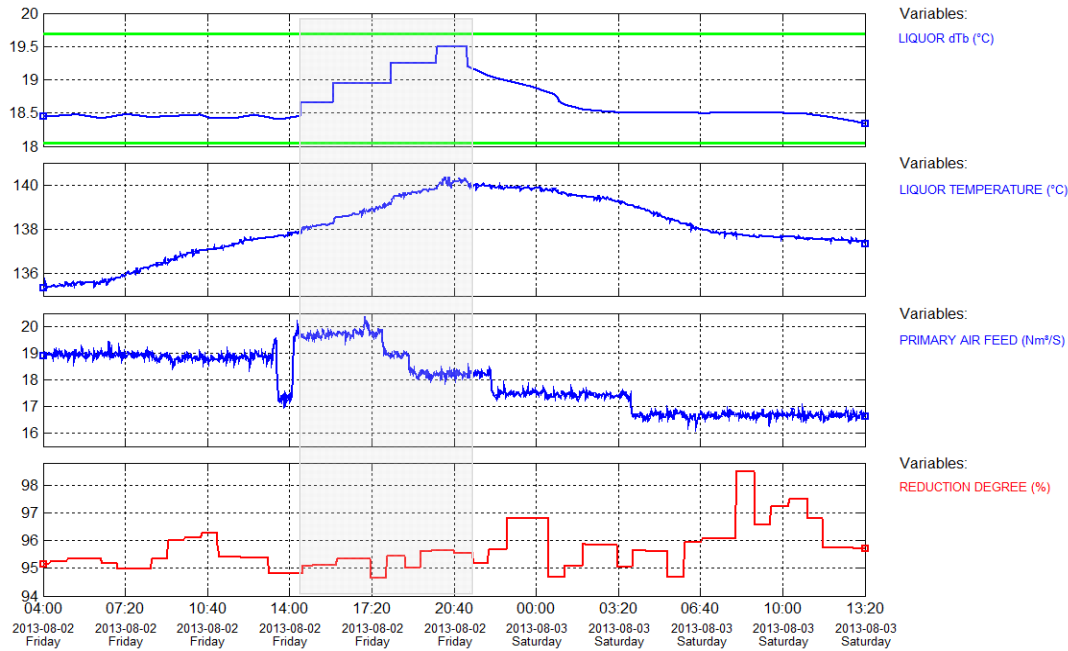
• Recovery Boiler B

- Maximum operating pressure: 105 bar
- Power output: 250 MW
- Black liquor burning capacity: 2100 tds/d
- Fires only softwood derived black liquor
- As fired liquor solids 74-76%

Droplet size adjustments

- Tests concluded for hardwood-based and softwood-based black liquor as well as mixed liquor at two mills
- Droplet size increase and decrease investigated (viscosity)
- Step changes made to elevated boiling point of black liquor (ΔT_b) to increase/decrease as fired liquor temperature

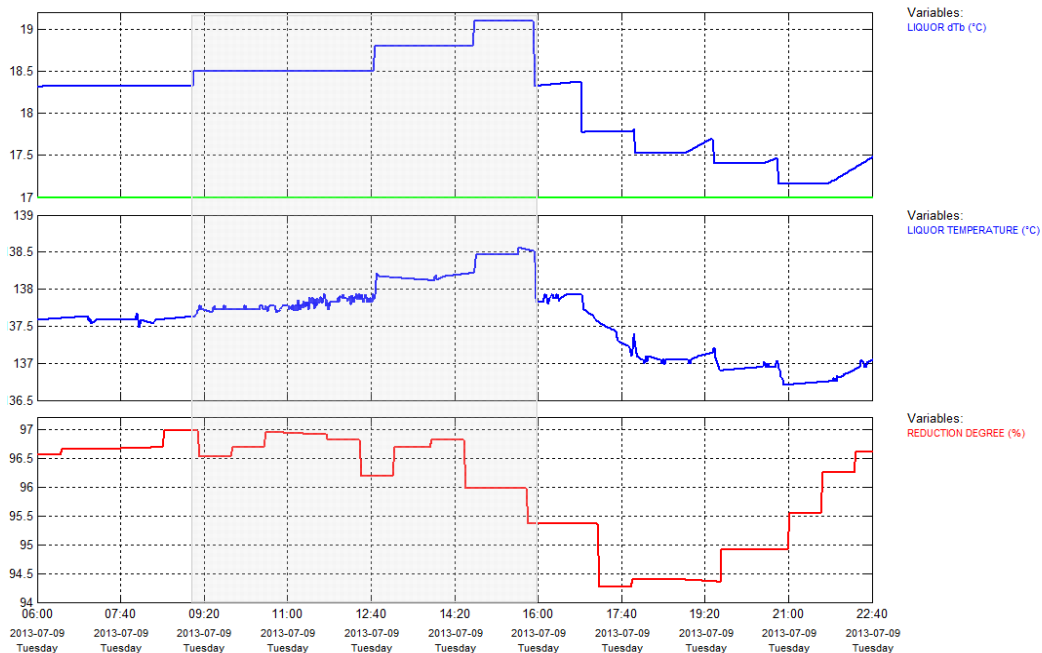
DROPLET SIZE DECREASE TEST SOFTWOOD LIQUOR



- Char bed big in the beginning -> buffers effects of droplet size adjustments
- Liquor softwood grade decreased -> control recipe changed resulting to decrease in primary air feed
- Controls further decreased primary air feed after the test period -> RE% improvement

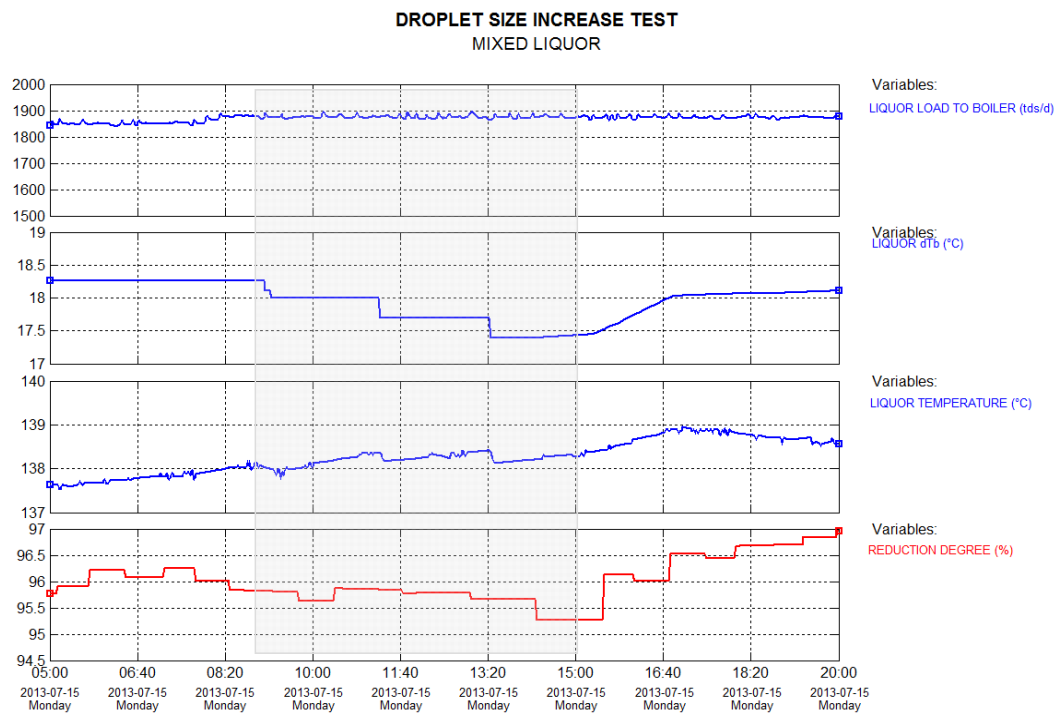
Antti Kokkonen 2013

DROPLET SIZE DECREASE TEST HARDWOOD LIQUOR



- Low liquor dry solids burning rate (1550 tds/d)
- Char bed depleted -> no reducing carbon in bed
- Reduction degree decreased considerably
- Carryover also detected

Antti Kokkonen 2013



- Controls adjusted primary air feed during the test
- Char bed size was depleted at the start of test
- At first, slight decrease in reduction but as bed began to build up, reduction degree improved significantly

Antti Kokkonen 2013

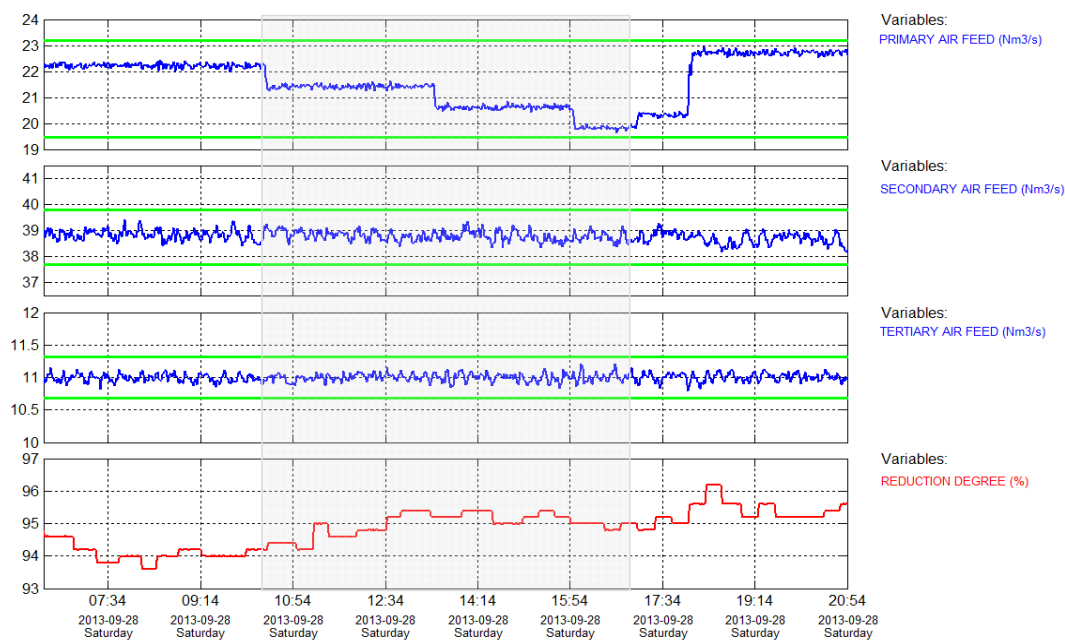
Droplet Size Test Summary

- Results were repeatable at both subject Mills
- Weak correlation between droplet size (liquor viscosity) and reduction
- The size of the char bed in the boiler appears to play a significant role in buffering the effect of droplet size on reduction
 - Smaller bed + droplet size decrease = lower reduction
 - Smaller bed + droplet size increase = improved reduction
 - Larger bed + droplet size decrease = little change initially but if allowed to persist, a loss of reduction can occur as char bed is depleted
 - Larger bed + droplet size increase = little change initially but if allowed to persist, a loss of reduction can occur as the bed cools with increased size

Air feed adjustments

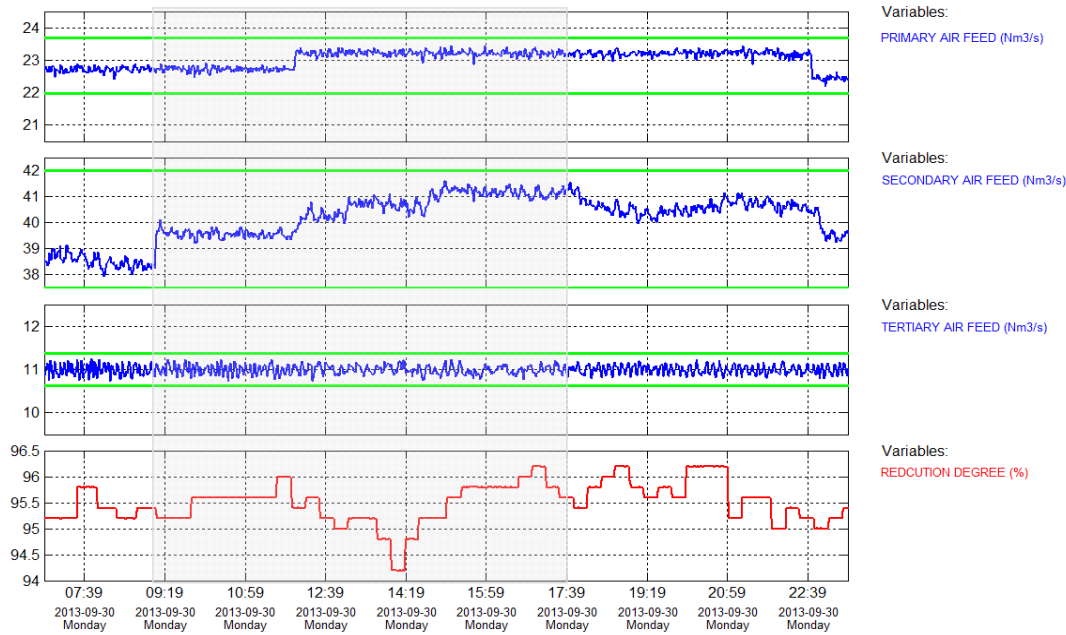
- Changes made to primary and secondary air feeds

PRIMARY AIR FEED DECREASE TEST



- Decrease in primary air resulted in an expected improve in reduction
- Liquor load was stable at 1720 tds/day throughout test run
- Char bed was "normal" at beginning of run and no significant changes noted during the test run

SECONDARY AIR FEED INCREASE TEST

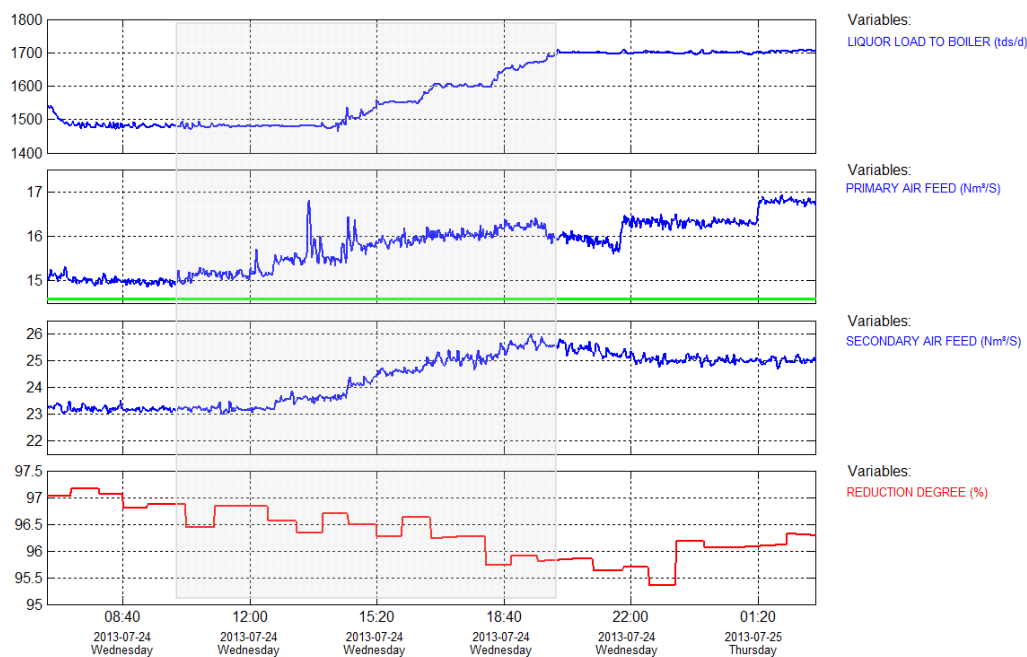


- Slight liquor load increase during the test
- Increased secondary air decreased reduction efficiency but later the increased liquor load improved reduction degree

© Metso



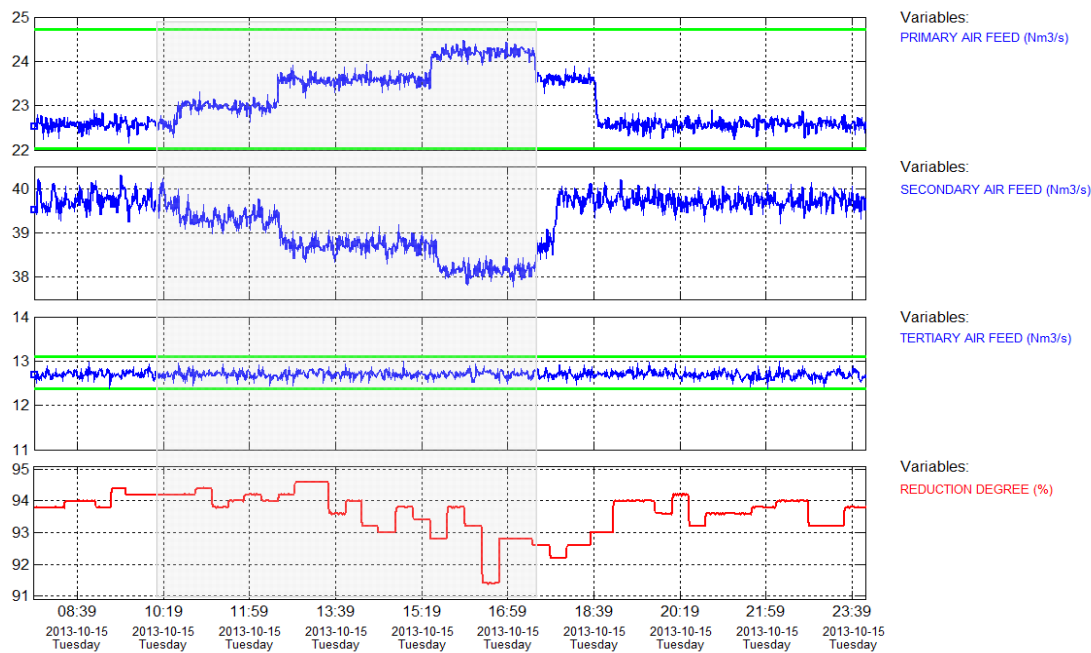
FURNACE LOWER PART AIR FEED INCREASE TEST



- Low liquor solids dry burning rate (1500 tds/d), increased towards the end of the test
- Liquor dry solids increased slightly
- No major changes in char bed size
- Primary and Secondary air additions resulted to lower reduction degree

FURNACE LOWER PART AIR FEED ADJUSTMENT TEST

Primary air increase - secondary air decrease



- Liquor load stable at 1820 tds/d during test
- Common operator adjustment, cut secondary, add it to primary
- Air ratio change resulted in lower reduction
- Changes led to increased excess boiler O₂, carryover and poor reducing conditions in the furnace

Antti Kokkonen 2013

Primary and Secondary Air Test Summary

- Results were repeatable at both subject Mills
- Stronger correlation between air adjustments and reduction.
- The impact of the size of the char bed in the boiler cannot be ignored when considering the effect of primary and secondary air adjustments on reduction.
 - Primary air decrease = improved reduction
 - Increase primary and secondary = lower reduction due to excess O₂ content
 - Increase primary air, decrease secondary air = lower reduction, higher boiler excess O₂ and carryover. Common operating response to increase steam from boiler or in response to cooler bed conditions or poor smelt run off.

Problems with low reduction degree?

Simplified instructions for manual adjustments

1. Small char bed

- Decrease liquor firing temperature in order to build up the char bed
- Adjust the temperature so that the bed is at stable state
 - If increasing, increase liquor temperature
 - If decreasing, drop liquor temperature

2. Furnace lower part air feeds (primary-secondary-ratio)

- Smelt running well in smelt spouts
 - Decrease both air feeds, add corresponding amount above liquor sprays
- Problems with smelt running
 - Cut secondary – add primary
 - When suitable primary air amount is found decrease secondary air until reduction degree gets better
 - Adjust char bed size by liquor temperature as told in point 1.



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

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

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

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