

Suomen Soodakattilayhdistys ry

LIPEÄTYÖRYHMÄN KOKOUS 3/2015

AIKA 25.11.2015 klo 10.00 – 16.00

PAIKKA Andritz Oy, Helsinki

LÄSNÄ

Markus Nieminen	Pöyry Finland Oy, Vantaa, siht.
Toni Orava	UPM-Kymmene, Kymi, PJ
Hanna Kinnunen	Valmet Oy, Tampere
Tuuli Oljakka	Andritz Oy
Sami Metiäinen	Pöyry Finland Oy, Vantaa
Markus Engblom	Åbo Akademi, Turku
Nikolai DeMartini	Åbo Akademi, Turku
Juha Koskiniemi	Andritz Oy

LIITE 1 LUT, Syöttövesipumppaus-projekti - yhteenveto 18.8.2013

LIITE 2 Aalto/Labtium, Mustalipeän Ei-Newtonilaisuus ja pisaroituminen – raportti 30.11.2015

LIITE 3 ÅA, Understanding Low Temperature Corrosion in BL Combustion, Phase 2 – diplomityö 29.10.2015

LIITE 4 ÅA, Understanding Low Temperature Corrosion in BL Combustion, Phase 2 – esitys 29.10.2015

LIITE 5 ÅA, CFD Modeling of Reduced Lignin Black Liquor Combustion, Phase 2 – esitys 23.10.2015

JAKELU

Julkaisu: Soodakattilayhdistyksen kotisivulla
Tiedote: Hallitus Yhdyshenkilöt Lipeätyöryhmä
Sihteeristö



1 POISSAOLOILMOITUKSET

Kokoukseen olivat estyneet osallistumasta:

Mikko Hupa	Åbo Akademi, Turku
Erkki Välimäki	Valmet Oy, Tampere
Timo Saarinen	Metsä Fibre Oy, Rauma
Jorma Torniainen	Labtium Oy, Espoo
Jouni Hiltunen	Stora Enso Oyj, Varkaus
Esa Vakkilainen	Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Mikko Hupan tilalla kokoukseen osallistui Nikolai DeMartini.

2 ASIALISTA

Hyväksyttiin asialista muutoksitta.

3 EDELLISEN KOKOUKSEN PÖYTÄKIRJA

Edellisten kokouksien pöytäkirjat (1/2015 ja 2/2015) hyväksyttiin muutoksitta.

4 VALMISTUNEET PROJEKTIT

4.1 Syöttövesipumppujen säätö ja mitoitus, LUT

Tausta:

Sellutehdasprojekteissa tulee aika ajoin vastaan kysymys, montako syöttövesipumppua ja miten säädettyä tulisi kattilassa olla. Taustalla on ABB:n rahoittama väitöskirja jossa on selvitetty pumpuilla energiataloudellista ajotapaa.

Tavoite:

1. Lasketaan energiataloudellisin syöttövesipumppujen ajotapa kullekin kolmesta esimerkkisoodakattilasta
2. Mietitään syöttövesisäiliöltä tarvittavaa kapasiteettia
3. Esitetään eri pumppujen lukumäärän ja syöttöveden tarpeen mukaisen mitoituksen investointikustannus ja energiankulutusarvot
4. Selvitetään turbopumpun tarpeellisuutta

Tulokset:

- Näyttää siltä että kolme pumppua ja turbopumppu on kaikissa tapauksissa edullisin tai ainakaan eroa neljä pumppua ja turbopumppu on pieni.
- Kaksi pumppua ja turbopumppu on aina kallis vaihtoehto
- Yksi pumppu ja turbopumppu on aina kallein vaihtoehto
- 90% vuosittaisista syöttövesipumppauksen kustannuksista koostuu energiasta
- VFD-säätö säästää noin 20-30% sähköä -> ylimitoitus standardien vaatimuksesta
- Syöttövesipumppujen teho on ylimitoitettu osittain standardin vaatimuksesta
 - Syöttövesipumpuilla pitää pystyä pumppaamaan 115 % kattilan höyrystys kaikilla kattilan painehäviöillä ja toisaalta 100 %:n kapasiteetti niin, että paine vastaa lieriön varojen aukeamispainetta (= 10 % yli vastuksista lasketun painetarpeen).

- Turbopumpun tarve on kyseenalainen koska soodakattila on suunniteltu siten että se voidaan tarvittaessa tyhjentää vaurioittamatta kattilaa. Tällöin veden pinta lasketaan pari metriä pohjan alinta tasoa korkeammalle. Varapumpun tarvetta taas perustellaan sillä että veden pintaa pitää lieriössä näkyvillä, koska muutoin kattila vaurioituu. Tässä on ristiriita.

Tilanne ja aikataulu:

Esitys projektin tuloksista pidettiin LTR:n kokouksessa 1/2014 (LIITE 1) ja hyväksyttiin kokouksessa 2/2014. Hallitus pyysi vielä ennen julkaisua työryhmältä lausunnon projektista, miten projekti onnistui, ollaanko tuloksiin tyytyväisiä?

Työryhmän lausunto:

Tulokset vahvistavat aikaisempia käsityksiä syöttövesipumppujen säädön kannattavuudesta ja syöttövesipumppujen lukumäärästä. Sinänsä projekti ei tarjonnut varsinaisesti uutta tietoa. Turbopumpun tarve on kyseenalainen nykytietämyksen perusteella.

4.2 Mustalipeän ei-Newtonilaisuus ja pisaroituminen

Tausta:

Tyypillisesti vahva mustalipeä ei ole Newtoniaalinen neste, jolloin viskositeetti riippuu mm. lämpötilan ja kuiva-aineen lisäksi myös leikkausnopeudesta. Tällöin mustalipeä käyttäytyy pseudoplastisesti, eli leikkausohenevasti, jolloin viskositeetti pienenee leikkausnopeutta kasvatettaessa. Pienellä leikkausnopeudella viskositeetti on erittäin suuri, mutta kun leikkausnopeus kasvaa, niin viskositeetti laskee vakiotasolle. Ainakin pisaroitumisessa esiintyy pieniä leikkausnopeuksia ja ilmeisesti myös haihduttimissa. Perinteisesti viskositeetti ilmoitetaan leikkausnopeudessa 288 s-1 eikä pienen leikkausnopeuden suurempaa viskositeettiarvoa yleensä huomioida. Asiaa ei ole merkittävästi tutkittu, koska sopivia paineistettuja helppokäyttöisiä mittalaitteita ei ole ollut yleisesti saatavilla.

Alhaisilla kuiva-aineilla ja alhaisissa lämpötiloissa tehdyt kokeet viittaavat siihen, että ei-Newtonilaisuutta esiintyy kuiva-aineen kohotessa yli 50-70%.

Toteutus ja tavoite:

Tutkimus toteutetaan neljällä erilaisella lipeällä; lehtipuu-, havupuu-, seka- ja eukalyptuslipesillä. Kussakin tapauksessa viskositeettimittaus tehdään viidessä eri lämpötilassa:

- 1. Tehtaan ruiskutuslämpötilassa
- 2. Lämpötiloissa 120 °C, 135 °C, 140 °C ja 150 °C. (135°C on vertailulämpötila, josta on jo olemassa dataa Soodakattilayhdistyksen edellisestä viskositeettityöstä)

Tuloksena saadaan kattava tietokanta erilaisten lipeiden ei-Newtonilaisesta käyttäytymisestä.

On todennäköistä, että lipeiden ei-Newtonilaisuutta selittää jokin mustalipeän erityinen ominaisuus. Tämän takia kustakin lipeästä määritetään:

- 1. Kuiva-aine
- 2. Jäännösalkali

- 3. epäorgaanisen/orgaanisen aineen suhde
- 4. polysakkaridit

Kokeelliset mittaukset tehdään Labtiumissa. Aalto yliopiston Energiatekniikan laitoksen tutkijat Ari Kankkunen ja Mika Järvinen vastaavat tulosten raportoinnista ja liittävät tulokset soodakattilan toimintaan, erityisesti mustalipeän ruiskutukseen. Myös ei-Newtonilaisuuden vaikutusta putkivirtauksiin, pumppuihin ja haihduttamoihin arvioidaan lyhyesti. Lisäksi yhdellä tehtaalla on tarkoitus tehdä painehäviöön perustuva viskositeettimittaus (on-line mittaus tehtaalla) ja verrata sen tuloksia laboratoriossa saatuun viskositeettitulokseen. Tulokset julkaistaan tieteellisenä julkaisuna.

Tilanne ja aikataulu:

Kommenttien perusteella muokattu loppuraportti LIITE 2. Julkaistaan hallituksen kokouksen 15.12.2015 jälkeen.

Työryhmä keskusteli vielä loppuraportista ja projektin tuloksista. Ennen julkaisua raporttiin voisi vielä lisätä seuraavat kommentit:

- Lipeän lämpökäsittely (lämpötila/kesto) vaikuttaa viskositeettiin, joten eri tehtaiden/puulajien keskinäinen vertailu on mahdotonta
- Ruiskutuksen lisäksi ei-newtonilaisuus vaikuttaa todennäköisesti polttolipeäputkistossa. Ei-Newtonilaisuudesta johtuen polttolipeäputken painehäviö voi olla pienempi yhtä kokoa pienemmällä putkikoolla koska lipeän viskositeetti kasvaa putkikokoa kasvattaessa. Putken koon pienentämisestä johtuva painehäviö on pienempi kuin korkean viskositeetin aiheuttama painehäviö? Leikkausnopeus voidaan laskea kaavalla $8V/D$ (V =virtausnopeus, D = halkaisija). Tyypillinen virtausnopeus polttolipeäputkistossa on 1-2 m/s.

Hallitus on pyytänyt työryhmän lausuntoa projektista: tehtiinkö sitä työtä mitä ajateltiin, täyttikö projektille asetetut odotukset, pohdintaa jatkotutkimuksesta.

Työryhmän lausunto:

- Haastava aihe
- Leikkausnopeudet käytännön esimerkkeinä jäi puuttumaan
- Projektin tuloksilla lisättiin tietämystä ja ymmärrystä viskositeetti-ilmiöstä ja sen mahdollisista vaikutuksista tulipesäprosessiin
- Tuloksia voidaan hyödyntää esimerkiksi CFD-malleja kehitettäessä

Yhteenveto tuloksista:

Kaikki lipeät olivat ei-Newtonilaisia pienillä leikkausnopeuksilla

- Lämpötila-alue 120 – 150 °C, kuiva-aine 75-85 %
- Leikkausnopeutta muutettiin alueella 5 – 800 1/s (normaalisti 288 1/s)

Vaikuttaa pisaroitumiseen, palamiseen ja sekä mahdollisesti haihduttimen viimeisen osan toimintaan.

- Ei-Newtonilaisuus vaikuttaa merkittävästi etenkin suurten pisaroiden muodon muutokseen. Tällöin myös pisaroiden lentorata ja palaminen muuttuvat.
- Ei-Newtonilaisinta oli lehtipuulipeä, jolla viskositeetti pienillä leikkausnopeuksilla oli moninkertainen verrattuna mustalipeän viskositeetin mittauksessa normaalisti käytettävään leikkausnopeuteen 288 1/s.

- Putkistoissa ja suuttimella leikkausnopeus on suuri eikä lipeän ei-Newtonilaisuus vaikuta merkittävästi painehäviöön.

5 KÄYNNISSÄ OLEVAT PROJEKTIT

5.1 Understanding Low Temperature Corrosion in BL Combustion – Phase 2, ÅA

Tausta:

Projektiehdotus on jatko projekti aikaisemmalle projektille: [Understanding Low Temperature Corrosion in BL Combustion, ÅA](#)

Yhteenvedo aikaisemman projektin tuloksista:

- Natriumvetysulfaattikokeissa (NaHSO_4) havaittiin pistekorroosiota ja raudan hapettumista, joka viittaa happamaan natriumvetysulfaatti korroosioon. Korroosio kasvoi lämpötilan laskiessa, suurimmat pisteet havaittiin 90 °C lämpötilassa.
- Natriumsulfaattikokeissa Na_2SO_4 rautaoksideja (korroosiota) muodostui 90 °C lämpötilassa ja vähemmän 100 °C, 110 °C ja 120 °C kaasun lämpötiloissa korroosiota ei havaittu
- Savukaasun sisältämät hydroskooppiset suolat voivat imeä itseensä kosteutta savukaasuista vesikastepistettä korkeamassa lämpötilassa. Savukaasujen kosteuden kasvaessa esim. nuohojen ohittaessa kiinteät suolat liukenevat asteittain ja muodostavat happaman liuoksen joka aiheuttaa korroosiota lämpöpinnoilla.
- Jokaisella suolalla on oma kriittinen kosteus jolloin liukeneminen alkaa -> Tätä ilmiötä eri suoloilla olisi syytä tutkia tarkemmin.

Tavoite:

Jatko projektin tavoitteena on selvittää kattavasti eri kosteuden, lämpötilan ja suolojen Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , NaCl , KCl ja niiden yhdistelmien vaikutus hiiliteräksen korroosioon. Yhtenä yhdistelmänä myös kattilatuhka. Projektissa käytetään edellisessä vaiheessa kehitettyä koelaitteistoa tutkia hydroskooppisten suolojen vaikutusta hiiliteräksen korroosioon savukaasun lämpötiloissa. Työ tehdään diplomityönä. Kokeilla saavutetaan:

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

Tilanne / Aikataulu:

Diplomityö (LIITE 3) on valmis ja kokouksessa tuloksia esitteli Niko DeMartini, LIITE 4. Tuloksista on lisäksi esitetty Soodakattilapäivillä 2015.

Raportti julkaistaan hallituksen joulukuun 2015 kokouksen jälkeen. Yhteenvedo projektista on tulossa hallituksen kokoukseen mennessä.

Projektista annetaan työryhmän lausunto hallituksen kevään 2016 kokoukseen.

Aiheesta löytyy vielä tutkittavaa, jatko projektista on tulossa tarjous Åbo Akademista.

- Koeajat olivat (2h ja 24h) verrattain lyhyitä, tulosten varmistamiseksi tarvitaan pidempiä kokeita.

Yhteenveto tuloksista:

In this phase a larger matrix was tested by a diploma student (Henri Holmblad). The main findings of this work are:

- The minimum temperature for no corrosion to be detected for the precipitator ashes from a Kraftrecovery boiler was between 100 and 110 °C up to 60 vol-% H₂O and between 110 and 120 °C at 80% H₂O.
- The salts only need to absorb a little bit of water. This phenomena appears to be less sensitive to the vol-% of H₂O than the temperature of deliquescence which is the point where the salt absorbs enough water to fully dissolve.
- Absorption of water by NaHSO₄ was seen still at 150 °C, which was the highest temperature tested.
- Salt mixtures do not necessarily behave in predictable ways given the behavior of the individual salts. Precipitator ashes from older mills with SO₂ emissions are needed as the ash from these mills likely contains some NaHSO₄ which may necessitate higher temperatures due to the extremely hygroscopic nature of NaHSO₄.

5.2 Reduced Lignin Black Liquor – pyrolysis tests and CFD modeling study, ÅA

Jatkotutkimus [CFD Modeling of Reduced Lignin Black Liquor Combustion-projektille](#)

Johtopäätökset aikaisemmasta projektista:

- Ligniiniä vähennettäessä (10% tai 20%) keko palaa pois, jos muutoksia ei tehdä
- Pelkät ilmajakomuutokset (Case 4-5) tai ruiskutuslämpötilan muutokset (Case 6-7) tasapainotilaan pääsemiseksi ovat suuria -> näin suuret muutokset eivät mahdollisia todellisuudessa
- Sekä ilmajako että ruiskutuslämpötilaa tulee muuttaa yhdessä

Tavoite:

Selvittää/mallintaa vähäligniinisen mustalipeän palamista soodakattilassa ja siihen tarvittavien muutosten suuruutta (ilmajako, lipeän ruiskutuslämpötila). Åbo Akademin CFD-mallilla lasketaan seuraavat tapaukset:

- Case 8&9 Ligniinin vähennys 10&20% 100% kattilakuormalla
- Case 10&11 Ilmajako/ruiskutuslämpötila muutokset tehtaan/laitetoimittajan kanssa
- Case 12&13 sensitiivisyysanalyysi: ligniini- ja öljyn lipeän polton vaikutus hiilen jakautumiseen haihtuviin ja sulaan sekä pisaran paisumiseen

Tilanne:

Projekti on valmistunut, kokouksessa tuloksia oli esittelemässä Markus Engblom Åbo Akademiasta, LIITE 5.

Raportti julkaistaan hallituksen joulukuun 2015 kokouksen jälkeen. Yhteenveto projektista on tulossa hallituksen kokoukseen mennessä.

Projektista annetaan työryhmän lausunto hallituksen kevään 2016 kokoukseen.

Yhteenveto tuloksista:

The main findings of the study are:

- With lignin removal, there is less char carbon in the liquor;
- Split of organic carbon between volatile and char carbon does not change with lignin removal as previously thought; the organic carbon is split 50/50 between volatiles and char;
- Less char carbon is delivered to the lower furnace if spray droplet size stays the same as in the reference case;
- Changes in operation are needed to compensate for the changed furnace char carbon amount and distribution;
- For up to 20% lignin removal:
 - If air distribution is unchanged (p22%/s43%/t35%) a decrease in liquor firing temperature by approximately 1 °C is needed;
 - To compensate for the decrease in liquor heating value due to lignin removal, one potential strategy is to increase lower furnace temperature by delivering more air and liquor to the lower furnace. In case air delivery to lower furnace is increased to (p28%/s40%/t32%) a decrease in liquor temperature by approximately 3.6 °C is needed;
 - These changes are not minor but can be considered to be applicable with existing equipment.

5.3 Black Liquor Evaporation Book, ÅA

Tausta:

The book provides introductory text to the basic principles of black liquor evaporation for young engineers in chemical recovery and detailed black liquor properties and scaling chapters which will serve as both a reference, and as a guide to troubleshooting and resolving scaling problems.

Book will be written together with Jim Frederick. This proposal to SKY is for covering Niko DeMartini's portion of the work.

Tilanne/Aikataulu:

Alustava versio kirjasta on näillä näkymin tulossa maaliskuussa 2016 (alkuperäinen arvio kesäkuu 2015).

6 PROJEKTI-IDEAT:

Projekti-ideoiden käsittely siirrettiin Lync-kokoukseen. Alla olevien lisäksi Åbo Akademilta on tulossa uusia projektiehdotuksia.

- 6.1 Test apparatus to measure the temperature of deliquescence for salt mixtures relevant to recovery boilers, ÅA
- 6.2 Single Droplet Combustion and Single Particle Modeling of Reduced Lignin BL, ÅA
- 6.3 Biolietteen polton vaikutukset kattilassa ja lipeälinjalla
- 6.4 Suolallisen mustalipeän kuiva-aineen määrittäminen ja tuloksen ilmaisu



6.5 Soodakattilan tukkeutumisen hallinta

6.6 Kiehumispisteen nousu

6.7 Vierasaineet

6.8 Muita projekti-ideoita:

- Elinkaarihallinnat eri yrityksissä
- Kaliumin poisto sellutehtaalta
- Ekovaurioiden ehkäiseminen
- Liuottajan energiatase ja hönkimismäärän laskenta

7 MUIDEN TYÖRYHMIEN KUULUMISET

Muiden työryhmien kuulumiset siirrettiin seuraavaan kokoukseen.

8 MUUT ASIAT

Konemestaripäivät 2016

28-29.1.2016 Sokos Hotel Koli ja vierailu Enocellin tehtaalle.

Soodakattilan operaattoreiden kokemustenvaihtopäivät

Jäsenistön toiveesta on päätetty järjestää oma seminaari myös operaattoreille. Tavoitteena on lisätä kokemustenvaihtoa ja osaamista soodakattilaprosessien käytännön operoinnista. Seminaari järjestetään yhteistyössä Pohdon ja Martin Wikströmin kanssa keväällä 2016.

9 SEURAAVA KOKOUS

Seuraava kokousaika sovitaan myöhemmin, riippuen milloin haihduttamokirja valmistuu. Ensi vuoden alussa pidetään Lync-kokous uusista projektiehdotuksista.

Vakuudeksi

Markus Nieminen