



M Nieminen/EPT

14.4.2009

1 (10)

Suomen Soodakattilayhdistys ry

LIPEÄTYÖRYHMÄN KOKOUS I/2009

AIKA 17.3.2009 klo 10.00 – 15.00

PAIKKA Metso Power, Kelloportinkatu 1D, Tampere

LÄSNÄ

Mikko Hupa	Åbo Akademi
Jorma Torniainen	Oy Keskuslaboratorio Ab
Erkki Välimäki	Metso Power Oy
Miia Tehomaa	Oy Keskuslaboratorio Ab
Markus Nieminen	Pöyry Industry Oy, Vantaa, pj + sihteeri
Kurt Sirén	Sirra T:mi
Niklas Vähä-Savo	Åbo Akademi
Patrik Yrjas	Åbo Akademi

LIITE I Minuuttisondi – esitys
Niklas Vähä-Savo, Mikko Hupa, Patrik Yrjas, Åbo Akademi

LIITE II Co-firing of black liquor and biomass – laboratory combustion tests
Mikko Hupa, Patrik Yrjas, Åbo Akademi

LIITE III Emäveden jatkokäsittely – esitys
Kurt Siren, Sirra T:mi

JAKELU Julkaisu: Soodakattilayhdistyksen kotisivulla
Tiedote: Hallitus Lipeätyöryhmä OMP MNN EPT



1 POISSAOILOILMOITUKSET

Kokoukseen olivat estyneet osallistumasta:

Ilpo Rätty	Enocell Oy
Olli Talaslahti	Oy Metsä-Botnia Ab, Rauma
Esa Vakkilainen	Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Juha Koskiniemi	Andritz Oy
Sami Metiäinen	Pöyry Forest Industry Oy, Vantaa
Sanna Siltala	UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaari, pj

2 EDELLISEN KOKOUKSEN PÖYTÄKIRJA

Edellisen kokouksen pöytäkirja hyväksyttiin muutoksitta.

3 MUIDEN TYÖRYHMIEN KUULUMISET

ATR

Työryhmän projektit

Hajukaasujen polttosuosituksen päivitys

- ATR:n ja YTR:n yhteisprojekti
- yhteinen kokous 10.3.2009
- Pöyry tekee tarjouksen selvityksestä
- viimeisimmät hajukaasuräjähdykset vs. suositus
- selvitetään käytettävissä olevat mittaustekniikat
- kokemukset turvallisista järjestelmistä

Turva-automaatiosuosituksen päivitys (TAJ)

- työ odottaa KLTK-ohjeen valmistumista ja yhdenmukaistamista
- kommentoitavana kotisivuilla
- suositus on lähetetty käännettäväksi englanniksi FM Globalille

Kattilarakennuksen sähkötekniset turvajärjestelmät (evakuointi-paloturvavaroitusjärjestelmät)

- projektilla oma työryhmä, kokoontui viimeksi 10.2
- selvitys standardi- ja säädöstilanteesta sekä vakuutuslaitosten ohjeistus/vaatimukset, opinnäytetyö Kuopion pelastusopisto
- kirjallisuustyön valmistuttua pohditaan projektin jatkoa:
 - tehtaiden nykytilanteen selvittäminen?
 - korjausehdotuksia nykytilanteeseen?
 - suosituksen tekeminen?

Seisokin vaativat määräaikaistestaukset tehtailla

- tilattiin Mauri Heikkiseltä (Pöyry)
- toteutetaan syksyn 2008 ja 2009 aikana
- pidentyneet keskeytymättömät ajoajat-projektin jatko
- projektin rajausta koskemaan seisokin vaatimia määräaikaistestauksia



- Heikkinen on lähettänyt kyselykaavakkeen 13 tehtaalle, 1 on vastannut määräaikaan mennessä, Heikkinen lähestyy tehtaita puhelimitse
- Tehdasvierailu 5-7 tehtaalla, talteenottoalueen käytönvalvojen ja automaatio-/sähkövastaavan haastattelu

KTR

Työryhmän projektit

Kattilalaitosten turvallisuusohjeiden (KLTK) päivitys

- esitys Konemestaripäivillä 22.1.2009
- lopputuloksena yhdistyksen suositus
- valmistuu kevään 2009 aikana

Keon jäähtymisnopeus

- Esa Vakkilaisen tekemä selvitys julkaistaan
- Vakkilainen lähettänyt ehdotuksen jatkotutkimuksesta:
 - keon jäähtymisensä simulointi
 - ilman vaikutus keon jäähtymiseen kun pinta on sammunut
 - keon jäähtymisnopeus hallitussa alajajossa
 - CO ja CO₂-pitoisuuksien mittaaminen
 - lopputuloksena suositus, kuinka kauan keon on annettava jäähtyä, ennen kuin kattilan pesu voidaan aloittaa

OTR

Vuosikokous 2.4.2009 klo 10 Pöyryllä Vantaalla.

- SKYREC yleisesitys
- Orgaaniset yhdisteet lisäveden ja kattilaveden käsittelyssä, Jouko Hilden, VTT
- Ympäristötutkimustoimikunta – Tiina Vuoristo, Metsäteollisuus ry
- Future Biorefinery – Niklas von Weymarn, Metsäklusteri Oy
- Päivällinen klo 18, Kaksi Kanaa - teatteriravintola

Yhdistyksen 45 v. juhla 3. – 5.6.2009 Lahdessa

- Luennot
- Posterinäyttely

Soodakattilapäivä 29.10.2009 Sokos Hotel Flamingo, Vantaa



YTR

Työryhmän projektit

Lentotuhkan puhdistus ja jatkokäsittely IV

- koelaitteiston rakentaminen
- tuhkanäytteet:
 - Joutseno (ympäristölupa)
 - Imatra (korkea kaliumpitoisuus)
 - Kemi (matala kaliumpitoisuus, puuhankinta Tshernobyl-laskeuman ulkopuolella)

Typen kokonaistase

- typpianalyysit ja taselaskelmat Åbo Akademi
- harjoitustyö VAHTI-tietokannasta työryhmällä kommentoitavana
- ÅA yhteenvetoraportointi, NOx-lausunnon päivitys

Hajukaasujen polttosuosituksen päivitys

- ATR:n ja YTR:n yhteisprojekti
- yhteinen kokous 10.3.2009
- Pöyry tekee tarjouksen selvityksestä
- viimeisimmät hajukaasuräjähdykset vs. suositus
- selvitetään käytettävissä olevat mittaustekniikat
- kokemukset turvallisista järjestelmistä

Ammoniakki / Natriumsyanaattiprojekti

- tarjous Åbo Akademista
- yhteistyö Metsäteollisuus ry:n ympäristötutkimustoimikunnan kanssa

Pienhiukkastutkimus

- esiselvitystarjous pyydetään Joensuun yliopistolta
- soodakattilan hiukkasten toksisuus
- yhteistyö Metsäteollisuus ry:n ympäristötutkimustoimikunnan kanssa

Päästömittaukset tehtailla

- seminaari aiheesta syksyllä 2009
- yhteistyö Metsäteollisuus ry:n ympäristötutkimustoimikunnan kanssa

4 PROJEKTI: MINUUTTISONDI

Tavoite

Kehitetään nopea menetelmä kvantifioida soodakattilan kerrostuman muodostumisnopeus. Projektissa kalibroidaan ko. menetelmä. Menetelmästä voidaan kehittää yhteinen ja vertailukelpoinen (standardi) suomalaisille soodakattiloille, jolla voidaan mitata kerrostumanopeutta eri ajotilanteissa nopealla ja suhteellisen yksinkertaisella tavalla.



Mittauksia tehdään kolmella eri soodakattilalla useasta eri kohdasta ja korkeuksilta, sekä mahdollisesti kattilan 2 eri ajomallilla. Ilmajäähdytteisen sondin rinnalla otetaan näytteet ns. minuuttisondilla. Näiden mittausten keskinäinen riippuvuus määritetään nomogrammin avulla ja muodostetaan standardi-kuvasarja kerrostumanopeuden arvoille (mm/h).

Aikataulu

Projekti alkoi syksyllä 2008 ja suoritetaan talven 2008/2009 aikana, alustava aikataulu 5 kk. Niklas Vähä-Savo aloittaa diplomityön tekemisen 1.10.2008.

Projektin tilanne

Mitattavat tehtaot valittiin kokouksessa III/2008 (Rauma, Kymi ja Enocell), mutta Kymin takuukokeet ovat siirtyneet ajattavaksi vasta myöhemmin keväällä, joten kolmannet mittaukset suoritettiin Pietarsaareissa.

Niklas Vähä-Savo esitteli mittauksien tuloksia, liite I:

- käytetty ImageJ-ohjelma (maksuton) pystyy käsittelemään vain harmaasävyjä, värejä analysoivat ohjelmat maksaa ~2000 €.
- kalibrintikuvasarja muodostettiin 20s mittausajalla
- työssä määritettiin myös carry-overin hiukkaskokojakauma eri kerrostumanopeuksilla
- 10s mittausajalla sondia voidaan käyttää suurempien kuin 5,6 mm/h carryovermäärien arvioimiseen
- Käyttöönottokoulutuksen järjestäminen, mikä olisi paras tapa?
- Kalibrintimittaukset Kymin takuukokeissa -> demonstraatio että sondi toimii. Kustannusarvio?

Ennuste

Mittaukset kolmella tehtaalla on suoritettu, diplomityö kirjoittaminen on vauhdissa.

Julkaisu ja painatus

Kommentit

Työryhmän kommentteja projektisuunnitelmaan:

- helppokäyttöisyyttä tehtaan näkökulmasta tulisi painottaa menetelmää kehitettäessä.
- ensimmäisissä mittauksissa olisi hyvä tutkia/selvittää ennen seuraavia kampanjoita: minuuttisondin materiaalivalinta, sondiputken paksuus sekä lämpötilan vaikutus kerrostuman muodostumiseen, isoilla hiukkasilla mekanismi on impaktio, pienillä diffuusio
- muita mittausvariaatioita: kuorman vaihtelu, havu/koivu
- syys-lokakuussa voi olla vielä revisioita meneillään, mittauskampanjat talvella

- Putken lämpenemisnopeuden vaikutusta voidaan testata kääntämällä sondi toisinpäin sen ollessa kattilassa ja vertaamalla puolia.

Muita kommentteja:

- valokuvaus tehdasolosuhteissa hankalaa, paikan päälle tehdään studio
- kuvankäsittelyllä on mahdollista analysoida kuvia, esim. määrittää partikkelikokoja
- koetilanteessa pitäisi pystyä ajamaan tietyllä ajomallilla n. 6 tuntia
- mahdollisuus ajaa täydellä kuormalla ja ruiskutusmuutosten tekeminen olisivat toivottavia
- Putki uppoaa kattilaan noin 1m verran, saadaanko tällä edustava mitta?
- Eri kokoisia rajattuja analysointialueita voi kokeilla, esimerkiksi rajattu alue voisi olla pidempi
- putken muoto aiheuttaa carry-overin kimpoamista, edustavin kuva saadaan putken keskeltä.

5 TEKES-PROJEKTI: SOODAKATTILAN RAKENNUSASTEEN NOSTAMINEN (SKYREC)

Tuloksia projektista ei ole vielä saatavilla. Ainoa valmistunut työ on VTT:n kirjallisuustyö: Orgaaniset yhdisteet lisäveden ja kattilaveden käsittelyssä ja siitä on esitys yhdistyksen vuosikokouksessa 2.4.2009.

5.1 WP1: Uudet soodakattilakonseptit sähköntuotannossa

Polttoainevalikoiman laajentaminen Åbo Akademi

Lipeäryöryhmä on saanut valvottavakseen työn. Tarjous liitteessä II.

Työssä vahvan mustalipeän joukkoon sekoitetaan (10 % ja 20%) eri biopolttoaineita (kuorta, haketta, turvetta ja biolietettä) ja tutkitaan seoksien palamista (1100 °C, O₂ = 3%) Åbo Akademin pisarauunissa.

Polttokokeita on tehty, mutta analyysit ovat vielä kesken. Patrik Yrjas näytti kokouksessa polttokokeissa videoitua materiaalia.

Kommentteja:

- 20 % kuorta, palaa ihan hyvin
 - 20 % haketta, palaa hyvin, reaktiivisuus ei ole häiriintynyt
- Turpeella ongelma syntyy piistä, paisuminen ja palaminen hidasta

6 PROJEKTI: EMÄVEDEN JATKOKÄSITTELY

Tavoite

Löytää keino emäveden käsittelemiseksi, jolla voidaan parantaa mäntyöljyn saantoa, ja vähentää haitallisen kalsiumin kulkeutumista takaisin haihduttamolle. Kalsiumin poistaminen mahdollistaisi emäveden syöttämisen haihduttamon peräpäähän keulan sijasta, joka parantaisi lämpötaloutta. Koemateriaalia (emävettä) hankittaisiin kahdelta tehtaalta, joista toinen olisi havutehdas ja toinen havu+koivutehdas.

Aikataulu

Projekti alkaa syksyllä 2008 ja päättyy keväällä 2009. Yhdistys tilaa projektin KCL:lta, joka alihankkii työn Kurt Siréniltä (Sirra T:mi).

Projektin tilanne

Koemateriaalia hankitaan seuraavilta vaihtoehtoisilta tehtailta:

- Havutehdas: Rauma tai Sunila
- Havu+koivutehdas: Kymi tai Enocell

Viimeisimmän tiedon mukaan Enocell seisoo loppuvuoden ja mahdollisesti myös Sunila, joten mittaukset suoritetaan Raumalla ja Kymillä. Kurt Sirén ottaa yhteyttä tehtaisiin. Tehtaalla saisi olla täysikuorma päällä, koska ajovauhti vaikuttaa suovan erottumiseen.

Kurt Sirén esitti projektin tilannetta, liite III

Ennuste

Työ on myöhässä aikataulusta lentotuhkaprojektin myöhästymisen takia. Työ pyritään tekemään toukokuun kokoukseen mennessä.

Julkaistu ja painatus

Kommentit

Työryhmän kommentteja projektisuunnitelmaan:

- esityksessä Sirén ehdotti (puuttuu projektisuunnitelmasta) erottumisen aikariippuvuuden selvittämistä heti näytteenoton jälkeen tehtaalla n. 2m korkean läpinäkyvän mittalasin avulla.
- yksi tutkittava näyte olisi havu+koivusuopa yhdessä
- mahdollisuus käyttää puhdistettua vesiliosta esihapotuksessa rikkihapon tilalla? Tällä ei pitäisi olla suurta merkitystä.
- mäntyöljyn laatu huononee jos varastointilämpötila on korkea, johtuen rasvahappojen ja rasva-alkoholien esteröitymisreaktioista (happoluku). Ihanteellinen säilytyslämpötila olisi noin 50 °C. KCL:n komponenttianalyysillä selvitetään kärsiikö mäntyöljy prosessin lämpötila/paine-käsittelyä



- HDS-keittämössä suurin osa kipsistä (~90%) saadaan ulos laitteen pohjalta, mutta joskus välikerrokseen ligniinipatja estää kalsiumin laskeutumisen.
- kokemuksia erilaisilta mäntyöljykeittämöiltä?
- kalsiumin liikkuminen prosessissa olisi mielenkiintoista selvittää, mahdollinen projekti tulevaisuudessa.
- Mittalasin materiaalien valinta: PC-muovilla ongelma on pH-kestävyys, emäveden on pH ~3. PVC-muovilla ongelmia tulee lämpötilan suhteen, emäveden lämpötila ~90 °C. Yksi vaihtoehto on lasi, saatavissa valmiina pakettina.
- Laitteisto voitaisiin sijoittaa suoraan HDS:n ligniinilautan ulosottoon?

7 VIHHERLIPEÄSAKKA

Tavoite ja aikataulu

Projektin tarkoitus on kerätä tietoa eri tehtaiden sakkakoostumuksista ja ajomalleista. Viherlipeäsakan ominaisuuksia tarkastellaan. Palamattoman hiilen määrän vaikutukset sakan määrään ja sen suodattavuuteen.

Työn ensimmäinen vaihe suoritetaan kirjallisuusselvityksenä. Projekti kestää noin 4 kuukautta (välillä syksy 2006 – kevät 2007). Myöhemmin neljän eri tehtaan sakat analysoidaan ajoparametrien funktiona. Tehtaat maksavat analyysikustannukset itse. Raportoinnin maksaa Soodakattilayhdistys.

Projektin tilanne

Näytteiden keräys ja analysointi on valmis. Näytteet kerättiin UPM:n Wisaforestin ja MB Rauman ja Stora Enso Enocellin tehtailta sekä Stora Enson Skoghallin tehtaalta Ruotsissa. Joitain näytteitä on tarkasteltu uudelleen. Työ on laskutettu.

Mikael Forssén piti kyseisestä projektista sekä Soodakattilan raskasmetallitaseet (8b/2007) projektista yhdistetyn esitelmän vuosikokouksessa 10.4.2008.

Ennuste

Loppuraporttia odotetaan Åbo Akademilta. Mikael Forssén on siirtynyt toisen työnantajan palvelukseen ja tekee raportin loppuun omalla ajallaan.

Raportti pyritään tekemään toukokuun kokoukseen mennessä.

Julkaisu ja painatus

Työ julkaistaan Soodakattilayhdistyksen kotisivuilla.



Kommentit

Uusien ja vanhojen ilmajärjestelmien ero näkyy tuloksissa, vaikka sakassa ja sulassa olevan hiilen määrää on vaikea korreloida prosessiparametreihin. Mahdollinen jatkotutkimuskohde olisi sulaliuottajan hiilitaseen tekeminen.

8 VUODEN 2009 PROJEKTIT

Ehdotuksia ensi vuoden projekteiksi tiedusteltiin soodakattilapäivillä pyydytyssä palautteessa, liite II.

Kokouksessa IV/2008 kerättyjä projekti-ideoita:

Vierasaineet

- soodakattilassa kalium ja kloori
- korkeat höyrynärvot vaativat kloorin poistoa, lentotuhkassa vain osa
- meesauunissa fosfori
- koko tehtaan vierasainetase iso työ
 - prosessin kannalta tärkeät
 - ympäristön kannalta harmittomat
 - ympäristön kannalta haitalliset
- Orko, Inka: Haitallisten metallien ainevirrat sulfaattisellun valmistuksessa. Lisenssiaattityö, 130s.

Mustalipeän syöttö ja poltto pelletteinä

Orgaanisen aineen poiston vaikutukset

- metsäklusterin biorefinery-hanke
- esim. 50% ligniinistä pois, mitä muutoksia

Uudet tulipesäkamerat

- sotilastekniikkaa

Suovan erottuminen

Liuottajan hönkien pesu

Kattilan/haihduksen likaantuminen

9 MUUT ASIAT

KCL:n edustaja ryhmässä vaihtuu. Jorma Torniainen siirtyy OTR:n puheenjohtajaksi ja hallituksen jäseneksi. Jorman tilalle Lipeätyöryhmään tulee Mia Tehomaa.



M Nieminen/EPT

14.4.2009

10 (10)

10 SEURAAVA KOKOUS

Seuraava kokous sovittiin alustavasti pidettäväksi 28.5.2009 alkaen klo 10.00 KCL, Otaniemi, Espoo. Kokous pyritään pitämään puhelin/nettipalaverina, jos kokouksessa käsiteltävät asiat mahdollistavat tämän.

Vakuudeksi

Markus Nieminen

LIITE I

Minuuttisondi – esitys

Niklas Vähä-Savo, Mikko Hupa, Patrik Yrjas, Åbo Akademi



"Minuuttisondi-projekti"

yhteistyössä
Suomen Soodakattilayhdistys

Niklas Vähä-Savo

Patrik Yrjas

Mikko Hupa

Åbo Akademi

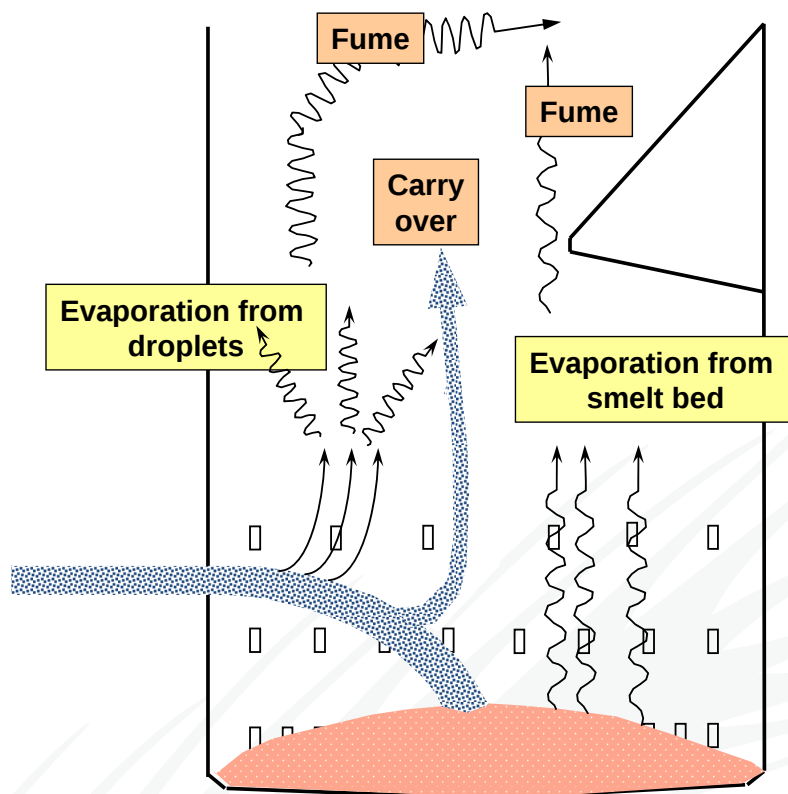
1

Tausta

- Soodakattilan tulistimien lämmönsiirtotehokkuuden kannalta on tärkeä ymmärtää kerrostuman synty nopeus ("carryover" määrä) eri ajotilanteissa
- Åbo Akademiassa on kehitetty menetelmä kerrostumanopeuden määrittämiseksi tulipesään työnnettävän ilmajäädytetyn sondin avulla
 - ilmajäädytetty sondi simuloi höyrystinputkea
 - määritetty kerrostumanopeus (mm/h)
 - tästä edelleen "carryover määrä" (g/m^3 dfg) laskennallisen nomogrammin (lämpötila, savukaasuvirtaus) avulla
- Käytetty m.m.
 - Yksittäisillä tehtailla soodakattilan kerrostumien muodostumisnopeuden ja laadun mittaamiseen
 - SKY-projekti "Mustalipeän uudet poltto-ominaisuudet III-tehdasmittaukset" (1996-1997)
- Joidenkin uudempien mittausten yhteydessä otettu myös ns. **minuuttinäytteitä** jäähdyttämättömällä teräsputkella

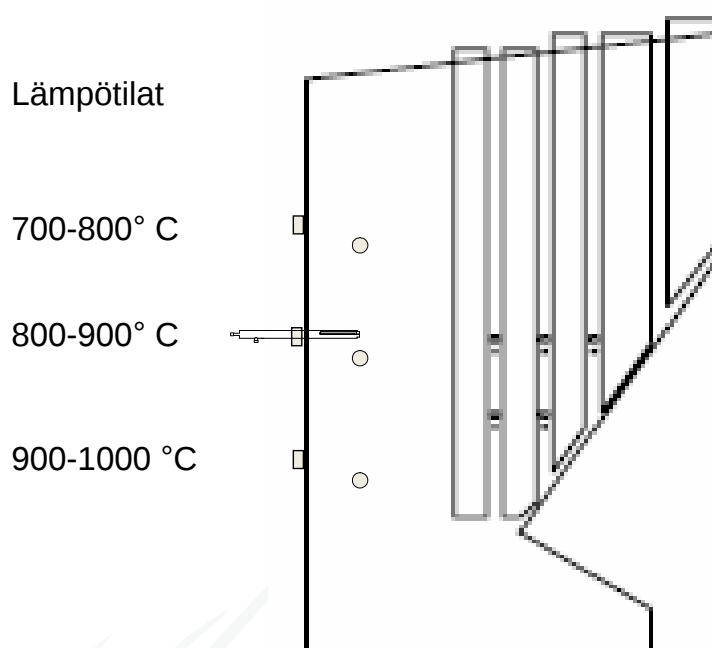
2

Tulistinkerrostumien muodostuminen



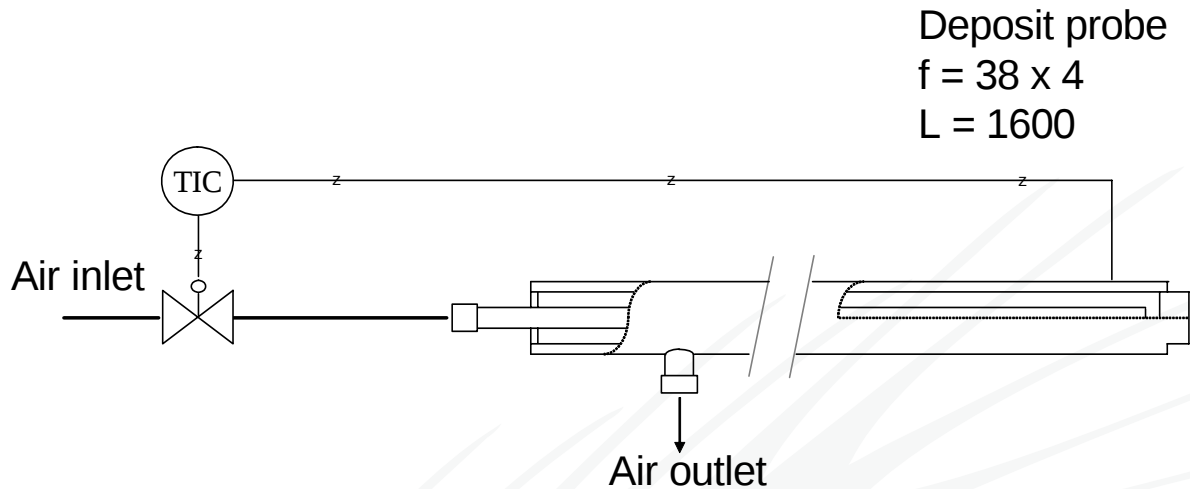
3

Yleisimmät carryover mittauspaikat



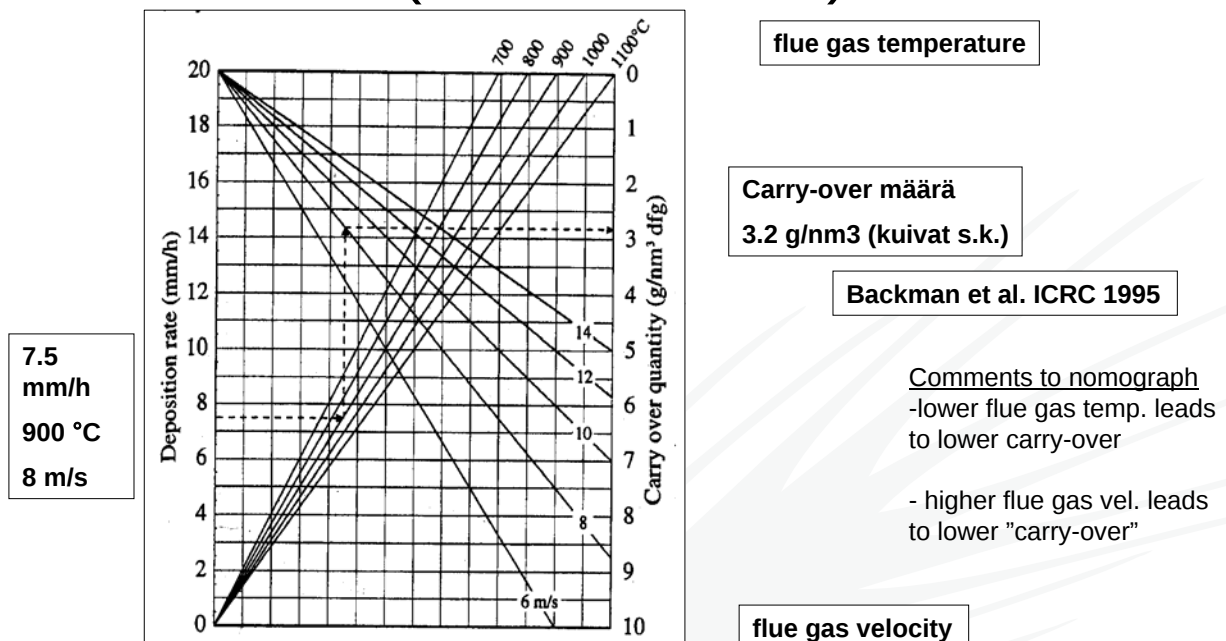
4

Ilmajäähdytetty sondi kerrostumamäärän mittaukseen



5

Ilmajäähdytetty sondi kerrostumanopeuden mittaamiseen (laskentarutiini)



6

Projektin tavoitteet

- On havaittu että kerrostumien muodostumisnopeudella tulistimissa ja "minuuttinäytteen" partikkelimäärällä on tietty yhteys
- Ensisijaiset tavoitteet
 - Ilmajäähdytteisen sondin ja minuuttisondin kalibrointi sekä kuvasarjan valmistus minuuttisondin valokuvista
 - Minuuttisondin vertaaminen kuvasarjaan, jolloin pystytään arvioimaan carryover määrä (mm/h)
- Toissijaiset tavoitteet
 - Osumien määrä ja kuinka ison pinta-alan ne peittävät sondista
 - Osumien koko sekä kokoon vaihtelut

7

Käytetyt laitteet



- Kannettavan valokuvastudion valmistus
- 4 kpl 2 m haponkestäviä putkia joiden halkaisija 38 mm ja seinämäpaksuus 2 mm
- 50 cm putkesta on mittauksen aikana kattilan ulkopuolella
- Kamera Pentax K10
- Objekti: Pentax DA 1:4(22) 16-45mm ED-AL

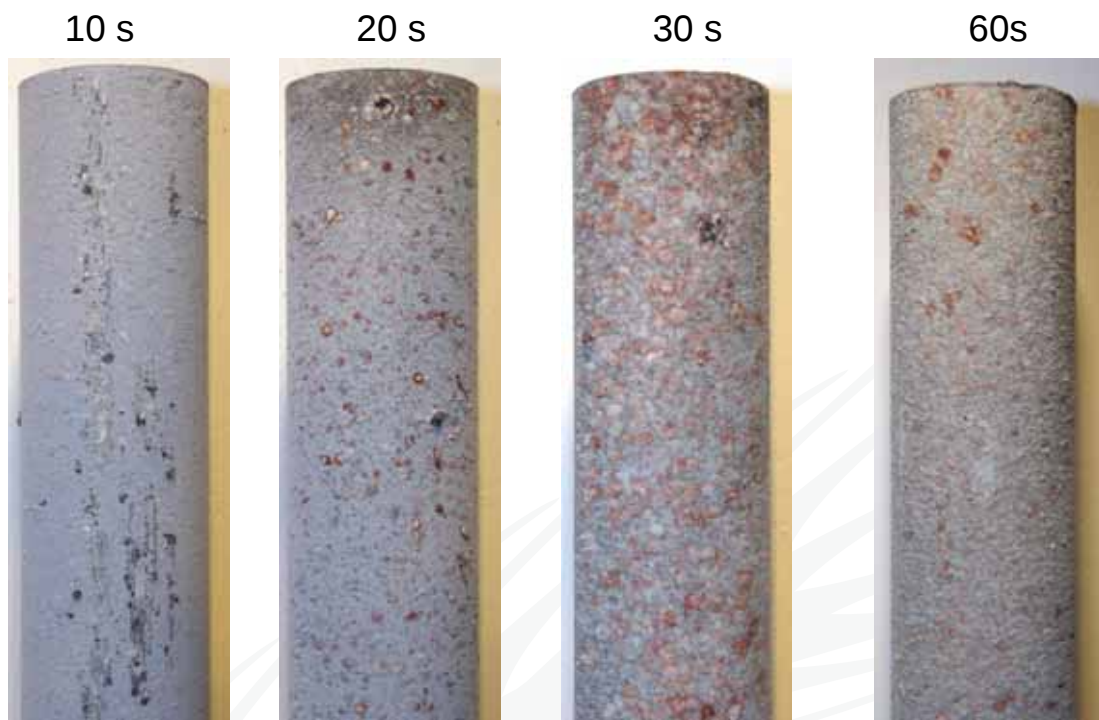
8

6.11.2008 Testikuvaus Raumalla

- Testikuvauksen päätarkoitus:
 - Kuvien laadun varmennus
 - Minuuttisondimittauksen optimikestoajan löytäminen
 - Mahdolliset parannukset ja muutokset

9

Kuvia Raumalta (Nokan tasolta, vasenpuoli)



10

Testikuvaksen yhteenveto

- 20 sekunnin kuva on helpoiten analysoitavissa, joten sitä aikaa käytetään varsinaisissa mittauksissa
- Osumien analysointi ImageJ ohjelmalla mahdollista.
- Parannuksia:
 - Kahdella lampulla tai ilman lamppua valokuvaaminen, koska yksi lamppu aiheuttaa varjojen syntymistä osumien sivulle. Joka vaikeuttaa analysointia
 - Analysointi alueen rajaaminen jotta jokaisessa kuvassa analysoidaan saman kokoinen alue samassa kohtaa putkea.
 - Yhden 15-20 min ilmajähdytteisen sondin mittauksen aikana olisi hyvä suorittaa useampi minuuttisondimittausta jotta mahdollinen carryovermäärän vaihtelu havaitaan.

11

Mittauskampanijat

- Enocell Uimaharju v 50
- Metsä-Botnia Rauma v 3
- UPM Pietarsaaren tehtaat v 7

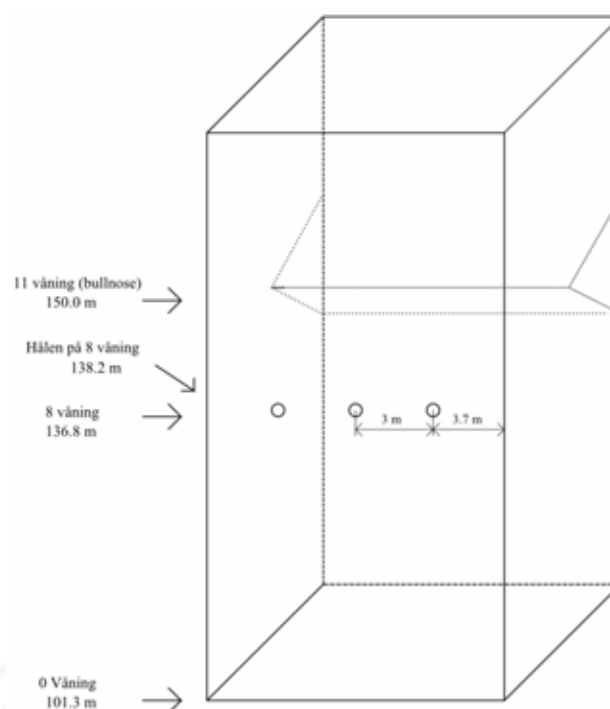
12

Enocell

- Kattilan kuorma mittausten aikana 2200-1700TDS/24h) (3000TDS/24h nimellinen maksimi)
- Apupolttoaineen käyttö 0.44-1.00 kg/s
- Mittaukset suoritettiin 13.2 m nokan alapuolella
- 3 kpl tarkistusluukkuja etuseinällä, luukkujen väli 3 m.
- Pienet tarkistusluukut: minuuttisondi ja ilmajäähdytteinen sondi ei mahtunut samaan luukkuun, joka vaikeuttaa kalibrointia

13

Enocell



14

Enocell

- Yhtäaikainen 20 s minuuttisondimittaus keskimmäisestä ja oikeasta tarkistusluukusta
 - Keskellä kattilaan enemmän carryoveria



15

Enocell

(eri mittausaikojen testaaminen, keskimmäisessä tarkistusluukussa)
Lämpötila mittauksen aikana noin 930 °C

20 s



30 s



40 s



60 s



16

Metsä-Botnia Rauma

- Kattilan kuorma ensimmäisenä mittauspäivänä noin 2700TDS/24h, toisena noin 2450TDS/24h ja viimeisenä 2350TDS/24h (3000TDS/24h)
- Mittaukset suoritettiin nokan tasolla miesluukuista
- Suojalevyä modifioitiin jotta sondit olisi lähempänä toisiaan.
- Ilmajäähdytteisen sondin mittausajat olivat 15 tai 30min jonka aikana suoritettiin 4 kpl minuuttisondimittausta

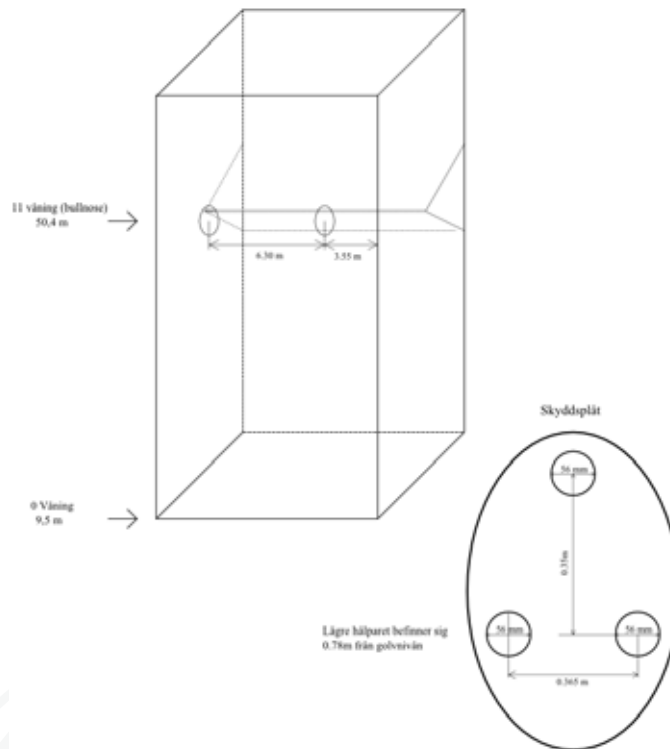
17

Metsä-Botnia Rauma



18

Metsä-Botnia Rauma



19

UPM Pietarsaaren tehtaat

- Kattilan kuorma ensimmäisenä mittauspäivänä 3100 TDS/24h muina päivinä noin 2900 TDS/24h (4450 TDS/24h)
- Mittaukset suoritettiin nokan tasolla tarkistusluukuista joihin kiinnitettiin suojalevy.
- Suojalevyssä 2 kpl reikää päällekkäin pienessä kulmassa jotta sondit eivät häiritsisi toisiaan.
- Ilmajäähdytteisen sondin mittausajat olivat 30 tai 40 min jonka aikana suoritettiin 4 kpl minuuttisondimittausta

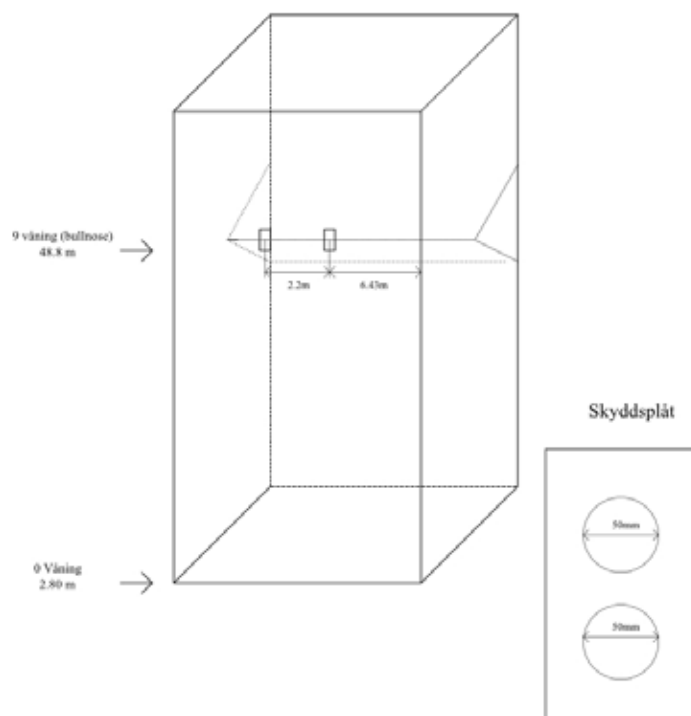
20

UPM Pietarsaaren tehtaat



21

UPM Pietarsaaren tehtaat



22

Kuvien analysointi

- Alkuperäinen kuva jossa on analysointialue rajattu



23

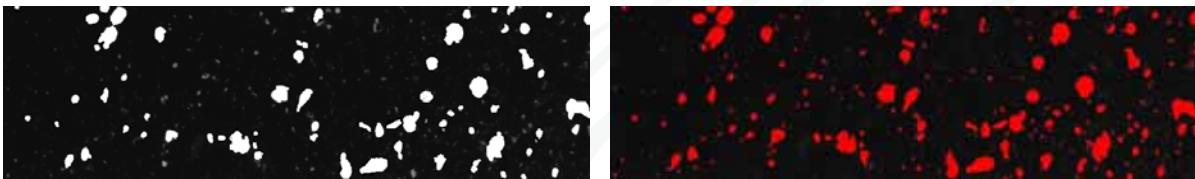
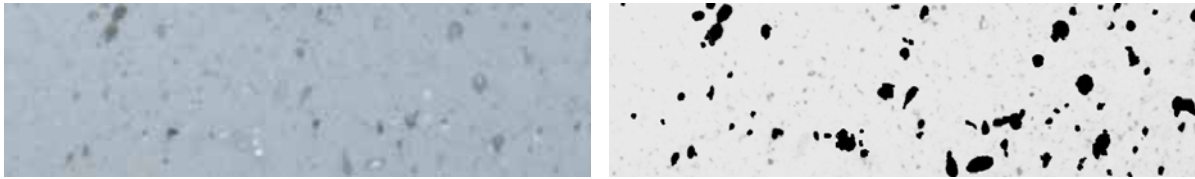
Kuvien analysointi

- Leikattu alue rajatusta kuvasta



24

Kuvien analysointi



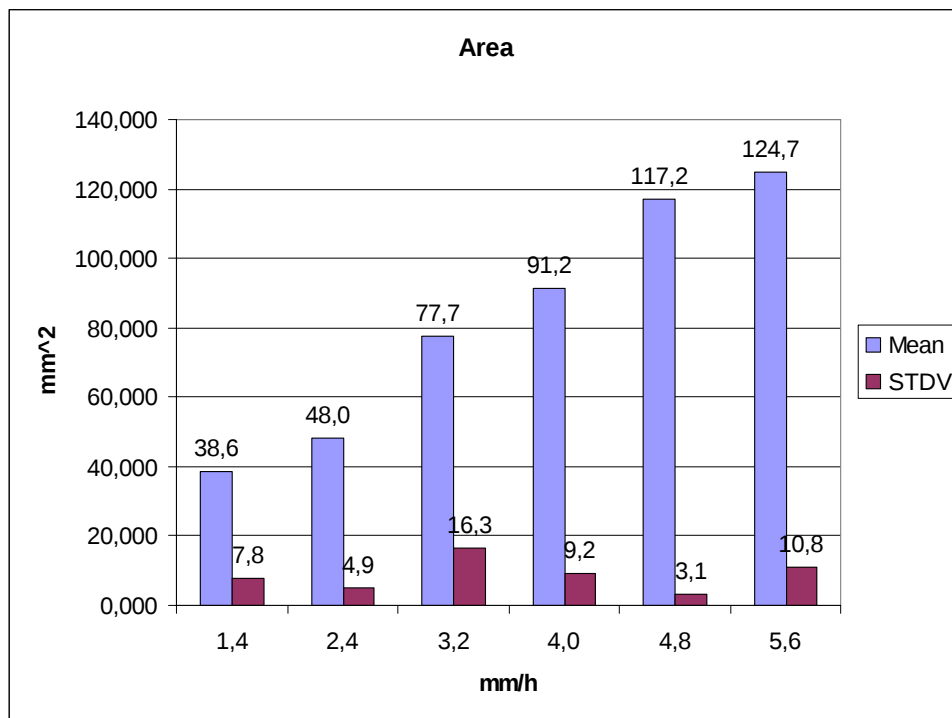
25

Tulokset

- Partikkelien pinta-ala ja peittävyysaste
- Partikkeli tilavuus ennen osumaa, g/Nm^3 laskemista varten
- Carryover määrän (g/Nm^3) laskeminen minuuttisondin tuloksista (NTP oloissa)
- Kalibrointikuvasarja
- Partikkeli osumien koko sekä niiden määrä ja pinta-ala
- Variaatiot

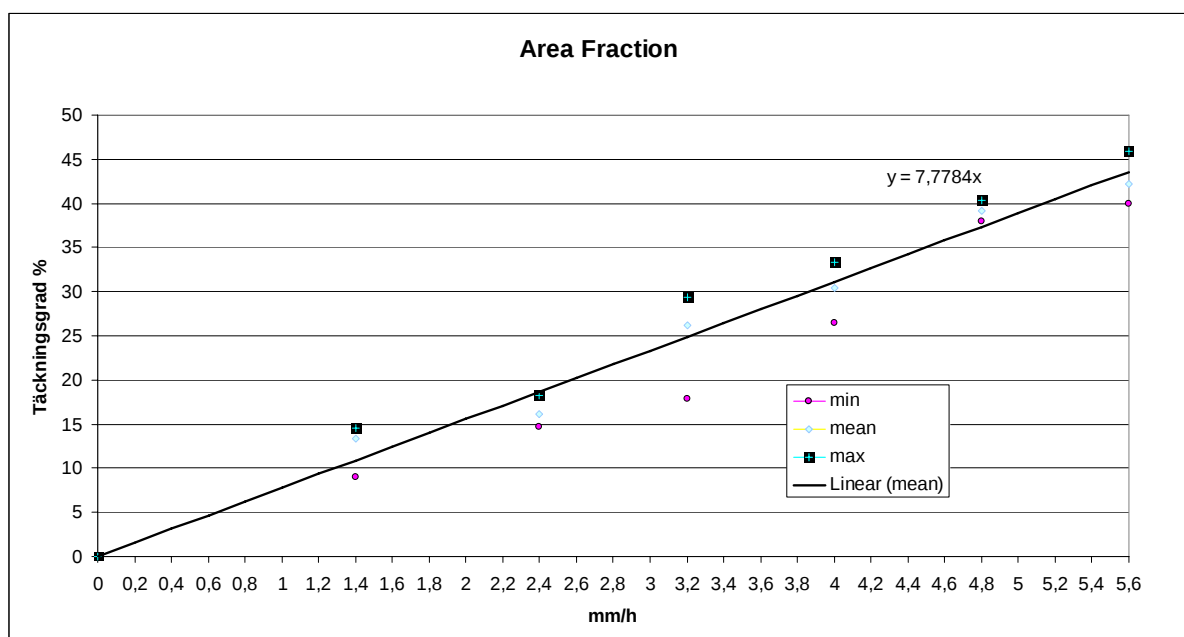
26

Pinta-ala



27

Peittävyysaste



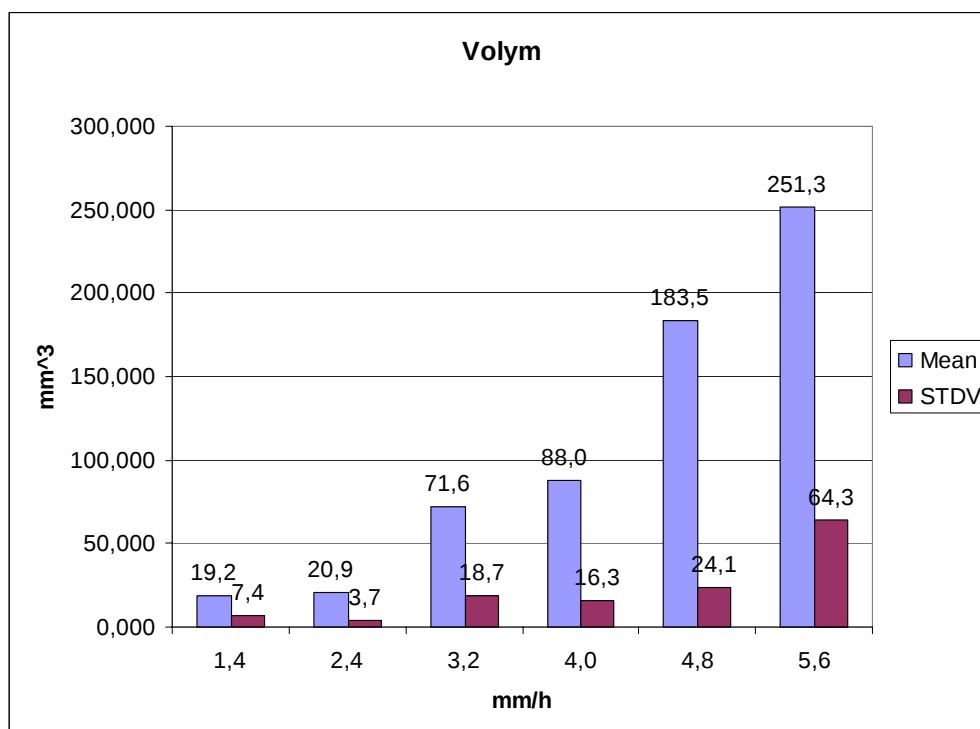
28

Partikkelien tilavuus

- Oletettiin, että partikkeliosumat olisivat pyöreitä jotta halkaisija voidaan laskea
- Oletettiin, että partikkelin ja osuman halkaisija on sama
- Oletettiin, että partikkelit ovat sfäärin muotoisia ennen osumaa ja lasketun halkaisijan perusteella laskettiin partikkelien tilavuus

29

Partikkelien tilavuus



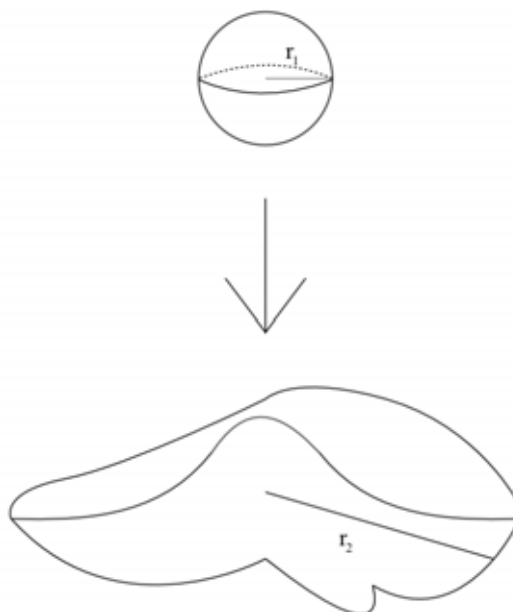
30

g/Nm^3 laskeminen minuuttisondin tuloksista (NTP, dfg)

- Ilmajäähdytteisensondin tuloksista 1,4mm/h, 4,0mm/h ja 5,6mm/h laskettiin g/Nm^3 määrä
- Analysointi minuuttisondin tulokset jotka olivat lähimpänä peittävyysasteen trendiviivaa.
- Koska tarvitaan tilavuus, lasketaan g/Nm^3 seuraavasti:
 - Arvioidaan kuinka paljon partikkelin halkaisija muuttuu törmäyksessä
 - Arvioidaan osumien paksuus

31

Partikkelien tilavuus (arviointi)



32

g/Nm³ (dfg) laskeminen minuuttisondin tuloksista (NTP)

- Prosessiparametrit
 - Lipeämäärä 30 l/s, tiheys 1.4326 kg/l, 80.4 % kuiva-ainemäärä
 - Lipeän koostumus (paino-%):
 - C 38.2 %, H 3.4 %, O 31.1 %, N 0.1%, S 5.2 %, Na 19.8 %, K 1.9 %, Cl 0.1 %, loput 0.2 %
 - Jäännöshappi 2.28 %
 - Pinta-ala nokantasolla 6.5 x 12.5 m
 - Carryoverin tiheys 2600 kg/m³
 - Savukaasujen koostumus:
 - CO₂, N₂, O₂, H₂O

33

	mm/h	g/Nm ³			
	1,4	0,60			
Area %	10,89	10,89	10,89	10,89	10,89
uppskattad tjocklek (mm)	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
g/Nm ³	0,76	0,67	0,59	0,50	0,42
Area mm ²	26,99	26,99	26,99	26,99	26,99
uppskattad tjocklek (mm)	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
g/Nm ³	0,62	0,56	0,49	0,42	0,35
Totalavolym av partiklarna i mm ³	3,103	2,841	2,594	2,362	2,144
formändrings faktor	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61
g/Nm ³	0,8	0,73	0,67	0,61	0,55

34

	mm/h	g/Nm ³			
	4,0	1,71			
Area %	31,11	31,11	31,11	31,11	31,11
uppskattad tjocklek (mm)	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
g/Nm ³	2,16	1,92	1,68	1,44	1,20
Area mm ²	97,170	97,170	97,170	97,170	97,170
uppskattad tjocklek (mm)	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
g/Nm ³	2,25	2,00	1,75	1,50	1,25
Totalavolym av partiklarna i mm ³	35,087	32,124	29,332	26,707	24,243
formändrings faktor	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61
g/Nm ³	9,03	8,26	7,54	6,87	6,24

35

	mm/h	g/Nm ³			
	5,6	2,40			
Area %	43,55	43,55	43,55	43,55	43,55
uppskattad tjocklek (mm)	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
g/Nm ³	3,02	2,69	2,35	2,02	1,68
Area mm ²	128,247	128,247	128,247	128,247	128,247
uppskattad tjocklek (mm)	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
g/Nm ³	2,97	2,64	2,31	1,98	1,65
Totalavolym av partiklarna (mm ³)	102,164	93,535	85,407	77,763	70,590
formändrings faktor	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61
g/Nm ³	26,28	24,06	21,97	20,00	18,16

36

Kalibrointikuvasarja (20 s minuuttisondimitaus)

1,4 mm/h



2,4 mm/h



3,2 mm/h



4,0 mm/h



4,8 mm/h



5,6 mm/h



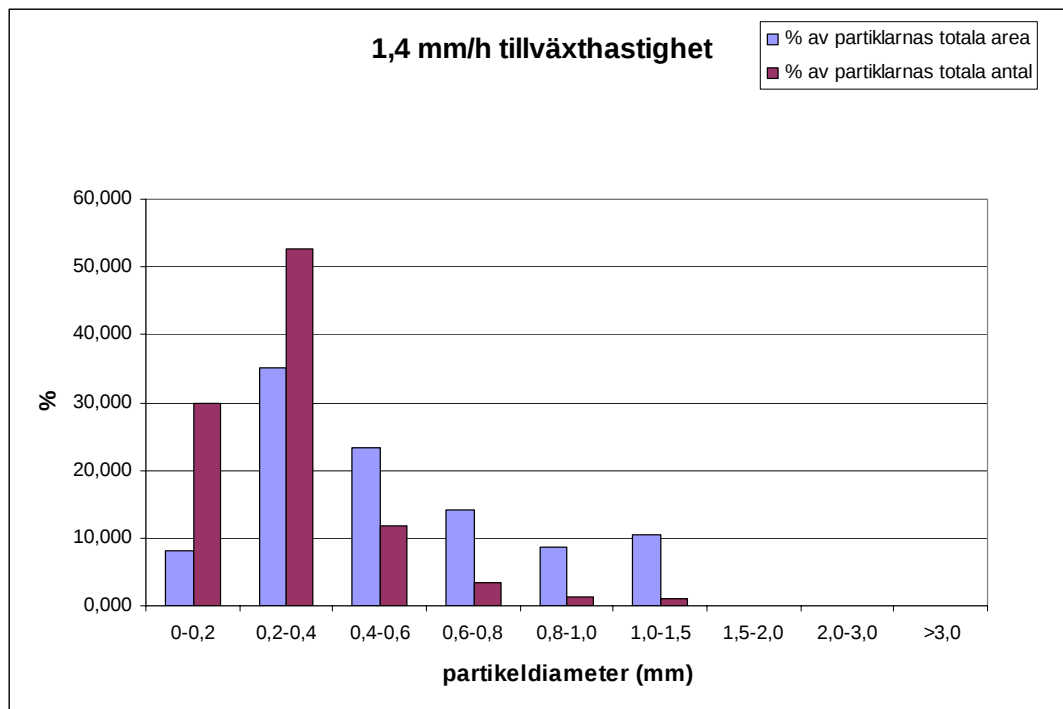
37

Partikkeliosumien määrä ja pinta-ala

- Samoja minuuttisondin tuloksia kuin g/Nm^3 laskemisessa käytettiin
- Partikkelien halkaisija laskettiin siltä olettamukselta, että partikkeliosumat ovat pyöreitä.
- Saadaan selvyyttä kuinka paljon eri kokoiset partikkelit vaikuttavat osumien pinta-alaan ja kuinka paljon niiden määrä on osumien kokonaismäärästä

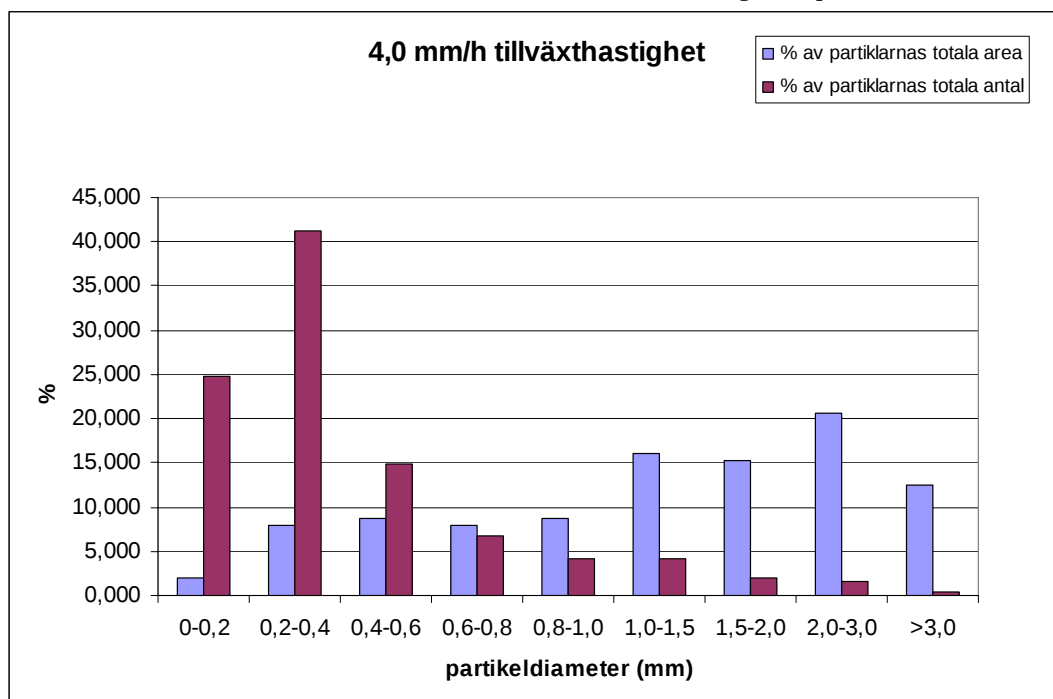
38

Partikkeliosumien määrä ja pinta-ala



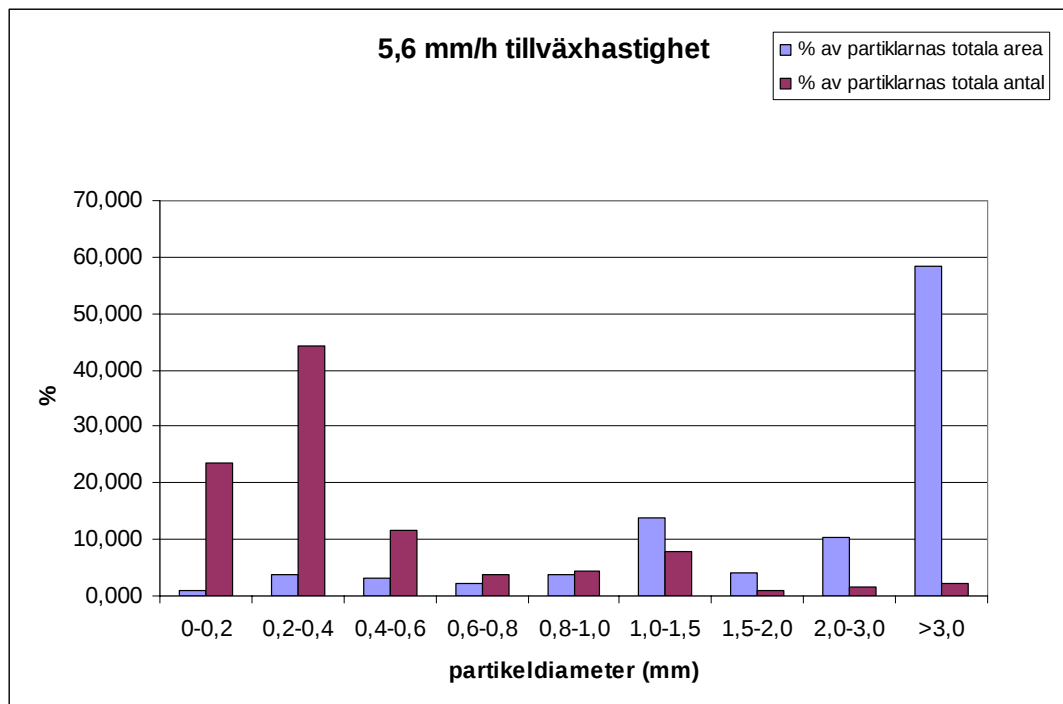
39

Partikkeliosumien määrä ja pinta-ala



40

Partikkeliosumien määrä ja pinta-ala



41

Partikkeliosumien määrä ja pinta-ala

- Kun carryovermäärä on vähäistä partikkelien koko on pieni ja kun carryovermäärä kasvaa, kasvaa myös partikkelien koko
- Partikkeliosumien määrästä ja pinta-alasta voi päätellä, että päällekkäisiä osumia tapahtuu. Eli isot osumat peittävät pienempiä

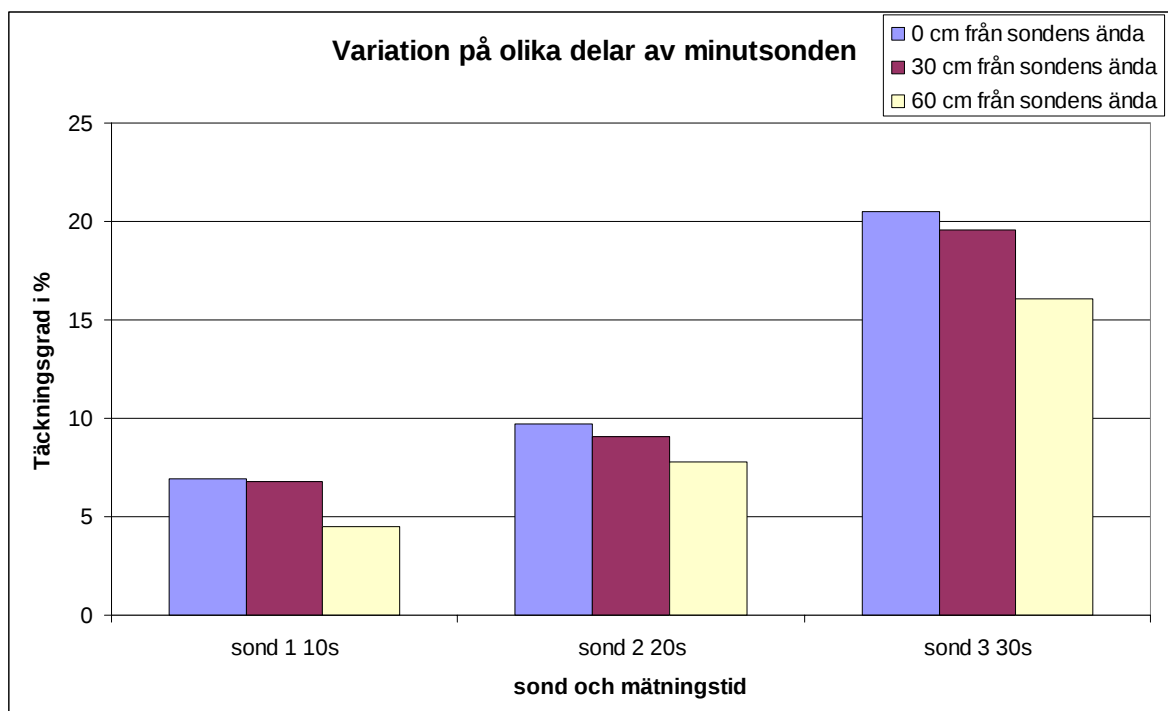
42

Variaatio

- Variaatioita eri kohdalla minuuttisondia ja eri mittausajat
 - 10 s, 20 s, 30 s ja 40 s mittausaikaa käytettiin
 - 40 s mittauksessa partikkelinosumat paloivat ja kuvaa ei voitu analysoida, muut sondit analysoitiin ImageJ:llä
 - Sondista valokuvattiin ja analysoitiin sondin kärki, 30 cm ja 60 cm sondin kärjestä
- Variaatioita yhden ilmajäähdytteisen sondin mittauksen aikana

43

Variaatiot



44

Variaatio mittauksen aikana

sondi 1



sondi 2



sondi 3



sondi 4



45

Yhteenveto (i)

- Onnistuttiin kalibroimaan minuuttisondi ja ilmajäähdytteinen sondi sekä valmistamaan kalibrointikuvasarja minuuttisondin kuvista
 - Oletuksella että osumamäärä kasvaa kaksinkertaiseksi kun mittausaika kaksinkertaistuu voidaan kuvasarjaa käyttää myös suurien carryovermäärien arvioimiseen
- Onnistuttiin laskemaan g/Nm^3 minuuttisondin tulosten perusteella
- Voidaan minuuttisondin perusteella arvioida hetkellinen carryovermäärä soodakattilassa
- Partikkelien koko, pinta-ala ja määrän variaatiot pystyttiin havaitsemaan minuuttisondilla

46

Yhteenveto (ii)

- Ei tuloksia suuremmista carryovermääristä kuin 2,4 g/Nm³ (dfg, NTP) (5,6 mm/h kerrostumakasvu)
- Carryovermäärän vaihtelu takia kalibrointikuvasarjan valmistaminen oli haastavaa
- Kuvien käsittely ja analysointi
 - Kuvankäsittelyn takia osa osumista "katoaa".
 - Kuvankäsittely aikaavievää.
 - Analysoitavien osumien koko ei välttämättä sama kun alkuperäisten osumien koko.
 - ImageJ:llä pystyy vaan analysoimaan harmaaskaalattuja kuvia.

47

Yhteenveto (iii)

- Minuuttisonidin korkea lämpötila on haitallista minuuttisonidimittauksissa.
- Carryovermäärästä riippuen minuuttisonidin mittausaikaa säädettävä.
- Sondin käsittelyssä oltava varovainen.

48

Minuuttisondin mahdollisuuksia

- Kuvien analysointi ohjelmalla joka ymmärtää RGB väriskaalaa on mahdollista saada luotettavampia tuloksia partikkelien koosta.
 - Oman ohjelman valmistaminen kuvien analysointia varten?
- Pidemmällä sondilla carryovermäärän vaihtelu eri syvyyksillä soodakattilassa.
- Osumien analysointi (kemiallinen koostumus)

49

Kalibrointikuvasarja (20 s mittausaika)

1,4 mm/h	9,0 %	(10,98 %)
0,60 g/Nm ³	0,49 g/Nm ³	0,59 g/Nm ³ (NTP, dfg)



50

Kalibrointikuvasarja (20 s mittausaika)

2,4 mm/h

18,3 %

(18,7 %)

1,03 g/Nm³

0,99 g/Nm³

1,01 g/Nm³ (NTP, dfg)



51

Kalibrointikuvasarja (20 s mittausaika)

3,2 mm/h

28,6 %

(24,9 %)

1,37 g/Nm³

1,54 g/Nm³

1,35 g/Nm³ (NTP, dfg)



52

Kalibrointikuvasarja (20 s mittausaika)

4,0 mm/h
1,71 g/Nm³

32,4 %
1,75 g/Nm³

(31,1 %)
1,68 g/Nm³ (NTP, dfg)



53

Kalibrointikuvasarja (20 s mittausaika)

4,8 mm/h
2,06 g/Nm³

37,9 %
2,05 g/Nm³

(37,3 %)
2,01 g/Nm³ (NTP, dfg)



54

Kalibrointikuvasarja (20 s mittausaika)

5,6 mm/h

2,4 g/Nm³

42,8 %

2,31 g/Nm³

(43,6 %)

2,36 g/Nm³ (NTP, dfg)



55

1,4	mm/h	rör1	rör2	rör3	rör4	medel	stdev
	Area (mm ²)	43,513	40,802	26,993	43,124	38,608	7,835
	Volym (mm ³)	25,364	17,541	9,446	24,379	19,183	7,365
	Area %	14,5	13,6	9	14,4	12,875	2,615
2,4	mm/h	rör1	rör2	rör3	rör4	medel	stdev
	Area (mm ²)	54,727	45,507	48,037	43,619	47,973	4,853
	Volym (mm ³)	24,347	16,505	23,607	19,113	20,893	3,729
	Area %	18,3	15,5	16,3	14,7	16,200	1,545
3,2	mm/h	rör1	rör2	rör3	rör4	medel	stdev
	Area (mm ²)	83,465	53,335	87,589	86,305	77,674	16,317
	Volym (mm ³)	79,425	43,666	82,128	81,173	71,598	18,655
	Area %	28,600	17,800	29,300	28,800	26,125	5,558
4,0	mm/h	rör1	rör2	rör3	rör4	medel	stdev
	Area (mm ²)	97,170	99,588	79,169	88,845	91,193	9,243
	Volym (mm ³)	106,807	95,185	69,817	80,343	88,038	16,274
	Area %	32,400	33,300	26,400	29,700	30,450	3,103
4,8	mm/h	rör1	rör2	rör3	rör4	medel	stdev
	Area (mm ²)	113,547	116,058	120,572	118,652	117,207	3,062
	Volym (mm ³)	195,204	147,596	199,073	192,026	183,475	24,092
	Area %	37,900	38,700	40,300	39,600	39,125	1,047
5,6	mm/h	rör1	rör2	rör3	rör4	medel	stdev
	Area (mm ²)	112,203	120,844	137,650	128,247	124,736	10,822
	Volym (mm ³)	195,195	196,179	302,721	310,994	251,272	64,274
	Area %	39,900	40,400	45,900	42,800	42,250	2,743

56

LIITE II

Co-firing of black liquor and biomass – laboratory combustion tests

Mikko Hupa, Patrik Yrjas, Åbo Akademi

**Finnish Recovery Boiler Committee
SkyRec – project part 3**

Co-firing of black liquor and biomass – laboratory combustion tests

Project plan, version 2, 2008-2009
06.11.2008

Mikko Hupa, Patrik Yrjas
Åbo Akademi

Background

There has been an interest from the recovery boiler operators to mix different kinds of biomasses into the black liquor to increase the boiler load. However, there is no experience available on how this may influence the combustion behaviour and thus this offer is made.

Offer

The Laboratory of Inorganic Chemistry, Åbo Akademi, Turku, Finland offers to do the following work for the Finnish Recovery Boiler Committee:

Co-firing of black liquor and biomass – first laboratory combustion tests

The test plan is attached and the price of the work is:

7 500 euro (+VAT)

Note: fuel analysis costs are not included

The work consists of 9 (nine) combustion tests of different fuel mixtures of black liquor with bark, wood chips, peat, and bio-sludge. The test matrix is presented below. The tests include sample pre-treatment (grinding, mixing, drying), exposure to different combustion conditions according to plan, gas analyses (NO, SO₂, CO₂, CO) and video filming. Note that the price does not include fuel analysis costs. Depending on which fuels will be used the need for chemical analyses will be determined when the project starts.

The work is to be ready within 30.6.2009 and will be reported at a common meeting and as a presentation handout (including tables and figures in Excel). The invoice will be sent in connection to the reporting.

“Co-firing of black liquor and biomass – laboratory combustion tests”

Mikko Hupa, Patrik Yrjas

This study will make use of the single droplet furnace also used earlier at Åbo Akademi when studying black liquor behaviour under different conditions.

The project plan presented here is a first attempt to study the combustion of black liquor mixed with different types of biomasses, including bark, wood chips, and peat (although peat is not fully considered a biomass). The purpose is to get a first insight in the behaviour of such mixes and of possible advantages and/or problems. After these first tests, the need for future investigations will be evaluated.

The work consists of 9 combustion tests of different fuel mixtures of black liquor with bark, wood chips and peat. The tests include sample pre-treatment (grinding, mixing, drying), exposure to different combustion conditions according to plan, gas analyses (NO, SO₂, CO₂, CO) and video filming. The need for chemical analyses will be determined when the project starts (if using earlier studied fuels there is maybe no need for chem. analyses).

The test matrix is shown below:

Test no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sample	BL	BL Bark	BL Bark	BL WC	BL WC	BL Peat	BL Peat	BL Bio-sludge	BL Bio-sludge
Share, w-%	100	90 10	80 20	90 10	80 20	90 10	80 20	90 10	80 20
Temperature, C	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
O ₂ , vol-%	3	3	3	3	3	3	3	3	3
BL = black liquor (Softwood or hardwood? Maybe softwood if mixing with bark?)									
WC = wood chips									
Bark = bark from same kind of wood as BL was made from (see above)									

Realisation

The combustion tests and evaluation work will be done by the Process Chemistry Centre/Laboratory of Inorganic Chemistry at Åbo Akademi. The project manager will be Dr. Patrik Yrjas. One lab technician and possible one post graduate student will further participate in the work. The responsible scientist is prof. Mikko Hupa.

Time schedule and reporting

The work will be finished until 30.6.2009 and reported at a common meeting and as a presentation handout (including figures and tables). The report will contain data and information on combustion characterization with video (burning stages, diameter changes, any bursting effects etc.), characteristic combustion times (pyrolysis times, char burning times), characteristic swelling, volatile and char carbon, nitrogen oxide formation tendency, and sulphur release tendency.

LIITE III

Emäveden jatkokäsittely – esitys

Kurt Siren, Sirra T:mi

Emäveden jatkokäsittely

Kurt Sirén

Sirra T:mi

SKY/lipeätyöryhmän kokous 17.3.2009

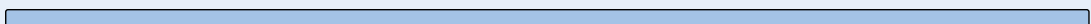
Sirra



Tavoite

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

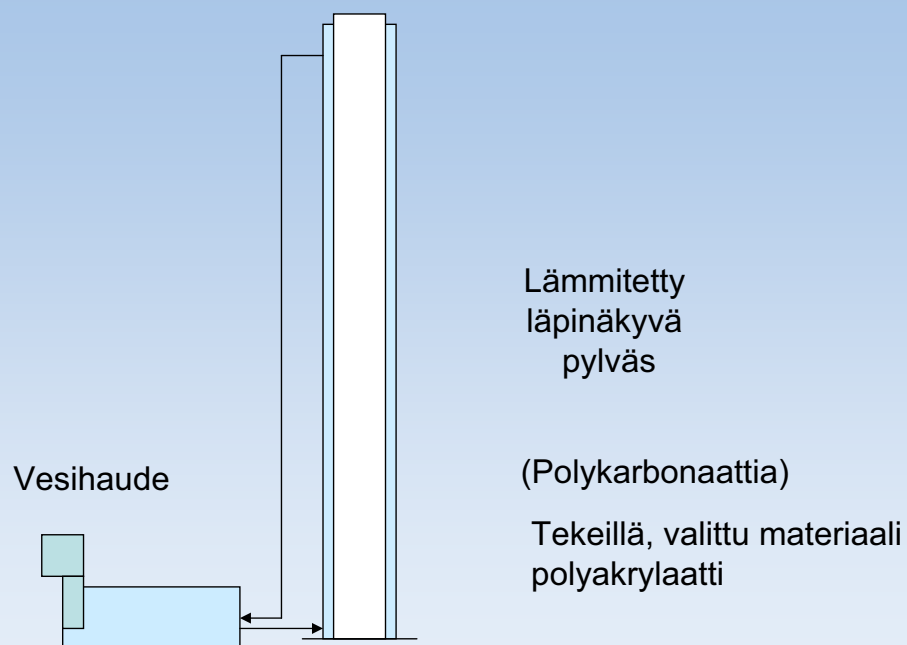
Sirra



Työvaiheet

1. Koemateriaalin hankinta, 2 tehdasta
 - havutehdas ja havu + koivutehdas
 - viher- ja valkolipeä, NaOH + mahd. muita tarvikkeita
 - mäntyöljyä
2. Ligniinilautan rakenteen tutkiminen
 - mikroskooppivalokuvasarja
 - pyritään verifioimaan/kumoamaan oletettu rakenne
 - määritetään komponenttien osuudet (ligniini, mö, vesi)
3. Erottumisen aikariippuvuus
 - selvitetään erottumisnopeus (putkimenetelmä)
 - tehtävä tehtaalla. Emävesi muuttuu vanhetessaan
 - voidaan tehdä laite, esim. 2 m läpinäkyvä PC tai PVC-putki

Sirra



Sirra

Rakenteilla oleva laite

(PE-suojakalvo vielä
päällä)

Korkeus 2 m
Ulosottoja 22 pkl

Sirra

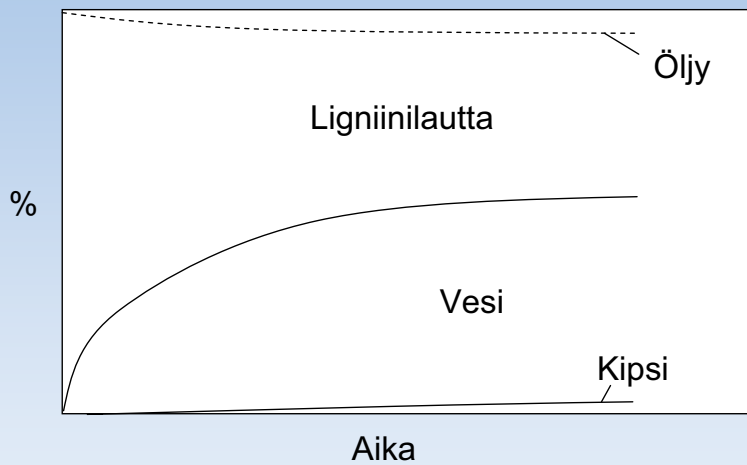


Näytteenottoyhteet
tiheämmin alaosassa

Sirra



Erottumisen aikariippuvuus



Sopiva erottumisaika?

Sirra

4. Kalsiumsakan erottaminen (labrassa)

- selvitetään miten hyvin saadaan Ca erotetuksi
- kokeillaan apuaineita (viherlipeä, Na_2CO_3 (?))
- vaihdellaan aika ja annosteluja
- analyysit (KCL)

5. Öljy + ligniinkerroksen käsittely

5.1 Ligniinin liuottaminen lipeällä

- valkolipeä ja NaOH
- selvitetään vaadittavia olosuhteita (aika, lämpötila, annostelut)

5.2 Lämpö (ja paine)-käsittely

- saadaanko yhtenäinen öljykerros syntymään?
- autoklavointi (T -> P)
- vaihdellaan lämpötila ja aika (max 180 °C ?)
- auttaako mö-lisäys?

LTR lisäys: Komponenttianalyysit lämpökäsitelystä MÖ:stä laadun huononemisen selvittämiseksi

Sirra

Tehdasvalinta

Havu: Rauma (Sunila seisoksissa)

Havu + koivu: Kymi (?)

Sirra



Mahdollisuus: Erotus HDS:ssä

