SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Soodakattilapäivä 2010

Sokos Hotel Ilves, Tampere

27.10.2010

Raportti 12/2010

Raportti 12/2010

SOODAKATTILAPÄIVÄ 2010

Sokos Hotel Ilves, Tampere, 27.10.2010

OHJELMA

klo	
09.00-09.55	**Ilmoittautuminen ja aamukahvi**
09.55-10.00	**Avaus** ***Kaj Nordbäck, Soodakattilayhdistyksen puheenjohtaja***
10.00-10.30	**SKYREC-tilannekatsaus** ***Esa Vakkilainen, Lappeenrannan teknillinen yliopisto***
10.30-11.00	**SKYREC: Tulipesäsondikokeiden tuloksia** ***Timo Karjunen, Boildec Oy***
11.00-11.30	**Kahvitauko**
11.30-12.00	**Kuoren kaasutus sellutehtaalla** ***Timo Kauranen, Andritz Oy***
12.00-12.30	**Voimakattilan kaasuttimet** ***Juhani Isaksson, Metso Power Oy***
12.30-13.30	**Lounas**
13.30-13.50	**Suomen, Pohjois-Amerikan sekä Brasilian soodakattila-yhdistysten kuulumiset** ***Markus Nieminen, Suomen Soodakattilayhdistys ry***
13.50-14.10	**Sodahuskommittén- Ruotsalais-norjalainen soodakattilakomitea, vuosikatsaus 2010** ***Mikael Ahlroth, SNRBC***
14.10-14.30	**Emäveden jatkokäsittely** ***Kurt Sirén, Oy Sirra Ab***
14.30-15.00	**Kahvitauko**
15.00-15.30	**Kokemukset matalapainenuohouksesta** ***Mika Haikola, Diamond Power Oy***
15.30-16.00	**T-scan- tekniikka kattiloiden seinämäpaksuuksien online-kartoittajana** ***Jouni Koivumäki, Inspecta Oy***
16.00-16.30	**Tauko**
16.30	**Soodakattilayhdistyksen opinnäytetyöpalkinnon jako** ***Kaj Nordbäck, Soodakattilayhdistyksen puheenjohtaja***
16.30-17.00	**Soodakattilayhdistyksen opinnäytetyöpalkinnon esittely:** **Soodakattilalaitoksen lisäveden orgaanisen aineen (TOC) vähentäminen** ***Tero Luukkonen, Oulun yliopisto***
17.00-18.30	**Cocktailtilaisuus, Inspecta Oy**
19.00-	**Päivällinen**

SKYREC-TILANNEKATSAUS

Esa Vakkilainen
Lappeenrannan teknillinen yliopisto

SKYREC-Projekti

1.1.2008-30.6.2011

Esa Vakkilainen

SOODAKATTILAN SÄHKÖENERGIATEHOKKUUDEN NOSTAMINEN UUDELLE TASOLLE

Soodakattilayhdistys,
Andritz, Metso Power, Sandvik, Sumitomo,
Metsä-Botnia, Stora Enso, UPM-Kymmene,
Tekes

Tehtävät

- WP1 Uudet soodakattilakonseptit sähköntuotannossa
- WP2 Tulistetun höyryn lämpötilan kohottaminen
- WP3 Soodakattilan höyrynpaineen nostaminen
- WP4 Kattilaveden ja höyryn laadun varmistaminen

- Käytettävissä ~805 000 €
- Tilattu ~620 000 €

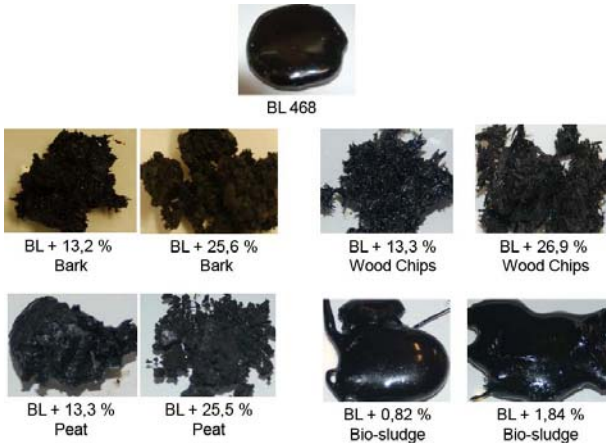
Uudet soodakattilakonseptit sähköntuotannossa

= Sähköä lisää

- Läpivirtauskattilakonsepti LUT; päättynyt
- Soodakattilan polttoainevalikoiman laajentaminen ÅA; jatkuu
- Sellutehtaan optimaaliset painetasot LUT; kannattaako rakentaa vielä matalampi painetaso; aloitettu
- Tulipesän pyrolyysikaasujen käyttö esimerkiksi meesauunissa ÅA; aloitettu

Soodakattilan polttoainevalikoiman laajentaminen

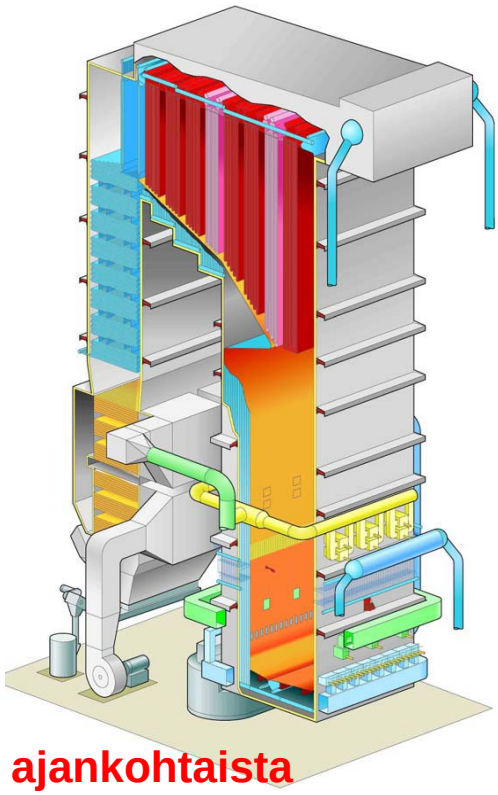
- Åbo Akademi tehnyt kokeita sekoittamalla mustalipeään kuorta, turvetta, haketta, biolietettä
- Tavoite monipuolistaa soodakattilan polttoainevalikoimaa
- Osa 1: Seoskin palaa
- Tekeillä Osa 2: kiinnostaa
  - NPE (fosfori)
  - NOx
  - Kuiva-aine
  - palakoko



Mustalipeän joukossa voi polttaa biomassaa

Uuden sukupolven soodakattilat

- Lappeenranta selvitellyt läpivirtauskattilaa ja välitulistuskattilakonsepteja
- Tiedossa: tärkeintä paine ja esilämmitykset
- Läpivirtaus jos paine korkea
- Välitulistus 4-5 % lisää sähköä
- Joutsenosta petrattu; 20 % lisää sähköntuotantoa
- Lisäsähköntuotantoon investoiminen on erittäin kannattavaa



Paineen nosto 200 bar ei vielä ajankohtaista

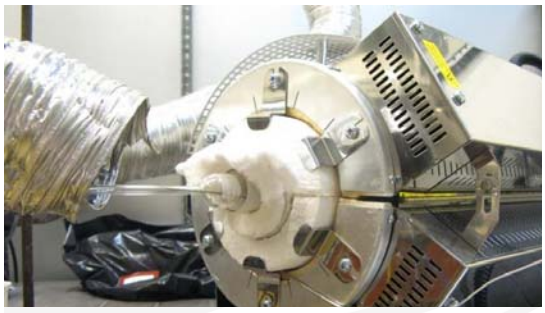
Tulistetun höyryn lämpötilan kohottaminen

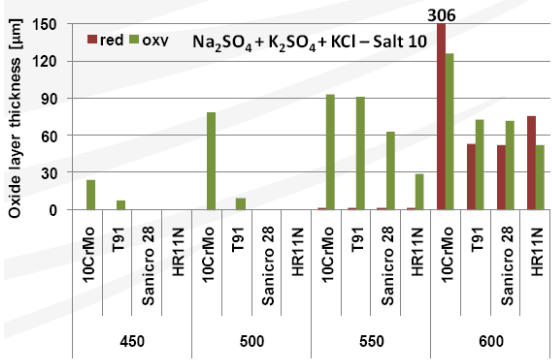
= Kestääkö tulistin

- Tulistinkorroosiotestit laboratoriossa ÅA; päättynyt
- Tulistinkorroosiotestit Joutsenossa; aloitettu

Teräs redusoivissa oloissa

- Åbo Akademi teki kokeita teräksillä 10CrMo9-10, T91, Sanicro 28 ja HR11N redusoivissa oloissa
- Puhdas Na_2SO_4 ei korrodoinut
- Kaliumin lisääminen ~10 % ei ongelma
- Klooria lisättäessä ~ 1,3 % 10CrMo alkoi syöpyä
- Jos klooria ja kaliumia niin >550 ^oC korroosio
- T11, San28 ja HR11N samanlaisia
- Ongelma on että Na_2S vaikutti?
- Ei kaasumaista klooria läsnä





Tulistinkorrosiokokeet

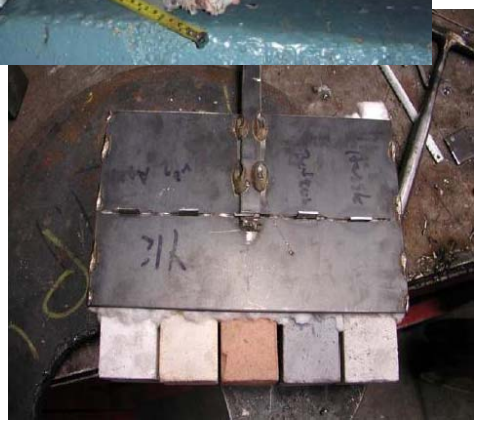
- VTT-Jyväskylä tekee korroosiomittauksia (1000h) sondillaan syksy 2010 – kevät 2011
- Sondien asetuspisteet 530 °C ja 570 °C
- Alkoi vasta vko 37
- Mittauksia tehty jo muilla voimakattiloilla samalla sondilla
- Ei vielä tuloksia

Soodakattilan höyrynpaineen nostaminen

= Kestääkö pohja

- Keon jäähtyminen LUT; keko jäähtyy kuin se olisi eristettä; päättynyt
- Keraamiset materiaalit tulipesässä OY; jatkuu
- Korroosiokokeet tulipesässä Boildec; useiden epäonnistuneiden kokeiden jälkeen onnistuneita, tulokset?; jatkuu
  - koe 4, 432…435 °C, 890 h (kokonaiskestoaika 1006 h)
  - koe 5, 435…440 °C, 830 h (kokonaiskestoaika 1023 h)
  - koe 6, tavoitelämpötilassa 740 h (kokonaiskestoaika 1250 h)

Keraamiset materiaalit

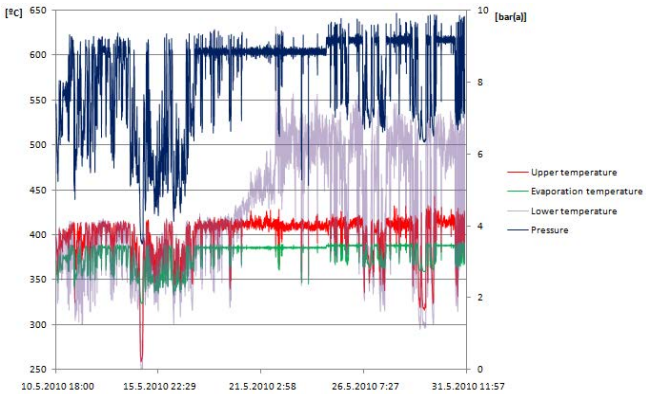


- Oulun yliopisto asentaa mallipaloja pesään
- Näistä saataneen osviittaa siitä miten uudet keraamit kestävät
- Epäonnistunut koe (2 vko) toistetaan
- Pidempi lisäkoe
- Raportointi 2010

Vielä ei ole löydetty kestävämpää massaa

Boildec sondikokeet kattilassa

- Joutsenon kattilassa sondikokeita eri tulipesämateriaaleilla
- Sondi lipeäaukkotasolla
- VTT analysoi korroosiota
- Useiden epäonnistuneitten kokeitten jälkeen onnistuneita? kokeita
- Korroosionopeudet alhaisia
- Tavoite useampia onnistuneita kokeita



3RE28 ~0.1 mm/a > 3R12 > Sanicro 28 ja 38

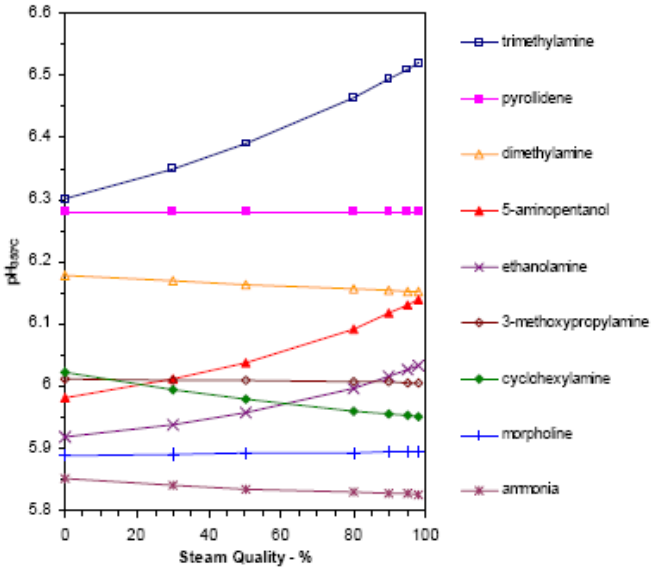
Kattilaveden ja höyryn laadun varmistaminen

= Vaurioitten välttäminen nykyisissä kattiloissa

- Alkaloivien amiinien vaikutus hiiliteräksen magnetiittikalvon ominaisuuksiin VTT; päättynyt
- TOC-poistomenetelmät Teollisuuden Vesi; eri menetelmien vertailu; TOC pitoisuuksien mittaus; päättynyt
- Soodakattilalaitoksen lisäveden orgaanisen aineksen vähentäminen Oulun Yliopisto – Pro Gradu; päättynyt
- Aktiivihiilisuodatuksen ja UV-käsittelyn soveltaminen suolanpoistolaitokseen, Cewic/JP-analysis; jatkuu

VTT - vesityötä

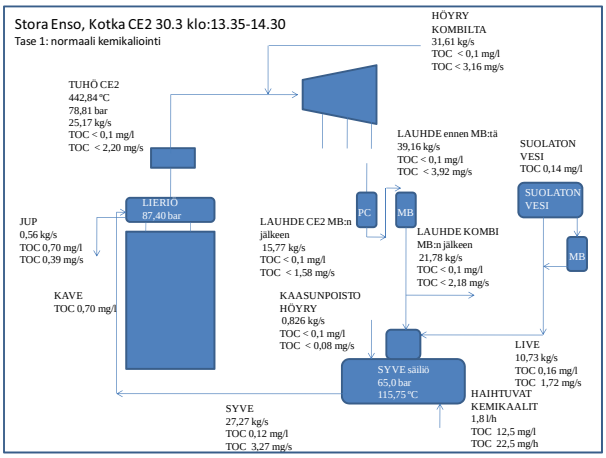
- *Orgaaniset yhdisteet syöttö- ja kattilaveden käsittelyssä* raportti saatu
- orgaaniset aineet vaikuttavat ilman esilämmitinten korroosioor
- Selvitys siitä miten eri kemikaalit ja veden laatu vaikuttavat hiiliteräksen magnetiittikalvon ominaisuuksiin saatu
- amiinien terminen hajoaminen



Morfoliini termisesti kestävin

Teollisuuden Vesi - vesityötä

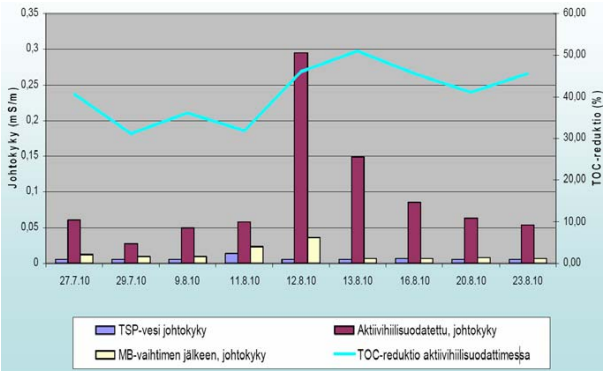
- TOC-mittaukset Kotka
- Huomattiin että lisäveden sekavaihdin ei poista sarjalta läpi tullutta orgaanista ainesta
- TOC – hallinnassa Kotkassa
- TOC poistotavat
- Lisää tietoa orgaanisesta syöttövedessä



Vähitellen saadaan tietoa

Cewic/JP-analysis - aktiivihiilisuodatus (TOC-poisto)

- Todetaan toimivuus tehdasympäristössä ja aktiivihiilen käyttöjakson pituus
- Kokeillaan UV-valon sekä käänteisosmoosin käyttöä osana suolanpoistolaitosta.
- Kokeet Oulun tehtaalla ja myöhemmin Pietarsaaressa



Reduktiot vielä heikkoja

SKYREC tutkimus jatkuu 2011

Projekteja raportoidaan työryhmissä ja yhdistyksen sivuilla
Utilization of Pyrolysis Gases from the Recovery Boiler, ÅA
Tulistinputkimateriaalien korroosiotutkimus soodakattilalla, VTT

Materiaalisuositus

- Käytetään vuoden 1997 suojaussuosituksen sisällysluetteloa seuraavin osin (suluissa tekijä)
- Soodakattilan materiaalit ja hitsaukset (?)
- Soodakattilapinnoitukset (VTT)
- Paineastian korjaukset (Metso)
- Soodakattilatarkastukset (Inspecta)
- Soodakattilan vauriot (KTR)
- Tarkkaa aikataulua ei vielä sovittu

Vesisuositus

- Tehty ehdotus sisällöksi
- Tarjouksia pyydetty
- Tarkkaa aikataulua ei vielä sovittu, tammikuu?

Kansainvälinen yhteistyö

- “Improving Heat Recovery in Biomass-Fired Boilers” Jim Keiser, Oak Ridge National Laboratory
- Tuloksia raportoitu 2010 International Chemical Recovery Conference
- Yhteistoimintaa Sodahuskommitteen kanssa

SKYREC – projekti

Johtoryhmä

- Matti Tikka — UPM-Kymmene Oyj, Kymi, puheenjohtaja
- Martti Korkiakoski — Tekes
- Lasse Koivisto — Andritz Oy, Varkaus
- Timo Peltola — Sandvik Materials Technology, Helsinki
- Mika Paju — Oy Metsä-Botnia Ab, Joutseno
- Kalle Salmi — Metso Power Oy, Tampere
- Keijo Salmenoja — Oy Metsä-Botnia Ab, Rauma
- Kaj Nordbäck — UPM-Kymmene Oyj (pj, Soodakattilayhdistys)
- Timo Pekka Veijonen — Stora Enso Oyj, Pulp Competence Center Imatra
- Hiroshi Matsuo — Sumitomo Metal Industries Ltd

Äänivallattomat edustajat:

- Reijo Hukkanen — Stora Enso Oyj, Fine Paper, Oulu (KTR)
- Olli Talaslahti — Oy Metsä-Botnia Ab, Rauma (LTR)
- Esa Vakkilainen — Lappeenrannan teknillinen yliopisto (koordinaattori)
- Markus Nieminen — Soodakattilayhdistyksen sihteeri

SKYREC: TULIPESÄSONDIKOKEIDEN TULOKSIA

Timo Karjunen
Boildec Oy
Pekka Pohjanne
VTT

SKYREC: TULIPESÄSONDIKOKEIDEN TULOKSIA

Timo Karjunen Pekka Pohjanne
Boildec Oy VTT

Tausta

Soodakattiloiden rakennusasteen nosto edellyttää käyttöpaineen korotusta. Kun painetta korotetaan nykyisestä noin 100 barista esimerkiksi 160 bariin, nousevat sekä veden höyrystymislämpötila että kattilan höyrystinosan putkien lämpötila noin 35°C. Tulipesän seinäputkien pinnoitteen lämpötila on tällöin n. 400°C. Lämpötila voi kohota tätä korkeammaksi, jos kattilaputkien sisäpinnalle kertyy epäpuhtauksien muodostumaa kerrostumaa.

Tulipesän seinäputkien korroosionkestävyys on varmistettu nykyisin käyttämällä tulipesässä ruostumattomilla teräksillä tai nikkeliseoksilla pinnoitettuja hiiliteräsputkia. Yleisimmin pinnoitteina käytetään ruostumatonta teräs 304L (3R12) ja Sanicro 38 (mod UNS N08825) nikkeliseosta.

Ruostumattoman 304L-pinnoitteen on todettu kuluvan nopeasti nykyisissäkin soodakattiloissa, jos kattilaputkien sisäpinnalla on paksu kerrostuma, jonka vuoksi putkien lämpötila on normaalia korkeampi. On siten epätodennäköistä, että 304L sopisi pinnoitteeksi korkeapaineisiin soodakattiloihin.

Sanicro 38-pinnoite kestää käyttökokemusten mukaan hyvin tulipesäolosuhteita. Käyttökokemuksia on kuitenkin niukasti, sillä Sanicro 38:aa on käytetty vasta reilun 10 vuoden ajan ja suhteellisen pienessä osassa soodakattiloista. Sanicro 38:n soveltuvuutta korkeapaineisiin soodakattiloihin ei siten voida arvioida luotettavasti pelkästään tähänastisten käyttökokemusten perusteella, vaan arvion tueksi tarvitaan koetuloksia materiaalin kestävyydestä lämpötilassa, joka on selvästi korkeampi kuin seinäputkien lämpötila nykyisissä soodakattiloissa.

Pinnoitettujen putkien käyttö nostaa huomattavasti soodakattilan materiaalikustannuksia. Kustannusten nousu on luonnollisesti sitä suurempi, mitä kromi- ja nikkelipitoisempia materiaaleja joudutaan käyttämään, joten materiaalivalinnoilla on huomattava vaikutus investointikustannuksiin. Ihanteellisessa tapauksessa käyttöön voidaan ottaa pinnoitemateriaali, jonka

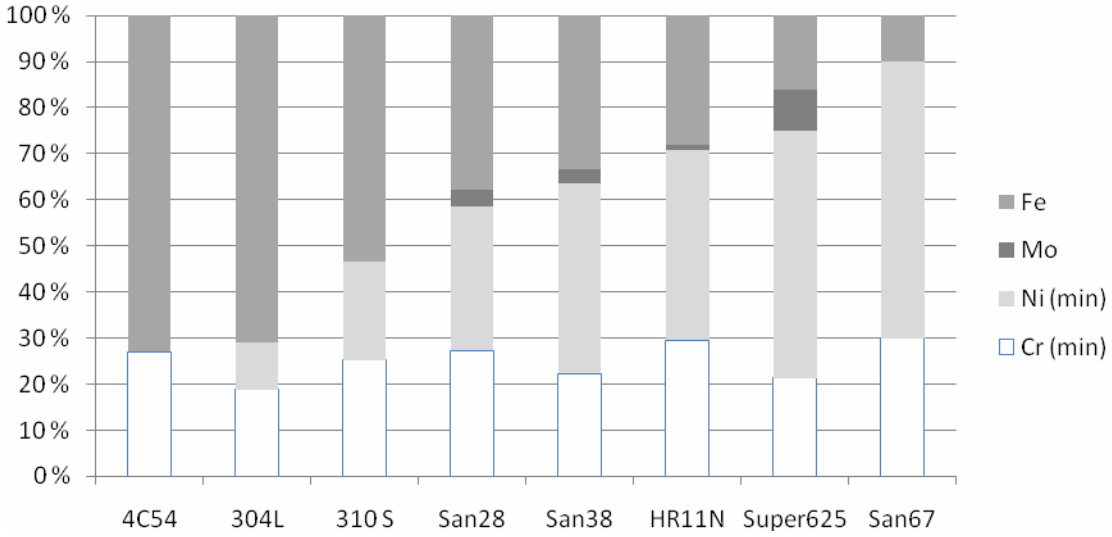
kromi- ja nikkelipitoisuudet ovat alhaisia, mutta joka kuitenkin kestää koko kattilan suunnitellun käyttöiän.

Tavoite

Tavoitteena kokeissa on selvittää erilaisten pinnoitemateriaalien korroosiokestävyys soodakattilan tulipesäolosuhteissa niin, että tulosten perusteella voidaan arvioida, mitkä pinnoitemateriaalit sopivat käytettäväksi tulevaisuuden korkeapaineisessa soodakattilassa.

Kokeiden toteutus

Kokeissa tutkitaan kahdeksaa materiaalia, jotka ovat AISI 304L (3R12), AISI 310 S (3RE28), 4C54 (3XRE28), Sanicro 28, Sanicro 38 (mod UNSN08825), Sandvik 67 (Alloy 690), HR11N ja Super 625. Materiaalien koostumus on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Kokeissa käytettävien pinnoitteiden koostumukset

Materiaalit on valittu niin, että mukana on sekä nyt käytössä olevat pinnoitteet (304L ja San38) että niille vaihtoehtoisia materiaaleja. Vaihtoehtoiset materiaalit on valittu niin, että osassa (AISI 310 S, San4C54 ja San28) kromin ja nikkelin määrä on pienempi kuin San38:ssa ja osassa (HR11N, Super625, San67) puolestaan suurempi.

Kokeissa materiaalit altistetaan tulipesäolosuhteille n. 1000 tunnin ajan niin, että pinnoitemateriaalien lämpötila on n. 440°C.

Jokaisessa kokeessa on tarkoitus käyttää samanaikaisesti neljää materiaalia, joista yksi (304L) on kaikissa kokeissa sama. Koematriisi on seuraava:

- koe 1: materiaalit 304L, 310 S, San28, San38
- koe 2: materiaalit 304L, San67, HR11N, 4C54
- koe 3: materiaalit 304L, Super625, HR11N, San38
- koe 4: materiaalit päätetään myöhemmin.

Kokeissa käytetään öljytäytteisestä kiertopiiriä, jonka höyrystinosa, jossa testattavat materiaalit ovat, asennetaan lipeäruiskuaukkoon. Höyrystinosassa höyrystyvä öljy kiertää luonnonkierrolla ilmajäähdytteiseen lauhduttimeen, josta öljylauhde kiertää takaisin höyrystimeen. Laitteisto on esitetty kuvassa 2.

Kuva 2. Tulipesämateriaalikokeissa käytetty laitteisto

Lämmönsiirtoaineena käytettävä öljy soveltuu ko. tarkoitukseen hyvin, sillä öljyn kiehumispiste on korkea, 370 - 390°C, höyrystimen paineen ollessa vain 7 – 9 bar (a). Yhtä korkeisiin lämpötiloihin pääsy vettä käyttäen edellyttäisi sondin paineen nostoa yli 200 barin.

Kuvan 2 vasemmassa alakulmassa näkyy höyrystinosa, jonka etuseinä koostuu testattavista materiaaleista (kuva 3).

Kuva 3. Höyrystinosan etuseinä, jossa on testattavat materiaalit

Materiaalien lämpötilaa seurataan kokeiden aikana termoelementeillä, jotka on sijoitettu sekä ylimpään että alimpaan koepalaan. Termoelementit on asennettu koepaloihin ylhäältä / alhaalta porattuihin reikiin niin, että mittaus on koepalan keskikohdalla sekä korkeus-, leveys- että syvyyssuunnassa.

Sondin jäähdytystä säädetään paineen mukaan niin, että yksi säätöpiiri ohjaa ilmapuhallinta ja toinen paineilmalinjassa olevaa säätöventtiiliä. Molemmat piirit pyrkivät pitämään sondin paineen asetusarvossa. Jäähdytykseen käytetään sekä puhallinta että paineilmaa siltä varalta, että toinen säätöpiireistä tai piirien käyttämistä painemittauksista vikaantuu; tällöin toinen piireistä huolehtii sondin jäähdytyksestä ja paineen säädöstä yksin.

Sondin höyrystimeen sataa ajoittain märkää mustalipeää, jolloin sondi ei saa lämpöä tulipesästä. Näiden tilanteiden varalta laitteisto on varustettu

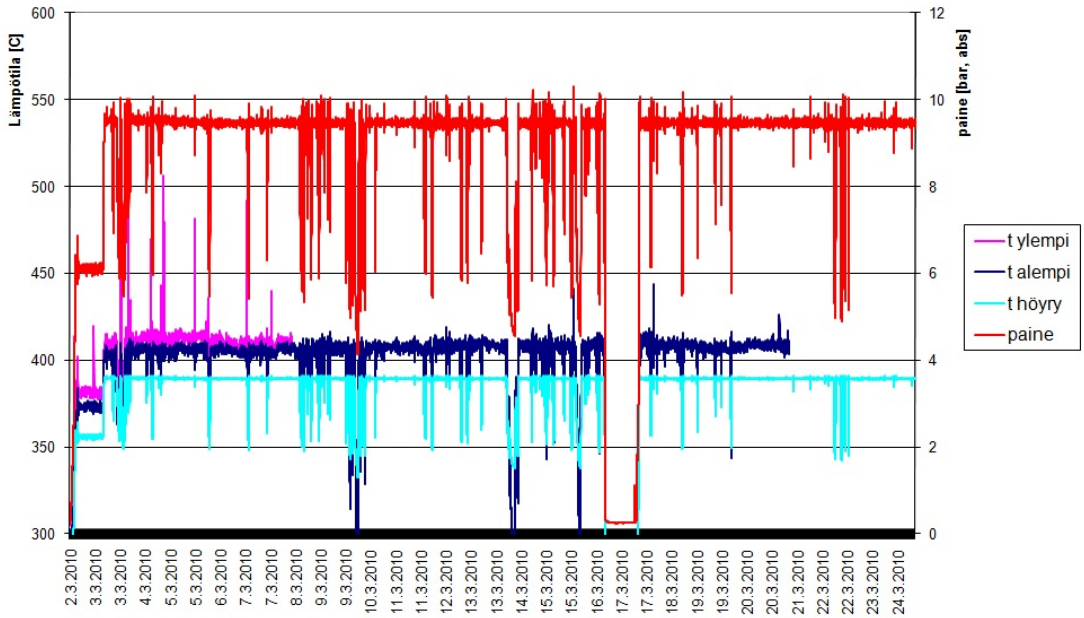
sähkövastuksilla, joiden avulla sondin paine pyritään pitämään asetusarvossa tai ainakin niin korkeana, että vaaraa lämmönsiirtokriisistä mustalipeäsateen päättyessä ei ole.

Alustavat tulokset

Tähän mennessä onnistuneita kokeita on tehty kolme kappaletta.

Altistettaessa koemateriaaleja tulipesäolosuhteille ovat tärkeimmät seurattavat mittaussuureet koepalojen lämpötilat ja sondin paine. Kokeet pyritään tekemään niin, että kaikissa kokeissa koemateriaalien pintalämpötila olisi mahdollisimman tarkkaan sama, jotta tulokset eri kokeista olisivat keskenään vertailukelpoisia. Koemateriaalien lämmönjohtavuuksissa on eroja, joiden tasaamiseksi koemateriaalien paksuudet ja sondin paine sovitetaan kussakin kokeessa sopivaksi. Pintalämpötilaa ei voida suoraa mitata, vaan se joudutaan arvioimaan testikappaleiden keskelle sijoitettujen lämpötilamittausten tulosten sekä sondin paineen perusteella.

Esimerkki mittaustuloksista on esitetty kuvassa 4. Kuvassa on mukana myös sondin paineen perusteella laskettu lämmönsiirtoöljyn höyrystymislämpötila.



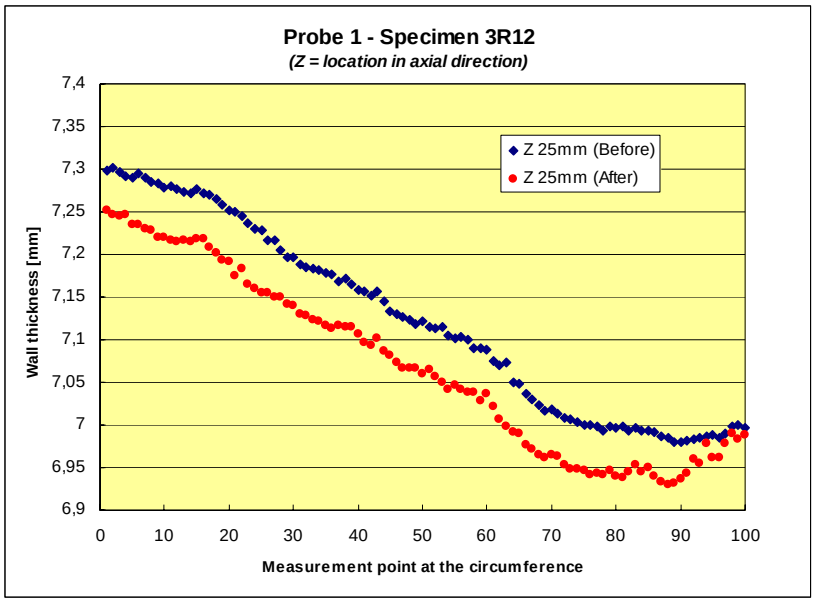
Kuva 4. Koepalojen lämpötilat ja sondin paine kokeessa 1 (3.-24.3.2010)

Kuten kuvasta 4 havaitaan, sondin paine säätyi kokeessa hyvin tasaisesti niin, että testimateriaalien lämpötila (koepalan keskellä) oli tasaisesti hie-

man yli 400°C. Lämpötilatrendeissä näkyvät yksittäiset piikit olivat kestoltaan hyvin lyhyitä, muutamia minuutteja, ja maksimilämpötilat jäivät alle 530°C. Valitettavasti lämpötilamittaukset vikaantuivat kokeen aikana, joten kokeen loppupuoliskolta on käytettävissä ainoastaan painemittausdataa. Testimateriaalien lämpötilan voidaan kuitenkin arvioida paineen arvojen perusteella olleen lähellä tavoitelämpötilaa n. 890 tunnin ajan (sondin paine yli 7 bar(a) ja höyrystymislämpötila vähintään 370°C).

Kokeet 2 ja 3 toistettiin likimain vastaavissa olosuhteissa niin, että toisessa kokeessa testimateriaalien lämpötilat olivat lähellä tavoitearvoa n. 830 tunnin ajan ja kolmannessa kokeessa n. 740 tunnin ajan. Syynä siihen, että kolmannessa kokeessa sondin paineen säätö ei toiminut yhtä tehokkaasti kuin aiemmissa kokeissa, oli paineen säädössä käytettyjen sähkövastusten osittainen vikaantuminen.

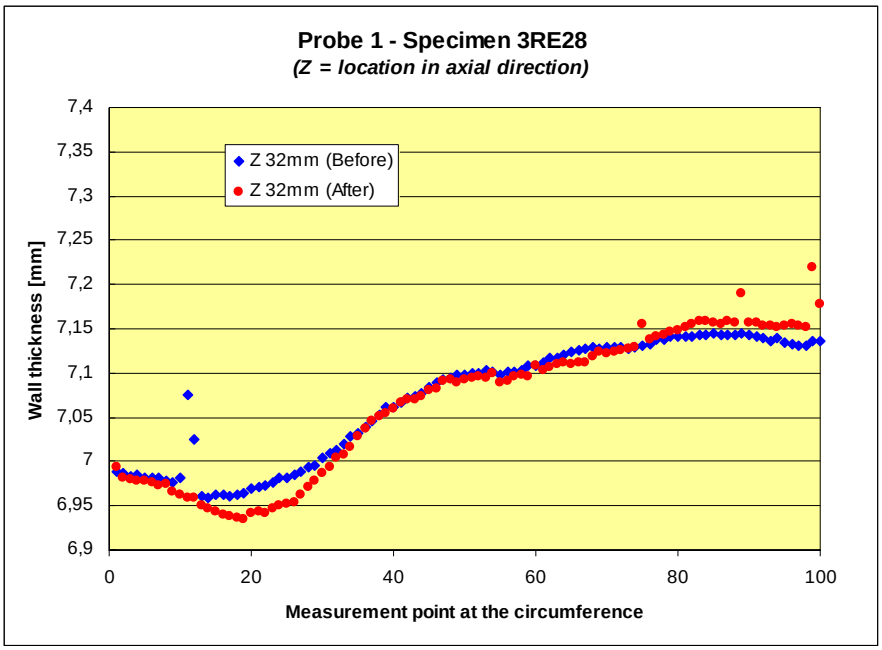
Eri materiaalien korroosionopeus on määritetty mittaamalla koekappaleiden paksuus ennen ja jälkeen kokeiden Mittatekniikan keskuksen (MIKES) toimesta. Esimerkki saaduista paksuusmittaustuloksista on esitetty kuvassa 5.



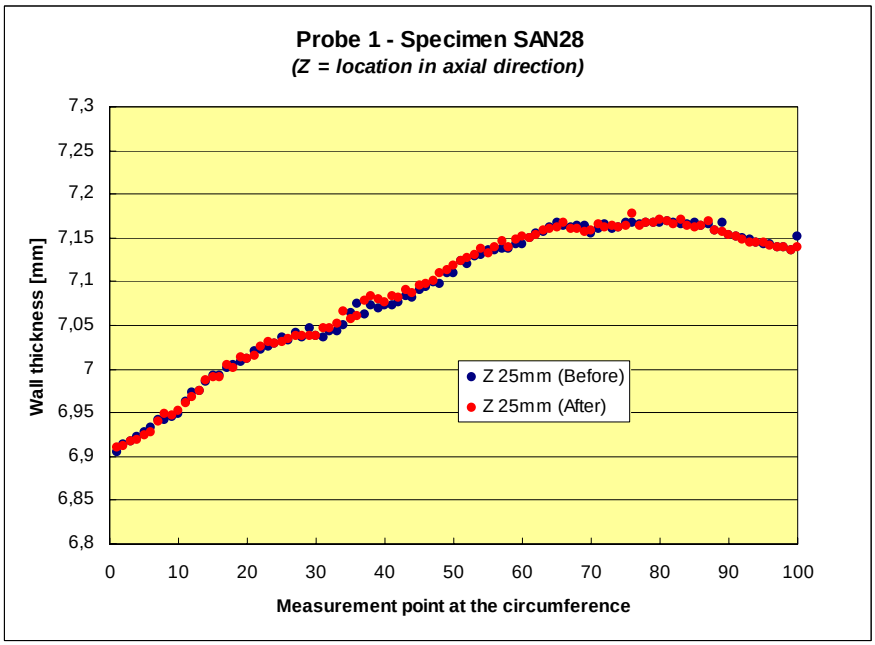
Kuva 5. 304L-koepalan paksuusprofiili ennen ja jälkeen kokeen nro 1

Kuten kuvasta 5 voidaan havaita, 304L-koepalan paksuus pieneni kokeen aikana n. 0,05 mm. Vuotuinen korroosionopeus olisi, mikäli korroosio etenisi jatkuvasti samaa vauhtia, n. 0,5 mm/a. Käytännössä näin ei todennäköisesti tapahdu, vaan korroosio hidastuu aikaa myöten niin, että vuotuinen korroosionopeus jää edellä mainittua alhaisemmaksi. 304L-koepalan kor-

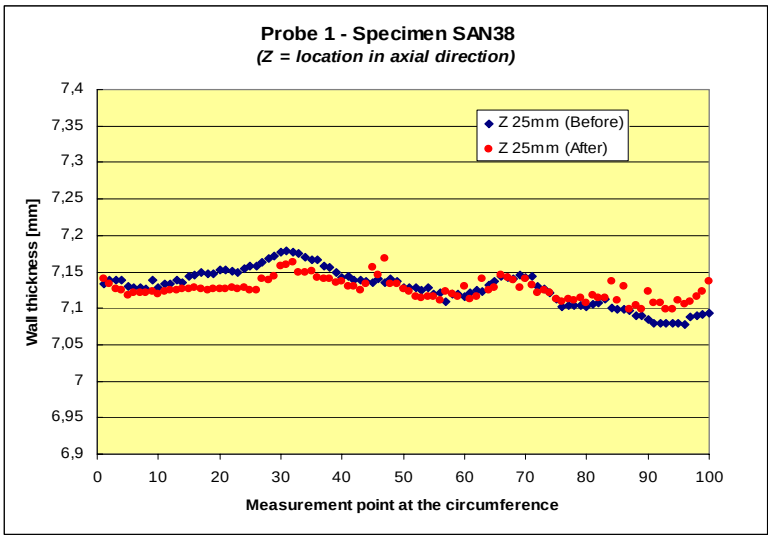
roosionopeus on kuitenkin huomattavan suuri varsinkin, kun sitä verrataan muiden materiaalien korroosionopeuteen, ks. esim. kuva 6 (310 S), kuva 7 (San28) ja kuva 8 (San 38).



Kuva 6. 310S (3RE28)-koepalan paksuusprofiili ennen ja jälkeen kokeen nro 1

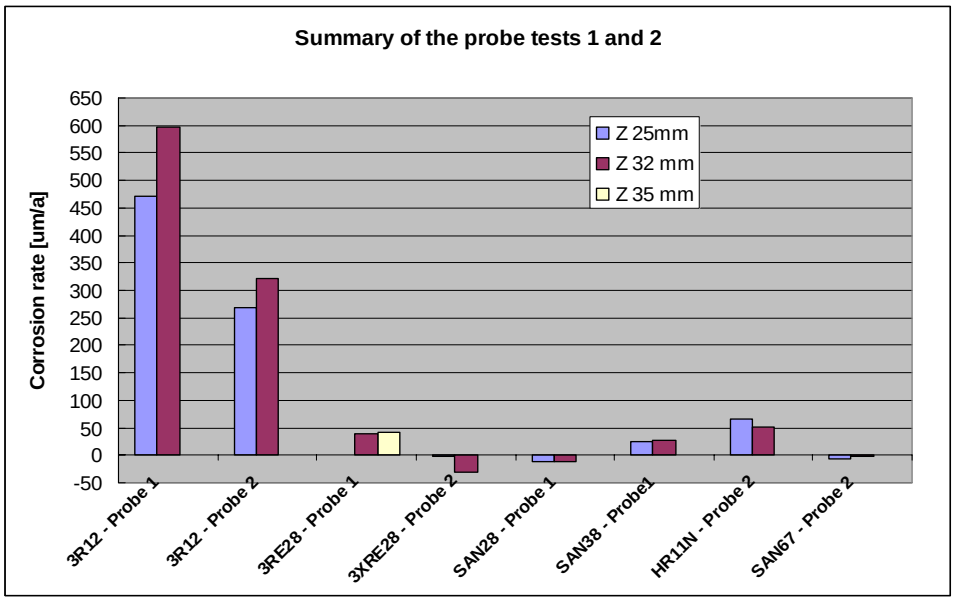


Kuva 7. San28-koepalan paksuusprofiili ennen ja jälkeen kokeen nro 1



Kuva 7. San38-koepalan paksuusprofiili ennen ja jälkeen kokeen nro 1

Myös kokeessa 2 käytettyjen koepalojen paksuusprofiilit on mitattu. Molempien kokeiden tulokset on esitetty kuvassa 8. Kuvan 8 korroosionopeudet on laskettu olettaen, että altistusaika molemmissa kokeissa oli noin 1000 tuntia. Tosiasiallisesti koemateriaalien pitoajat kuumissa olosuhteissa olivat kokeessa 1 n. 890 tuntia ja kokeessa 2 n. 740 tuntia, mikä osaltaan selittää eroa materiaalin 3R12 (304L) korroosionopeuksissa kokeissa 1 ja 2 kuvassa 8.



Kuva 8. Koepalojen paksuusprofiileista lasketut korroosionopeudet kokeissa 1 ja 2

Yhteenveto

SKYREC-projektissa on onnistuttu kehittämään menetelmä ja laitteisto tulipesämateriaalien koestamiseksi tulipesäolosuhteissa niin, että materiaalien lämpötila voidaan säätää korkeapaineisen soodakattilan tulipesäputkien pinnoitemateriaalien lämpötilaa vastaavaksi.

Menetelmää ja laitteistoa käyttäen on voitu koestaa hallitusti erilaisia pinnoitemateriaaleja todellisissa tulipesäolosuhteissa niin, että pinnoitemateriaalien lämpötila on yhtä korkea kuin korkeapaineisissa soodakattiloissa.

Alustavat tulokset kokeista ovat seuraavat:

1. 304 L (3R12), joka on yleisin nykyisin käytetty pinnoitemateriaali, korrodoituu tulipesäolosuhteissa suhteellisen nopeasti.

2. San38, joka on toinen suhteellisen yleisesti nykyisin käytetty pinnoitemateriaali, korrodoitui selvästi hitaammin kuin 304L.

3. 310S (3RE28) ja HR11N korrodoituvat noin kaksi kertaa nopeammin kuin San38, mutta huomattavasti hitaammin kuin 304L.

4. San28, 4C54 (3XRE28) ja San67 kestivät tulipesäolosuhteet niin hyvin, että paksuusmittausten perusteella arvioiden ko. materiaalit eivät korrodoidu lainkaan.

Yhden materiaalin (Super625) tulokset vielä puuttuvat, sillä ko. materiaali on ollut testattavana vain kokeessa 3, jonka tulosten analysointi on kesken.

Tulokset vahvistavat käyttökokemusten perusteella tehtyä oletusta, että 304L ei sovellu korkeapaineisten soodakattiloiden pinnoitemateriaaliksi. Muut pinnoitemateriaalit näyttäisivät sitä vastoin tarjoavat kohtalaisen tai erinomaisen suojan korroosiota vastaan.

Alustava johtopäätös on, että soodakattiloiden käyttöpainetta voidaan nostaa ilman, että tulipesän seinäputkien vaurioriski kasvaa merkittävästi ainakaan pinnoitteen yleisen korroosion takia, kun pinnoitemateriaali valitaan oikein. Sopivilta materiaaleilta vaikuttavat tässä vaiheessa esim.

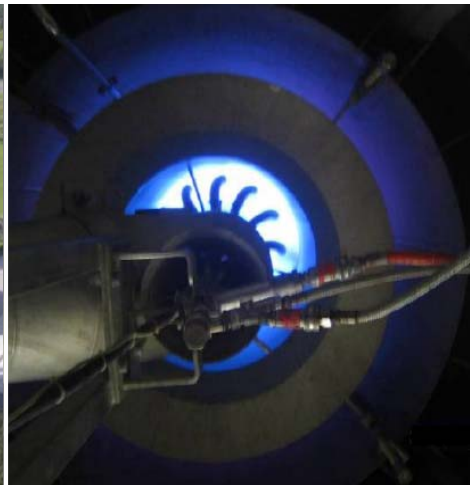
San4C54, San28 ja San38. Tulokset varmistetaan näytteiden karakterisointi-tutkimuksilla (SEM/EDS), joilla selvitetään eri materiaalien korroosiomuoto ja korroosiotuotekerrosten koostumus ja rakenne.

KUOREN KAASUTUS SELLUTEHTAALLA

Timo Kauranen
Andritz Oy

Kuoren kaasutus sellutehtaalla

Soodakattilapäivät 27.10.2010, Tampere



www.andritz.com

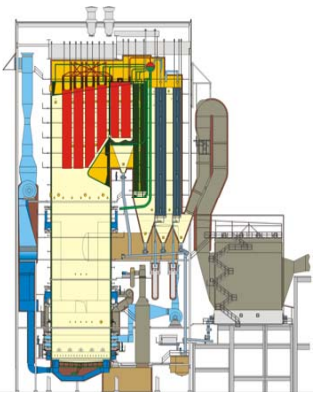
We accept the challenge!

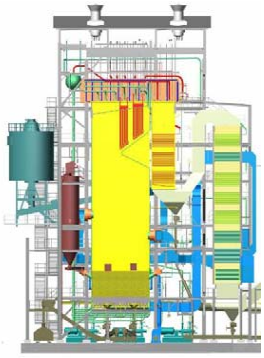
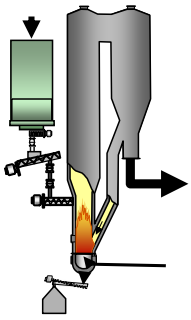
Kaasuttimet Andritzin organisaatiossa

Voimakattilat ja kaasuttimet ovat ”uusia” tuotteita, joita varten talteenottodivisioonaan on perustettu uusi yksikkö Bioenergy Systems v. 2006

Recovery Division

- **Recovery Boilers**
- **Evaporators**
- **Bioenergy Systems**
  - BFB Boilers
  - Gasifiers



“Uusien” tuotteiden tausta

1909 - 1995

A. AHLSTRÖM OY

WORKSHOP / BOILER FACTORY

- Marine steam boilers originally
- Industrial boilers (Grate, WHB, RB, HRSG, PC, BFB, CFB) starting 1950 & gasifiers

1995

Ahlstrom Machinery
Recovery boilers
Gasifiers for P&P

2000

Andritz
Recovery boilers
BFB boilers &
Gasifiers (2006)

- **Ahlström sold power boiler business to FW in 1995 and continued recovery boiler business as Ahlstrom Machinery**
- **Andritz acquired AM in 2000 and added BFB boilers for biomass in their product portfolio in 2006**
- **Andritz and FW co-own the boiler workshop in Varkaus, Finland**

Foster Wheeler
Power Boilers & Gasifiers

TAMPELLA POWER
- Power boilers
- Black liquor boilers
- Biomass Gasification

1992

ENVIROPOWER
- Development of fluidized bed gasification technology

Tampella Power 75 %
Vattenfall 25 %

1996

- **Tampella Power Inc. sold to Kvaerner**
- **Carbona acquires Gasification Business**

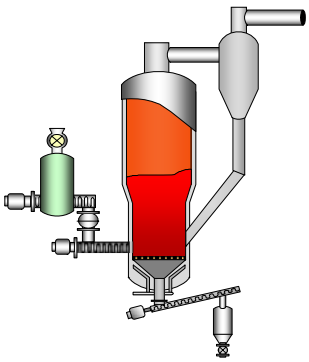
CARBONA
- Commercialization of biomass gasification technologies

Acquired by Andritz in 2006

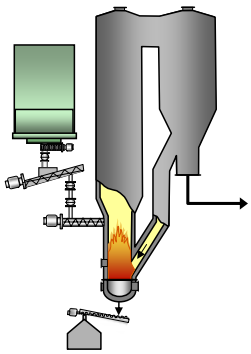
ANDRITZ Pulp & Paper

Kaksi tuotelinjaa

Kuplapeti (BFB)	Kiertopeti (CFB)
▪ Matala paine 10-50 MWth ▪ Paineistettu 30-150 MWth	▪ Ilmanpaineinen 20-150 MWth



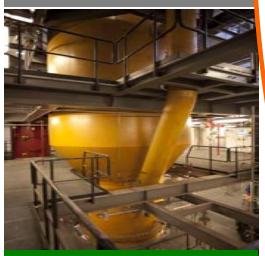
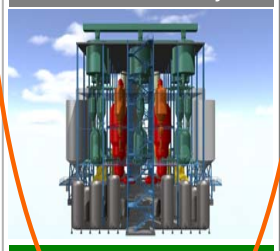
BFB



CFB

ANDRITZ Pulp & Paper

Biomassan kaasutussovellukset

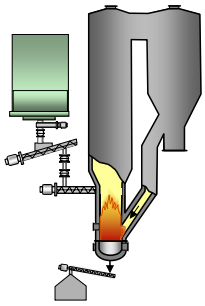
Polttokaasu uuneille	Yhteispoltto kattiloissa	Polttomoottori-laitokset	Kaasuturpiini-laitokset (IGCC)	Synteesikaasu-laitokset
▪ 10-100 MWth ▪ Ilmanpaineinen CFB (circulating fluidized bed) ▪ Fossiilisen polttoaineen korvaaminen	▪ 10-150 MWth ▪ Ilmanpaineinen CFB ▪ Sähköä höyry-prosessilla	▪ 10-50 MWth ▪ Matalapaine BFB (bubbling fluidized bed) ▪ Sähkö/lämpö kaasumoottoreilla	▪ 30-150 MWth ▪ Paineistettu BFB (ilmakaasutus) ▪ Sähkö/lämpö kaasu/höyry-turpiineilla	▪ 150 MWth/yksikkö ▪ Paineistettu BFB (happikaasutus) ▪ Kehitysvaiheessa eri käyttö-tarkoituksiin
Paperi/sellu- ja sementtiteollisuus	Sähköyhtiöt ja teollisuus, joilla suuria fossiilisen pa:n voimalaitoksia	Kunnat, sahat, ym.	Uuudet keskikokoiset CHP-laitokset	Bionesteiden ja synteettisen maakaasun tuottajat
				
Polttokaasu	Vihreä sähkö	Vihreä sähkö	Vihreä sähkö	Bionesteet

Polttoaineet

- Bark, wood residues
- Forest residue
- Wood chips, pellets
- Saw dust

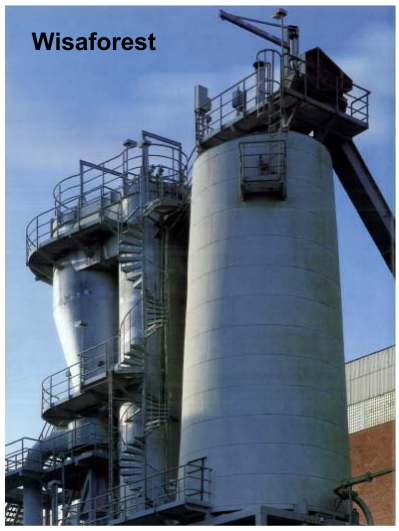
Fuels like waste, rejects, sludge, etc. require further development work

Tuotelinja 1



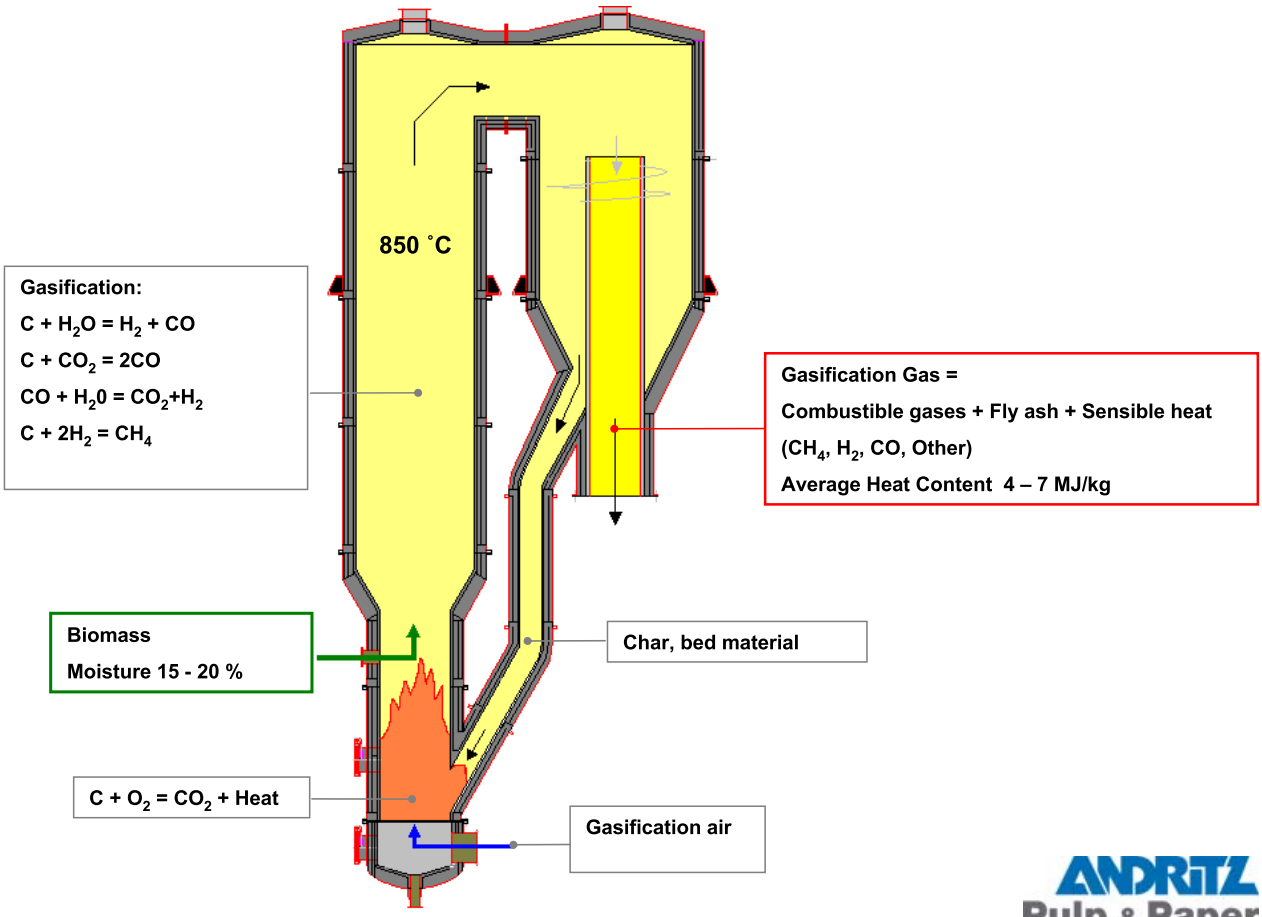
KIERTOPETIKAASUTTIMET (CFB)

Kiertopeti-teknologian perusta



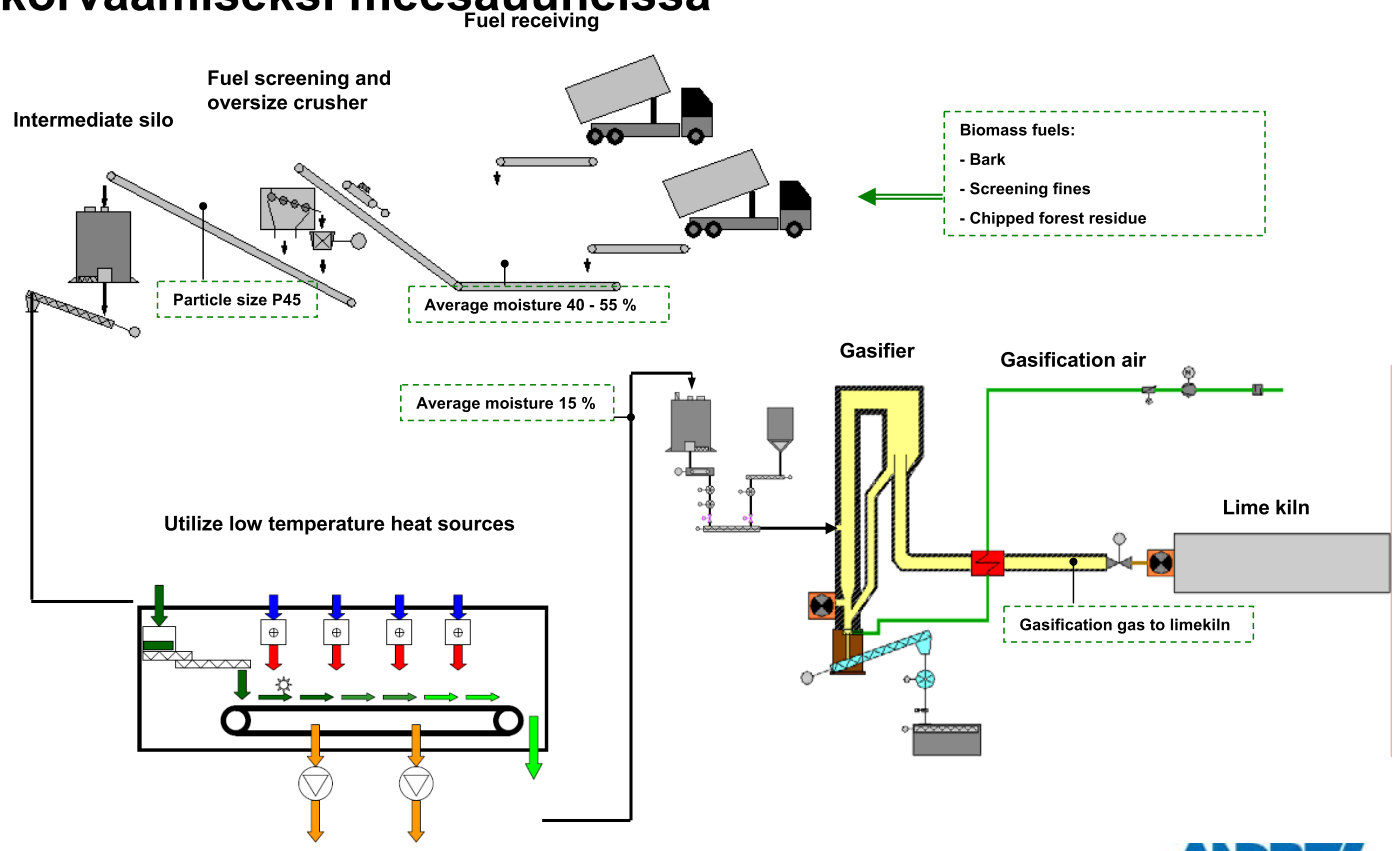
Location	Year	Size/Fuel
Wisaforest Finland	1983	35 MW/ bark/saw dust
Norrsundet Bruk Sweden	1985	25 MW/bark/saw dust
ASSI Karlsborg Bruk, Sweden	1986	27 MW/bark/saw dust
Portucell Rodao Mill, Portugal	1986	17 MW/bark

Kiertopetikaasuttimen periaate



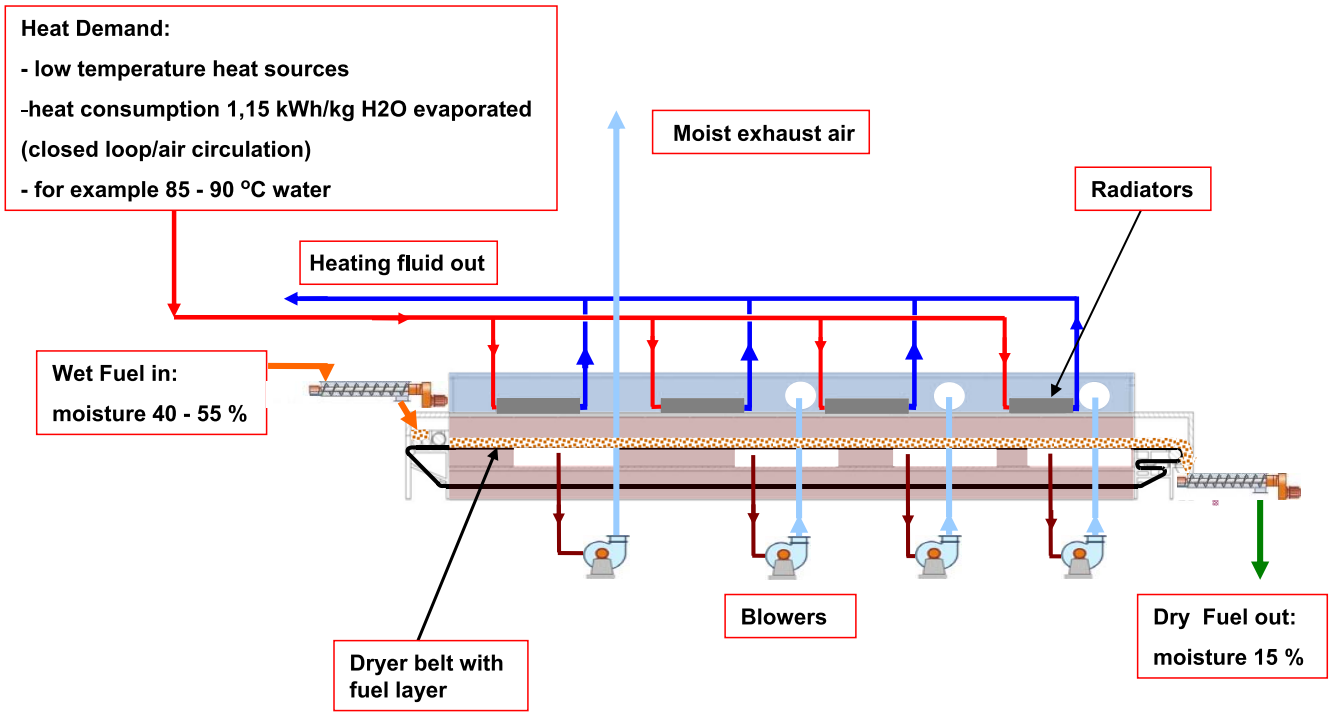
ANDRITZ Pulp & Paper

Andritz toimituslaajuus 100% fossiilisen polttoaineen korvaamiseksi meesauuneissa



ANDRITZ Pulp & Paper

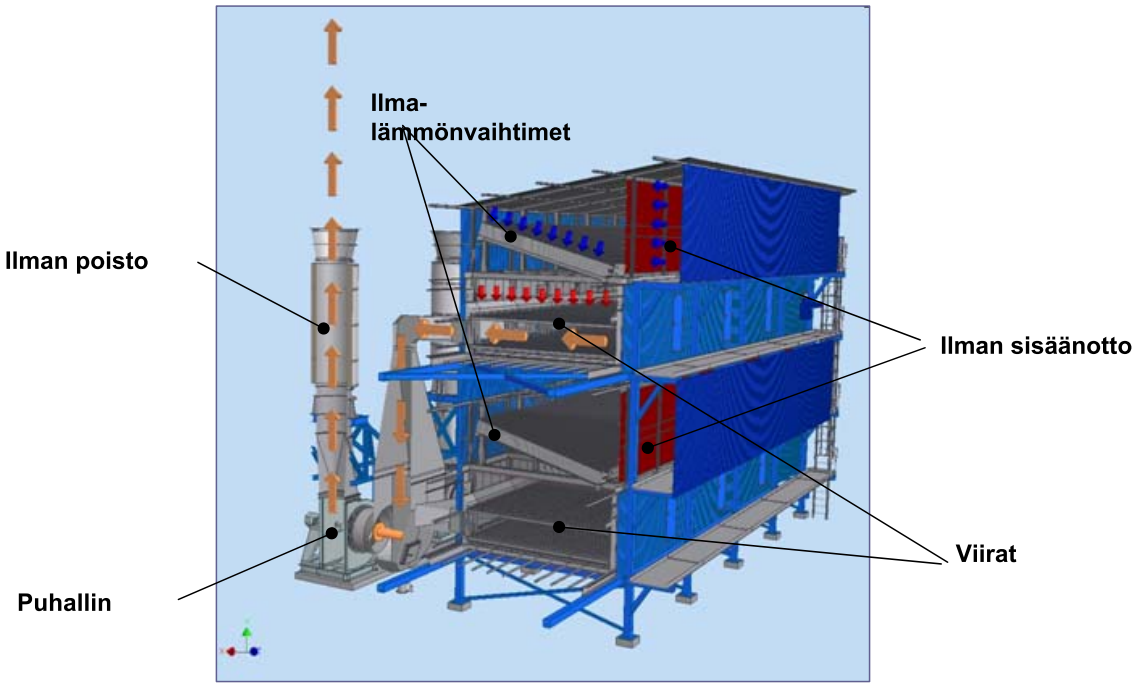
Viirakuivurin periaate



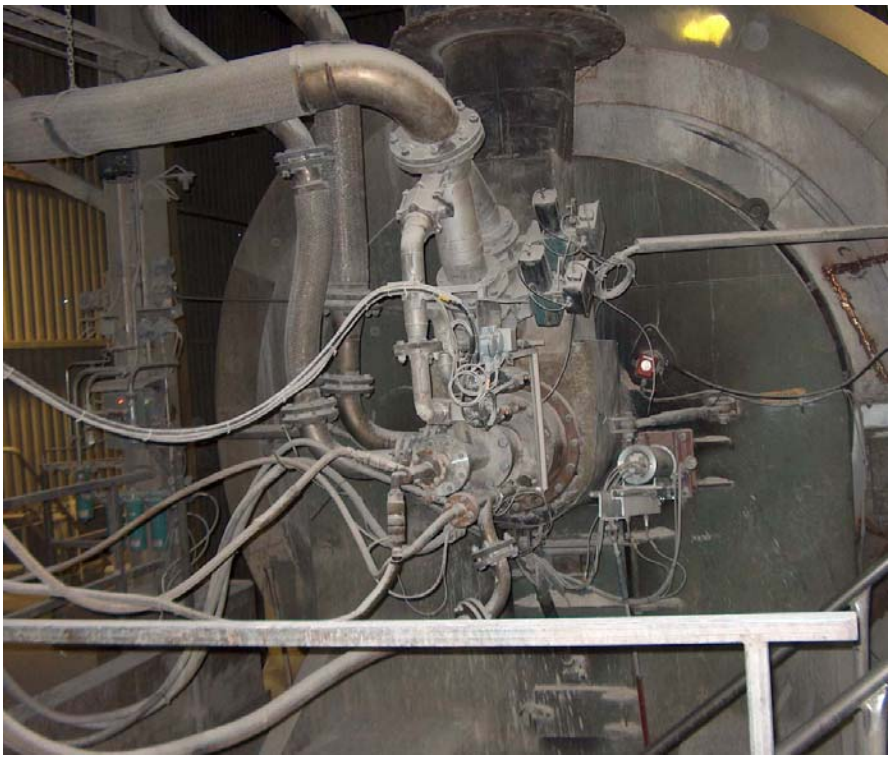
Mahdollisia kuivausilman lämmönlähteitä

- Tyypillinen kuivausilman lämpötila on 70-100 °C
- Mahdollisia lämmönlähteita
  - Lämmin vesi
    - 45-60 °C
    - Ilman esilämmitykseen
  - Kuuma vesi
    - 70-80 °C
    - Ilman esilämmitys
    - voi olla myös ainoa lämmön lähde
  - Matalapainehöyry
    - 4 bara / 145 °C
    - kuivausilman “lämpötila-boosteri”
  - Lämmön talteenotto soodakattilan- tai meesauunin savukaasuista
    - Kuuma vesi n. 115 °C
    - Kuivausilman ainoa lämmönlähde tai boosteri

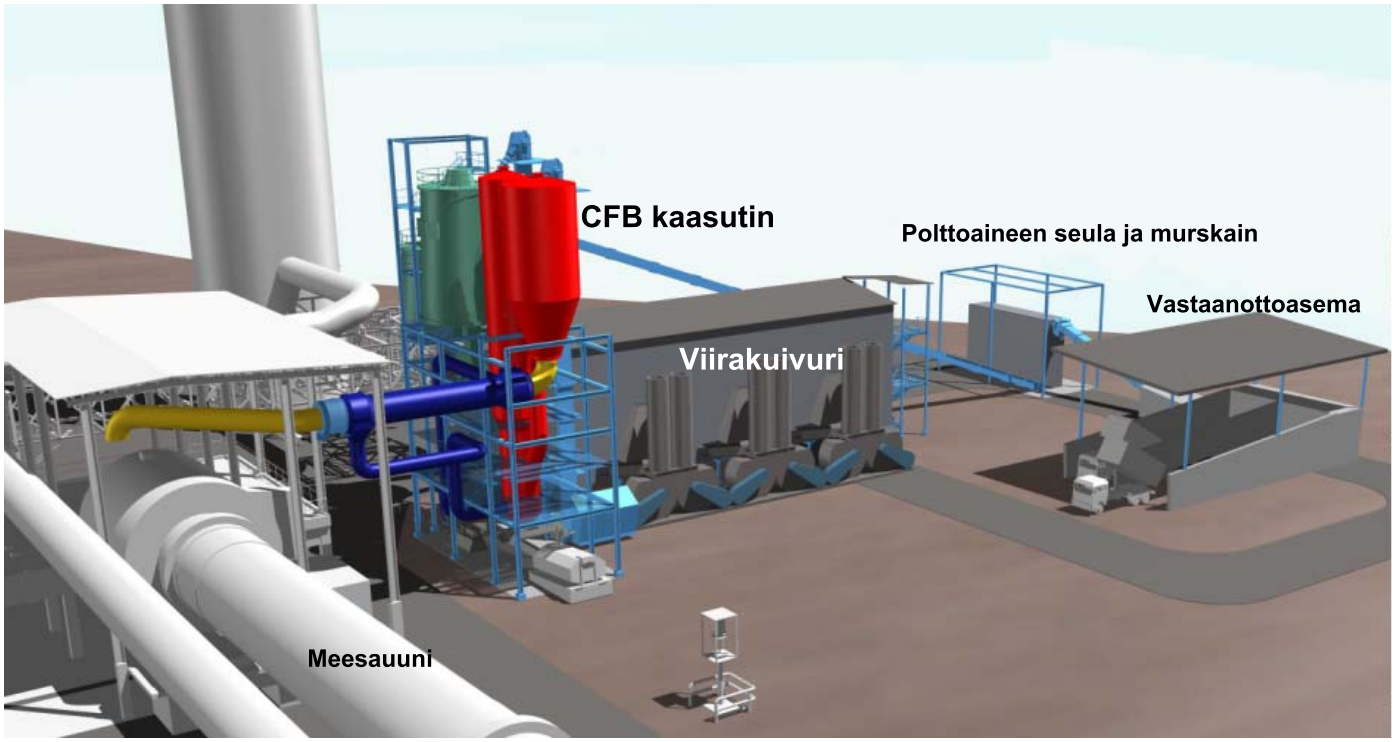
Andritz viirakuivuri (yksi- tai kaksikerroksinen)



Andritz meesauunipoltin



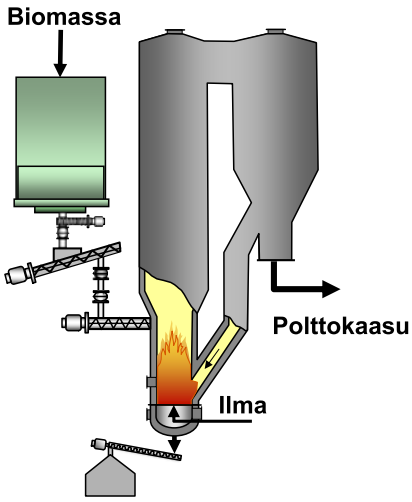
Kaasutinlaitteisto meesauunin yhteydessä



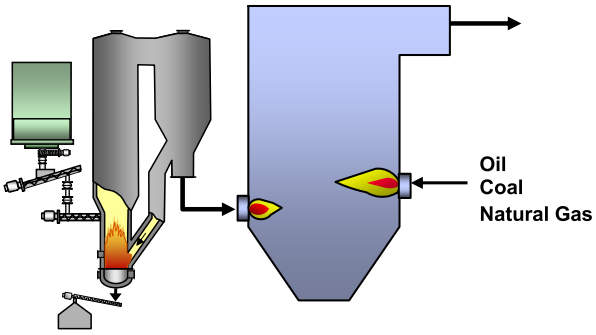
CFB-kattilasovellukset

Biomassan CFB kaasutin korvaa hiiltä voimalaitoksessa

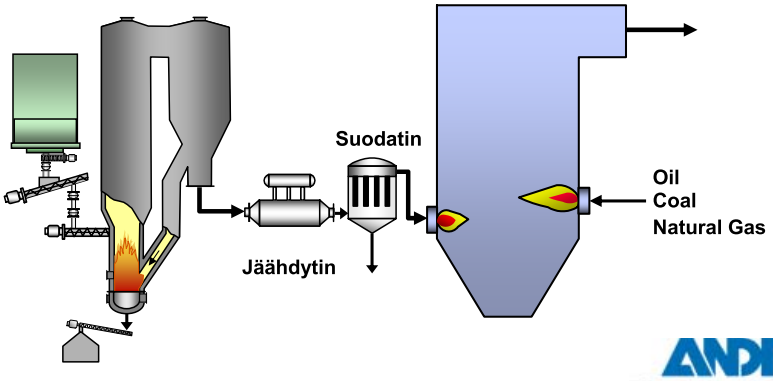
CFB kaasutin



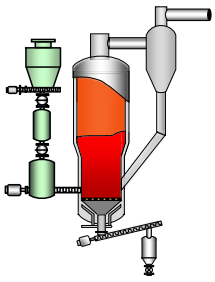
Kaasuttimen kokoluokka 10 – 150 MWpa



Kaasun puhdistus suodattamalla



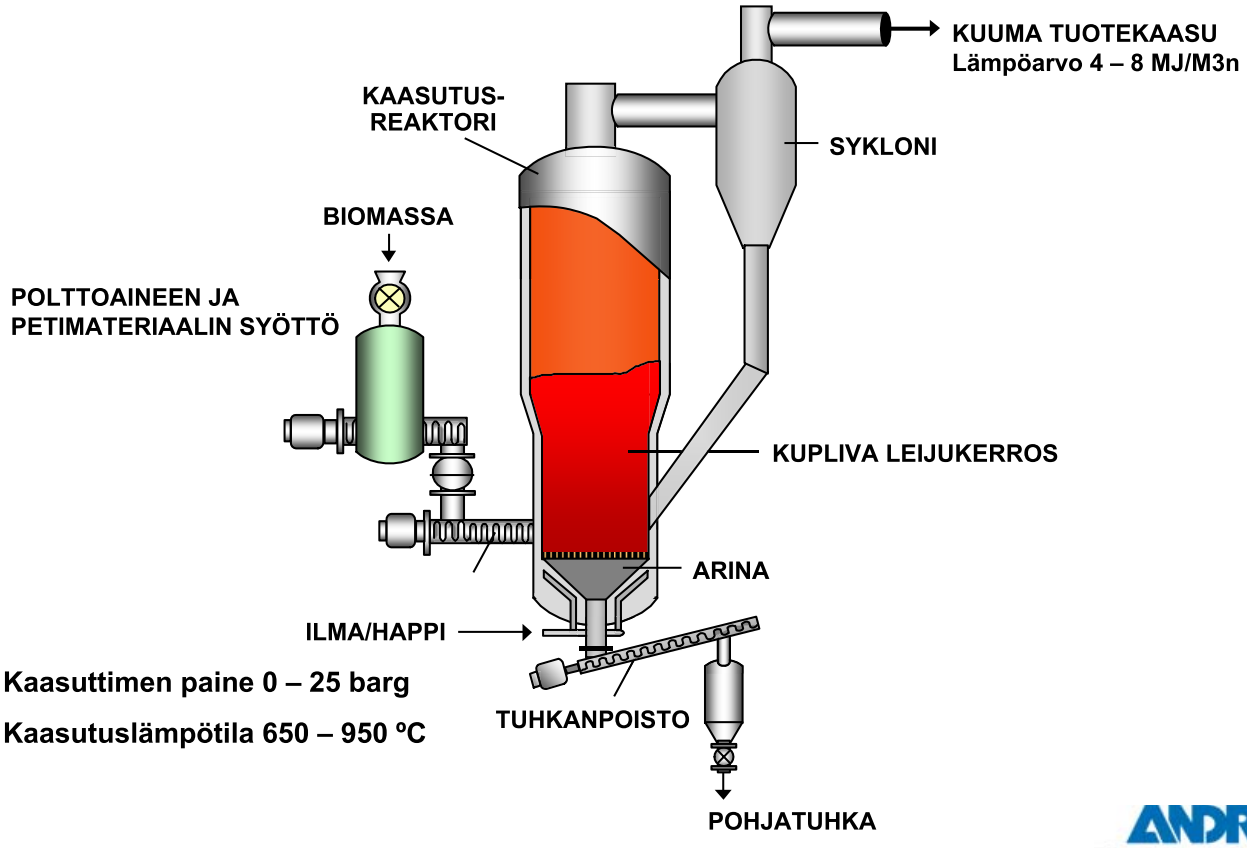
Paineistetut kuplapetikaasuttimet (BFB)



Alkuperäinen lisenssin antaja: the Gas Technology Institute (GTI), Chicago USA.

Alunperin kehitetty hiilen kaasutukseen, Carbona modifioinut biomassan kaasuttimeksi.

Kuplapetikaasutin (BFB)



Kaasuttimen paine 0 – 25 barg

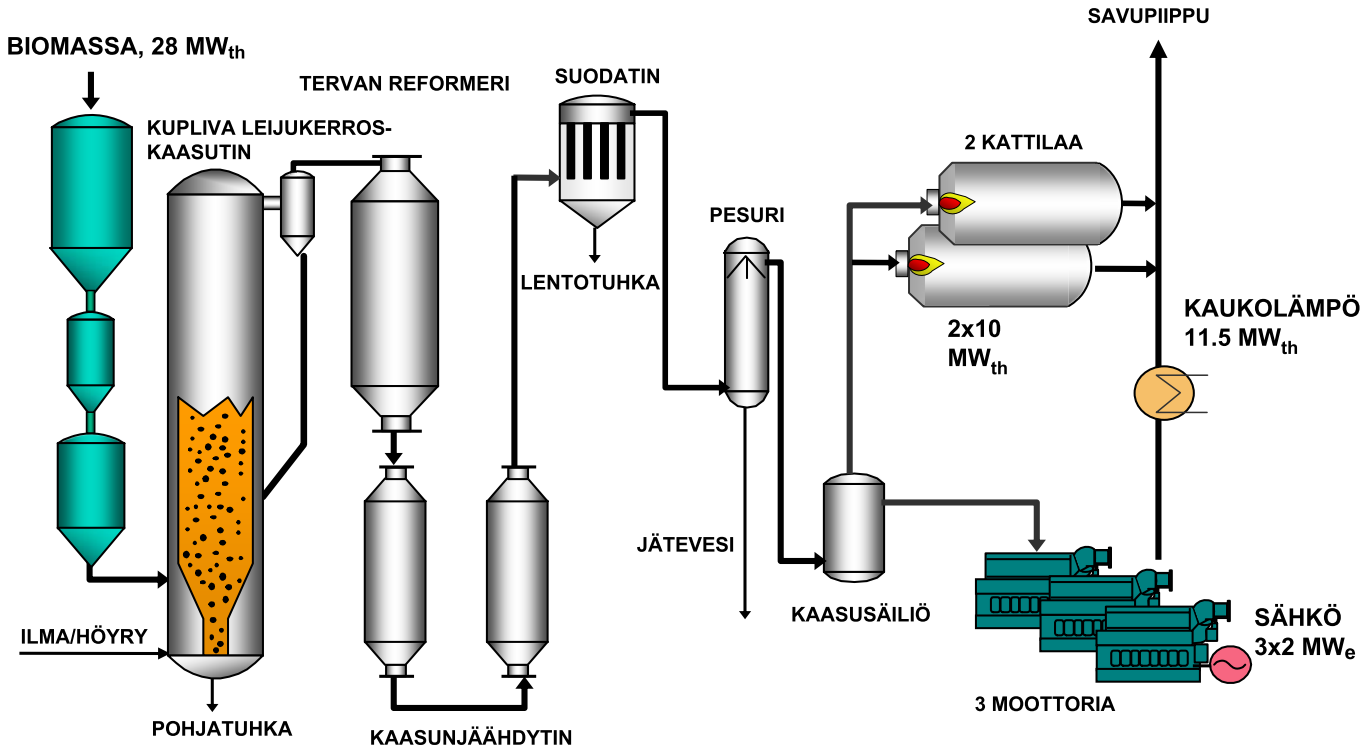
Kaasutuslämpötila 650 – 950 ºC

Skive CHP-laitos

Skive/Tanska kaasutus/moottorilaitos

BFB-kaasutin tuottaa polttokaasua moottoreihin

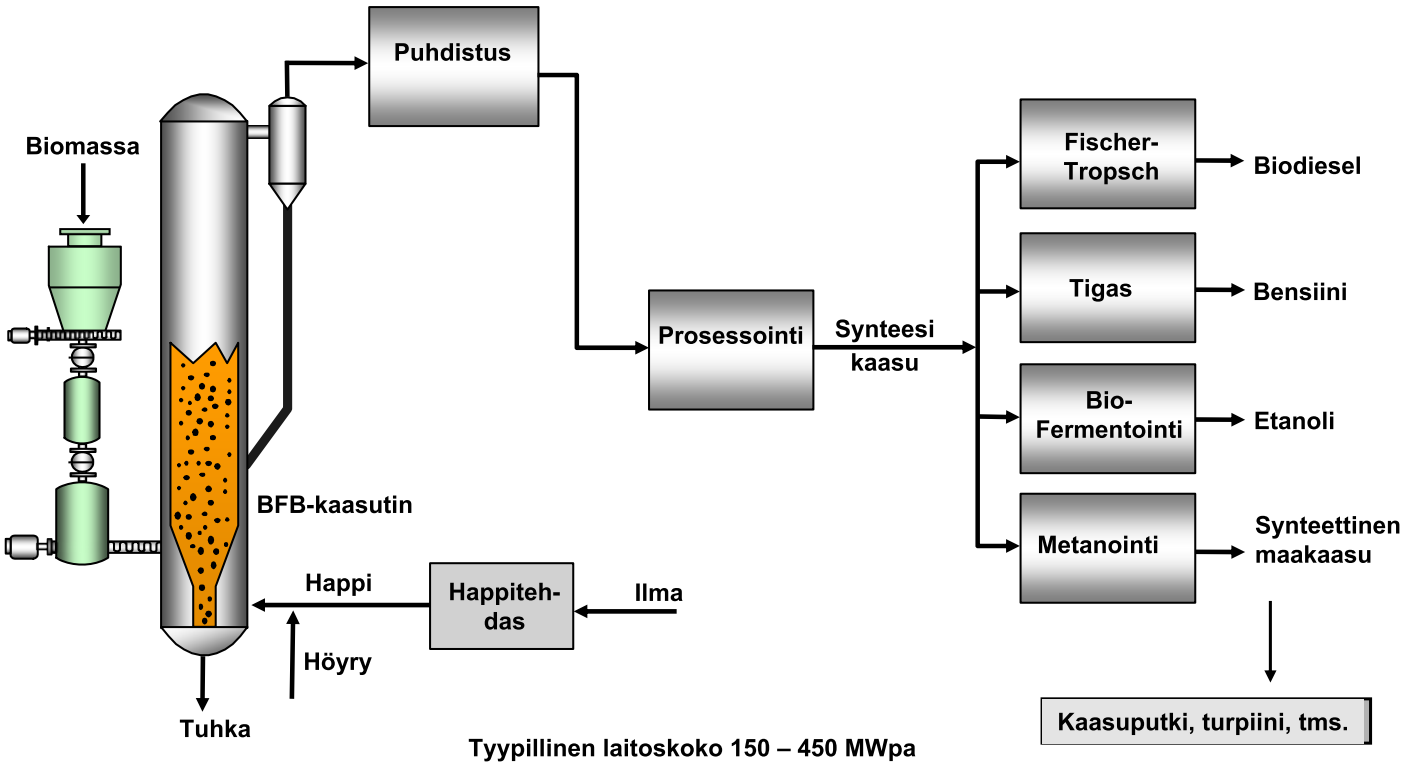
Matalapaineinen ilmakaasutus (Skive, Tanska)



ANDRITZ Pulp & Paper

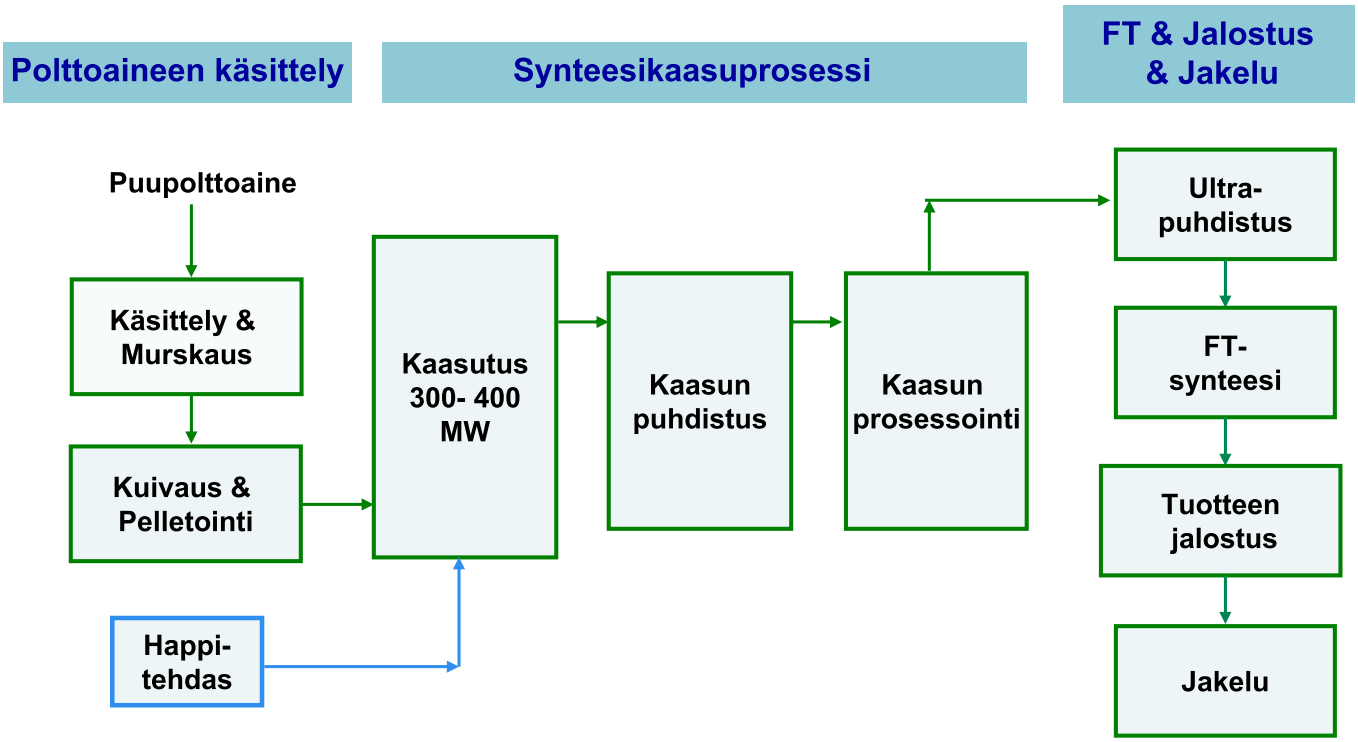
BFB-kaasutin synteesikaasun jatkojalostussovelluksiin

Korkea paine (10-20 bar) happikaasutus



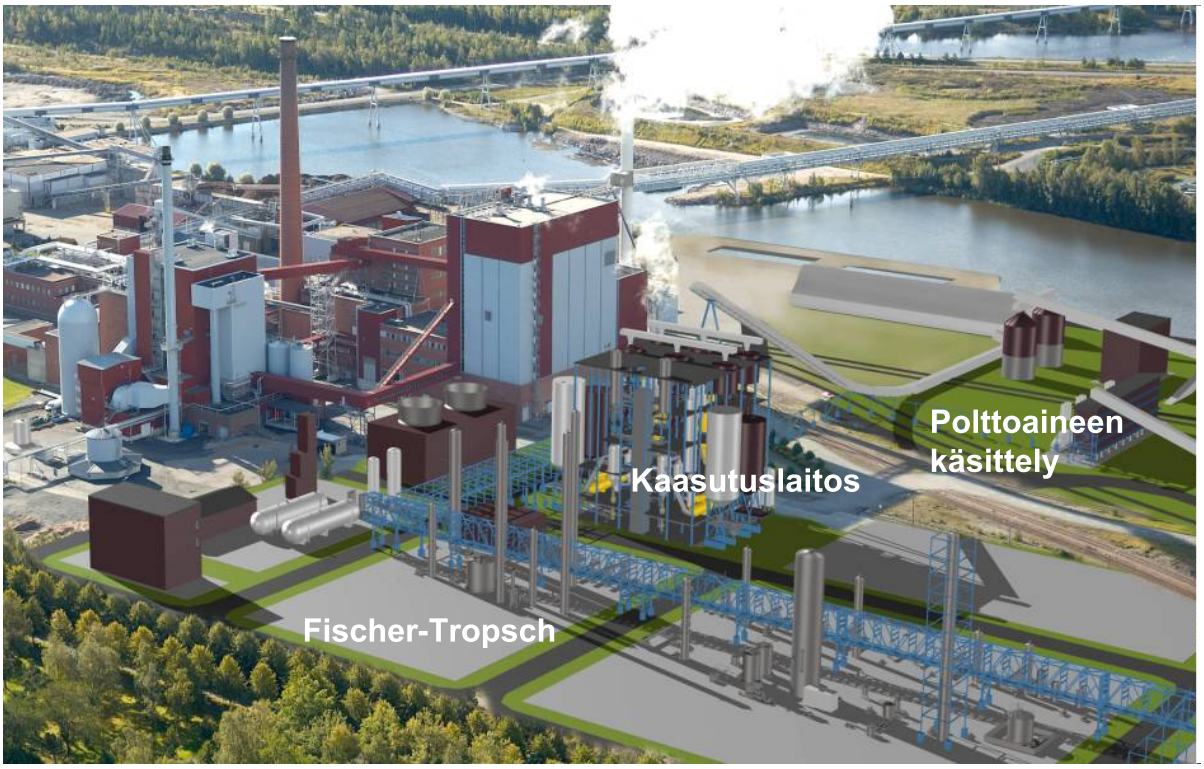
ANDRITZ Pulp & Paper

Biodiesel-prosessi, UPM-Kymmene



ANDRITZ Pulp & Paper

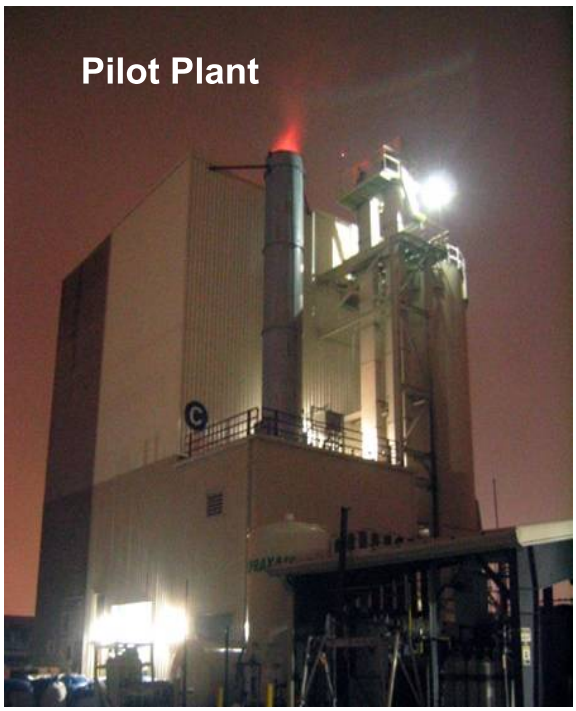
Biodiesel-laitos kuvattuna UPM-Kymmenen tehtaalla



ANDRITZ Pulp & Paper

Pilot-laitos, Gas Technology Institute, Chicago, USA

(Korkea paine, BFB, alunperin hiilelle, biomassalle modifioinut Carbona)

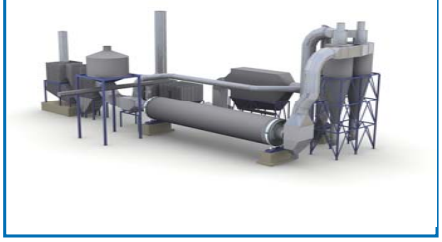


Laitosta käytetään paineistetun happikaasutuksen ja kaasun puhdistuksen testaukseen synteesikaasun tuotannossa mm. UPM:n Biodiesel-projektissa.

Yhteenveto ANDRITZ Carbona -tuotteista kaasutuslaitoksiin

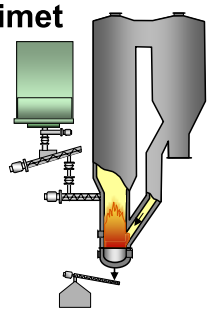
Laitteistot biomassan käsittelyyn

Viira- ja rumpukuivurit



CFB-kaasuttimet

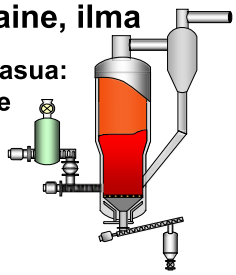
- ilmakaasutus
- uuneille ja kattiloille



10 – 150 MWth

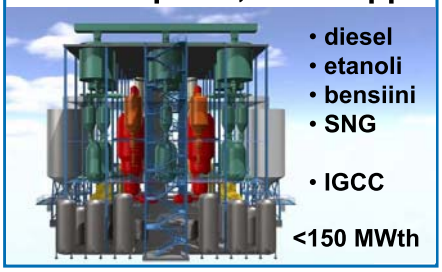
BFB-kaasuttimet - matala paine, ilma

Puhdasta kaasua:
- moottoreille
- kattiloille



10 – 50 MWth

BFB-kaasuttimet - korkea paine, ilma/happi



- diesel
- etanoli
- bensiini
- SNG
- IGCC

<150 MWth

Kaasun puhdistus ja poltto

- Kaasun jäähdytys, suodatus
- Tervan reformeri, kaasupesuri
- Kaasupolttimet

Legal Disclaimer

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

© ANDRITZ AG 2010. All rights reserved. No part of this copyrighted work may be reproduced, modified or distributed in any form or by any means, or stored in any database or retrieval system, without the prior written permission of ANDRITZ AG or its affiliates. Any such unauthorized use for any purpose is a violation of the relevant copyright laws.

VOIMAKATTILAN KAASUTTIMET

Juhani Isaksson
Metso Power Oy

Kaasuttimet voimantuotannossa

Soodakattilapäivä 27.10.2010

Juhani Isaksson – Metso Power

metso

Metso on kestävien teknologioiden ja palveluiden kansainvälinen toimittaja

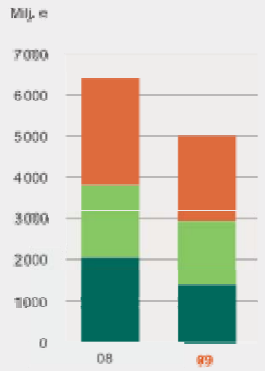
- Asiakkaamme toimivat seuraavilla toimialoilla:
  - Kaivosteollisuus
  - Maarakennusteollisuus
  - Voimantuotanto
  - Öljy- ja kaasuteollisuus
  - Kierrätys
  - Massa- ja paperiteollisuus
- Noin 27 000 työntekijää yli 50 maassa
- Vuoden 2009 liikevaihto 5,0 miljardia euroa
- Osakkeemme noteerataan NASDAQ OMX Helsinki Ltd. -pörssissä

metso

Meillä on kolme segmenttiä

Liikevaihto segmenteittäin

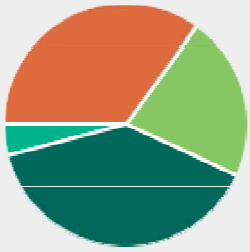
2009 liikevaihto 5,0 miljardia euroa



- Kaivos- ja maarakennusteknologia
- Energia- ja ympäristöteknologia
- Paperi- ja kuituteknologia

Henkilöstö segmenteittäin

Noin 27 000 työntekijää



- Kaivos- ja maarakennusteknologia
- Energia- ja ympäristöteknologia
- Paperi- ja kuituteknologia
- Muut

Energia- ja ympäristöteknologia

Tuotteet ja palvelut

- Kattilalaitokset, biomassakattilalaitokset ja ympäristönsuojelulaitteet
- Energia- ja prosessiteollisuuden automaation ja tiedonhallinnan sovellusverkot ja järjestelmät
- Tuotantoprosessien mittausjärjestelmät ja analysaattorit
- Säätöventtiilit ja älykkäät sulkuventtiilit
- Metallin ja kiinteän jätteen kierrätyslaitteet
- Asiantuntija- ja huoltopalvelut

Asiakkaat

- Voimantuotanto
- Öljy- ja kaasuteollisuus
- Paperi- ja massateollisuus
- Kierrätys

Liikevaihto vuonna 2009
1 523 miljoonaa euroa

Jako asiakasteollisuuksittain

- 43 % Voimantuotanto
- 26 % Öljy- ja kaasuteollisuus
- 13 % Kierrätys
- 18 % Massa- ja paperiteollisuus

Palveluliiketoiminnan osuus liikevaihdosta 35 %

History of Gasification in Metso Power

TAMPELLA POWER

Tampere pilot plant
- 15 MWth pressurized FB gasifier
- Biomass and coal gasification development
- Hot gas cleaning development

GÖTAVERKEN

Atmospheric CFB gasification development
- Värö lime kiln gasifier 1987

ENVIROPOWER

Founded by Tampella Power and Vattenfall 1992
- Upkeep Gasification know-how
- Now owned by Metso Power

METSO CFB /BFB Boiler experience
- Fuel handling
- Ash handling
- Refractory experience

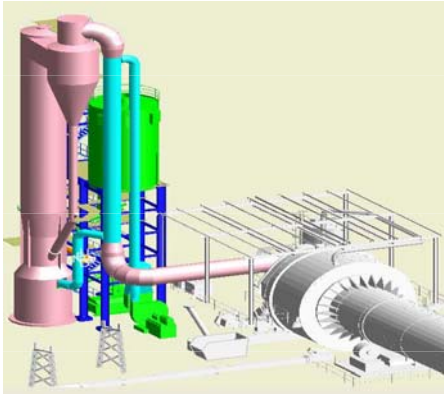
NEW DEVELOPMENT ACTIVITY
- Initiated 2002
- Biomass gasification for limekilns
- Biomass gasification for power production
- Waste gasification
- Fuel drying
- Gas cleaning

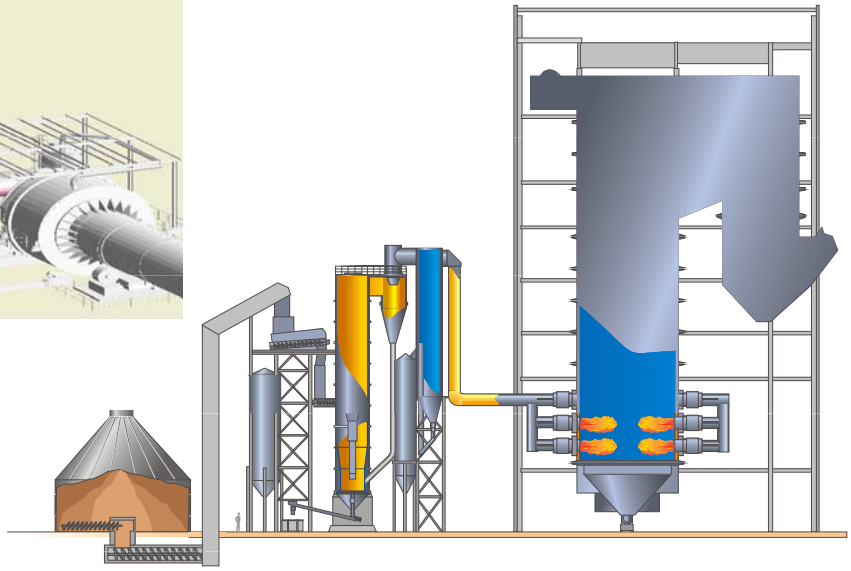
METSO POWER CFB GASIFIER

© Metso

metso

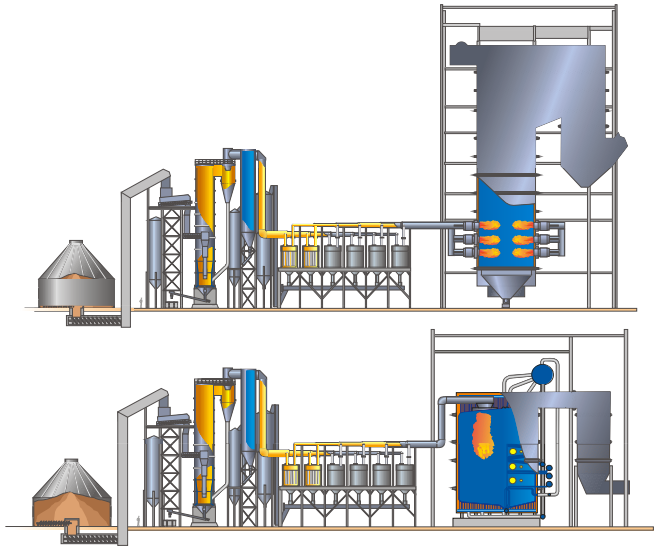
METSO GASIFIERS – DIRTY GAS (”Qick and dirty”)

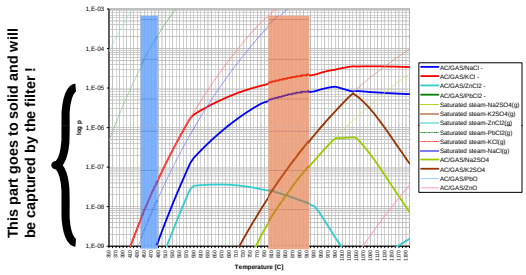




metso

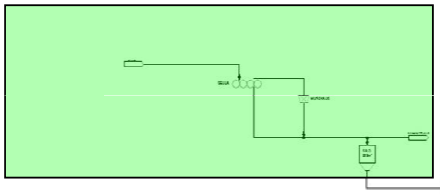
METSO GASIFIERS – CLEAN GAS (“Nice and clean”)

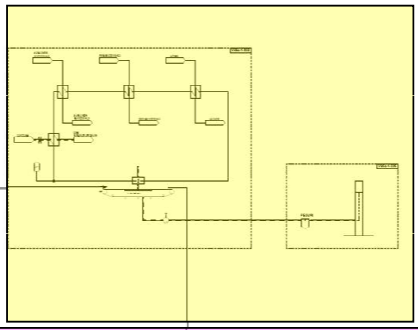


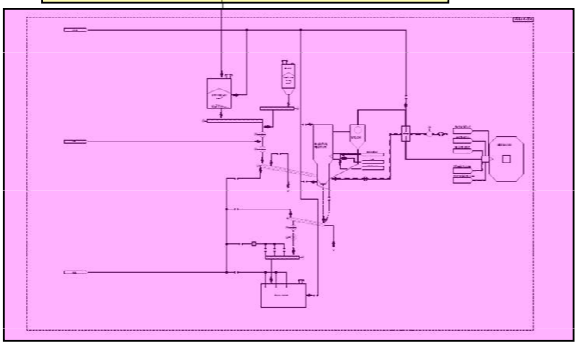


Clean = Dust and alkali free

Biomass gasifier for a lime kiln – the whole plant





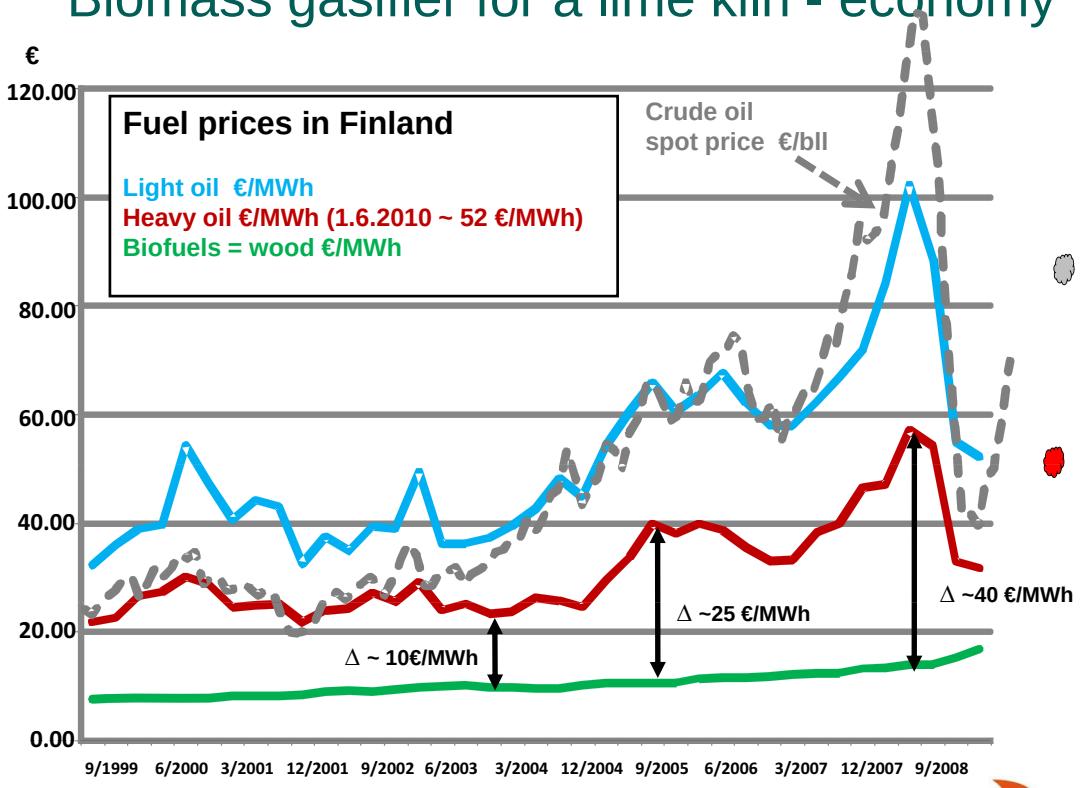


Fuel drying
- Heat recovery
- Dryer

Fuel handling at fuel yard
- Crushing
- Transportation

Gasifier and lime kiln
- Fuel feeding
- Air system
- Gasifier
- Ash handling
- Gas line
- Lime kiln burner

Biomass gasifier for a lime kiln - economy



© Metso

metso

Biomass gasifier for a lime kiln - economy

650,000 tn/a pulp mill		Bio	HFO
Fuel	MWh	381,500	350,000
Fuel unit cost	€/MWh	13	35 (Δ =22 €/MWh)
Annual fuel cost	M€	5.7	12.3
CO_2 emission/MWh	tCO_2/MWh	0.0000	0.2786
Annual CO_2 emission	tCO_2/a	0	97,510
CO_2 credit	€/tCO_2	15	15
Annual CO_2 cost	M€	0.0	1.5
Consumables (electricity, lime etc.)	M€/a	0.8	0.0
Total	M€/a	6.5	13.8
Annual savings if bio is selected	M€/a	7.3	
Estimated investment	M€		
- Gasifier	8 -10	Main variable: layout	
- Dryer (based on waste heat)	4 -7	Main variable: dryer energy source	
- Fuel handing, etc.	2-3	Main variables: layout, fuel quality	
- Project cost for investor	1-2		
TOTAL INVESTMENT	15 - 22		

© Metso

metso

Biomass gasifier for a lime kiln – some experiences

Working at night too

- A lime kiln can easily be switched over to use gasified biomass
- The size is usually large enough to make this solution economically viable
- Fuel is normally available in a mill
- During the second oil crisis in the 1980s, several gasifiers were built to replace oil with biomass
- At Värö, Södra Cell, Sweden, a Metso (Götaverken) gasifier has been used since 1987

=> Over 20 years of industrial experience

© Metso

metso

DRYER

NSE Biofuels

Varkaus, Finland

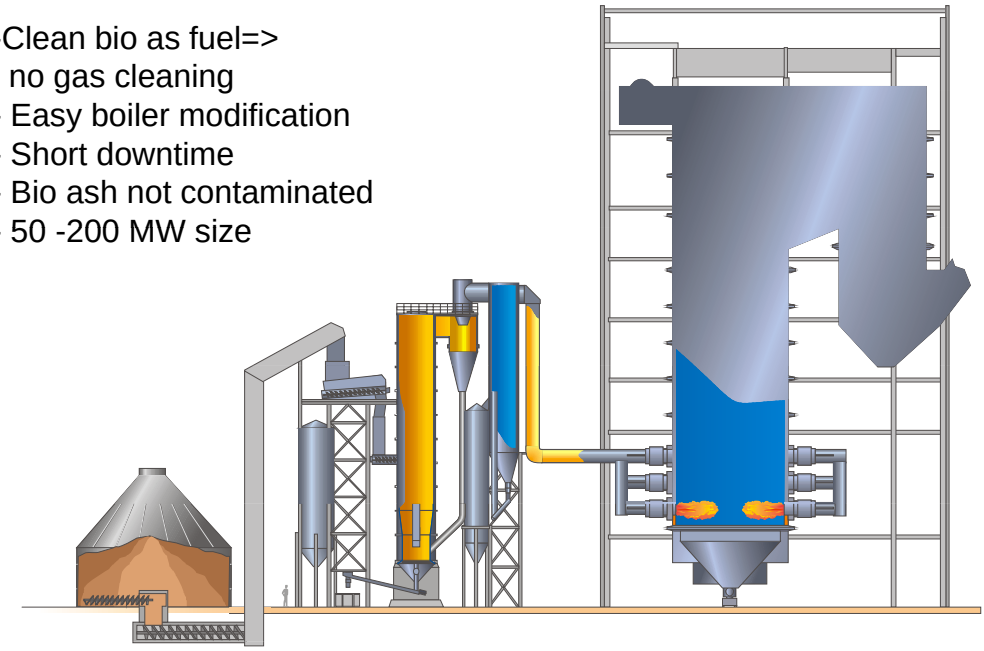
Start-up	2009
Process	Gasification
Materal	Bark (& forest chips)
Size	150 m^2 / 1600 ft^2
Layer type	Double
Heat source	Water/glycol 100°C / 210°F
Capacity	8.3 t/h evap. water

© Metso

metso

”Quick and dirty” - Biofuel cofiering in a PC boiler

-Clean bio as fuel=>
no gas cleaning
- Easy boiler modification
- Short downtime
- Bio ash not contaminated
- 50 -200 MW size

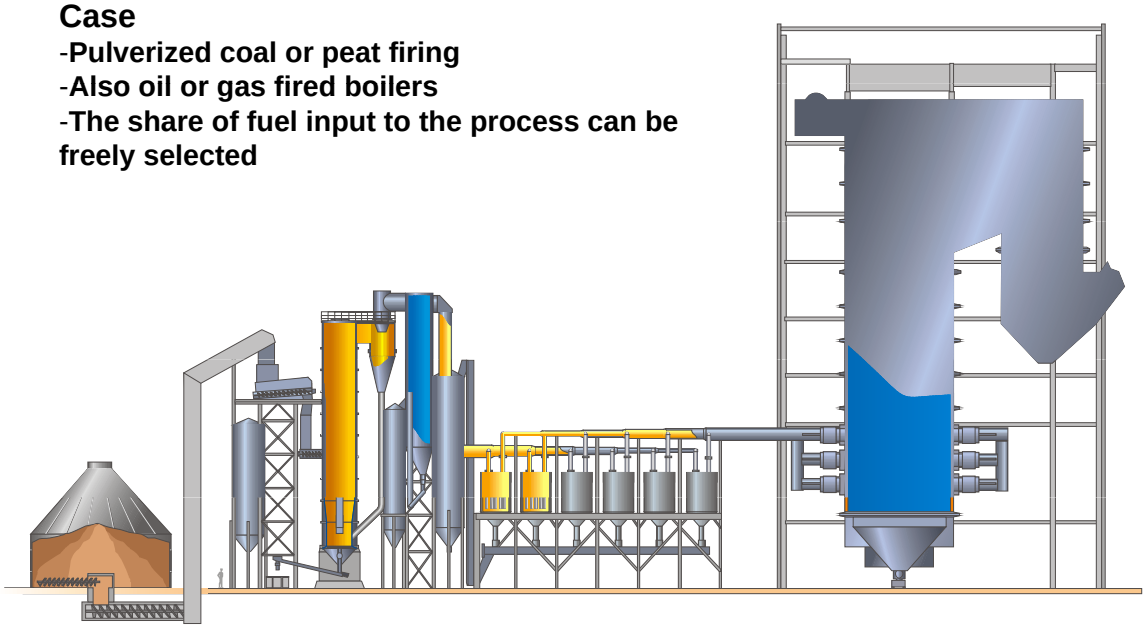


© Metso

metso

“Nice and clean” - Co-firing waste in a PC boiler

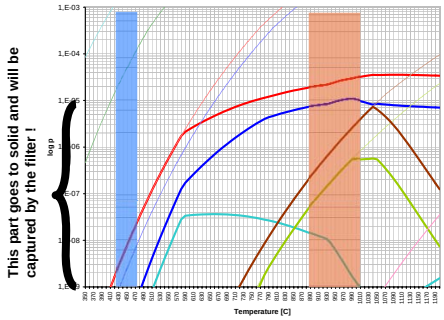
Case
-Pulverized coal or peat firing
-Also oil or gas fired boilers
-The share of fuel input to the process can be freely selected



© Metso

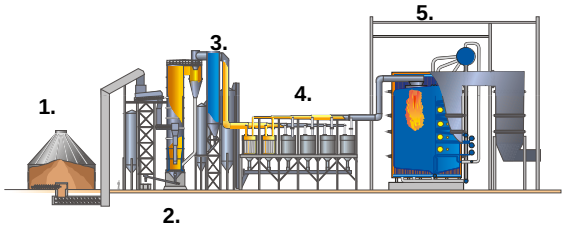
metso

“Nice and clean” - Technical concept



Process concept:

- **Gasify waste at 850-900 C**
- **Cool it down to about 400 C**
  - **all corrosive components, alkalichlorides, Pb, Zn will be in solid form**
- **Filter all dust out so the resulting gas is clean**
- **Burn clean gas in gas fired boiler**



1. Fuel handling
2. Gasifier
3. Gas cooling
4. Gas filter
5. Gas fired boiler

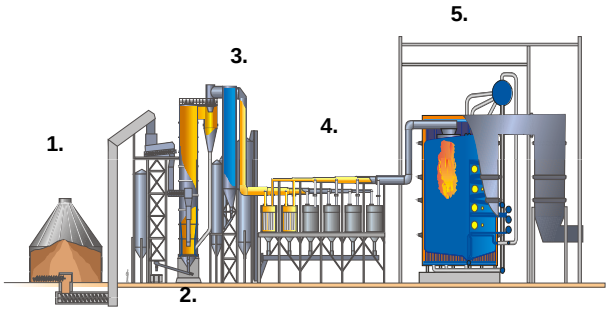
© Metso

metso

“Nice and clean” – Why ?

Benefits:

- **Possibility to use high steam parameters → higher efficiency**
  - **Lahti 160 MW fuel => 50 MWe + 90 MW district heat**
  - **Lahti 120 bar ,540 C live steam**
  - **Technology can offer even higher electricity effeciency**
- **Possible to use lower grade waste as a fuel → lower fuel cost**
- **Tolerance for fuel quality → multiple fuel sources, less corrosion**
- **Less expensive materials in the boiler → lower investment cost**



1. Fuel handling
2. Gasifier
3. Gas cooling
4. Gas filter
5. Gas fired boiler

© Metso

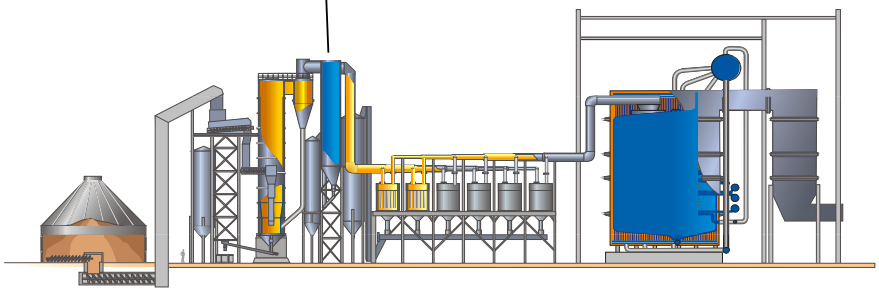
metso

Key components - Cooler

All water walls cooled with boiler feed water

- **Avoid risk of corrosion in cooler**
  - **T materials low enough**
- **Condensate corrosive components on particles**
  - **T gas low ennough before filter**
- **Avoid tar condensation in cooler**
  - **T material is high enough**
- **Still reasonable size cooler to reach right gas temperature**

Operational window to clean out corrosive compounds



© Metso

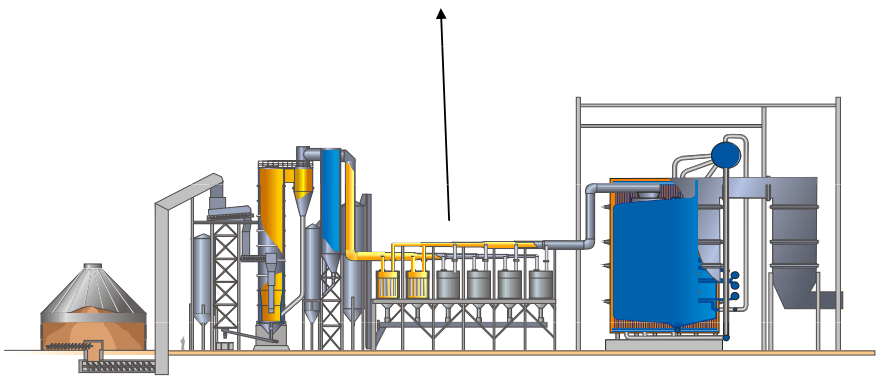
metso

Key components - Filter

High temperature fabric filter

- **Industrial scale tests in Värö /Sweden**
  - **Filter can tolerate temperatures up to 600 C**
  - **Tar condensation can be avoided above 250 C**
  - **Filter can be recovered if needed**

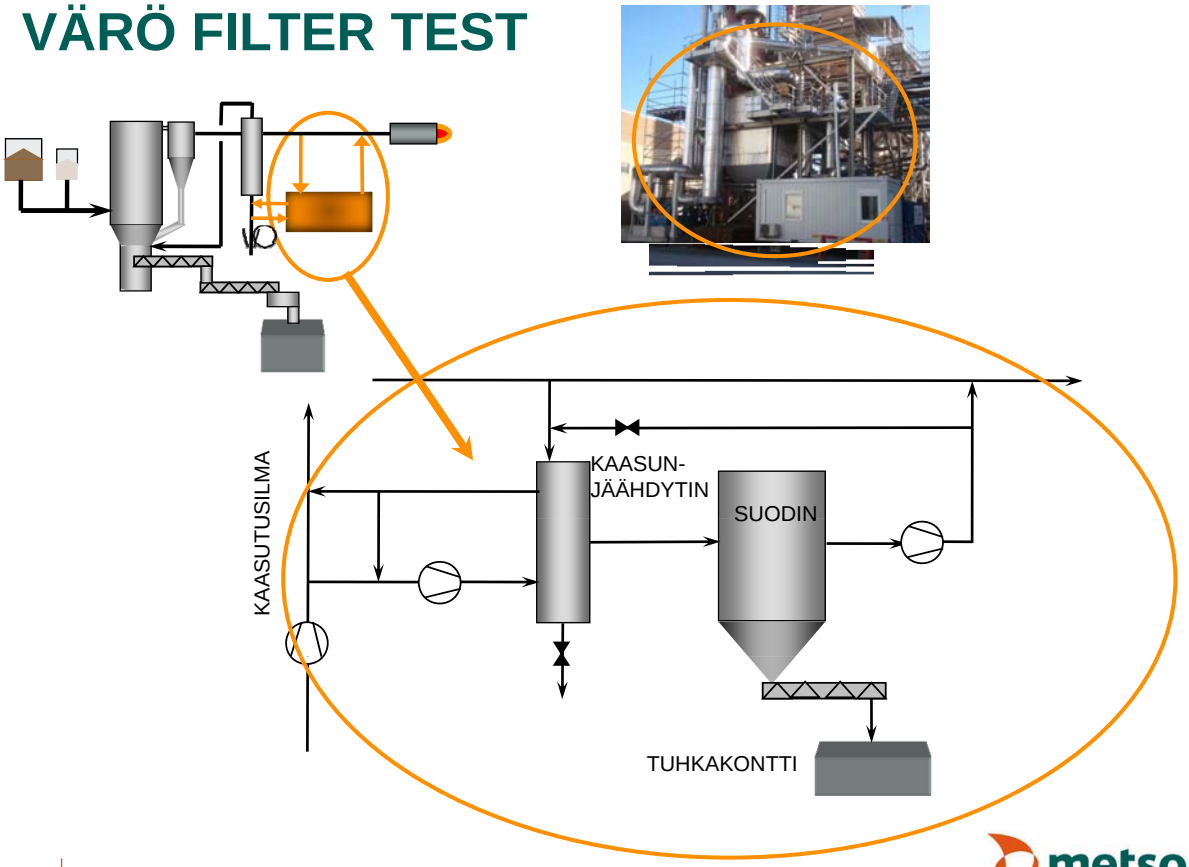
Operational window for filter



© Metso

metso

VÄRÖ FILTER TEST

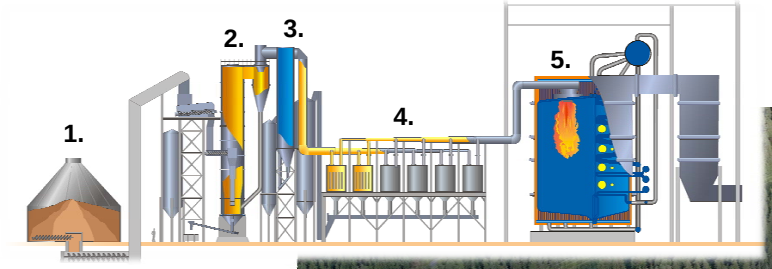


metso

VÄRÖ FILTER TEST

metso

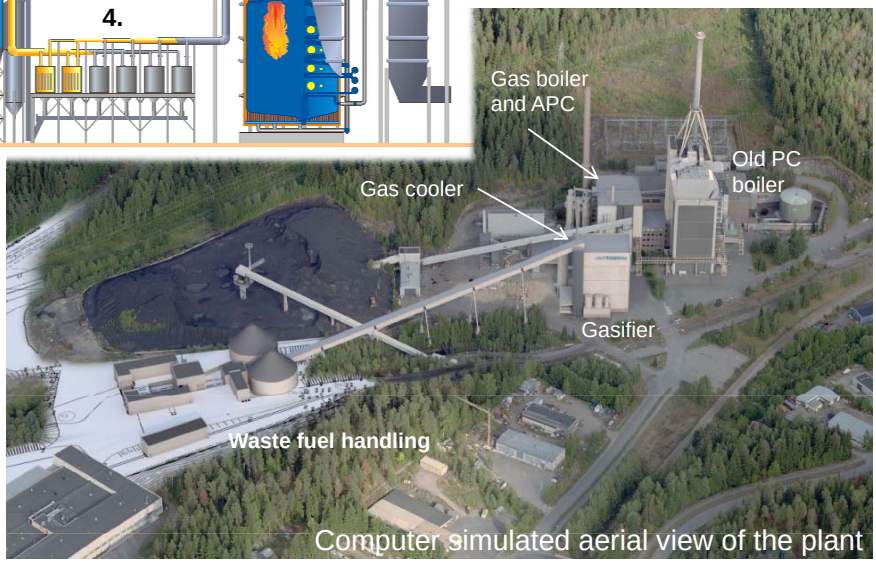
Lahti Energia – KYVO 2 :Industrial scale solid waste gasification technology demonstration



1. Fuel handling
2. Gasifier
3. Gas cooling
4. Gas filter
5. Gas boiler and flue gas cleaning

Total Investment 157 M€

Start up April 2012 (commercial operation)



Computer simulated aerial view of the plant

© Metso

The pilot phase is over

New technology has been available since the 70's

Let's finally start using it!

(Janne Savelainen – Lahti Energia)

© Metso

UPDATE OF THE AMERICAN FOREST & PAPER ASSOCIATION RECOVERY BOILER PROGRAM

Thomas J. Grant
American Forest & Paper Association

UPDATE OF
THE AMERICAN FOREST & PAPER ASSOCIATION
RECOVERY BOILER PROGRAM

BY

THOMAS J. GRANT
AMERICAN FOREST & PAPER ASSOCIATION
NEW YORK, NEW YORK

October 27, 2010

FINNISH RECOVERY BOILER CONFERENCE

TAMPERE, FINLAND

RECOVERY BOILER PROGRAM

The AF&PA Recovery Boiler Program is continuing in its efforts to produce greater awareness of safe practices and improvement in the operation, maintenance, safety and efficiency of recovery boilers.

Membership

Currently, 32 companies participate in the Program. These companies represent nearly 95% of the total sulphate pulp produced in the U. S.

Currently, there are 110 mills operating 173 recovery boilers in the U. S. They produce nearly 40% of the total energy used in the U. S. pulp and paper industry. The average age of the boilers is about 30 years. Over 67% of the boilers were installed prior to 1979.

Recovery Boiler Explosions

After not having a recovery boiler explosion since 2002, unfortunately there was an explosion in May 2008 with one fatality and a number of injuries. It was classified as an auxiliary fuel explosion. The chart shows a 10 fold reduction in recovery explosions since we recorded them in 1958. We continue to stress the need for training in the safe operations of boilers. In addition, operators are being made more aware of safety guidelines, dedication to operations and maintenance, and there is an increase in management commitment. Mills are doing more “walk downs” to find small upsets before they turn into bigger problems.

Operational Safety Seminars

The Program has sponsored Operational Safety Seminars for superintendents and operators since 1985. Over 2,900 superintendents, supervisors, operators and maintenance personnel have attended the seminars. In 2008 we reached a record number of 163 attendees from 20 companies and 34 mills. Due to economic conditions, we had to cancel the seminars in 2009, but this year we had two seminars with 93 attendees from 13 companies, representing 34 mills, in the Program. We continue to receive high evaluation from the mills attending the seminars. It is felt that the attendees benefit greatly from the dialogues with the expert instructors and the exchange with the operators from other mills in reviewing the actual explosion cases presented. They also have high praise for the review of the AF&PA and BLRBAC guidelines and training materials.

Recovery Boiler Reference Manuals

We are reviewing the AF&PA Recovery Boiler Reference Manuals to include any possible new information and are planning to make them available electronically.

Non-Destructive Technologies for Detecting Water-Side Deposits

The final report for this study sponsored by AF&PA was completed early last year. The report did not reach its goal in testing the several different technologies, although some showed some promise, it was not what we had hoped. We were in contact with another vendor (Aptech) to determine the prospect of its instrument for future study in the area of pulsed thermography, but we have been recently informed that the company is no longer pursuing this technology. We will seek other methods to try to find a solution to this issue.

TAPPI TIP Sheets

The TAPPI subcommittee published a TIP sheet for economizers this year. They are also reviewing the possibility of preparing TIP sheets for industry use from the other AF&PA sponsored studies on: Floor Tubes; Behavior of Furnace Corners in Explosions; and Superheaters.

Study on Smelt Dissolving Tank Explosions

AF&PA sponsored a study on dissolving tank explosions. BLRBAC's Safe Firing of Black Liquor Subcommittee reviewed the results and decided to further study the calculations of green liquor density vs. TTA as a function of composition. The results of that study were published last year and are being reviewed by the BLRBAC subcommittee to see whether preferred test methods for reducing dissolving tank explosions may be developed.

Updating "Kraft Recovery Boilers" Text Book

Dr. Tran and other known recovery boiler researchers are preparing to update the text book that was published in 1997. Enough commercial advances and research activities have been documented to warrant a new edition. We plan to have the new edition published at the end of 2011.

Recommendations and Guidelines in AF&PA Guidelines and Checklist Document

The Operations and Maintenance Subcommittee is finalizing the recommendations and guidelines developed from the Economizer Tube Failure Study. These are being processed so that the AF&PA Guidelines and Checklist document will be updated and include these recommendations. As soon as it is available later this year, all members will be notified. It will be available on the AF&PA website.

Other Research Projects Under Review

The R & D Subcommittee is also considering several potential research projects related to recovery boiler safety. Some of these include study of interaction of shatter jets with smelt flow, guidelines for designing smelt dissolving tanks and a scientific basis for evaluating how best to dry out a recovery boiler after a water-wash to minimize out-of-service corrosion.

Annual Meetings and Conference

Our annual Recovery Boiler meetings and Conference were held in February in Atlanta. It was very successful although attendance was lower than usual. It was open to all operating companies, insurers and manufacturers. The presentations included reports on the projects currently sponsored by the our Recovery Boiler Program and subcommittee reports on their accomplishments, in addition to other research related to recovery boiler currently underway. The object of the Conference is to keep not only the members advised, but also the remainder of the recovery boiler community, as well. We hope that some of you will plan to attend next year=s Conference in February.

FINNISH RECOVERY BOILER Conference

AF&PA Recovery Boiler Program Update

Thomas J. Grant
American Forest & Paper Association

Tampere, Finland
October 27, 2010

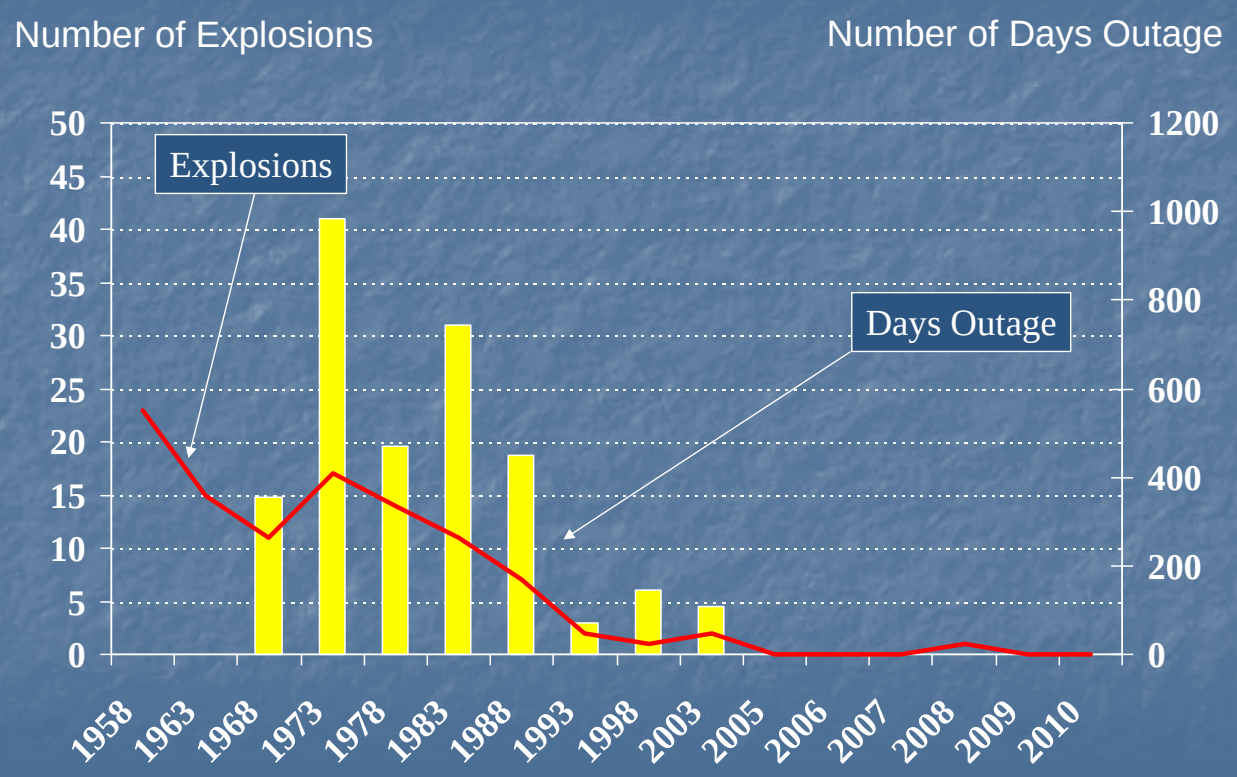
Recovery Boiler Program Update

- Formed in 1974 – currently 32 companies - Produce nearly 95% of black liquor in U.S.
- 110 mills operate 173 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 One explosion in 2008, first since 2002 - Chart shows five year periods 1958 – 2010
- From 1948 thru Sept. 2010 reported
  - 161 explosions (last one May, 2008)
  - 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

Recovery Boiler Explosions/Outages



Operator Safety Seminars

- Started in 1985 – held 3 per year - over 2,900 attended
- 2008: 163 attendees from 20 companies and 34 mills
- 2009 seminars cancelled due to economic reasons
- 2010: 93 attendees from 13 companies and 24 mills
- Attendees benefit from dialogues with expert instructors and operators from other mills on review of actual explosions
- High evaluation from mills for seminars – Review actual case histories and review BLRBAC and AF&PA guidelines and training
- Special topic seminars coordinate with BLRBAC

Incidents Reported

Incidents	**Cal Year 2009**	**April 2010**
Critical	14	13
Non-Critical	35	27
Dissolving Tank	1	0
Spout Failures	1	3
ESP - No Leak	1	3
How Discovered		
Walk Downs	35	38
Control Room Indict.	6	6
Leak Detect. System	5	1
Hydrostatic Test Outage	5	1
Root Cause		
Weld Failure	20	10
Fatigue - Therm/Mech.	20	15
Erosion/Corrosion Thinning	15	11
Overheat	2	0
Stress Asst. Corrosion/Fatigue	7	3
Mechanical Damage	2	2
Unknown	3	2

Incidents Reported Continued

Incidents	Cal Year 2009	April 2010
Economizer	25	16
Superheater	8	5
Furnace Screen	2	3
Smelt Leak Thru	0	1
Boiler Bank/Steam Drum	1	2
Weld Tubes - Upper Furnace	6	2
Weld Tubes - Lower Furnace	1	11
Smelt Spout Failure	1	3
Dissolving Tank Explosion	2	0
Leak in Feedwater Coil Air Heater	1	0
ESP - No Leak	3	3
Auxilary Fuel	1	0

Current Activities

- Dissolving Tank Explosions Study
- Detection of Waterside Deposits Study
- Produce Economizer TAPPI TIP Sheet – possibly others
- Updating “Kraft Recovery Boilers” textbook
- Considering other research work – interaction of shatter jets with smelt flow; guidelines for designing smelt dissolving tanks; dry out recovery after water wash to minimize out-of-service corrosion
- Updating Reference Manuals & make electronically available
- Updating Recommendations & Guidelines Document

R&D Subcommittee Sponsored Projects

- Evaluate Non-destructive technologies for detection of water-side deposits in furnace wall tubes
  - Completed study last year – did not reach its goal in testing technologies - laser UT, pulsed thermography and Heat Flux –
  - Seeking further methods
  - Identified criteria to be used to screen potential technologies
    - Evaluated NDE technologies on in-service samples
    - Goal to develop NDE methods to identify deposits with DWD greater than 20 g/ft^2 not reached
    - Methods used detected higher levels, not threshold level

R&D Subcommittee Sponsored Projects (Cont'd)

- Dissolving Tank Explosions Study
  - Reviewed & analyzed incidents reported to AF&PA & BLRBAC
  - 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
  - Completed study of calculations of green liquor density (Baume) vs TTA as a function of composition in the smelt dissolving tank
    Establish guidelines for preferred test methods

Other R & D Subcommittee Activities

- Updating “Kraft Recovery Boilers” textbook by year-end 2011
- Work closely with BLRBAC on guidelines for safe operation of boilers
- Possible TAPPI Tip Sheets developed from studies for
  - Floor Tubes
  - Behavior of Furnace Corners In Explosions
  - Superheaters

Annual Conference

- 43 individuals attended the February 2010 conference, including representatives from operating companies, manufacturers, insurers, and vendors. Lower attendance a result of the economic environment
- Presentations included reports on current projects, subcommittee reports on their activities, and research planned
- Next conference will be held February 2011

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYKSEN VUOSIKATSAUS 2010

Markus Nieminen
Suomen Soodakattilayhdistys

Markus Nieminen 8.10.2010

YHTEENVETO SOODAKATTILAYHDISTYKSEN TOIMINNASTA VUONNA 2010

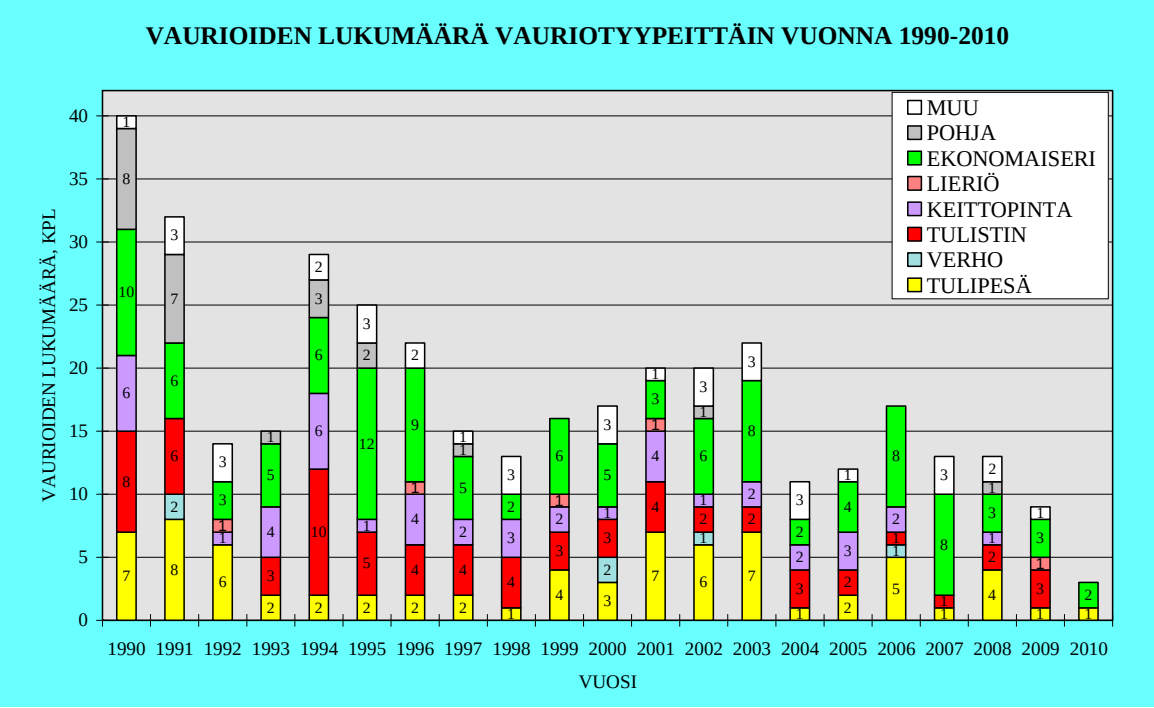
1 JÄSENET

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

Vuosikokouksessa 14.4.2010 jäseniksi hyväksyttiin VTT Expert Services Oy ja YIT Teollisuus- ja verkkopalvelut Oy.

2 SOODAKATTILAVAURIOT 2010

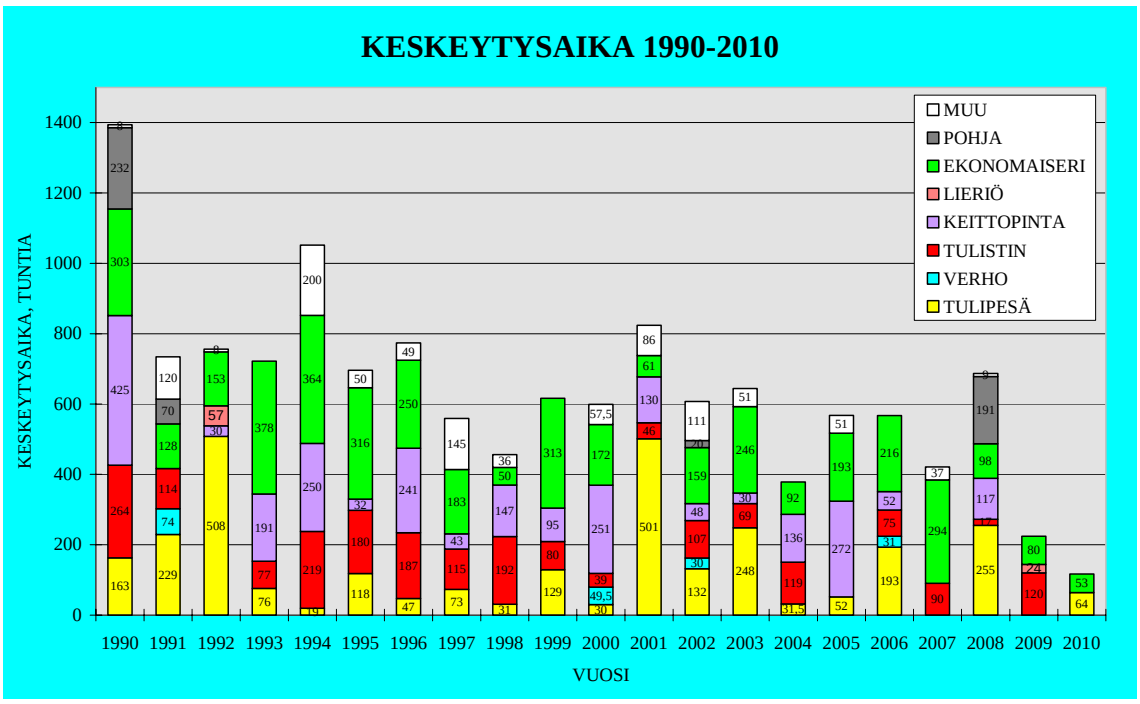
Soodakattilayhdistyksen vauriotietokantaan on raportoitu vain kolme vauriota vuonna 2010 lokakuun alkuun mennessä. Vaurioiden lukumäärä vuosina 1990 – 2010 vaurion esiintymisalueen mukaan on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1 *Vaurioiden lukumäärä vuosina 1990 – 2010.*

Vuonna 2010 kaksi vauriota tapahtui ekonomaiserialueella. Näiden vaurioiden lisäksi yhdistyksen tietokantaan raportoitiin yksi tulipesäalueen vaurio. Kaikissa kolmessa vauriossa kattila piti ajaa alas korjausta varten. Missään tapauksista ei tarvinnut tehdä pikapysäytystä.

Alhaisen lukumäärän lisäksi myös mustalipeänpolton keskeytysaika on ollut ennätyksellisen pieni, ainoastaan 117 tuntia (kuva 2). Toivottavasti näihin tuntimääriin on päästy hyvin koulutettujen operaattoreiden ja tarkasti suunniteltujen tarvittavien korjaustoimenpiteiden ansiosta, eikä virheellisten tilastojen vuoksi.



Kuva 2. *Vaurioiden aiheuttama lipeänpolton keskeytysaika vuosina 1990 - 2009*

3 PROJEKTIT 2010

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

3.1 SKYREC

Vuonna 2008 käynnistettiin kolmivuotinen TEKESin tukema kehityshanke, jonka tavoitteena on nostaa soodakattilan sähköenergiatehokkuus nykyistä korkeammalle tasolle. Vuonna 2009 projektille haettiin ja saatiin jatkoaikaa, osaprojektien viivästyttyä tehtaiden tuotannonrajoitusten takia, vuoteen 2011 kesäkuuhun asti.

Projektia johtaa johtoryhmä, johon kuuluvat rahoittajien edustajat. Tutkimustyötä valvovat lähinnä kestoisuustyöryhmä ja lipeätyöryhmä. Projektit raportoidaan Soodakattilayhdistyksen internetsivuilla sekä projektin päätyttyä järjestettävässä seminaarissa.

Projektin keskeinen tavoite on kehittää sellaisia soodakattilan sähköenergiatehokkuuden nostamisen kannalta oleellisia seikkoja, joita ei aiemmin ole selvitetty. Projektissa keskitytään etsimään materiaali- ja rakenneteknisiä ratkaisuja soodakattilan sähköenergiatehokkuuden nostamiseksi nykyisestä tasostaan ja pääpaino

on kenttäkokeiden kautta saatavien käytännön tulosten hyödyntämisessä soodakattiloiden sähköenergiatehokkuuden nostamiseksi ja soodakattiloista saatavan sähköntuotannon maksimoimiseksi.

Kattilalaitoksissa käytettävien paineiden ja lämpötilojen noustessa joudutaan käytettävää vesikemiaa kehittämään korroosion hallitsemiseksi, koska lauhteenpalautus ei ole teollisuudessa vastaavalla tasolla kuin voimalaitoksissa. Tavoitteena on hankkia lisätietoa käytössä olevien vesikemikaalien ominaisuuksista ja käyttäytymisestä korotetuissa lämpötiloissa ja -paineissa, sekä selvittää läpivirtaustekniikan soveltamista soodakattilaympäristöön.

3.2 Työryhmien projekteja

3.2.1 Emäveden jatkokäsittely, Oy Sirra Ab

Lipeätyöryhmän projektin tavoitteena oli löytää keino emäveden käsittelemiseksi, jolla voidaan parantaa mäntyöljyn saantoa, ja vähentää haitallisen kalsiumin kulkeutumista takaisin haihduttamolle. Projekti valmistui vuoden 2010 alussa ja julkaistu raporttina 3/2010.

Kokeet vahvistivat ligniinilautan rakenteen olevan sellainen, että ligniinipöly asettuu öljypallojen pintaan, estäen niiden yhteen valumisen yhtenäiseksi öljyfaasiksi. Lisäksi kokeet osoittivat että ligniinilautan sisältämä mäntyöljy voidaan saada talteen ligniiniä liuottamalla tai painekuumennuksella. Loppuraportissa esitetään eri vaihtoehtoja emäveden käsittelemiseksi.

3.2.2 Metsäteollisuuden hiukkaspäästöt, VTT

Ympäristötyöryhmän projektin tavoitteena oli selvittää kirjallisuuden avulla mitä metsäteollisuuden hiukkaspäästöistä ja niiden haitallisuudesta tiedetään, varsinkin pienhiukkasten (PM2.5) osalta. Projekti valmistui kesäkuussa 2010 ja julkaistu raporttina 10/2010.

Hiukkasten muodostuminen eri polttotekniikoilla, sooda-, leijukerros- ja arinakattilalla, tunnetaan suhteellisen hyvin. Leijukerros- ja arinakattiloilla tehtyjä mittauksia (päästömäärät, hiukkaskokojakaumat, kemiallinen koostumus) löytyy huomattavasti enemmän kuin soodakattiloilla tehtyjä. Myös meesauunien hiukkaspäästöistä on olemassa varsin vähän mittaustietoa. Soodakattiloiden ja meesauunin hiukkasten terveysvaikutuksista ei ole tietoa lainkaan.

3.2.3 Päästömittaus ja –laskentapäivä

Ympäristötyöryhmä yhdessä Metsäteollisuus ry:n kanssa järjestää koulutustilaisuuden liittyen päästömittauksiin ja -laskentaan. Ajankohta on maaliskuun puolessa välissä 2011, tarkempi aikataulu ja ohjelma julkaistaan lähiaikoina. Tilaisuuden kohderyhmänä ovat voimalaitosten käyttöinsinöörit, ympäristöpäälliköt, automaatio- ja instrumenttihenkilöt, voimalaitospäälliköt, käyttöpäälliköt, päästömittausten ja laskennan kanssa työskentelevät laboratoriohenkilöt.

3.2.4 Ammonia formation and recovery in a kraft pulp mill, Åbo Akademi

Ympäristötyöryhmän projektin tarkoituksena on selvittää ammoniakin kulku sellutehtaassa ja mahdolliset keinot sen keräämiseksi. Työssä tehtävä tehdastase sisältää ammoniakki- ja natriumsyanaatti pitoisuusmittaukset valituista paikoista talteenotossa ja keittämöllä. Ammoniakin strippausta valkolipeästä pyritään tutkimaan valkolipeän hapetusreaktorin avulla. Projektissa selvitetään myös biolietteen vaikutusta soodakattilan NO-päästöihin. Työ valmistuu aikataulun mukaan vuoden 2011 alussa.

3.2.5 Päästötason riippuvuus aikajaksosta, LUT

Ympäristötyöryhmän projektissa tutkitaan miten sellutehtaan ilmapäästöt vaihtelevat vuoden mittaan. Projektissa analysoidaan dataa eri aikajaksoissa (kuukausi-, päivä- ja tuntikeskiarvo) sekä tutkitaan ilmapäästöjen vaihtelua eri muuttujien funktiona esim. kattilan kuorma ja kuiva-aine. Lisäksi pyritään löytämään kriteerit joilla voidaan määrittää häiriötön ajanjakso ja häiriöllinen ajanjakso. Projekti valmistuu vuoden 2011 alussa.

3.2.6 Hajukaasusuosituksen päivitys

Vuonna 2009 tehty Pöyryn selvitys hajukaasusuosituksen ajanmukaisuudesta toteaa: ”Hajukaasujen polttosuositus sisältää hyvin perustietouden, jotka tulee ottaa huomioon hajukaasujen poltossa soodakattilalla. Yksityiskohtaiseen keräilyyn liittyviin asioihin polttosuositus ei ota kantaa.” ja ”laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmässä tapahtuneiden räjähdysten perusteella voidaan todeta, että ne ovat tapahtuneet yleensä käynnistysten tai seisokkitilanteiden yhteydessä. Suurin yksittäinen syy laimeiden hajukaasukeräilyn konsentroitumiseen on ollut hakesiilon häiriöt käynnistyksen yhteydessä ja polttolipeäsäiliön väkevät hajukaasut, jos ne ovat sekoittuneet laimeiden hajukaasujen järjestelmään.”

Suosituksen päivittämistä varten on perustettu oma työryhmä.

3.2.7 TAJ:n määräaikaistestaukset, BMS/Pöyry

Automaatiotyöryhmän projektin tavoitteena on koota parhaat hyväksyttävät määräaikaistestaus käytännöt ja ylläpidon toimintamallit kaikkien TAJ (Turva-automaatiojärjestelmä) sovellusten ja teollisuuden toimialojen keskuudesta. Projektin aikana tehdyistä havainnoista muodostetaan parhaat käytännöt valituille soodakattilan esimerkki suojapiireille (testausväli ja perustelu), jossa otetaan huomioon eri teknologiat ja toteutusmallit. Projekti on käynnissä ja valmistuu vuoden 2010 loppuun mennessä.

SODAHUSKOMMITTÉN – RUOTSALAIS-NORJALAINEN SOODAKATTILAKOMITEA, VUOSIKATSAUS 2010

Mikael Ahlroth
SNRBC

Sodahuskommittén – Ruotsalaisnorjalainen Soodakattilakomitea

Vuosikatsaus 2010

Mikael Ahlroth
Ruotsalaisnorjalaisen Soodakattilakomitean sihteeri
Sähköposti: mikael.ahlroth@afconsult.com

Johdanto

Ruotsalaisnorjalaisen soodakattilakomitean vuosikatsaus sisältää tietoa komitean organisaatiosta, komitean jäsenten kattiloista, vauriokatsauksen sekä tietoa komitean muusta toiminnasta.

Ruotsalaisnorjalainen Soodakattilakomitea

Ruotsalaisnorjalainen Soodakattilakomitea edustaa 22 sellutehdasta Ruotsissa ja kaksi Norjassa. Jäsenillämme on yhteensä 29 soodakattilaa, joista kaksi Norjassa. Norjalainen Borregaard, jolla on vanicellin hävityskattila Sarpsborgisssa, on myös komitean jäsen. Muita jäseninä ovat kaksi katsastusyhtiötä, kaksi laitetoimittajaa, Ruotsin Paperintyöntekijöiden liitto sekä Ruotsin valtiollinen työturvallisuusviranomainen. Komitean toiminta rahoitetaan jäsenmaksuilla. Jokainen tehdasjäsen maksaa 20 äyriä per tonnia luvanvaraista selluntuotantoa. Laitetoimittajat maksavat tehdasjäsenten keskiarvoa vastaavan summan.

Komitea on aatteellinen yhdistys jonka päämiehenä toimii ÅF:n Tutkimussäätiö ÅForsk. Komitealla on kaksi vakinaista alakomiteaa: Vaurioalakomitea, joka selvittää jäsenten ilmoittamat vauriot sekä Suositusalakomitea, joka laatii suosituksia soodakattiloiden käytöstä ja laitteistuksesta. ÅF-Industry AB hoitaa komitean jokapäiväistä toimintaa.

Ruotsalaisnorjalainen Soodakattilakomitea perustettiin 1965 nimellä ”Nödnedeldningskommittén”. Perustamisajankohtana pääpaino oli suositusten laatiminen sula-vesiräjähdysten ennalta ehkäisemiseen. Myöhemmin komitean toiminta laajeni muihin soodakattilan käyttöä ja turvallisuutta liittyviin asioihin ja nimi muutettiin ”Sodahuskommittén”:iksi. Turvallisuus on tänäkin päivänä komitean esisijainen prioriteetti.

Komitean toimintakuvaan kuluu seuraavat momentit:

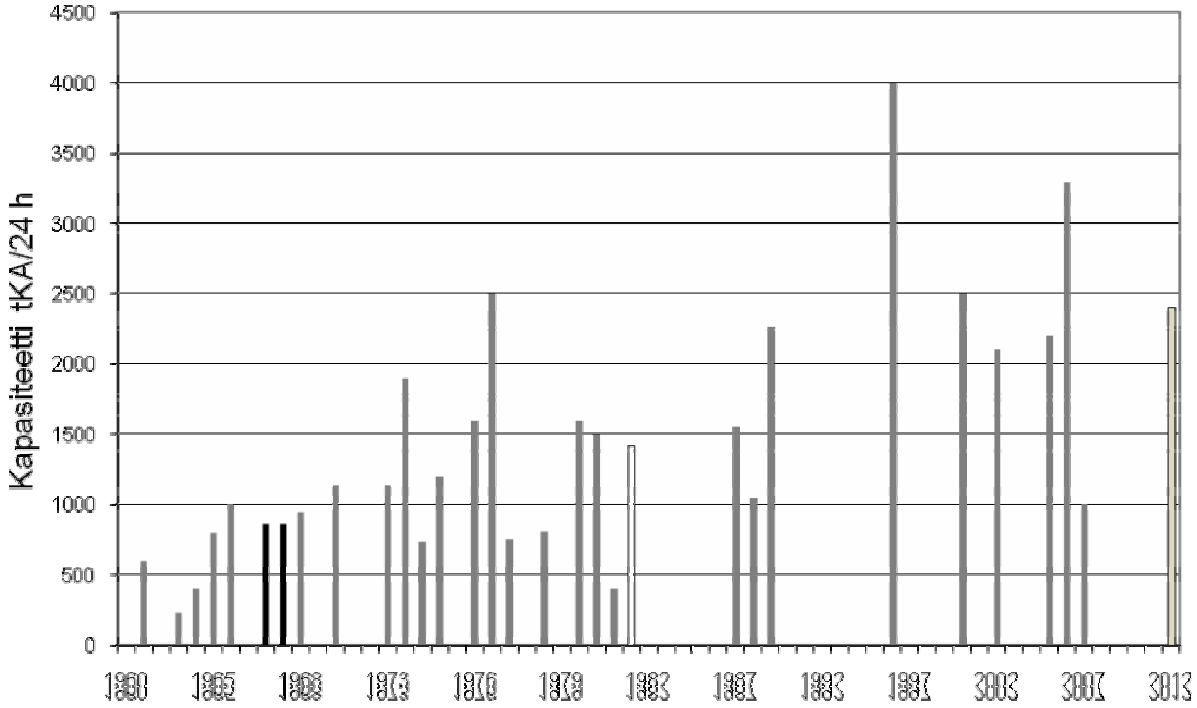
1. Soodakattilaprosessin tietämyksen lisääminen ja syventäminen.
2. Ympäristön ja työympäristön parantaminen
3. Tutkia ja raportoida jäsenten soodakattilavaurioita
4. Laatia suosituksia soodakattilan, oheislaitteiston ja soodakattilarakennuksen rakenteesta ja käytöstä.
5. Myötävaikuttaa soodakattilateknologian kehitykseen.

© Sodahuskommittén 2010

Jäsenten kattilakanta

Ruotsalaisnorjalaisen Soodakattilakomitean tehdasjäsenillä on tällä hetkellä yhteensä 29 soodakattilaa käytössä.

Kattiloiden ikä- ja kapasiteettijakauma on näytetty kuvassa 1.



Kuva 1. Ruotsalaisnorjalaisen Soodakattilakomitean jäsenten kattilakanta (laskettu keskivertokattila valkoinen pylväs). Mustat pylväät ovat Holmen Iggesundin kattilat, jotka korvataan uudella kattilalla 2012 (vaalean harmaa pylväs oikealla).

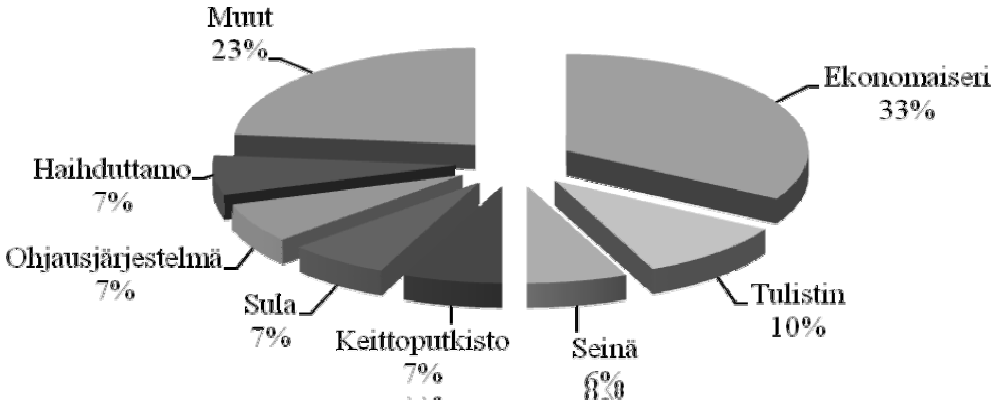
Kuten kuvasta näkyy, kattilakanta Ruotsissa ja Norjassa on melko iäkäs ja suhteellisen pieni. Komitean jäsenten keskivertokattilaikä on 30 vuotta ja keskivertokattilakoko on 1411 t ka/vuorokaudessa.

Kesäkuussa Holmen Paper ilmoitti, että Iggesundin 2 vanhaa soodakattilaa korvataan uudella korkeapainesoodakattilalla. Koko 2400 t ka/vuorokausi, höyryarvot 110 bar/515°C. Kokonaisuuteen kuuluu myös kloorin ja kaliumin poistojärjestelmä, savukaasulauhdutin sekä savukaasupesuri. Kattila on suunnitelmien mukaan käytössä 2012.

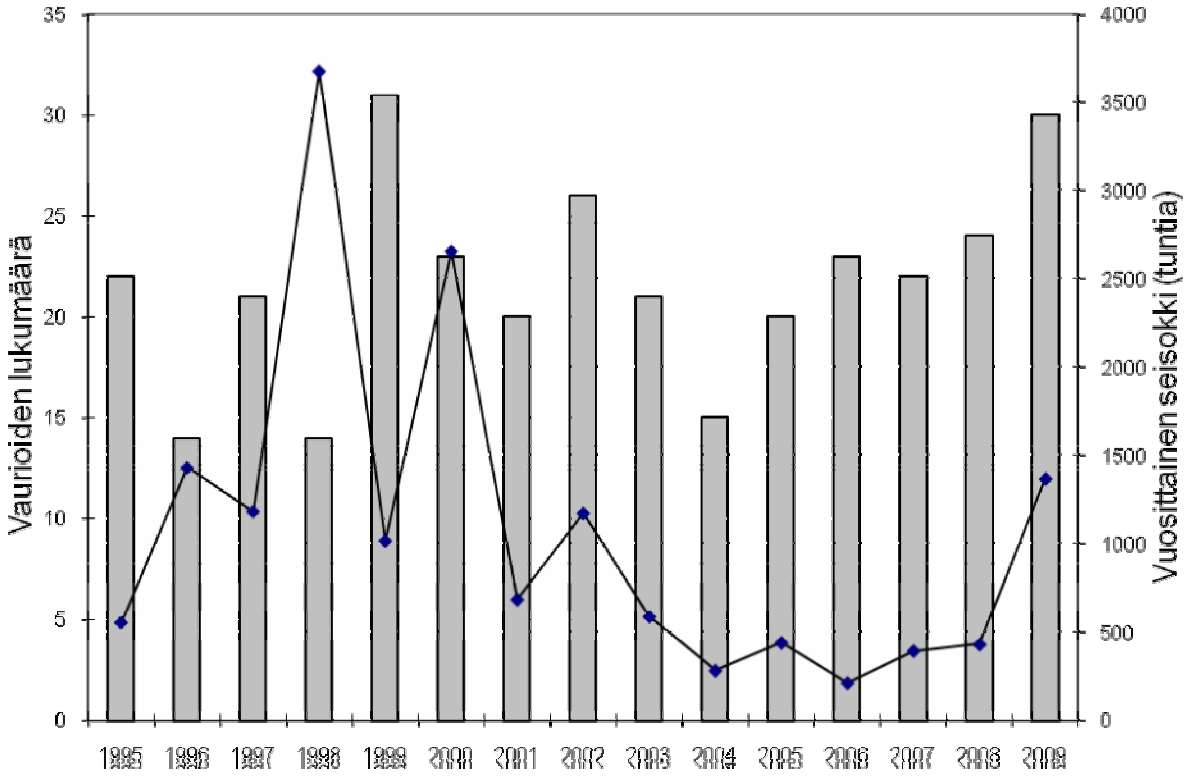
Vauriot 2009

Vuonna 2009 komitealle ilmoitettiin 30 vauriota (katso **Kuva 2-4** ja **Taulukko** 1).

© Sodahuskommittén 2010

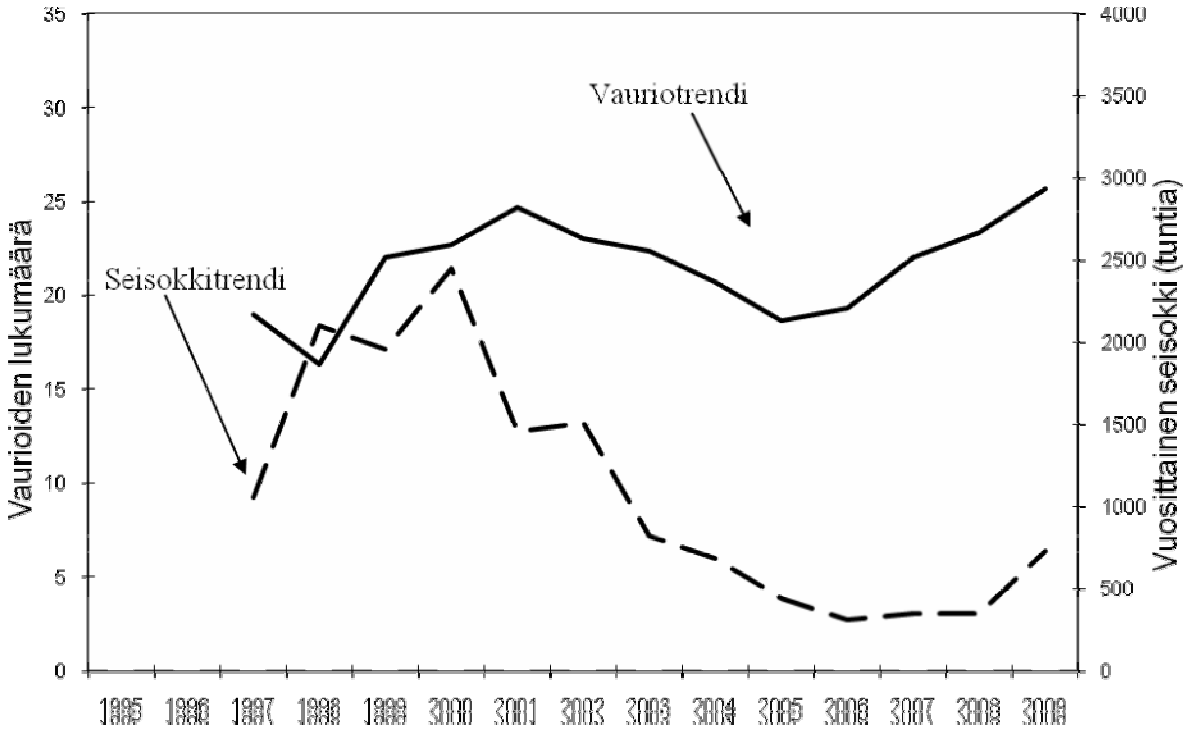


Kuva 2. Vuoden 2009 vauriot osa-alueittain.



Kuva 3. Ilmoitettujen vaurioiden lukumäärä (pylväs) ja vuosiseisokki 1995–2009.

© Sodahuskommittén 2010



Kuva 4. Vaurio ja seisokkitrendit (kolmen vuoden liukuva keskiarvo) 1995-2009.

Taulukko 1. Vuonna 2009 ilmoitetut vauriot

Numero	Vauriotyyppi	Seisokki (tuntia)
09-01	Hajonnut hönkapuhallin	-
09-02	Ekonomaiserivuoto	22,5
09-03	Ekonomaiserivuoto	33
09-04	Tulistinvuoto	46
09-05	Tulistinvuoto	142
09-06	Pysähtynyt savukaasupuhallin	2
09-07	Vuoto seinäputkessa nuohoimen vieressä	32
09-08	Vuotoja seinäputkissa	27
09-09	Vuoto screenputkessa	8
09-10	Ekonomaiserivuoto	27
09-11	Ekonomaiserivuoto	20
09-12	Ekonomaiserivuoto	31

© Sodahuskommittén 2010

09-13	UPS-vikatilanne, sähkökatkos käyttöjärjestelmässä	11
09-14	Sulavuoto	14
09-15	Korroosio syöttöputkessa	30
09-16	Ekonomaiserivuoto	32
09-17	Vuoto virtausmittarissa	18
09-18	Ekonomaiserivuoto	27,5
09-19	Lipeäsäiliön alipaineesta johtuva vaurio	4 vrk pidennetty K
09-20	Venttiilivuoto ekonomaiserissa	120
09-21	Sulavuoto	-
09-22	Kattilaylipaine – tulipalo rakennuksessa	70
09-23	Vuoto ilmaesilämmittimessä	12
09-24	Vuoto keittoputkistossa	29
09-25	Vuoto keittoputkistossa	29
09-26	Ekonomaiserivuoto	33
09-27	Kattilaylipaine – tulipalo rakennuksessa	-
09-28	Ekonomaiserivuoto	24
09-29	Putkivuoto konsentraattorissa	K
09-30	Tulistinvuoto	-

K = kunnossapitoseisokki

Taulukko 2. Vuoden 2010 ilmoitetut vauriot (tammikuu-syyskuu)

Numero	Vauriotyyppi	Seisokki (tuntia)
10-01	Keittoputkistovuoto	60
10-02	Vuoto screenputkessa	-
10-03	Tulistinvuoto	42
10-04	Kattoputkivuoto	-
10-05	Käyttöjärjestelmävika	-
10-06	Vesivuoto sularännissä	35,5
10-07	Ekonomaiserivuoto	23
10-08	--	-
10-09	Keittoputkistovuoto	48

© Sodahuskommittén 2010

10-10	Katkenneita ruuveja lipeäputkistossa	-
10-11	Putkivuoto	-
10-12	Sekoittimen irronnut lapa	24
10-13	Putkivuoto	-
10-14	Keittoputkistovuoto	K
10-15	Halkeamia sekundääri-ilman esilämmittimessä	17,2
10-16	Halkeamia sekundääri-ilman esilämmittimessä	17,2
10-17	Halkeamia sekundääri-ilman esilämmittimessä	22,5
10-18	Tulistinvuoto	35,8
10-19	Putkivuoto rännien välissä	26,3
10-20	Putkivuoto nuohoimen alla	-

K = kunnossapitoseisokki

Vuonna 2009 raportoitiin 30 vauriota komitealle, mikä on selvästi enemmän kuin aikaisemmin on totuttu. Lisäksi vaurioista aiheutui yli 1300 seisokki-tuntia. Täten trendit ovat kääntyneet nousuun, **Kuva 4.** Vaurioiden määrän kasvua ei voi selittää vain käyttöjärjestelmähäiriöiden listaamisella. Kattilakannan vanhetessa erinäiset ikään liittyvät korroosio/halkeama vauriot lisääntyvät. Huomioitavaa on, että muutamat kattilat vastaavat noin puolesta raportoiduista vaurioista.

Vaurio 09-13 **UPS-vikatilanne, sähkökatkos käyttöjärjestelmässä** oli huomioitavan arvoinen ”vaurio”. Mitään ei vahingoittunut eikä kukaan loukkaantunut, mutta tapahtuma antaa aihetta pohdiskeluun.

Perjantaina 2 lokakuuta klo 15 iltapäivällä valvomon kaikki näyttöpäätteet sammuivat. Myös turvallisuusjärjestelmän pikasulku ja pikatyhjennys työasema pimeni, kuten höyrylieriön valvontakamera. Hälytystä ei voitu antaa, koska tämäkin järjestelmä oli sähkötön.

Käyttäjä riensi poistamaan kaikki lipeäruiskut kattilasta. Käyttäjä totesi että kattila oli sammunut ja poistui välittömästi rakennuksesta.

Ensimmäiset minuutit olivat sekasortoisia. Todettiin että kaikki valvomon työasemat sekä keskusyksikkö olivat sammuneet. Valvomossa ei tiedetty oliko kattilassa vettä tai jos höyryventtiilit olivat kiinni. Kattilarakennuksen ylimmältä tasolta nähtiin, että kattilan ulosvirtaavan höyryn venttiilit olivat auki, nämä suljettiin käsin.

Yksi turpiini pysähtyi toisen jatkaessa pyörimistä 1 MW teholla (!). Tämä turpiini ja syöttövesipumput pysäytettiin käsin.

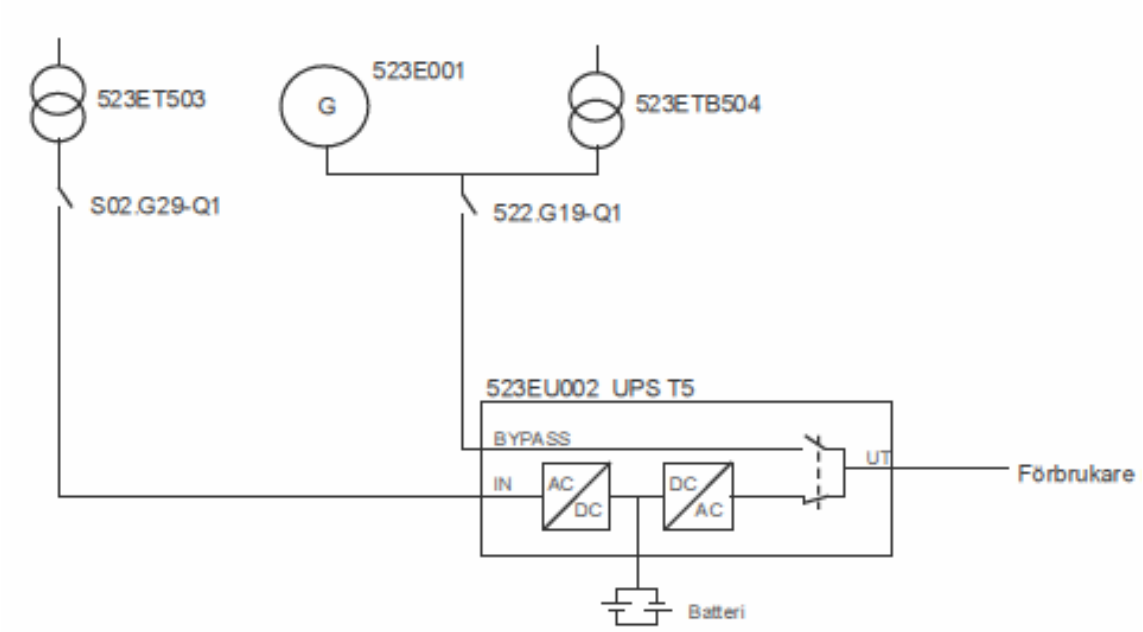
30 min jälkeen todettiin, että vika oli UPS-järjestelmässä. Kun tämä järjestelmä kytkettiin ohi, niin sähkö palasi soodakattilan turvallisuustyöasemaan. Tällöin annettiin hälytys. Huomattiin että

© Sodahuskommittén 2010

sooda- ja kuorikattila olivat sammuneet, mutta haihduttamo oli käynnissä ilman höyrysyöttöä ja ohjausta. Haihduttamo pysäytettiin käsin.

90 min jälkeen saatiin keskusyksikkö käymään. Tällöin nähtiin että soodakattilan vesitaso oli 61% normaalista. Paine oli 32 bar (käyttöpaine 65 bar). Huomattiin että lipeäpoltto oli sammunut kun keskusyksikkö sammui.

Koko tapahtumaketjun syyksi todettiin myöhemmin, että UPS-järjestelmä oli pettänyt. Molemmat UPS: t oli kytketty saamaan syöttöön, **Kuva 5**.



Kuva 5. Kyseisen tehtaan sähköjärjestelmä.

Asia herätti paljon huomiota Sodahuskommittén: issa. Kyseinen tehdas on suunnitellut sähköjärjestelmänsä SHK suositusten mukaan. Asiaa on puitu useaan kertaan komitean sisällä. Tämä sähkösyöttöhäiriö sekä komitealle raportoidut käyttöjärjestelmän häiriöt ja vikatilanteet on johtanut erillisen työryhmän perustamiseen, jonka tehtävänä on päivittää sähkösyötön suositus sekä selittää miten tämäntyyppiset häiriöt voidaan käsitellä SHK: ssa. Työryhmä liittyy Teemavuosi 2:n toimintaan (katso **Muu toiminta**).

Tehdas on uusinut UPS-järjestelmän siten, että molemmat UPS: t kytketään eri syöttöön. Lisäksi selvitetään käsin tehtävää ohikytkentää, jolla voitaisiin ehkäistä juuri tämän tyyppiset häiriöt.

Vaurio 09-01 **Hajonnut hönkapuhallin** oli dramaattinen. Vaurio huomattiin kun höngän by-pass kanavan puhaltimen sähkönkulutus putosi rajusti. Käyttäjä meni tarkastamaan ja huomasi, että koko kattilarakennus oli täynnä hönkää. Tuuletuksen jälkeen voitiin todeta, että koko puhallin oli hajonnut, **Kuva 6**.

© Sodahuskommittén 2010

Kuva 6. .Vaurio 09-01: täysin hajonnut puhallin (ylhäällä vasemmalla), irronneiden siipien jäljet (ylhäällä oikealla), siirtynyt puhallin (alhaalla vasemmalla) ja irronnut luukku (alhaalla oikealla).

Koko puhallin oli valmistettu lasikuidusta. Todennäköisin syy oli että puhaltimen siipiin oli muodostunut kerrostumia, jotka lopulta aiheuttivat siipien irtoamisen. Tätä edesauttoi se seikka, että puhallin oli vain ajoittain käytössä (by-pass kanava). Muutama päivä ennen onnettomuutta oli huomattu värähtelyä puhaltimen käynnissä.

Koko puhallin- ja moottoriyhdistelmä (painoa noin 4 tonnia) oli siirtynyt 12 cm. Kymmenen kiloa painava luukku oli lentänyt 10 m puhaltimesta. Käyttäjä oli kattilakierroksella 10 min ennen tapahtumaa kävellyt puhaltimen ohi (!).

Tehdas on muuttanut höngän by-pass kanavaa ja tänä päivänä puhallinta ei tarvita.

Uudet suositukset

Komitean perustamisesta lähtien, suositusten laatiminen on ollut komitean päätoimiala. Tänä vuonna käytämme yli 75 000 EUR ja huomattavan määrän vapaehtoista työtä jäsenten taholta uusien suositusten laatimiseen ja vanhojen päivittämiseen.

© Sodahuskommittén 2010

Suositukset on jaettu kuuteen eri osa-alueeseen:

A. Ammattitermit ja käsitteet
B. Rakenne ja laitteet
C. Käyttö ja käyttöhäiriöt
D. Katsastus ja huolto
E. Koulutus
F. Turvamääräykset

Nyt on meneillään mittava suositusten päivittäminen.

Koulutus

Nykyään P&L Nordic yhtiö kouluttaa kaikki sertifioitavat soodakattilan käyttäjät Ruotsissa Sodahuskommittén: in hyväksynnällä. Itse sertifikaatin jakaa komitea. Soodakattilakäyttäjä suorittaa kahden vuoden pituisen koulutuksen. Yhteensä noin 750 soodakattilakäyttäjää on sertifioitu vuosina 1994–2009. Sertifioinnin jälkeen voi vielä suorittaa erillisen turvallisuuskurssin.

Muu toiminta

Komitean tutkimustoimintaa puitiin workshopissa elokuussa 2009. Tavoitteena oli määrittää komitealle uusi kolmivuotissuunnitelma vuosille 2010–2012. Workshopin tuloksena komitea hyväksyi uuden kolmivuotissuunnitelman vuoden 2010 vuosikokouksessa:

1. Teemavuosi 1 (2010): soodakattilan vesikierron kemiallinen pesu
2. Teemavuosi 2 (2011): sähkö- ja käyttöjärjestelmien viat, työnimi ”automaatiotyöryhmä”
3. Teemavuosi 3 (2012): lipeän poltto ja sulaongelmat

Teemavuosi 1 on päätymässä. Sitä varten perustettu työryhmä on selvittänyt miten usein komitean jäsenet tänään pesevät soodakattilan vesipuolen. Lisäksi työryhmä on esittänyt ehdotuksia millä perusteilla vesipuoli pitää pestä. Tulokset esitetään Sodahuskonferens: issä marraskuussa 2010.

Teemavuosi 2:n työryhmä on jo aloittanut työnsä.

© Sodahuskommittén 2010

EMÄVEDEN JATKOKÄSITTELY

Kurt Sirén
Oy Sirra Ab

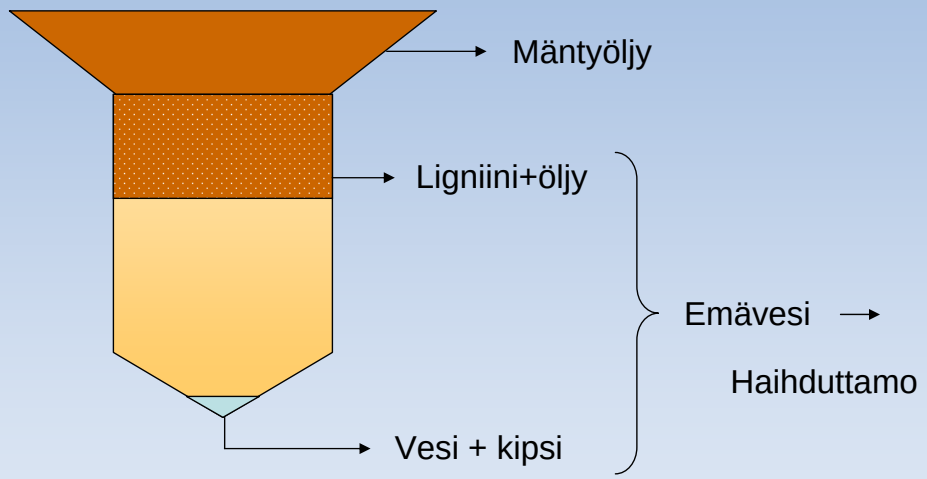
Emäveden jatkokäsittely

Kurt Sirén
Oy Sirra Ab

Soodakattilapäivä 27.10.2010

Sirra

HDS mäntyöljyerotin



Osa mäntyöljystä jää ns. ”ligniinilauttaan”, verottaa saantoa

Sirra

Tavoite

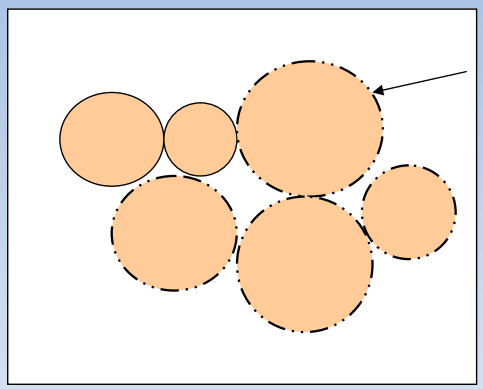
Löytää keino emäveden käsittelemiseksi, jolla voidaan parantaa mäntyöljyn saantoa, ja vähentää haitallisen kalsiumin kulkeutumista takaisin haihduttamolle

Tässä esityksessä:

- Koetulokset
- Taloudellinen hyöty
- Mahdolliset prosessiratkaisut

Ligniinilautan rakenne

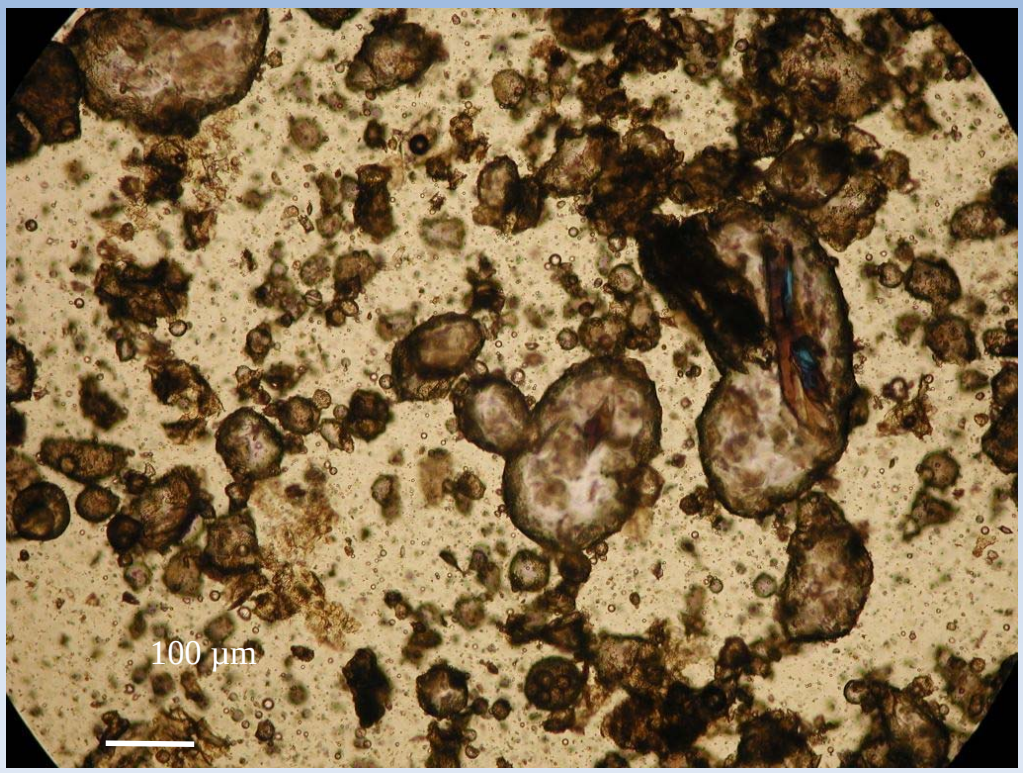
Mikroskooppitutkimukset

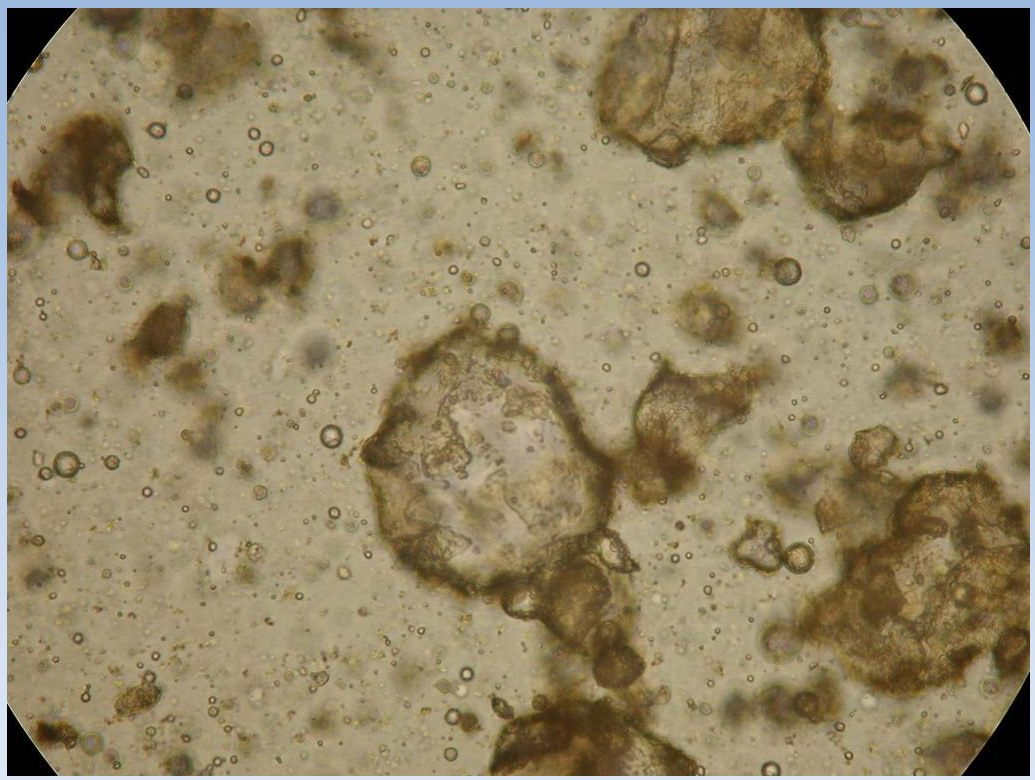


Ligniini asettuu ”pölynä” öljy-pallukan pintaan ja estää yhteenliittymisen

Selittää miksi jo noin 1 % ligniinipitoisuus vaikuttaa niin paljon

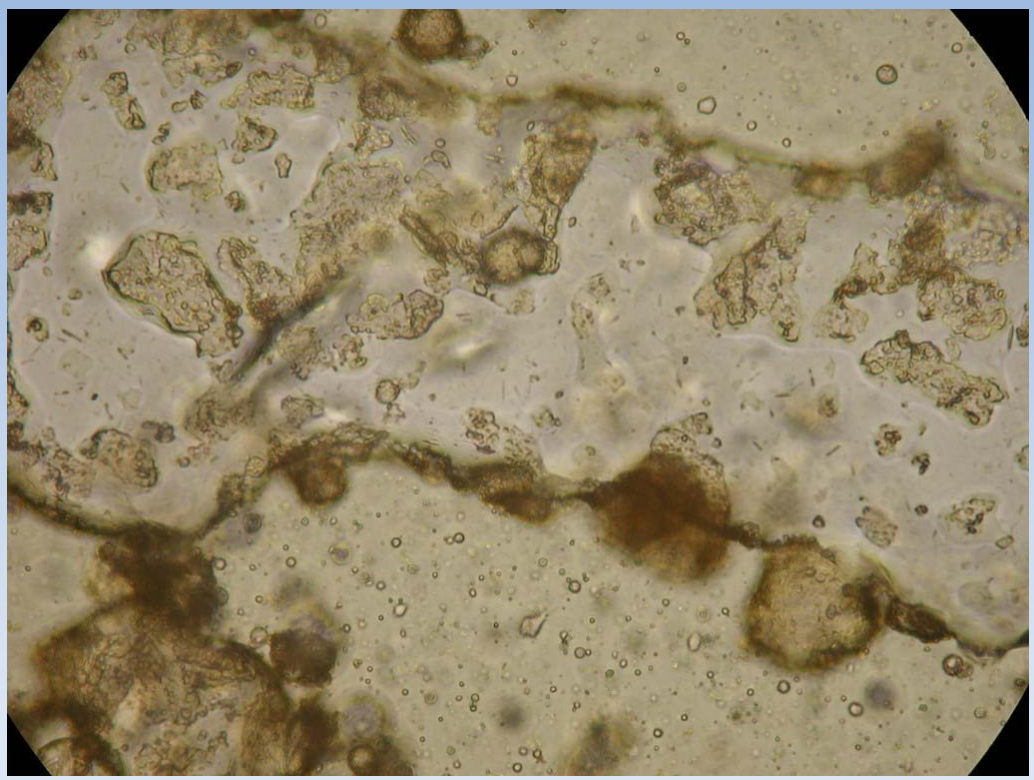
Olennaisin asia: saada tämä rakenne hajoamaan, niin että öljypallot valuvat yhteen





Ligniinilautan rakenne 400x Ligniinipölyä pallon pinnassa

Sirra



Ligniinilautan rakenne 400x Hiutalemainen ligniinipöly

Sirra

Kokeiltuja keinoja

- Liuottaminen polttoöljyyn (polttoaineeksi)
  - ei onnistunut
- Dispergointiaineen käyttö
  - ei onnistunut
- Painekuumennus
  - onnistui
  - laatu kärsii (polttoaine)
- Ligniinin liuottaminen lipeällä
  - onnistui
  - laatu säilynee hyvänä

Painekuumennus

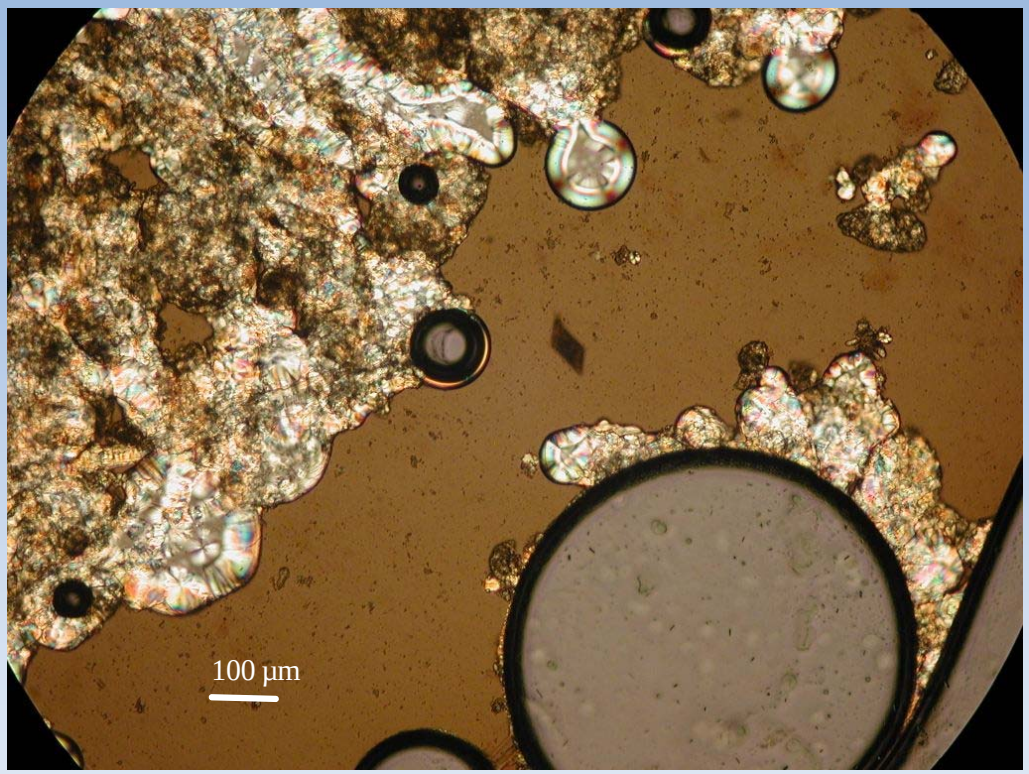
180 °C 3h Öljyn lisäksi myös ligniini+kipsipuuro

Parempi menetelmä: Ligniinin liuottaminen lipeällä

Ligniini poistetaan liuottamalla valkolipeään

Mäntyöljy palautuu suovaksi

Kierrätetään uudestaan MÖ-keittoon

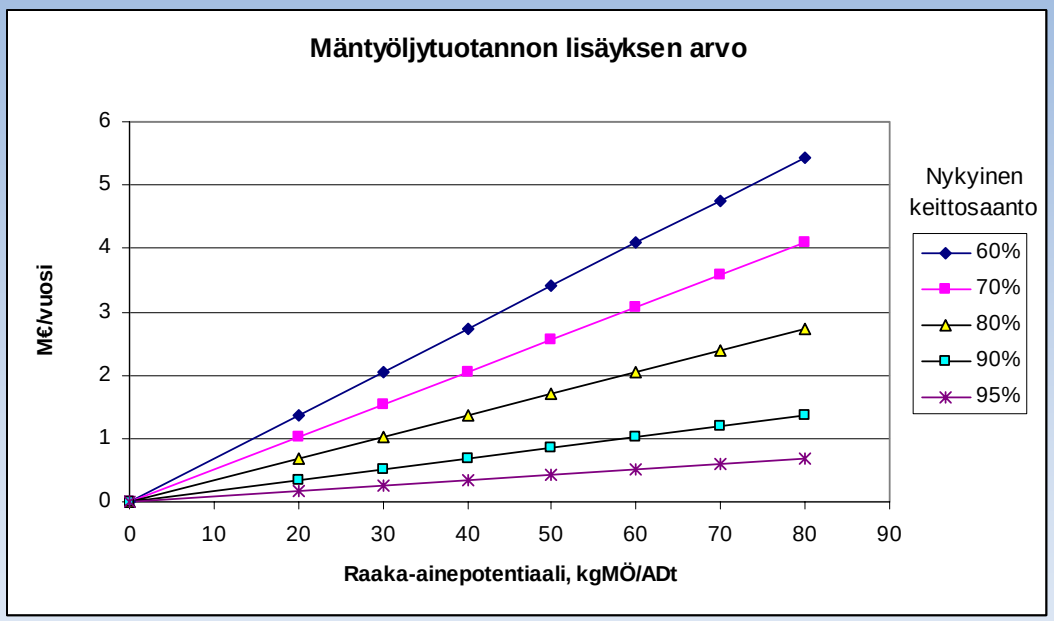


Öljy muutettu takaisin suopamuotoon (polarisoiva). Ligniini poistettu, yhtenäinen suopafaasi. Suuret, hyvin nousevat kokkareet.

Ligniinin liuottaminen

- Suopareversio nopea ja helppo
- Ligniini mustalipeän mukana polttoon
- Hyvin toimiva prosessi!

Taloudelliset vaikutukset



Sähköntuotanto vähenee lämpöarvon muutosta vastaavasti
Pieni rikkihapon kulutuksen lisäys (rikkitase)

Kipsi

Emäveden syöttäminen haihduttamoon:

- Kipsi liukenee lipeään → kalsium saostuu karbonaattina → likaa lämpöpintoja

$$CaSO_4 + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3 + SO_4^{2-}$$

- Jos laihalipeään: usein vaikea haihduttamon likaantuminen
- Jos keulaan: voidaan välttää kovia (porattavia) kerrostumia, mutta energiatalous ei ole optimaalinen
- Ideaalitapaus: kalsium pois, vesi haihdutetaan haihduttamon perällä.

Kalsiumin taloudelliset vaikutukset

- Hyvin tehdaskohtaisia
- Vaikeita arvioida
- Voivat olla hyvinkin suuret
- Kalsiumilla osuutta myös burkeiitin saostumiseen
  - vaikuttaa pesuväliin
  - koskettaa kaikkia tehtaita

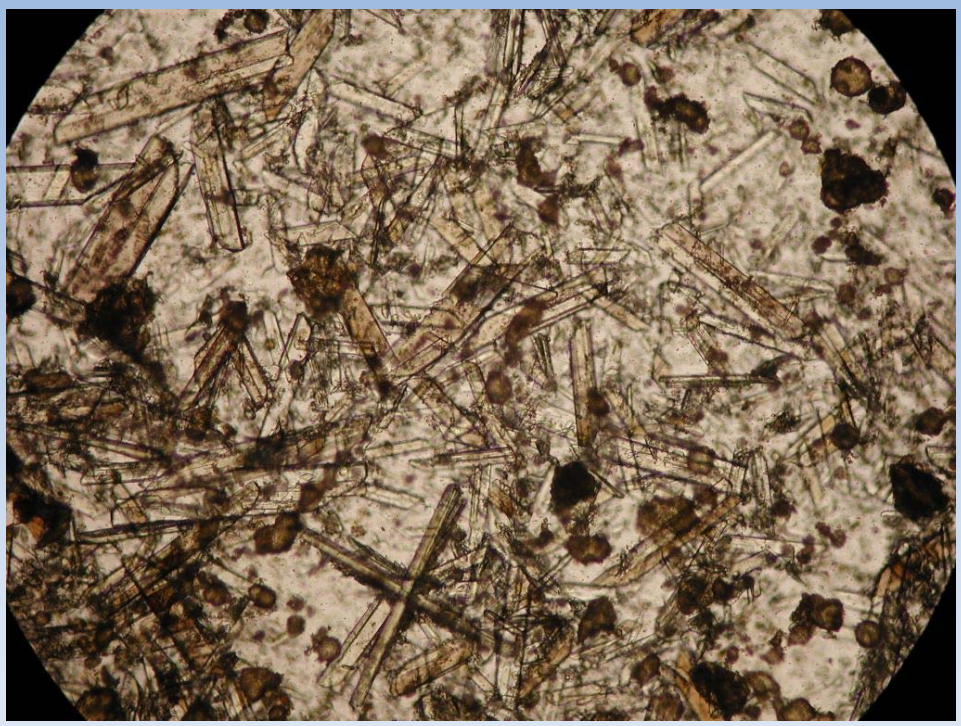
Selkeytyskokeita tehtailla

Kipsin poistaminen emävedestä selkeyttämällä

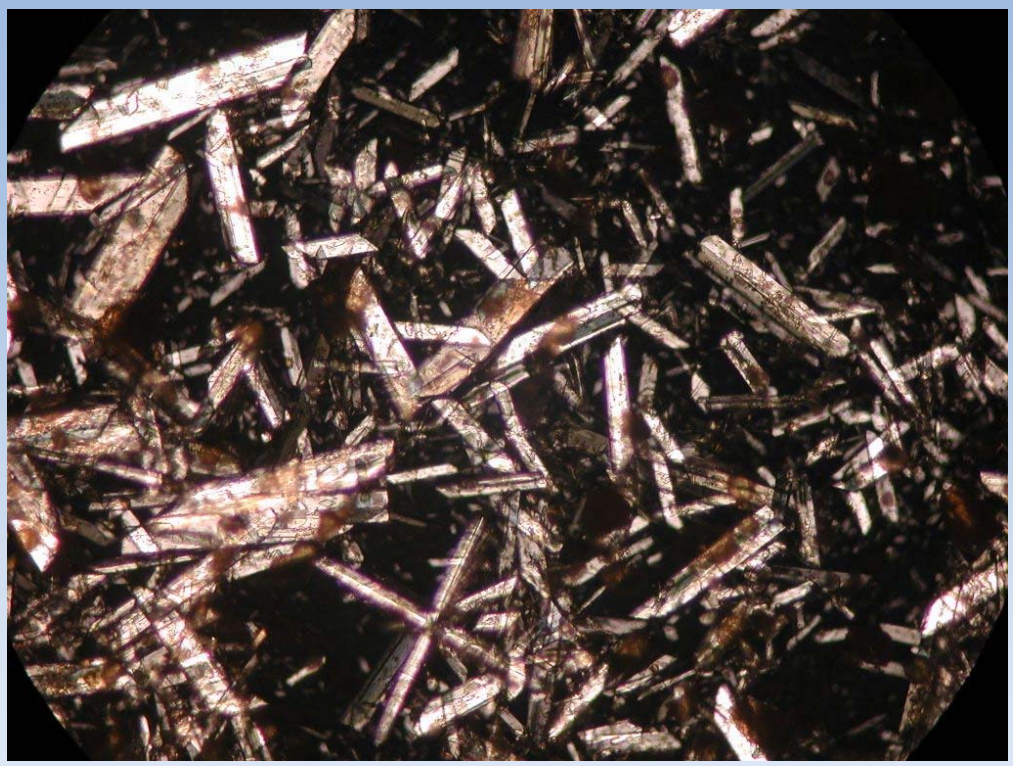
Läpinäkyvä selkeytin jossa lämmitysvaippa

2 m pleksiputki

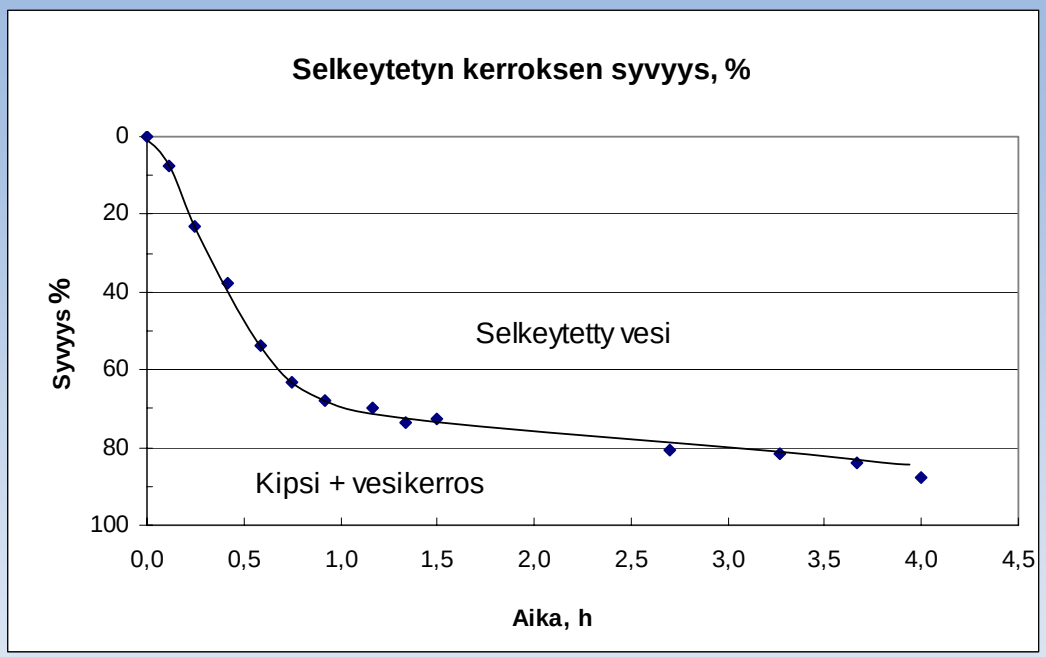
Kipsikerros (4,5 h)



Kipsi 100 x



Kipsi 100 x polarisoitu valo



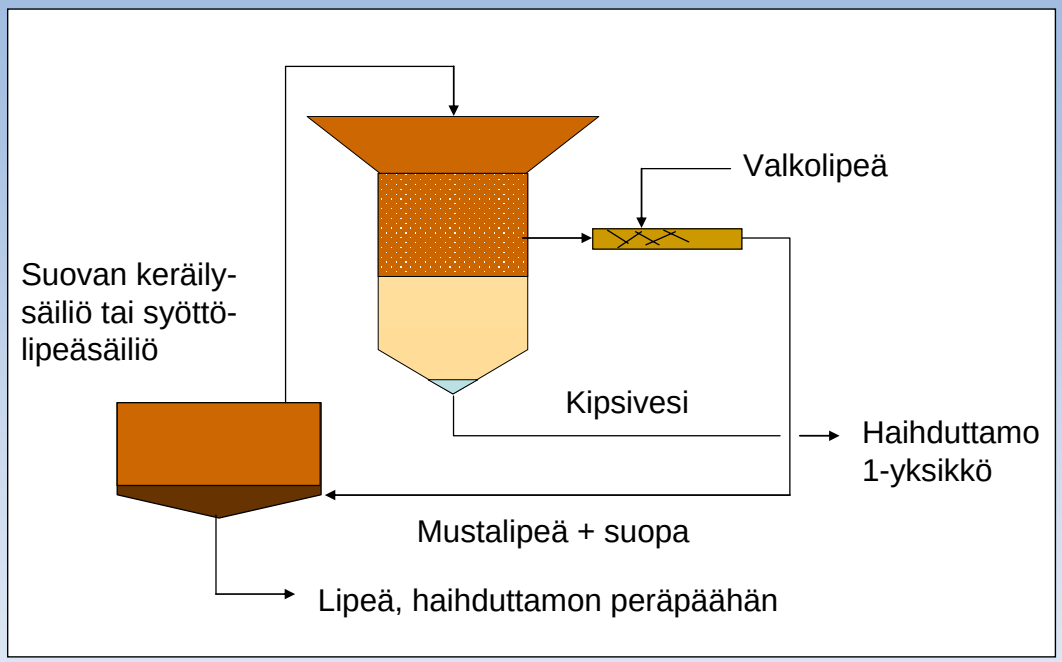
Mitattu pinnasta alaspäin. Selkeästi kaksi vaihetta joissa eri nopeus. Tunnin kuluttua sakkakerros n. 1/3.

Tehdasprosessi

Eri vaihtoehtoja emäveden käsittelemiseen

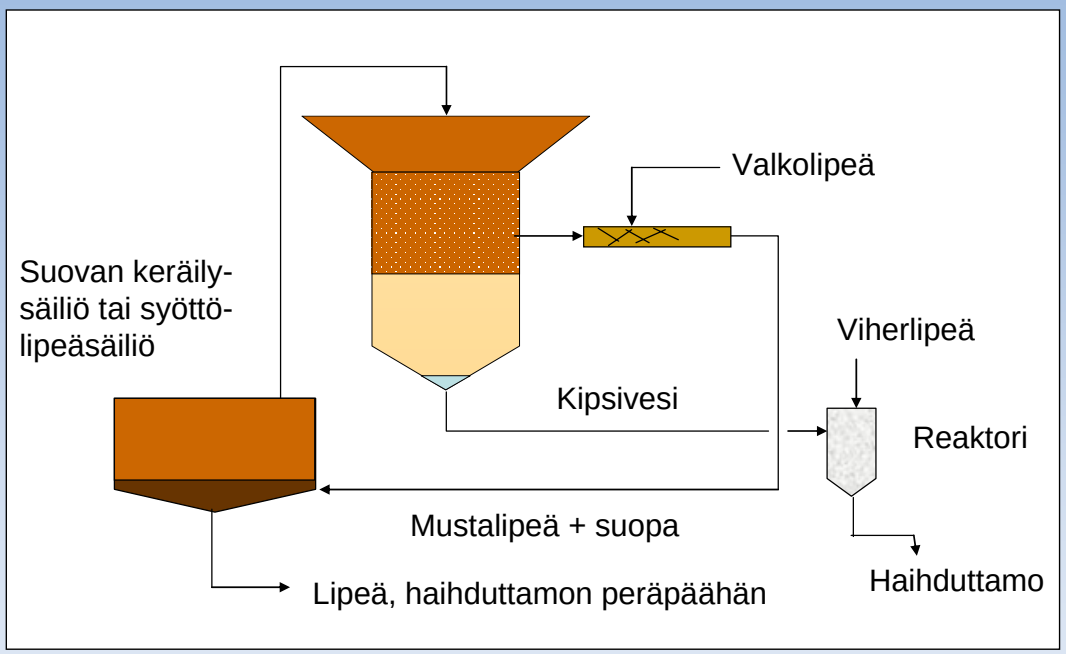
- Perusperiaate: Ligniinivirtaa ja kipsivesivirtaa ei yhdistetä kuten nykyään
- Kumpikin omaan käsittelyyn

Yksinkertaisin vaihtoehto, saannon parantaminen



Suovalla ei ole muuta ulospääsytietä kuin mäntyöljynä.
Suuret suopakokkareet eivät karkaa lipeän mukana.

Haihduttamon suojaaminen



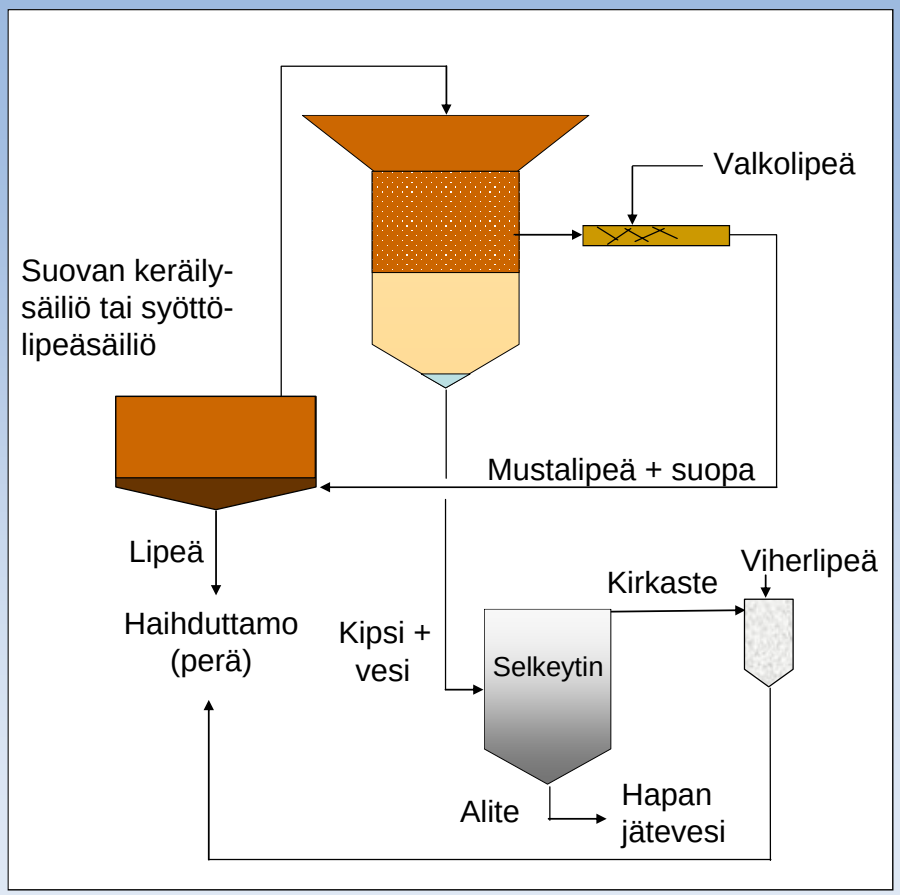
Sekä liuennut että kiinteä kipsi muutetaan kalsiumkarbonaatiksi viherlipeällä.
Ei enää haitallinen haihduttamolla

Sirra

Kalsiumin poistaminen

Kiinteä kipsi sakeutetaan

Kirkasteesta saostetaan liuennut kipsi



Sirra

Johtopäätöksiä

- Emävettä voidaan käsitellä siten, että mäntyöljyn saantoa voidaan parantaa ja haihduttamoa voidaan suojata haitalliselta kalsiumilta
- MÖ-keittosaantoa voidaan parantaa merkittävästi, lähelle 100 %?
- Taloudelliset hyödyt miljoonaluokassa melko vähäisillä investoinneilla
- Kaikkein suurin hyötypotentiaali haihduttamolla, joskin vaikea arvioida

KOKEMUKSET MATALAPAINENUOHOUKSESTA

Mika Haikola
Diamond Power Oy

Trusted for experience. Preferred for performance.

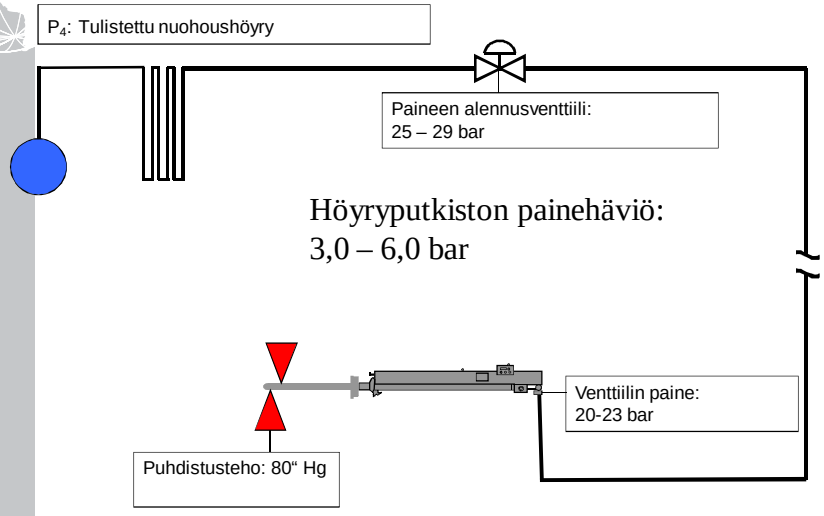
Diamond Power Finland Oy
Matalapainenuohous
2010

Mika Haikola

© 2010 DIAMOND POWER INTERNATIONAL, INC. ALL RIGHTS RESERVED. This document is the property of DIAMOND POWER INTERNATIONAL, INC. (DPII) and is "CONFIDENTIAL AND PROPRIETARY" to DPII. Recipient and/or its representatives have, by receiving same, agreed to maintain its confidentiality and shall not reproduce, copy, disclose or disseminate the contents, in whole or in part, to any person or entity other than the Recipient and/or Recipient's representatives without the prior written consent of DPII.

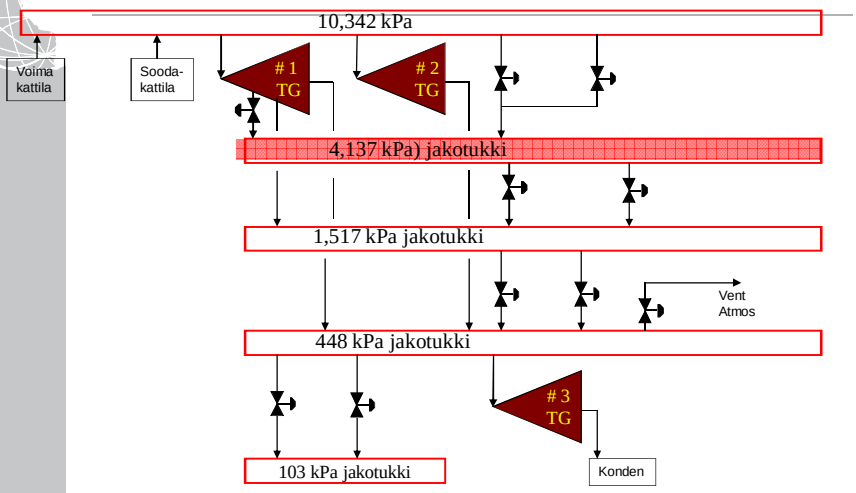
Diamond Power International, Inc.

Perinteinen nuohoussysteemi



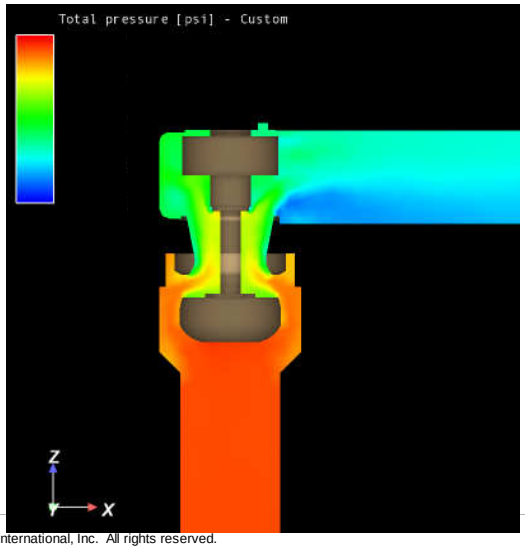
©2010 Diamond Power International, Inc. All rights reserved.

Matalapaine nuohoushöyry



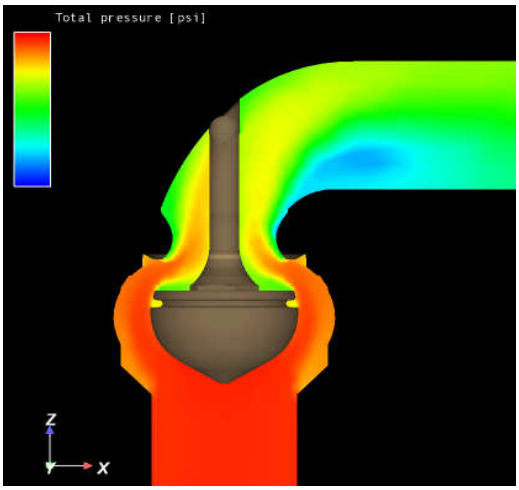
©2010 Diamond Power International, Inc. All rights reserved.

Perinteinen 40 bar nuohoinventtiili



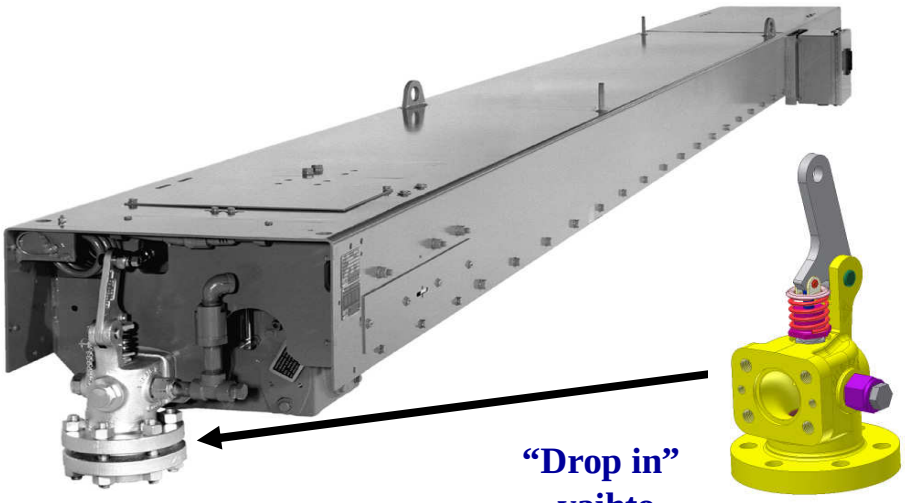
©2010 Diamond Power International, Inc. All rights reserved.

M600 # matalapaineventtiili



©2010 Diamond Power International, Inc. All rights reserved.

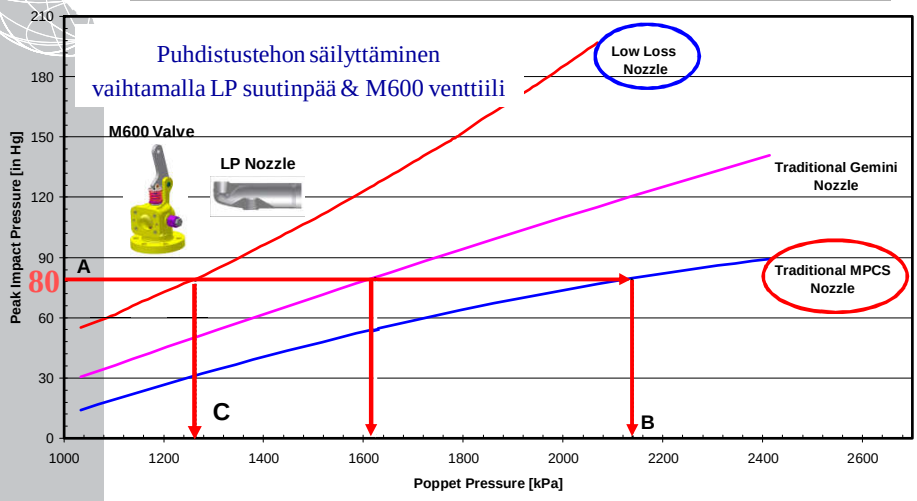
Matalapaineventtiilin vaihto



“Drop in” vaihto

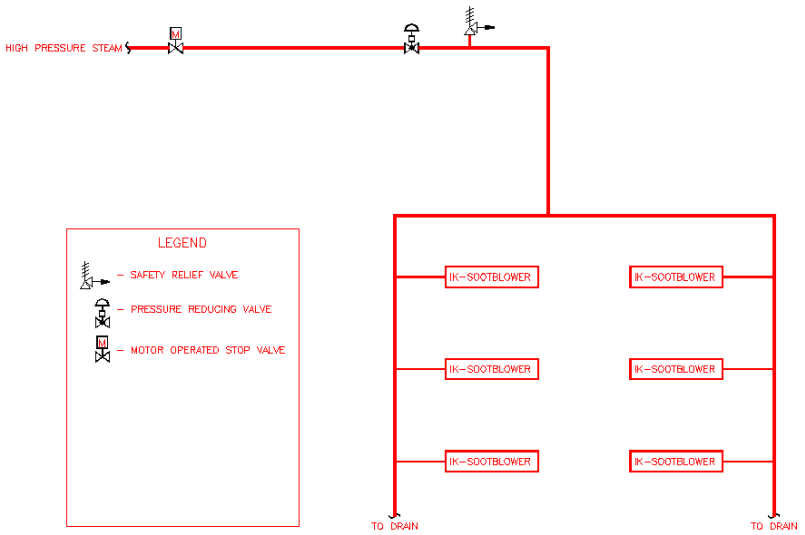
©2010 Diamond Power International, Inc. All rights reserved.

Muutos matalapainenuohoukseen



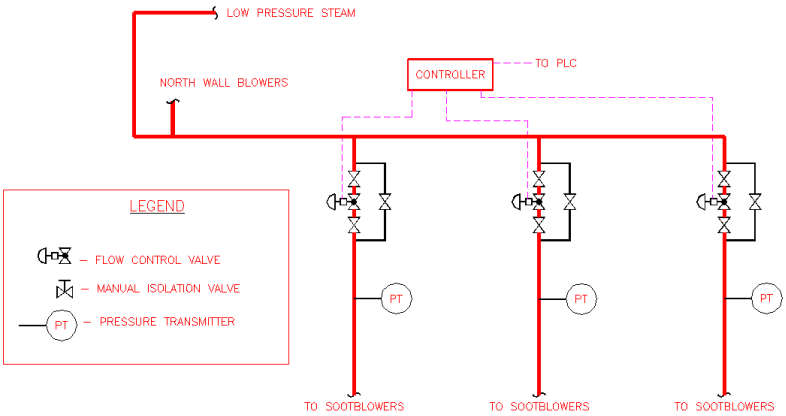
©2010 Diamond Power International, Inc. All rights reserved.

Korkeapaine nuohoussysteemi



©2010 Diamond Power International, Inc. All rights reserved.

Matalapaine nouhoussysteemi

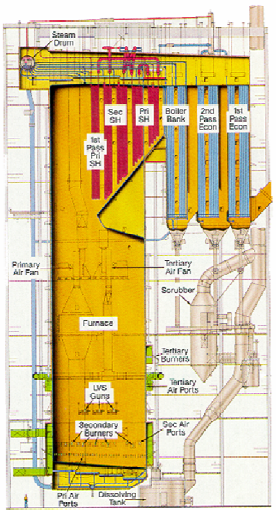


©2010 Diamond Power International, Inc. All rights reserved.

Referenssikohde

- **90 kpl nuohoimia**
  25mm MPCS suuttimilla
  - **Tulistinalue: 50**
  - **Keittopinta: 20**
  - **Economizer: 20**

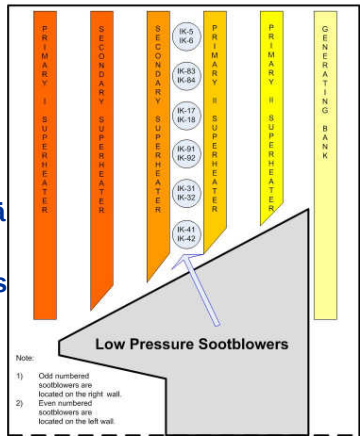
- **Puhdistuteho:**
  - **70 – 80 [“Hg]**



©2010 Diamond Power International, Inc. All rights reserved.

Referenssikohteet

- 12 nuohointa per tulistinsola
  - 6 molemminpuolin
- Perinteinen nuohous toisella puolella soodakattilaa
- Matalapainenuohous vastakkaisella puolella
- Jatkuva seuranta mittauksin sekä kamerafilmauksin
- Xx mill, USA testaus ollut käytöss vuodesta 2006 lähtien
- Botnia Rauma testaus aloitettiin 1.6.2007 ja käytössä edelleen



©2010 Diamond Power International, Inc. All rights reserved.

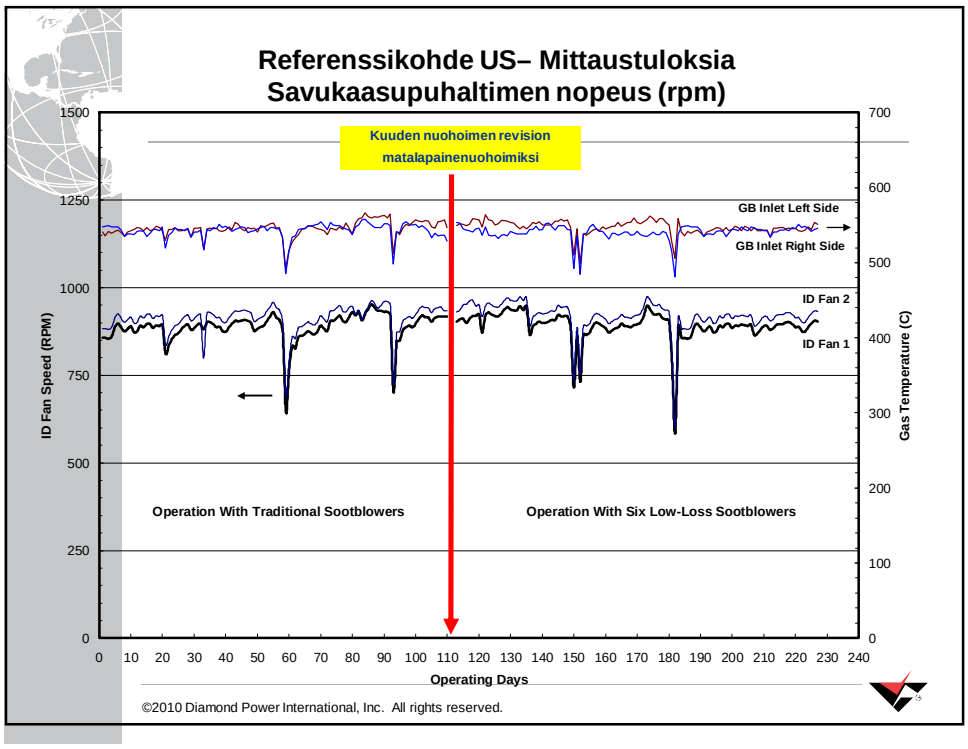
Referenssikohteet

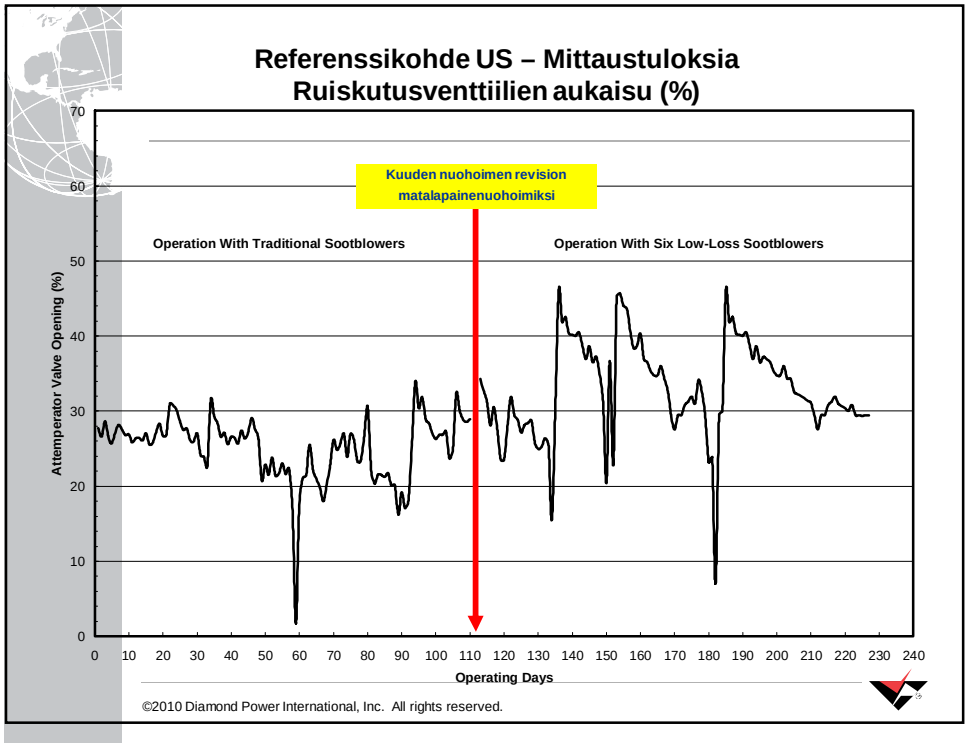
- Kattilan ohjausjärjestelmän mittaukset

- IR-kamerakuvaukset
  - Digitaalinen
  - Teleskooppi 90º katselukulma

- Kamerakuvaukset tehtiin aluksi 1 krt/kk tai 1 krt/2kk

©2010 Diamond Power International, Inc. All rights reserved.


Referenssikohde US– Mittaustuloksia
Savukaasupuhaltimen nopeus (rpm)
Kuuden nuohoimen revision
matalapainenuohoimiksi
GB Inlet Left Side
GB Inlet Right Side
ID Fan 2
ID Fan 1
ID Fan Speed (RPM)
Gas Temperature (C)
Operation With Traditional Sootblowers
Operation With Six Low-Loss Sootblowers
Operating Days
©2010 Diamond Power International, Inc. All rights reserved.

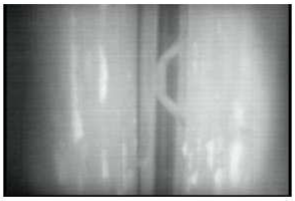

Referenssikohde US – Mittaustuloksia
Ruiskutusventtiilien aukaisu (%)
Kuuden nuohoimen revision
matalapainenuohoimiksi
Operation With Traditional Sootblowers
Operation With Six Low-Loss Sootblowers
Attemperator Valve Opening (%)
Operating Days
©2010 Diamond Power International, Inc. All rights reserved.

Referenssikohteet – Videokuvaukset

(a)

Before

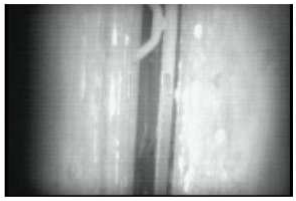
Nozzles in Use: MPCS



(b)

After

Nozzles in Use: Low Pressure



(c)

After

Nozzles in Use: MPCS

Opposite Side

©2010 Diamond Power International, Inc. All rights reserved.

Johtopäätökset

- Kolmessa refenssikohteessa USA (xx ja Big Island) & Botnia Rauma todettu matalapaineen toimivuus nuohousventtiilipaineilla 11-13 bar tulistinalueilla ja jopa matalammilla paineilla kattilan loppupäässä
- 100 % yhteensopivuus jo käytössä oleviin DP nuohoimiin
- Matalia nuohouspaineita testattu myös tavallisilla suurtehosuuttimilla (DP Gemini) ekonuohoimilla Wisaforest:n soodakattilassa ja todettu toimivuus 12-14 bar:n nuohousventtiilipaineilla

©2010 Diamond Power International, Inc. All rights reserved.

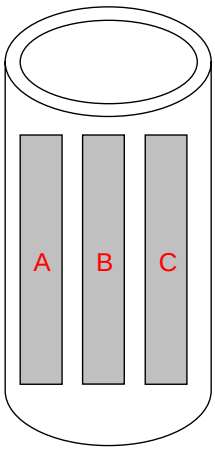
T-SCAN –TEKNIIKKA KATTILOIDEN SEINÄMÄPAKSUUKSIEN ONLINE-KARTOITTAJANA

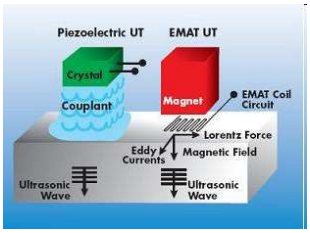
Jouni Koivumäki
Inspecta Oy

TScan
paksuusmittaus Inspectan tyyliin

Inspecta

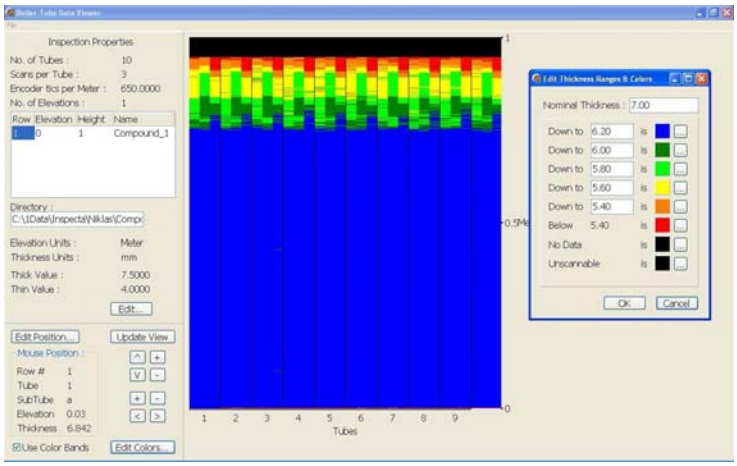
TScan menetelmä





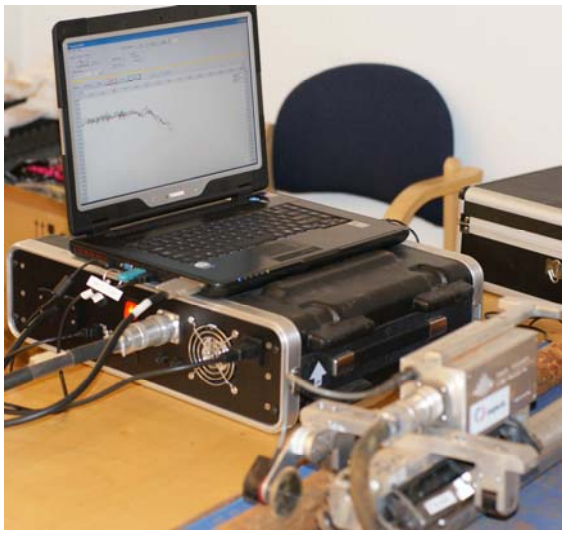
- Perustuu EMAT:iin (ElectroMagneticAcousticTransducer)
- Inspectan kehittämä sovellus
- Ei tarvitse kytkentäainetta kuten mittaus normaalilla pulssikaiku menetelmällä.
- Voidaan tarkastaa putkia jotka ovat pinnanlaadultaan Huonoja – ilman hiontaa.
- TScanissa kolme mitta-anturia (A / B / C) joista jokainen mittaa 15mm leveän alueen. Valikoimasta löytyy myös yhden anturin sovellus ahtaisiin tiloihin esim. nurkkaputkiin ja tulistimille.
- Mittaustarkkuus 0,1mm -0,2mm
- Seinäputkien skanneri käy välille Ø44mm – levy.
- Mittaustulos voidaan tallennetaan halutuin välimatkoin tai talletetaan data koko putken matkalta.
- Mittatulokset millimetreinä
- Erittäin herkkä asteittaiselle ohenemalle.
- Toistettavuus hyvä ajatellen määräaikais-tarkastuksia, sekä esim. lähtötasomittaukset, sekä sen jälkeen mittaukset kohteeseen tehdyn suunnitelman mukaisella jaksotuksella.
- Datamäärät erittäin suuria.

Tscan – menetelmän toistotarkkuus



Sama compound putki skannattuna 10 kertaa. Putkessa eri syvyyksisiä koneistettuja vikoja. Värien erot 0.2mm. Toistotarkkuus ja toistettavuus aivan omaa luokkaansa.

TScan laitteisto

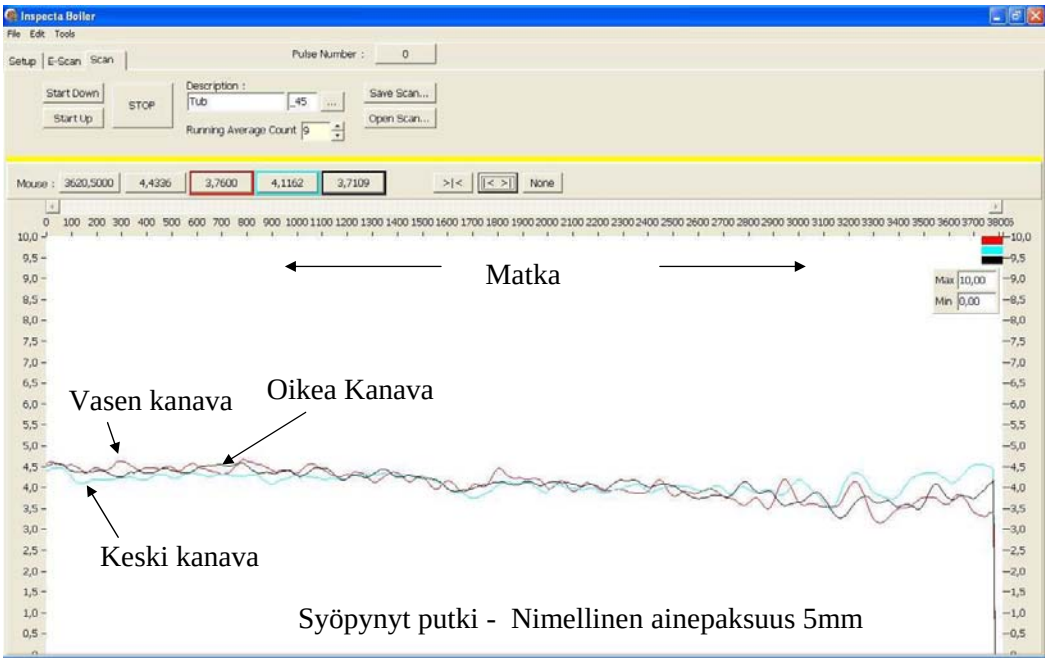


TScan - seinäputkia mittaamassa

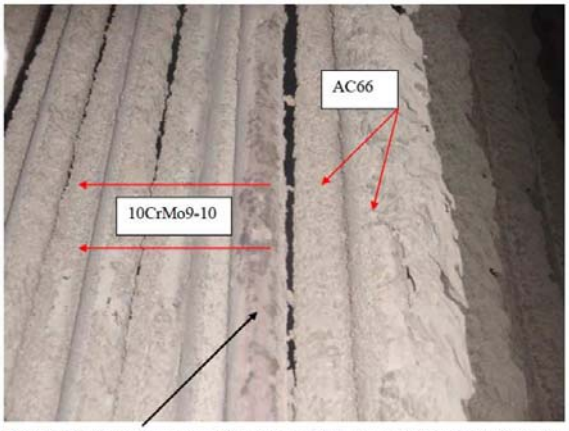
TScan - tarkastus nostokelkasta

TScan – mittaus yhdenlinjan skannerilla, putkien välissä kerrostumaa

Datankeräys – tarkastajan näkymä



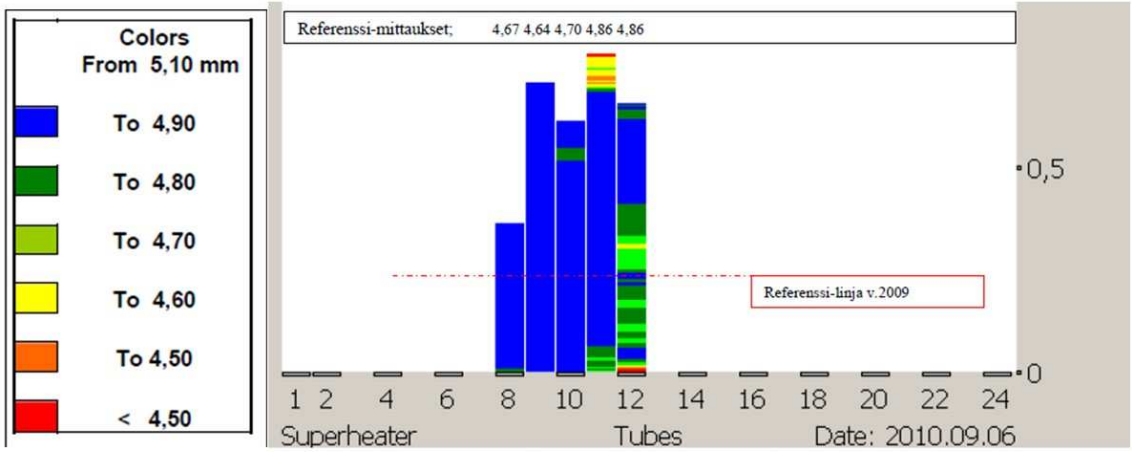
Tscan – yhden linjan skanneri tulistimella



Kuva 1. Riittävä puhtaustaso. Mittasimme paketin sisempiä slingoja, koska uloimmat olivat materiaalia AC66(X5NiCrCeNb / ei-ferriittinen) ja sisemmät materiaalia 10CrMo9-10.

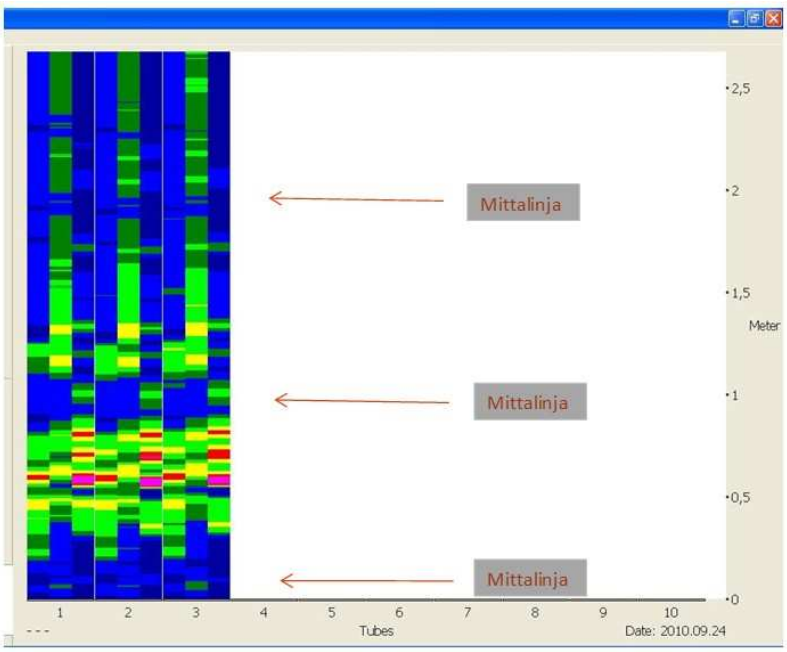
Kuva 2. Skanneri kiinnittyneenä putken pintaan.

Tscan - tulistimien koemittaus



Kuva 6. Dekran Referenssi-mittaukset v. 2009. Huom. Dekran mittalinja skannattiin ns. yli, aloittamalla mittaus mittalinjan alapuolelta ja lopettamalla mittalinjan yläpuolelle.

Tscan vs. normaali paksuusmittaus linjoittain

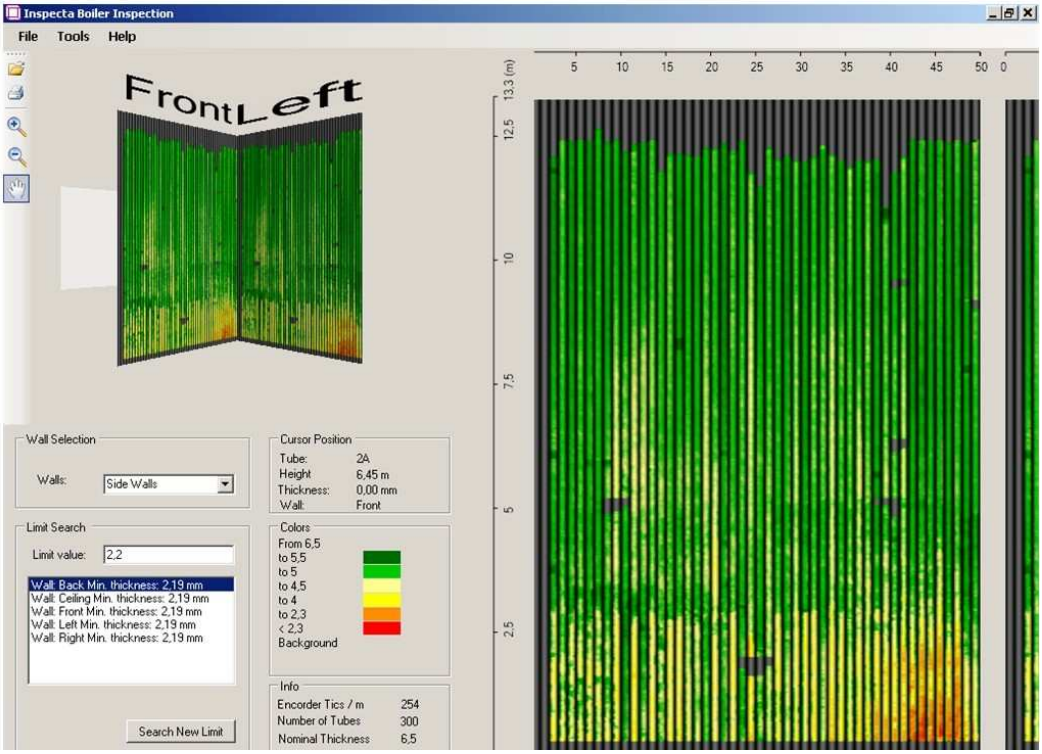


Tulosten tarkastelu

- Asiakas saa “**Clientview”-**ohjelman tulosten tarkastelua varten

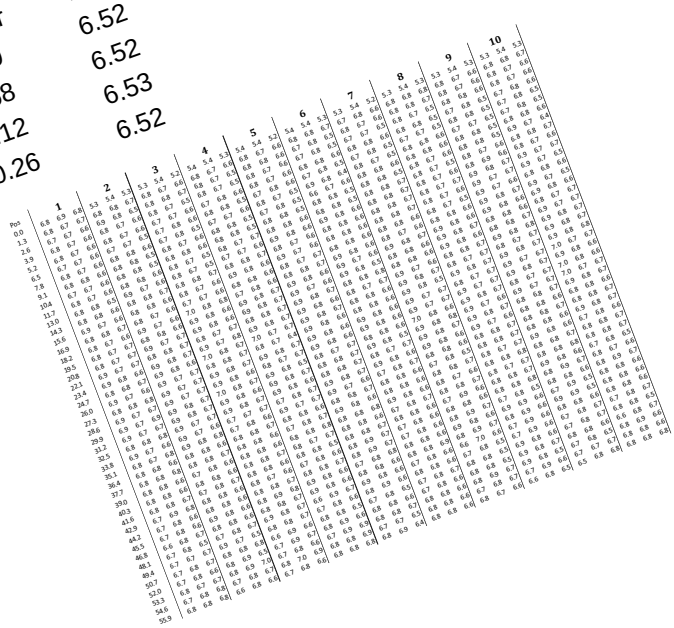
- Nopea tarkastella kokonaisen seinän kuntoa yhdellä silmäyksellä
- Seinät 3D kuvana
- Ohjelman voi laittaa etsimään minimi paksuuksia. Esim. syötetään arvo 3,2 mm jolloin se korostaa kaikki kohdat seiniltä, jotka ovat 3,2mm tai alle.
- Mahdollisuus vaihtaa väriskaalaa
- Mahdollista vaihtaa värejä paksuusalueittain
- Zoomaus ja alueen lähempi tarkastelu – ohjelma kertoo kursoria liikutettaessa korkeusaseman, mistä (A / B / C) tieto on saatu, sekä ainepaksuuden.
- Erilaisia tulostus mahdollisuuksia
- Ohjelma voidaan myös räätälöidä asiakkaan toiveiden mukaiseksi

Tscan clientview – kattilan yleiskunto yhdellä silmäyksellä



TScan – tulokset myös numeerisessa muodossa

Tube #	Min mm	Elev. Meter	Max mm	Elev Meter	Mean mm
1	5.2	0.93	7.1	0.40	6.52
2	5.2	0.93	7.0	0.68	6.52
3	5.2	0.92	7.2	0.12	6.53
4	5.2	0.93	7.1	0.26	6.52



TScan – mietittäviä asioita ennen tarkastusta

- Ainutlaatuinen tapa saada paljon luotettavaa tietoa lyhyessä ajassa.
- Tarkastus voidaan suorittaa nostokelkasta, jolloin huomattavat säästöt telinekustannuksissa.
- Nopea tapa tarkastaa suuria alueita – polttoaineen / polttomallien jne. vaikutus höyrystimen putkiin saadaan nopeasti selville vrt. paksuusmittaus linjoittain eri vuosijaksotuksella
- Jos tarkastus suoritetaan telineiltä, telinerakentajien kanssa oltava yhteistyössä jotta telineet rakennettaisiin niin, että tarkastus voidaan suorittaa ilman esteitä.
- Menetelmällä voidaan tarkastaa putkia jotka ovat pinnaltaan huonokuntoisia, kuitenkin paksut kerrostumat on saatava pois pinnoilta.
- Voidaan tarkastaa sekä päällehitsattuja että compound putkia.
- Soveltuu ferrittiselle materiaalille.

Tscan – esimerkki tarkastuksesta

- Esimerkki suorituskyvystä:
  Soodakattila, tulipesän mitat:10mx10m, skannauspituus 12m.
- Tarkastuksen aloituksesta raportin jättämiseen asiakkaalle kestää yleensä neljä-viisi päivää.
- Tietoa saadaan siirrettyä asiakkaan käyttöön jo tarkastuksen ollessa käynnissä.
- Jotta syntyisi käsitys tarkastuksen kattavuudesta seuraavassa esimerkki.
  Normaali paksuusmittaus linjoissa: 6 linjaa ympäri tulipesän→ n.3120 mittapistettä
  Samainen alue tarkastettuna Tscan menetelmällä, mittapisteitä n.6 240 000
  Tulosten määrä yhdistettynä erittäin selkeään raportointityökaluun mahdollistaa asiakkaalle investointien suunnittelun ja oikea aikaisen toteutuksen.

Jouni Koivumäki
+358 50 380 8592
jouni.koivumaki@inspecta.fi

TRUST & QUALITY www.inspecta.com

SOODAKATTILAYHDISTYKSEN OPINNÄYTETYÖPALKINNON ESITTELY: SOODAKATTILALAITOKSEN LISÄVEDEN ORGAANISEN AINEEN (TOC) VÄHENTÄMINEN

Tero Luukkonen
Oulun yliopisto

SOODAKATTILALAITOKSEN LISÄVEDEN ORGAANISEN AINEEN VÄHENTÄMINEN

FM Tero Luukkonen
27.10.2010

Sisällysluettelo

1. Johdanto
2. Orgaanisen hiilen lähteet
3. Orgaanisten yhdisteiden käyttäytyminen vesi-höyrykierrossa
4. Kokeellisen työn tuloksia
   - Vesilaitosten vertailu
   - Aktiivihiilikokeet
   - Vesi-höyrykierron TOC-mittaukset
5. UV-käsittely

Johdanto

- Soodakattilan sähköenergiatehokkuuden nostaminen uudelle tasolle -projekti ja siihen liittyvä Kattilaveden ja höyryn laadun varmistaminen -osaprojekti.

- Tutkimuksen tavoitteet:
  - Selvittää soodakattilalaitoksen lisäveden orgaanisen aineen pitoisuuteen vaikuttavia tekijöitä.
  - Testata puhdistusmenetelmiä käytännössä.
  - Arvioida puhdistusmenetelmien taloudellisuutta.

Orgaanisen hiilen lähteet vesi-höyrykiertoon

1. Lisäveden orgaaniset yhdisteet
   - Luonnon orgaaninen aines (NOM): <u>sähk. neutraalit jakeet</u>
   - Ihmisen toiminnasta peräisin olevat org. yhdisteet
2. Orgaaniset kattilakemikaalit
   - Esim. pH:n ja hapen hallintaan
   - Pääasiassa orgaanisia amiineja
3. Muut lähteet
   - Maalit, öljyt, ioninvaihtohartsi…

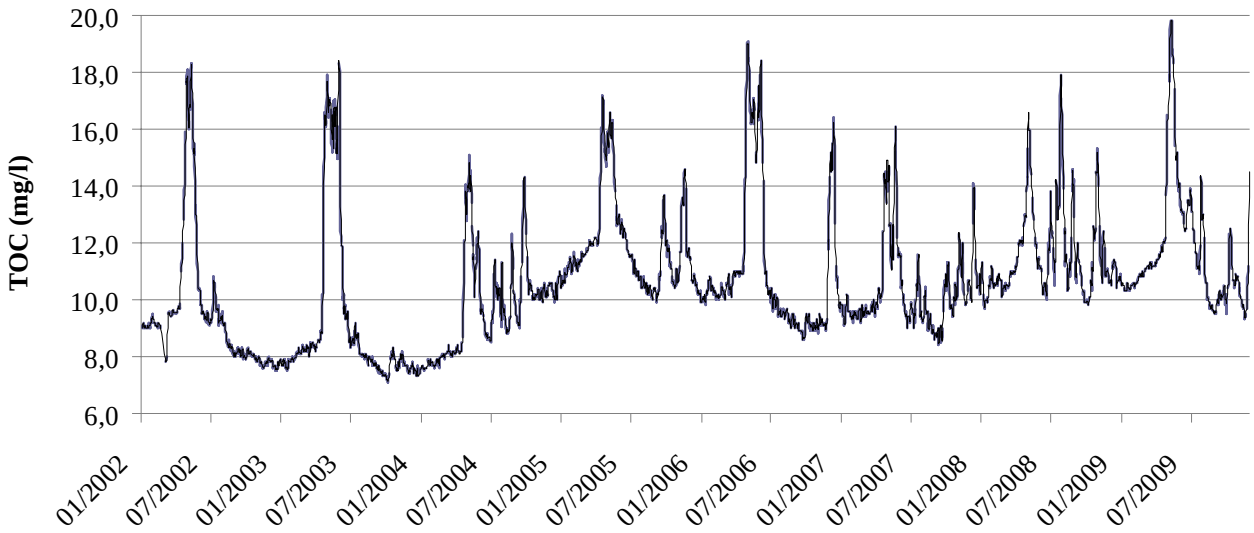
Orgaanisten yhdisteiden käyttäytyminen korkeissa paineissa ja lämpötiloissa

- Orgaaniset yhdisteet hajoavat tietyssä lämpötilassa ja paineessa.
- Lopputuotteina pääasiassa formaattia, asetaattia ja hiilidioksidia

→ Korroosio-ongelmat

Vedenkäsittelylaitosten TOC-poistoteho

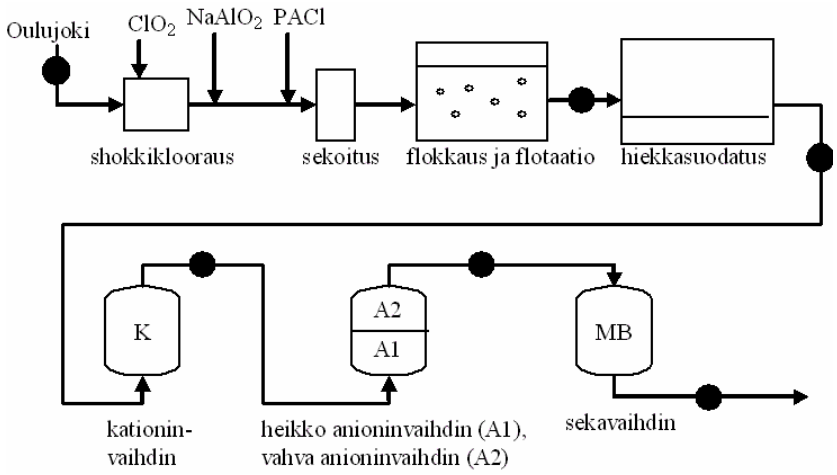
- Oulujoen TOC



Lähde: Oulun Vesi

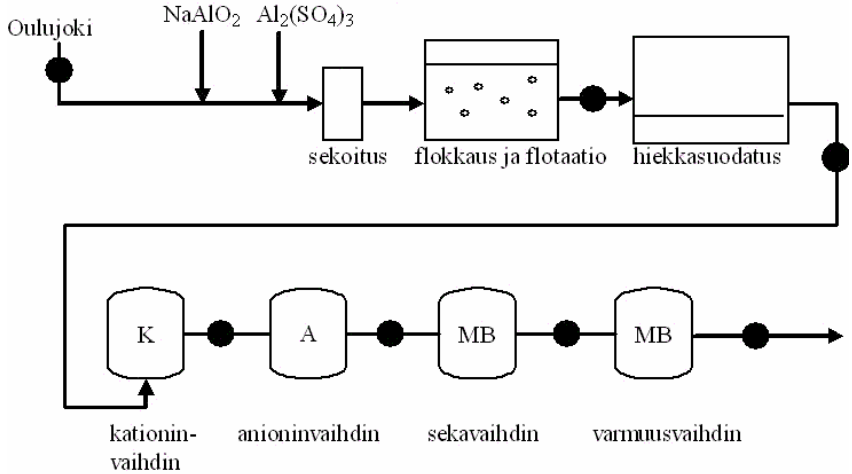
Kolmen oululaisen vesilaitoksen vertailu

- Verrattiin kolmen oululaisen vesilaitoksen prosessien TOC-poistotehoa eri prosessivaiheissa
- Sama raakavesilähde: Oulujoki
- Laitokset:
  - Stora Enso
  - Kemira
  - Oulun Vesi, Hintan laitos

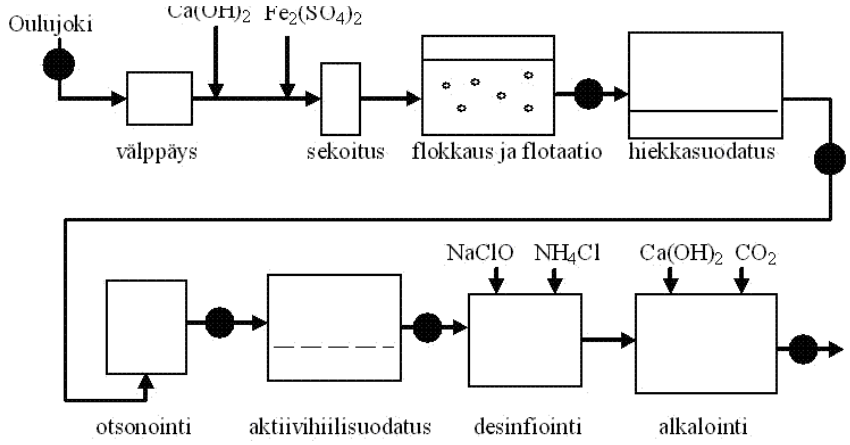


Stora Enso, Oulu

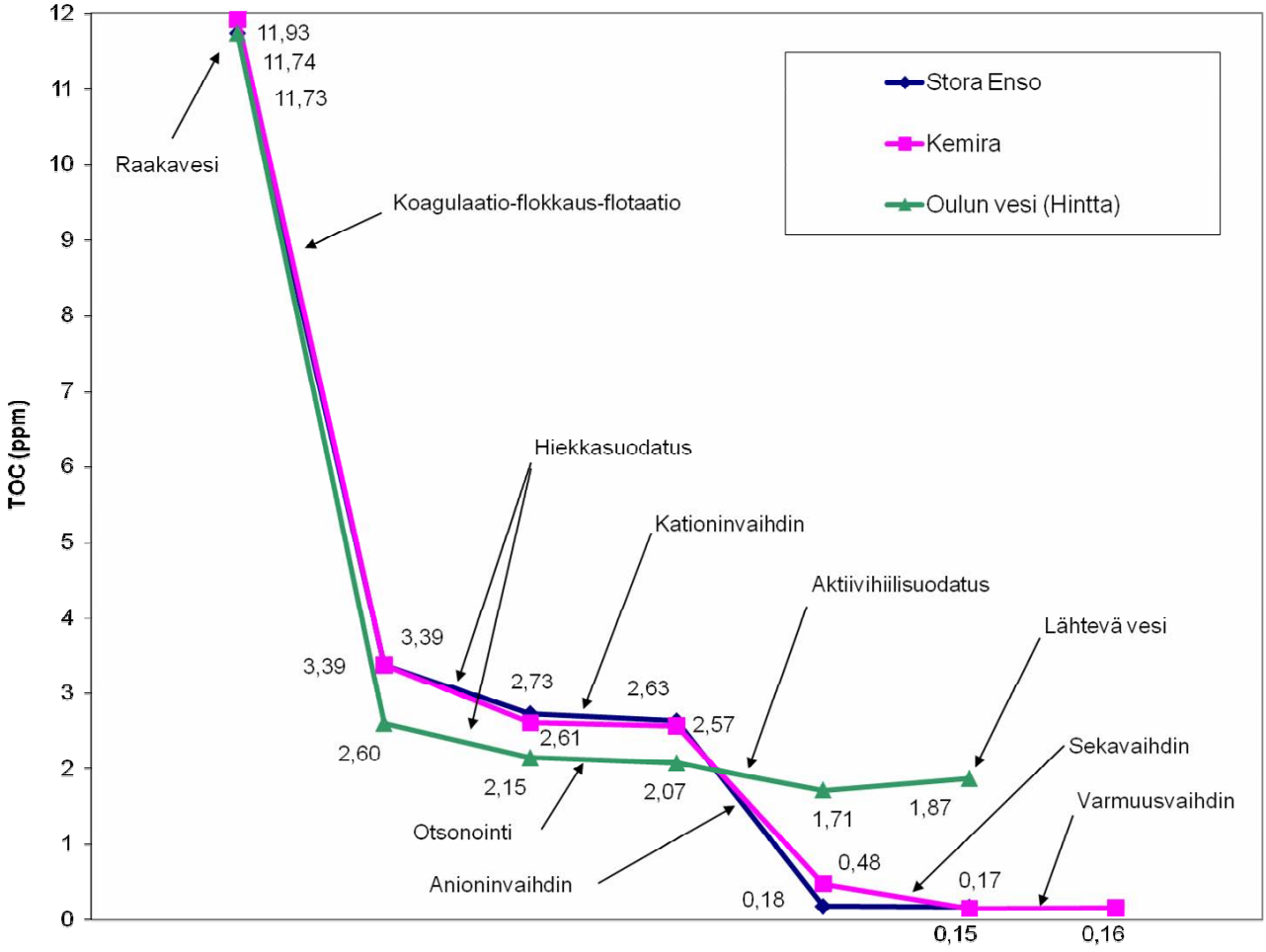
● = näytteenotto



Kemira, Oulu



Oulun vesi (Hintta)



Johtopäätökset vesilaitosvertailusta

- Rautapohjainen koaguloinnikemikaali toimii tehokkaammin TOC-poistossa kuin alumiinipohjainen
- Oulun Veden laitoksen aktiivihiilisuodattimen alhainen TOC-poistoteho johtuu pitkistä käyttöjaksoista

Aktiivihiilikokeet Stora Enson suolanpoistolaitoksella

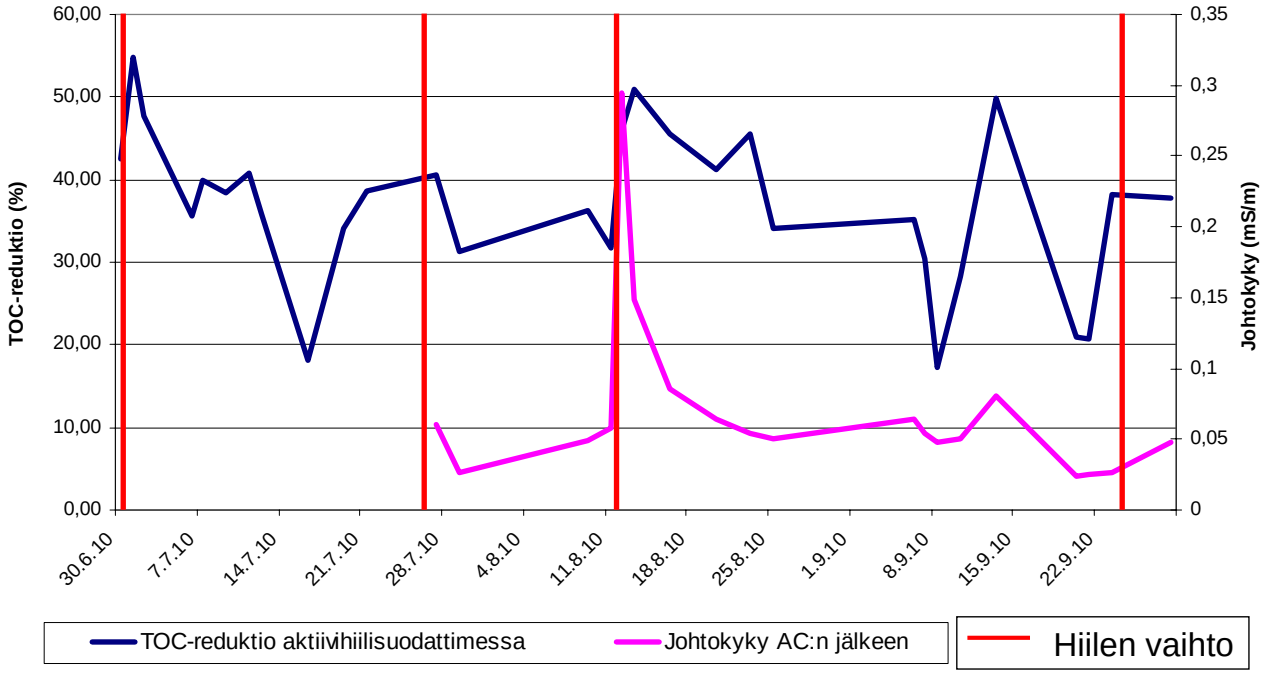
Aktiivihiilisuodattimen TOC-reduktio

- Syksyllä 2009 TOC-reduktio oli jopa lähes 70 %, suodatetun veden TOC-tason ollessa noin 100 ppb
- Jatkotutkimuksessa (kesä-syksy 2010) TOC-reduktio on keskimäärin 40 %, suodatetun veden TOC-tason ollessa noin 200 ppb
- Todennäköinen syy: jokiveden orgaanisen aineen koostumuksen vaihtelu

Aktiivihiilisuodattimen toimintamekanismin arviointi

- Adsorptio vs mikrobiologinen TOC:n hajotus
- Kokeen toteutus:
  - Annettiin suodattimen asettua stabiiliin tilaan
  - Eliminoitiin biologinen toiminta ajamalla kuumaa lauhdetta suodattimeen vuorokauden ajan
  - TOC-reduktio laski 50 %
- Johtopäätös: koesuodattimen toiminta on noin 50 %:sti mikrobiologiseen hajotukseen perustuva

Johtokykymittauksen hyödyntäminen

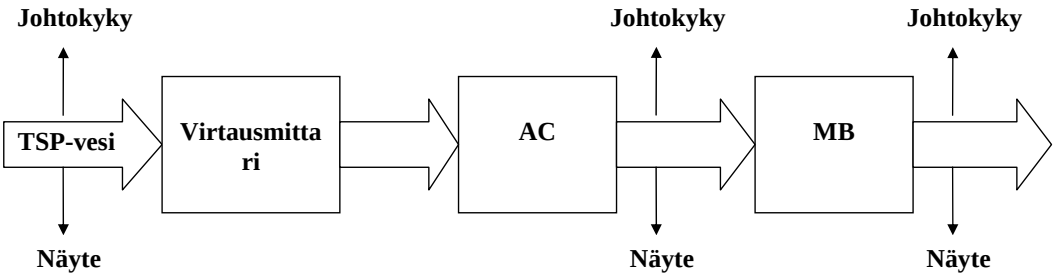


Johtokykymittauksen hyödyntäminen

- Aktiivihiilisuodattimen jälkeinen johtokyky vaikuttaa korreloivan aktiivihiilisuodattimen TOC-reduktion kanssa (korkea TOC-reduktio, korkea johtokyky)
- Todennäköinen syy: mikrobiologisen toiminnan tuottama CO_2

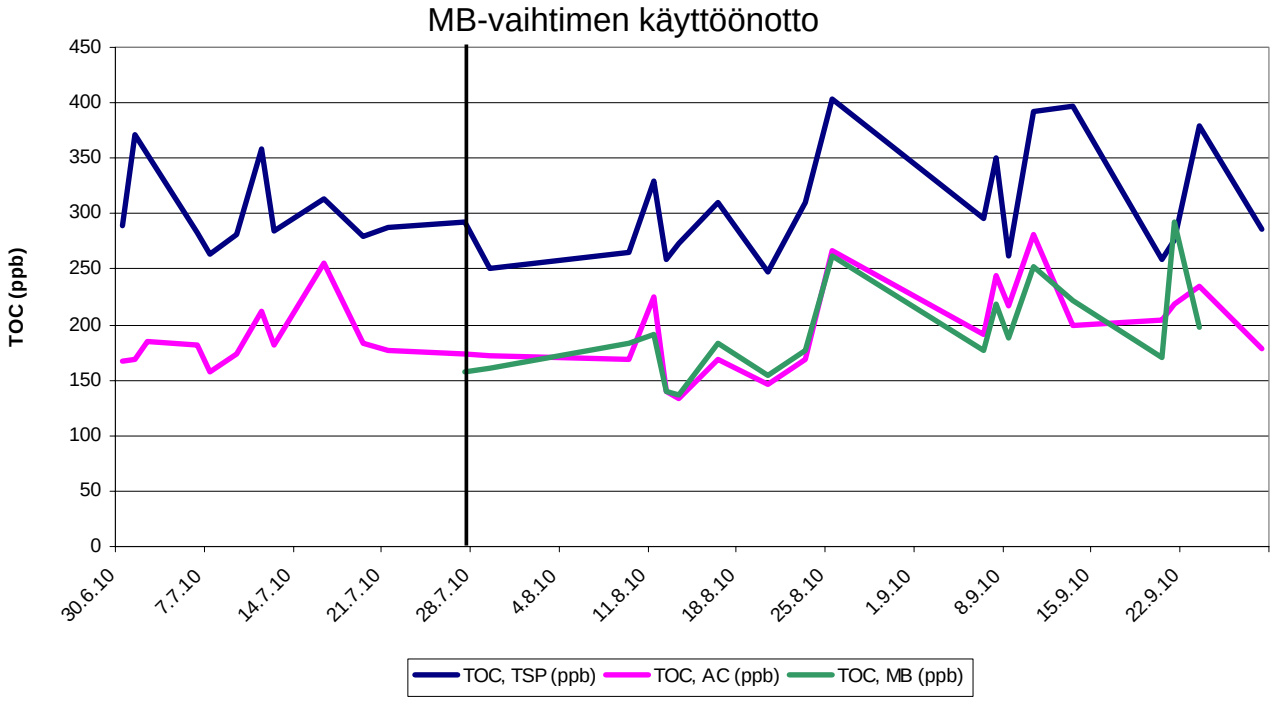
Aktiivihiilikokeet: MB-vaihdin

- Kokeiltiin liittää koelaitteistoon MB-vaihdin aktiivihiilisuodattimen jälkeen:



AC = aktiivihiili, MB = sekavaihdin

MB-vaihtimen vaikutus TOC-tasoon



Johtopäätökset MB-vaihtimesta

- Ei tehosta TOC-poistoa
- Toimii aktiivihiilisuodattimessa nousseen johtokyvyn tasaajana

Yhteenveto aktiivihiilitutkimuksesta

- Aktiivihiili poistaa noin 40 % - 70 % TOC:sta, riippuen tulevan veden TOC-pitoisuudesta ja sen koostumuksesta
- Toiminta on noin 50 %:sti biologinen
- Täysimittakaavaisen aktiivihiilisuodattimen (mitoitus kokeiden perusteella) tilavuus olisi 36 m^3

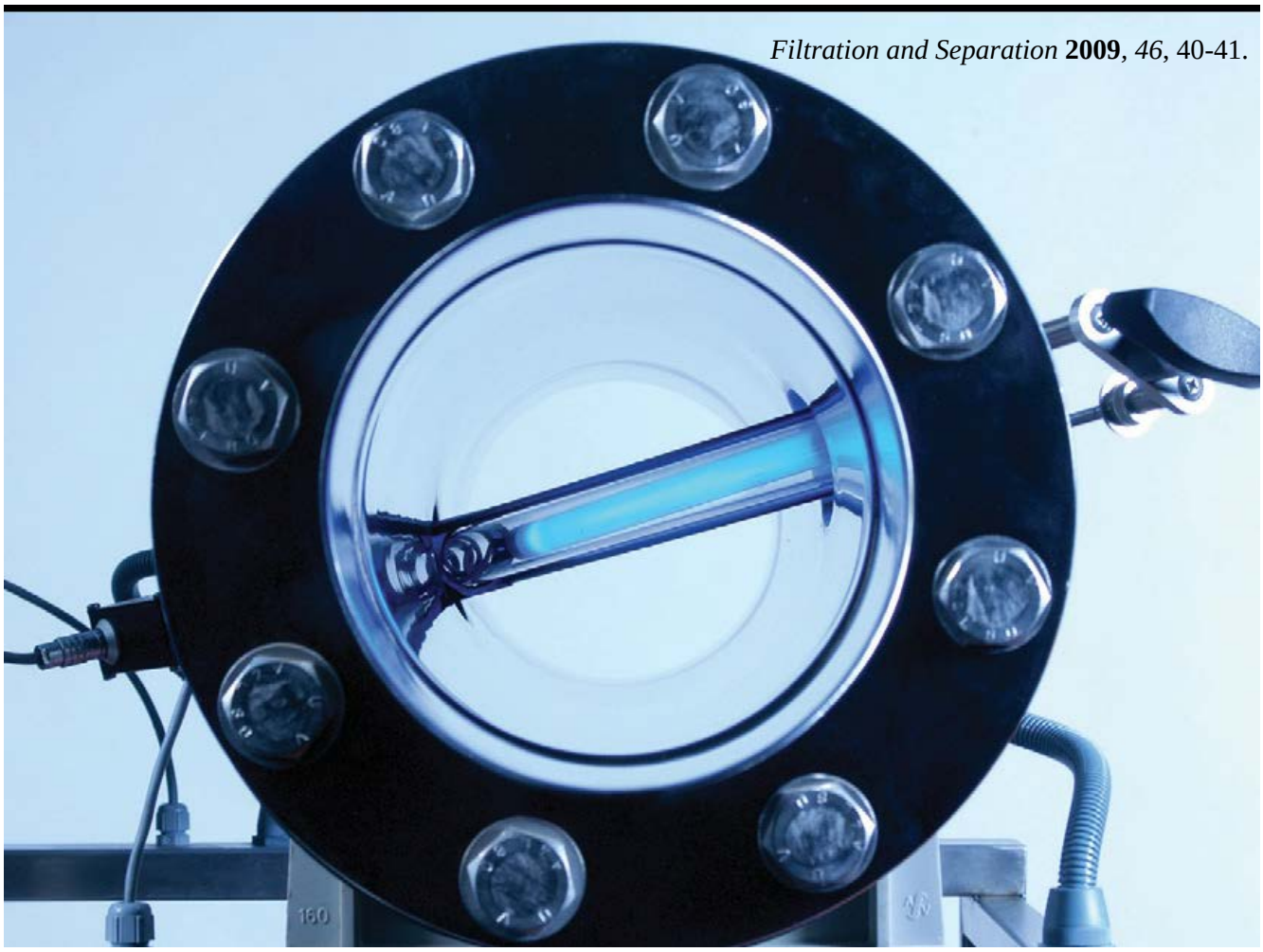
Vesi-höyrykierron TOC-mittaukset

- Stora Enson Oulun soodakattilan ja K3-kattilan vesi-höyrykierrosta kerättiin näytteitä
- Kaikki näytteet sisälsivät TOC:ta 150 - 300 ppb:tä
- Vesi-höyrykierron TOC:n määrä nousi alkuvuodesta 2010 jokiveden huonomman laadun vuoksi (näkyy kohonneina kationivaihdettuina johtokykyinä)

UV-käsittely

- λ = 185 nm
- UV-käsittelyn toimintamekanismit:
  - UV hajottaa H_2O-molekyylit hydroksyyliradikaaleiksi (OH•)
  - Suora UV-säteilyn absorptio
- Koeajo Stora Enson Oulun tehtaalla aloitetaan marras-joulukuussa 2010

Filtration and Separation **2009**, *46*, 40-41.



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

1/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 22.1.2009, esitelmät
Sokos Hotel Vaakuna, Kouvola/UPM Kymmene Oyj, Kymin tehdas, Kuusankoski
(16A0913-E0099) 22.1.2009

2/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2008
(16A0913-E0100) 2.4.2009

3/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Pöytäkirja. Vuosikokous 2.4.2009, Pöyry Industry Oy, Vantaa
(16A0913-E0101) 16.4.2009

4/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilan keon lämmönsiirto-ominaisuudet – Kirjallisuuskatsaus
Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto, Professori Esa Vakkilainen
(16A0913-E0102) 30.12.2008

5a/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Utveckling och användning av en korttidssond vid mätningar av överbäring
i sodapannor
Åbo Akademi, Niklas Vähä-Savo
(16A0913-E0103) 25.9.2009

5b/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Minuuttisondi-projekti
Åbo Akademi, Niklas Vähä-Savo
(16A0913-E0104) 25.9.2009

6/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Sähkösuodintuhkan puhdistus. Osa IV
Prosessin koeajo tehdaskaltaisella laitteistolla
Sirra, KCL, Kurt Sirén
(16A0913-E0105), 13.10.2009

7/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 29.10.2009
Sokos Hotel Flamingo, Vantaa
(16A0913-E0106)

8/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Muutosilmiöt soodakattilakeossa
Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto, Tanja Pentisaari
(16A0913-E0107), 5.11.2009

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

12/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 27.10.2010
Hotel Ilves, Tampere
(16A0913-E0120) 19.10.2010