



M Nieminen/EPT

14.5.2008

1 (6)

Suomen Soodakattilayhdistys ry

LIPEÄTYÖRYHMÄN KOKOUS II/2008

AIKA 14.5.2008 klo 10.00 – 14.00

PAIKKA Pöyry-talo, Vantaa

LÄSNÄ

Mikael Forssén	Åbo Akademi, Turku
Juha Koskiniemi	Andritz Oy, Karhula
Sami Metiäinen	Pöyry Forest Industry Oy, Vantaa
Ilpo Rätty	Enocell Oy, Uimaharju
Jorma Torniainen	KCL, Espoo
Esa Vakkilainen	Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Erkki Välimäki	Metso Power Oy, Tampere
Markus Nieminen	Pöyry Forest Industry Oy, Vantaa, sihteeri

Kurt Sirén Sirra T:mi

LIITE I	Yleistä Soodakattilayhdistyksestä - esitys
LIITE II	Mikael Forssén: Minuuttisondi-projektisuunnitelma
LIITE III	Mikael Forssén: Minuuttisondi-esitys
LIITE IV	Kurt Sirén: Emäveden jatkokäsittely-projektisuunnitelma
LIITE V	Kurt Sirén: Emäveden jatkokäsittely-esitys
LIITE VI	SKYREC tutkimussuunnitelma
LIITE VII	Yhdistyksen palkinto parhaasta opinnäytetyöstä

JAKELU

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

1 POISSAOILOILMOITUKSET

Kokoukseen osallistumasta olivat estyneitä:

Sanna Siltala	UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaari, pj
Olli Talaslahti	Oy Metsä-Botnia Ab, Rauma
Mikko Hupa	ÅA

Mikko Hupan tilalla oli Mikael Forssén.

Sekä puheenjohtaja että varapuheenjohtaja olivat estyneet saapumasta paikalle. Kokouksen puheenjohtajaksi valittiin sihteerin ehdotuksesta Esa Vakkilainen.

2 TYÖRYHMÄN KOKOONPANO 2008

Työryhmän kokoonpano vuodelle 2008 on:

Sanna Siltala	UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaari, pj
Olli Talaslahti	Oy Metsä-Botnia Ab, Rauma, vpj
Mikko Hupa	Åbo Akademi, Turku
Juha Koskiniemi	Andritz Oy, Karhula
Sami Metiäinen	Pöyry Forest Industry Oy, Vantaa
Ilpo Rätty	Enocell Oy, Uimaharju
Jorma Torniainen	KCL, Espoo
Esa Vakkilainen	Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Erkki Välimäki	Metso Power Oy, Tampere
Markus Nieminen	Pöyry Forest Industry Oy, Vantaa, sihteeri

3 EDELLISEN KOKOUKSEN PÖYTÄKIRJA

Edellisen kokouksen pöytäkirja hyväksyttiin muutoksitta.

4 MUIDEN TYÖRYHMIEN KUULUMISET

ATR

Työryhmän projektit

- Pidentyneet keskeytymättömät ajoajat
 - Kaksivuotinen projekti 2007 – 2008
 - Insinööritö, Antti Koski – Savonia AMK, esitys Konemestaripäivillä 24.1, julkaistaan kotisivuilla
 - Projekti jatkuu selvityksellä käytönaikaisista määräaikaistestauksista tehtailla
- Turva-automaatiosuosituksen päivitys
 - Työ kommentoitavana kotisivuilla

- Projekti jatkuu suosituksen kääntämisellä englanniksi sekä suosituksen harmonisoinnilla KLTK- ohjeen kanssa
- Laimeiden hajukaasujen keräilyyn liittyvä valvonta
 - YTR:n hajukaasujen polttoposituksen päivitys hajukaasujen keräilyyn liittyvällä valvonnalla
- Kattilarakennuksen sähkötekniset turvajärjestelmät (evakuointi-paloturma-savunpoistojärjestelmät)
 - Valtakunnallinen viranomaiskäytäntö
 - Vakuutuslaitosten ohjeistus/vaatimukset
 - Selvitys järjestelmien nykytilasta tehtailla
 - Projektille perustetaan työryhmä

KTR

Työryhmän projektit

- Kattilalaitosten turvallisuusohjeiden (KLTK) päivitys
- Keon jäähtymisnopeus, kirjallisuuskatsaus

OTR

- Soodakattilapäivä 2008, 29 -30.10.2008, Tampere
 - Energiamesut 28 -30.10.2008
- Soodakattilayhdistys 45 v., 3-5.6.2009, Lahti

YTR

Työryhmän projektit

- Soodakattilalaitosten päästörajoitukset ja selvityselvoitteet ympäristölupapäätöksissä
 - Yhteenveto ympäristöluvista
 - Työ kommentoitavana yhdistyksen kotisivuilla
- Lentotuhkan puhdistus ja jatkokäsittely IV
 - Koelaitteiston rakentaminen
 - Saanto ja puhdistustehokkuus
- Typen kokonaistase
 - Typpianalyysit ja taselaskelmat Åbo Akademi
 - Yhteenvetoraportti VAHTI-tietokannasta

5 PROJEKTIT JA BUDJETTI 2008

Sihteeri kertoi yleisesti soodakattilayhdistyksen toiminnasta ja esitti työryhmän vuoden 2008 budjetin, liite I.

Projekti ehdotuksia tuleville vuosille: Kameratekniikan uudet mahdollisuudet keon monitoroinnissa.

6 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.

Ennuste

Mikael Forssén piti kyseisestä projektista sekä Soodakattilan raskasmetallitaseet (8b/2007) projektista yhdistetyn esitelmän vuosikokouksessa 10.4.2008. Raskasmetallitase-projektia ei ole tiettävästi esitetty vielä erikseen yhdistyksen tilaisuudessa, mahdollisuus seuraavilla Soodakattilapäivillä?

Loppuraportti julkaistaan toukokuussa.

Julkaistu 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.

7 PROJEKTI: MINUUTTISONDI

Mikael Forssén esitteli projektin työryhmälle, projektisuunnitelma liitteessä II ja esitys liitteessä III.

Tavoite ja aikataulu

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).

Projekti alkaisi syksyllä 2008 ja suoritetaan talven 2008/2009 aikana, alustava aikataulu 5 kk. Mahdollisuus tehdä diplomityö aiheesta on auki.

Projektin tilanne

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
- yksi testattavista soodakattiloista voisi olla Kymen uusi kattila, jossa on tavanomaista enemmän tarkastusaukkoja, toinen mahdollinen Enocell
- syys- lokakuussa voi olla vielä revisioita meneillään, mittauskampanjat talvella
- halukkaat tehtaast voivat kysellä lisätietoja Mikaelilta, sihteeri ottaa projektin esille muissa työryhmissä.

8 PROJEKTI: EMÄVEDEN JATKOKÄSITTELY

Kurt Sirén esitteli projektin työryhmälle, projektisuunnitelma liitteessä IV ja esitys liitteessä V. Yhdistys tilaa projektin KCL:lta, joka alihankkii työn Kurt Siréniltä (Sirra T:mi).

Tavoite ja aikataulu

Löytää keino emäveden käsittelemiseksi, jolla voidaan parantaa mäntyöljyn saantoa, ja vähentää haitallisen kalsiumin kulkeutumista takaisin haihduttamolle. Kalsiumin poistaminen mahdollistaisi emäveden syöttämisen haihduttamon peräpähän keulan sijasta, joka parantaisi lämpötaloutta.

Projekti alkaa syksyllä 2008 ja päättyy keväällä 2009.

Projektin tilanne

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 vesiliuosta esihapotuksessa rikkihappon tilalla?

- mäntyöljyn laatu huononee jos varastointilämpötila on korkea, johtuen rasvahappojen ja rasva-alkoholien esteröitymisreaktioista (happoluku). Ihanteellinen säilytyslämpötila olisi noin 50 °C.
- 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.

9 TEKES-PROJEKTI: SOODAKATTILAN RAKENNUSASTEEN NOSTAMINEN (SKYREC)

Esa Vakkilainen kertoi projektista, jolle TEKES hyväksyi 24.4.2008 50 % rahoituksen. Projekti on käynnistymässä, mutta alkuperäisestä aikataulusta myöhässä rahoituspäätöksen venymisen takia. Lipeätyöryhmän tehtävät projektin osalta tarkentuvat myöhemmin. Tutkimussuunnitelma, liite VI

10 MUUT ASIAT

Sihteeri kertoi yhdistyksen palkinnosta, joka jaetaan vuosittain parhaasta opinnäytetyöstä (laajuus 30 op) sulfaattiselutehtaan talteenottoalueella, liite VI. Palkinnon arvo on 2.000 €. Palkinto jaetaan ensimmäisen kerran vuonna 2009 Soodakattilapäivien yhteydessä. Säännöt sekä hakulomake löytyvät yhdistyksen julkisilta internetsivuilta.

11 SEURAAVA KOKOUS

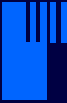
Seuraava kokous pidetään 23.9.2008 klo 10 alkaen Andritzilla Ruoholahdessa.

Vakuudeksi

Markus Nieminen

LIITE I

Esitys Soodakattilayhdistyksestä



Suomen Soodakattilayhdistys ry

14.5.2008



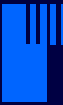
Yhdistyksen periaate

- Tarkoituksena edistää soodakattiloiden ja niihin läheisesti liittyvien prosessien turvallista, taloudellista ja ympäristöystävällistä käyttöä sekä kehitystyötä.
- Yhdistyksen puitteissa kerätään tiedot soodakattiloissa tapahtuneista vaurioista ja vaaratilanteista sekä informoidaan jäseniä näistä saaduista kokemuksista.



Jäsenet

- Alstom Finland Oy
- Andritz Oy
- Enocell Oy
- IF Vahinkovakuutus Oy
- Inspecta Oy
- Pöyry Forest Industry Oy
- Oy KCL Ab
- Laminating Papers Oy Kotka
- Metso Automation Oy
- Metso Power Oy
- Oy Metsä-Botnia Ab Joutseno Pulp
- Oy Metsä-Botnia Ab Kaskinen
- Oy Metsä-Botnia Ab Kemi
- Oy Metsä-Botnia Ab Äänekoski
- Oy Metsä-Botnia Ab Rauma
- Pohjola
- Stora Enso Oyj Heinolan Flutingtehdas
- Stora Enso Oyj Imatran tehtaas
- Stora Enso Oyj Fine Paper, Oulu
- Stora Enso Oyj Fine Paper, Varkaus
- Stora Enso Oyj Veitsiluodon Sellutehdas
- Sunila Oy
- UPM-Kymmene Oyj Kaukas
- UPM-Kymmene Oyj Kymi
- UPM-Kymmene Oyj Pietarsaari
- UPM-Kymmene Oyj Tervasaari
- Ulkojäsenet: POHTO, LTY, TKK, TUKES, ÅA



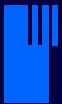
Hallitus ja työryhmät

- Hallitus
- Kestoisuustyöryhmä
- Lipeätyöryhmä
- Automaatiotyöryhmä
- Ympäristötyöryhmä
- Ohjelmatyöryhmä



Hallitus 2008

- Keijo Salmenoja (PJ), MB
- Sanna Siltala (VPJ, LTR), UPM
 - Varajäsen Olli Talaslahti
- Mauri Loukiala (ATR), Metso
 - Varajäsen Ilkka Koivuniemi
- Reijo Hukkanen (KTR), SE
 - Varajäsen Tapio Huuska
- Harri Jussila (YTR), UPM
 - Varajäsen Sanna Hämäläinen
- Timo-Pekka Veijonen, SE
 - Varajäsen Ilpo Rätty
- Lasse Koivisto, Andritz Oy
 - Varajäsen Juha Koskiniemi
- Kari Haaga, Metso Power
 - Varajäsen Kalle Salmi
- Merja Strengell, Pöyry
 - Varajäsen Jukka Suutela
- Ville Valta, If
 - Varajäsen Jaakko Tukia
- Klaus Niemelä (OTR), KCL
 - Varajäsen Jorma Torniainen



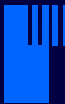
Työryhmät vuonna 2008

	KTR	LTR	ATR	YTR	OTR
<i>Pj.</i>	<i>Reijo Hukkanen</i> Stora Enso Oyj	<i>Sanna Siltala</i> UPM-Kymmene Oyj	<i>Mauri Loukiala</i> Metso Automation Oy	<i>Harri Jussila</i> UPM-Kymmene Oyj	<i>Klaus Niemelä</i> KCL Oy
<i>Vpj.</i>	Tapio Huuska	Olli Talaslahti	Ilkka Koivuniemi	Sanna Hämäläinen	Ville Valta
Siht.	Outi Pisto Pöyry Forest Industry Oy	Markus Nieminen Pöyry Forest Industry Oy	Outi Pisto Pöyry Forest Industry Oy	Markus Nieminen Pöyry Forest Industry Oy	Markus Nieminen Pöyry Forest Industry Oy
	Jorma Viinikainen Oy Metsä-Botnia Ab	Erkki Välimäki Metso Power Oy	Ilkka Koivuniemi Oy Metsä-Botnia Ab	Hanna Anttila Andritz Oy	Outi Pisto Pöyry Forest Industry Oy
	Hannu Hänninen TKK	Jorma Torniainen KCL Oy	Juha Suikki Stora Enso Saimaa Service	Merja Strengell Pöyry Forest Industry Oy	Eija Turunen Pöyry Forest Industry Oy
	Esa Ilves Inspecta Sertifiointi Oy	Olli Talaslahti Oy Metsä-Botnia Ab	Toni Henriksson Sunila Oy	Timo-Pekka Veijonen Stora Enso Oyj	Ville Valta If Vahinkovakuutus Oy
	Lasse Koivisto Andritz Oy	Juha Koskiniemi Andritz Oy	Taneli Mutikainen Metso Power Oy	Mikko Anttila Metso Power Oy	
	Kalle Salmi Metso Power Oy	Ilpo Rätty Stora Enso Oyj	Mauri Heikkinen Pöyry Forest Industry Oy	Sanna Hämäläinen Oy Metsä-Botnia Ab	
	Lauri Mattila UPM-Kymmene Oyj	Esa Vakkilainen LTY	Heikki Lappalainen Andritz Oy	Helena Wessman KCL Oy	
	Ari Santavuori If Vahinkovakuutusyhtiö Oy	Mikko Hupa Abo Akademi	Matti Ore UPM-Kymmene Oyj	Janne Liponen Alstom Power Finland Oy	
	Tapio Huuska Oy Metsä-Botnia Ab	Sami Metiäinen Pöyry Forest Industry Oy	Mika Kaijanen TUKES	Olli Dahl TKK	
	Pekka Pohjanne VTT		Pekka Tarvainen Inspecta Oy		



§ 8.4 Sihteeristö

- Outi Pisto, Pöyry Forest Industry Oy
 - Hallitus
 - Kestoisuustyöryhmä
 - Automaatiotyöryhmä
- Markus Nieminen, Pöyry Forest Industry Oy
 - Lipeätyöryhmä
 - Ympäristötyöryhmä
 - Ohjelmatyöryhmä
- Eija Turunen, Pöyry Forest Industry Oy
 - Toimistosihtööri
 - Kokousjärjestelyt



	Budjetti vuodelle 2008	budjetti- suunnitelma 2009	budjetti- suunnitelma 2010	budjetti- suunnitelma 2 011
Projektit				
SKYREC	350 000	280 000	70 000	
Kestoisuustyöryhmän tehtäväalue				
VARO-tietokanta	3 000	3 000	3 000	3 000
KLTK-ohjeet	3 000			
Soodakattilan keon jäähtyminen	5 000			
Kestoisuustyöryhmän tehtäväalue yhteensä	11 000	3 000	3 000	3 000
Lipeätyöryhmän tehtäväalue				
Minuuttisondi - kerrostuman kasvunopeus soodakattilassa	10 000	15 000		
Emäveden jatkokäsittely	10 000	10 000		
Lipeätyöryhmän tehtäväalue yhteensä	20 000	25 000	0	0
Ympäristötyöryhmän tehtäväalue				
Uuden sellutehtaan kokonais-NOx-päästöt	6 000			
Sähkösuodintuhkan käsittelyn jatkohanke	15 000			
Ympäristötyöryhmän tehtäväalue yhteensä	21 000	0	0	0
Automaatiotyöryhmän tehtäväalue				
Turva-automaatiosuosituksen päivitys ja käännös	3 900			
Laimeiden hajukaasujen keräilyyn liittyvä valvonta	10 000			
Pidentyneet keskeytymättömät ajoajat	10 000			
Kattilalaitoksen sähkötekniset turvajärjestelmät	5 000			
Automaatiotyöryhmän tehtäväalue yhteensä	28 900	0	0	0

LIITE II

Minuuttisondi - projektisuunnitelma

Mikael Forssén, Mikko Hupa/Åbo Akademi

Minuuttisondi – nopea menetelmä soodakattilan ”carry-over” määrittämiseen

Projektin suunnitelma Soodakattilayhdistykselle

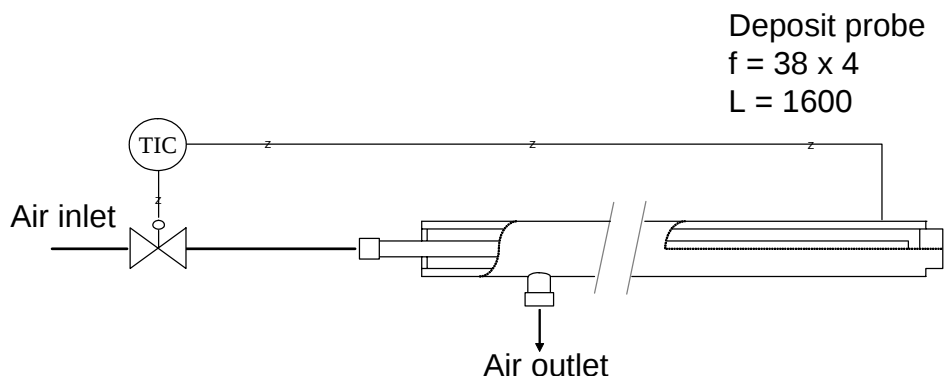
Tavoite ja tulosten hyödyntäminen

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

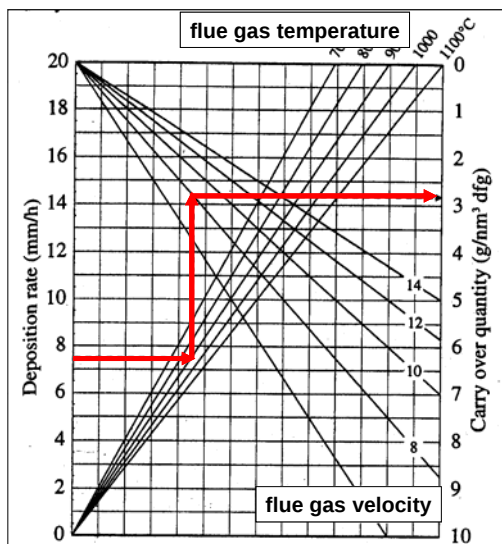
Tausta

Soodakattilan tulistimien lämmönsiirtotehokkuuden kannalta on tärkeä ymmärtää kerrostuman syntynopeus (”carry-over” määrä) eri ajotilanteissa. Åbo Akademiassa on kehitetty menetelmä kerrostumanopeuden määrittämiseksi tulipesään työnnettävän ilmajäähdetytyn sondin avulla (kuva).



Kuva 1 Ilmajäähdytetty sondi kerrostumanopeuden mittaamiseen.

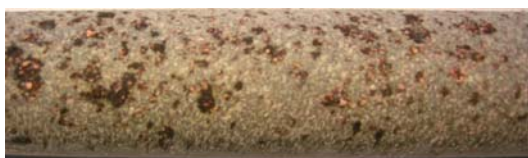
Mittauksessa ilmajäädytetty sondi simuloi höyrystinputkea. Mittaustuloksista on määritetty kerrostumanopeus (mm/h) ja tästä edelleen ”carry-over määrä” (g/m^3 d.f.g.) laskennallisen nomogrammin avulla joka on esitetty seuraavassa kuvassa.



Kuva 2 Kerrostumanopeuden määrittely nomogrammin avulla (Backman et al., 1995).

Menetelmää on käytetty mm. Soodakattilayhdistyksen projektissa "Mustalipeän uudet poltto-ominaisuudet, III-tehdasmittaukset" (1996–1997).

Joidenkin viimeaikaisten mittauksen yhteydessä otettu myös ns. minuuttinäytteitä jäähdyttämättömällä teräsputkella, jonka halkaisija on 50 mm ja pituus 1500 mm. Esimerkkejä näytteistä on seuraavassa kuvassa. Kun on tehty mittauksia samoista kohdista ilmajäähdytetyllä sondilla ja jäähdyttämättömällä (minuutti)sondilla, on havaittu että kerrostumanopeudella ja minuuttinäytteen partikkelimäärillä on tietty yhteys.



Kuva 3 Esimerkkikuvia kerrostumista jäähdyttämättömän sondin pinnalta a) kerrostumanopeus 3 mm/h ja b) kerrostumanopeus 8 mm/h.

Toimintasuunnitelma

Valitaan 3 eri soodakattilaa joista mitataan ilmajäähdytteisellä sondilla kerrostumanopeudet (mm/h) useasta eri kohdasta ja korkeuksilta (tarkastusaukot), mahdollisesti kattilan 2 eri ajomallilla. Otetaan rinnalla näytteet ns. minuuttisondilla näytteenottoaika 15 – 60 sekuntia riippuen carry-over määrästä. Minuuttisondin pinta valokuvataan ja valokuvasta määritetään partikkeliosumien määrä tietyltä pinta-alalta.

Minuuttisondin partikkelimääriä verrataan kerrostumanopeuden lukuarvoon joka on saatu ilmajäähdytteisen sondin mittauksen avulla. Näiden keskinäinen riippuvuus määritetään. Muodostetaan standardi-kuvasarja minuuttinäytteiden kuvista joissa tietty kuva vastaa tiettyä kerrostumanopeuden arvoa.

Standardi-kuvasarjaa voidaan myöhemmin hyödyntää eri tehtaiden soodakattiloilla siten että toistettaessa mittaus jäähdyttämättömällä teräsputkella 15-60 sekunnin ajan, tämän uuden mittauksen muodostamaa partikkelitiheyttä putken pinnalla voidaan tehtaalla verrata kuvasarjaan ja päätellä kerrostuman muodostumisnopeus



Projektin lopuksi voidaan suorittaa ns. käyttöönottokoulutus eli projektin tulokset ja standardikuvasarjan informaatio käydään läpi SKY:n jäsenyritysten kanssa.

Aikataulu ja raportointi

Projekti suoritetaan talven 2008–2009 aikana. Projektin tuloksia esitellään LTR:n kokouksissa PowerPoint-kuvasarjoja ja käydään projektin lopuksi läpi edellä kuvatussa käyttöönottokoulutuksessa SKY:n jäsenyritysten kanssa (kokonaiskesto 1 – 3 työpäivää). Projektin tärkein dokumentti on standardi-kuvasarja ja ohjeet niiden tulkitsemiseksi (käyttöohjeet) jota voidaan hyödyntää SKY:n jäsenyritysten soodakattiloilla.

Kustannukset

1. Tutkimustyö (4 kk)
2. Koordinointi
3. Matkat

25 000 Eur (+VAT)

Laskutus

Laskutuksen aikataulu

- | | |
|---|--------------------|
| 1) 3 kk projektin aloituksen jälkeen (2008) | 10 000 Eur (+ VAT) |
| 2) Loppuraportin jälkeen (2008/2009) | 15 000 Eur (+ VAT) |

Viitteet

Backman et al.: ICRC 1995

Mikko Hupa
Professori

Mikael Forssén
Projektipäällikkö

LIITE III

Minuuttisondi - esitys

Mikael Forssén, Mikko Hupa/Åbo Akademi



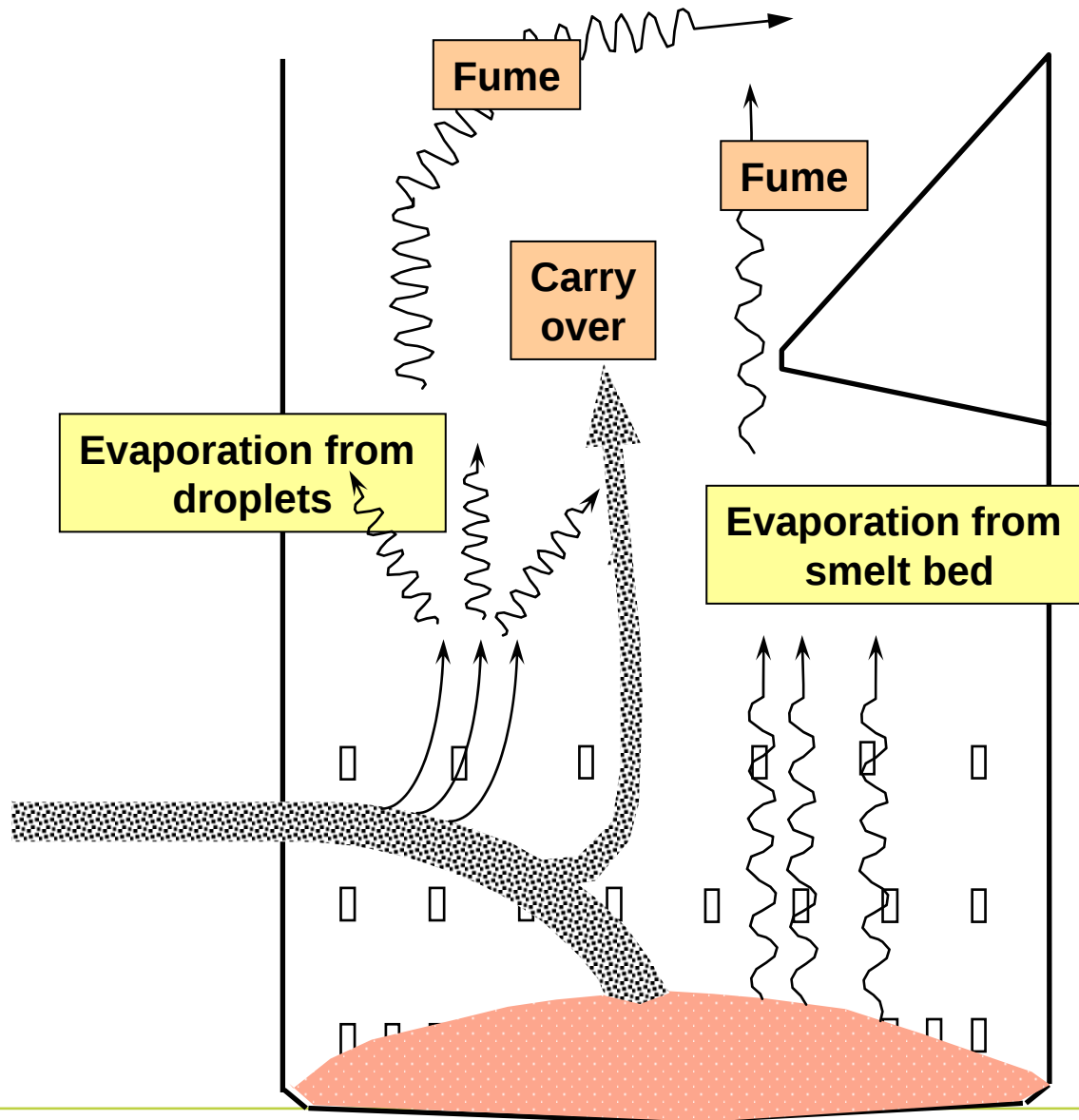
Nopea menetelmä soodakattilan "carry-over" määrittämiseen

Tutkimusprojektin suunnitelma
Suomen Soodakattilayhdistykselle

Pöyry-talo
14.5.2008

Mikael Forssén, Mikko Hupa, Tor Laurén
Åbo Akademi, Turku

Tulistinkerrostumien muodostuminen



Projekti ”Minuuttisondi”

- On havaittu että kerrostumien muodostumisnopeudella tulistimissa ja ”minuuttinäytteen” partikkelimäärällä on tietty yhteys

TAVOITE:

Kehitetään nopea menetelmä kvantifioida soodakattilan kerrostuman muodostumisnopeus. Projektissa kalibroidaan ko. menetelmä.

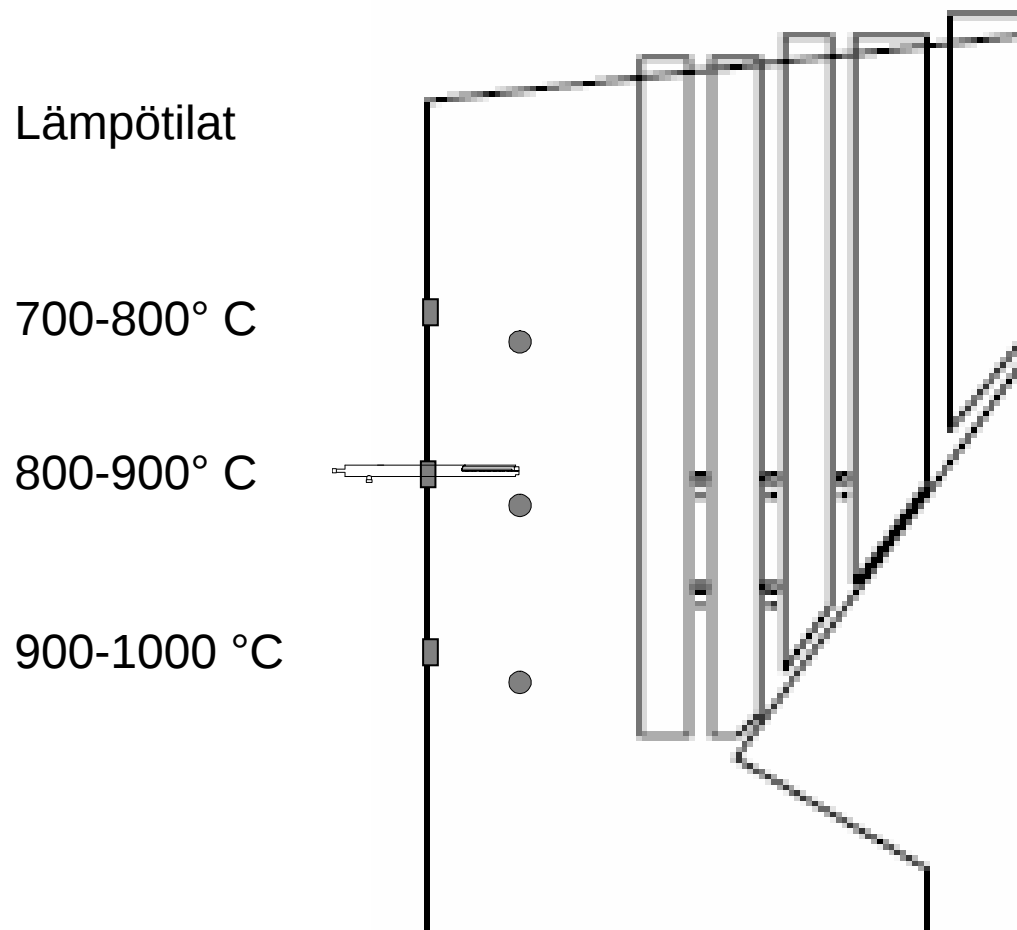
HYÖDYNTÄMINEN:

Menetelmästä voidaan kehittää yhteinen ja vertailukelpoinen (standardi) suomalaisille soodakattiloille, mitata kerrostumanopeutta eri ajotilanteissa nopealla ja suhteellisen yksinkertaisella tavalla

Taustaa

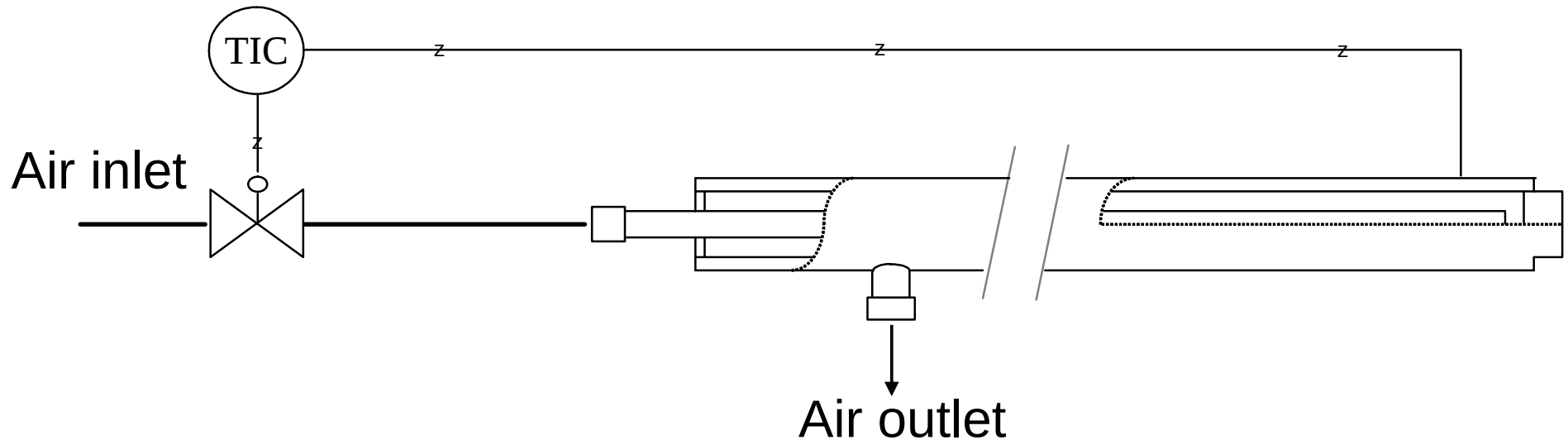
- Soodakattilan tulistimien lämmönsiirtotehokkuuden kannalta on tärkeä ymmärtää kerrostuman syntynopeus ("carryover" määrä) eri ajotilanteissa
- Åbo Akademiassa on kehitetty menetelmä kerrostumanopeuden määrittämiseksi tulipesään työnnettävän ilmajäähdytetyn sondin avulla
 - ilmajäädytetty sondi simuloi 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

Yleisimmät carry over mittauspaikat



Ilmajäähdytetty sondi kerrostumamäärän mittaamiseen

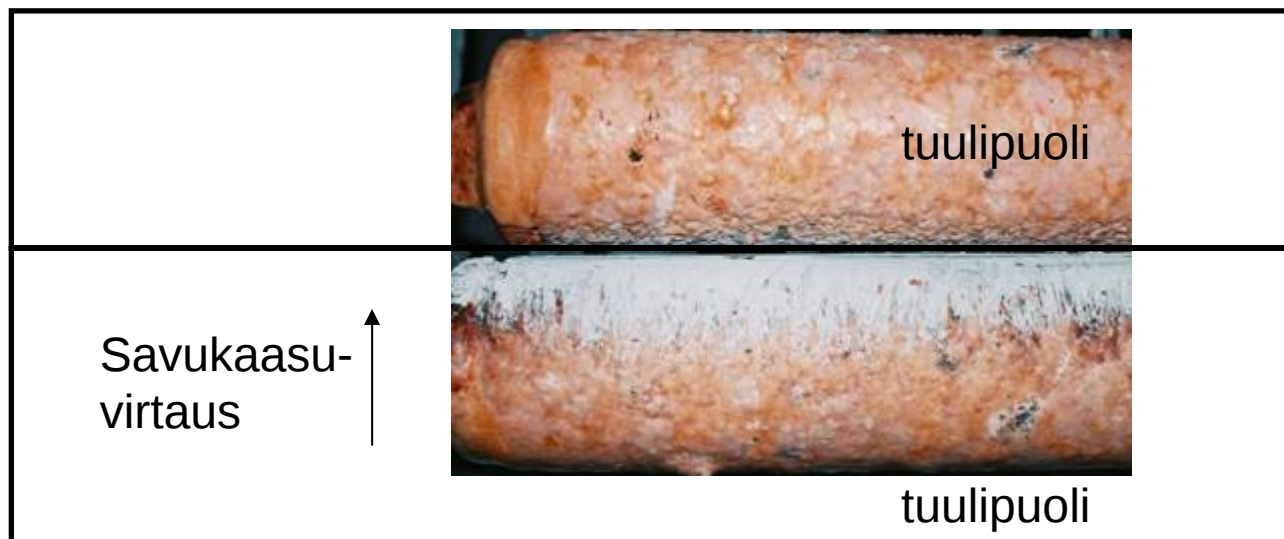
Deposit probe
 $f = 38 \times 4$
 $L = 1600$



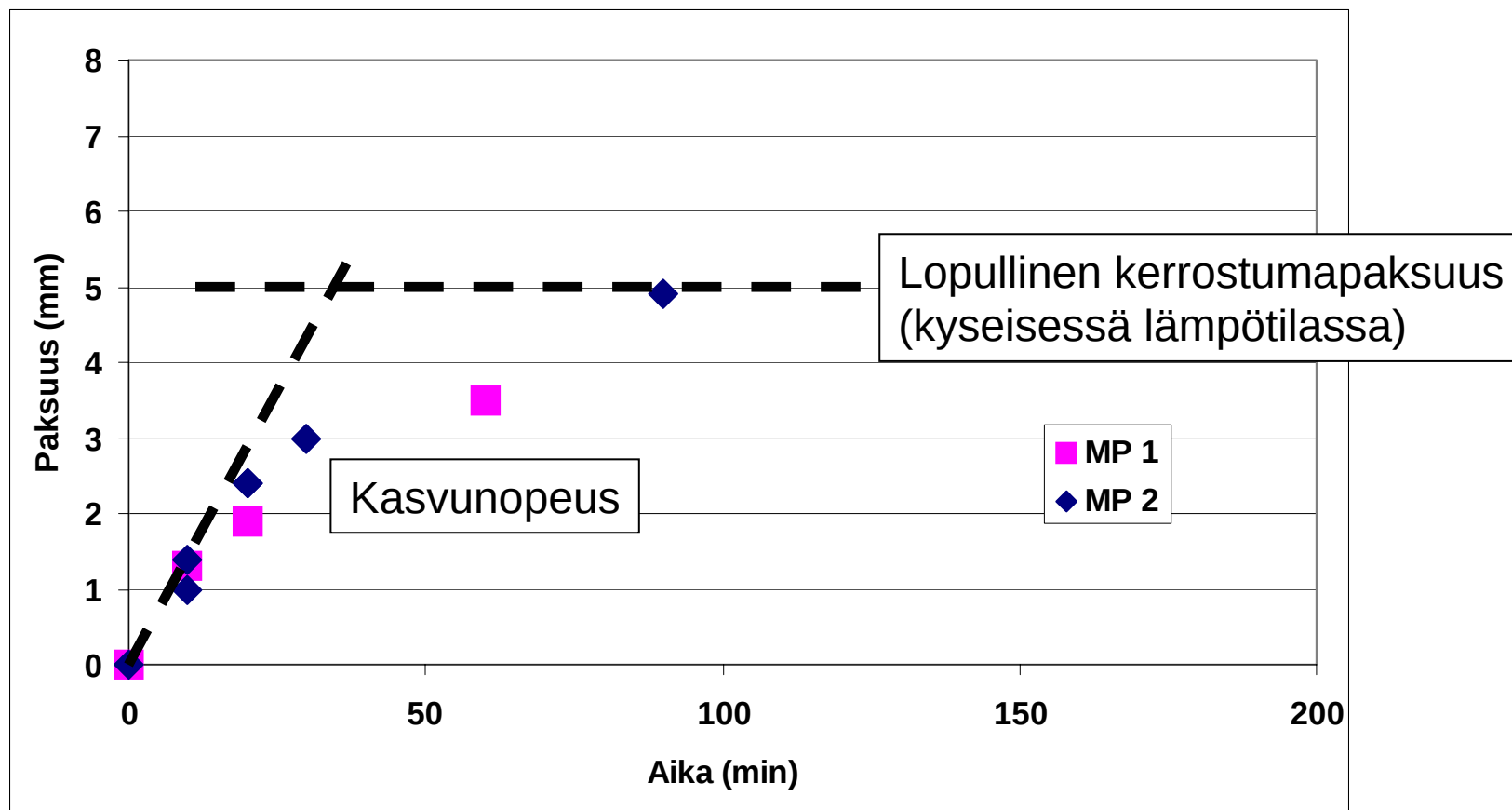
Ilmajäähdytetty sondi kerrostumanopeuden mittaamiseen



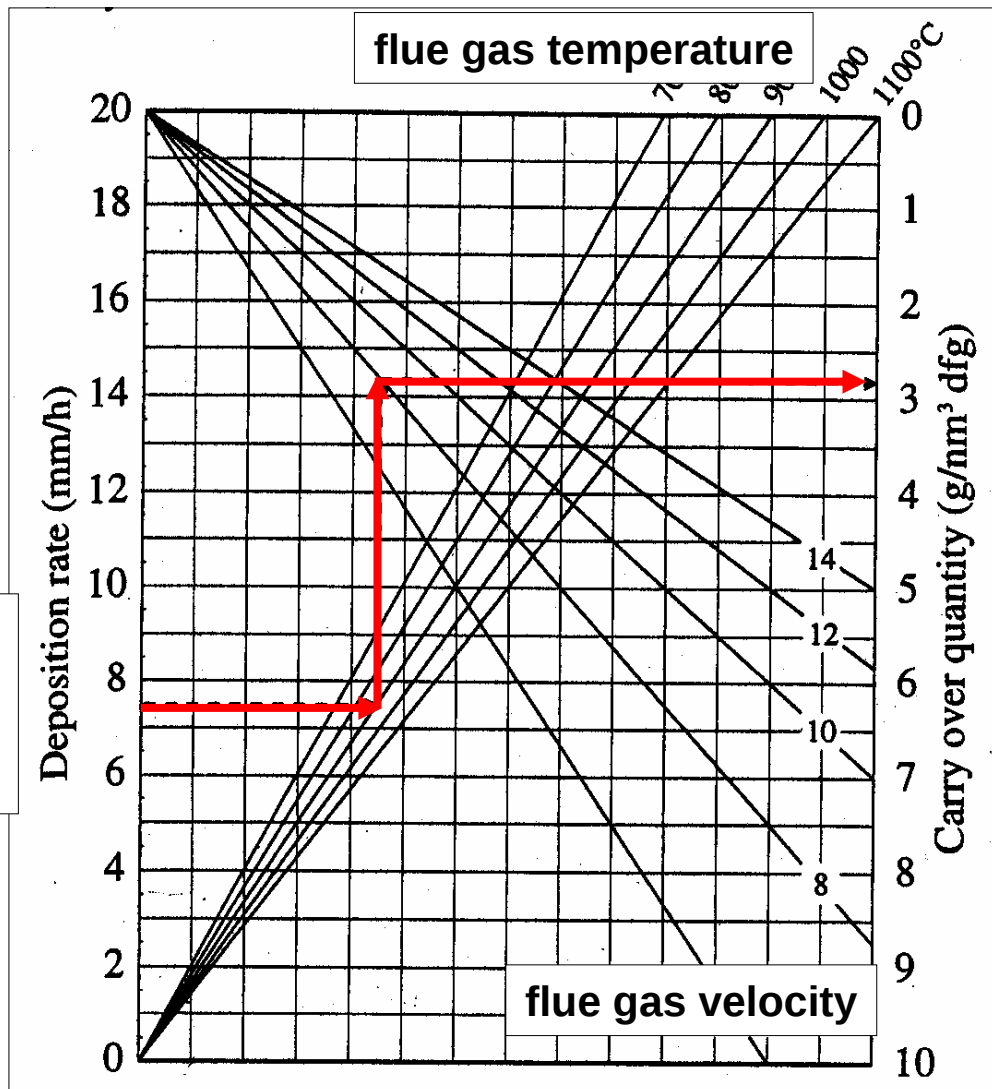
Ilmajäähdytetty sondi kerrostumanopeuden mittaamiseen (kuvia kerrostumista)



Ilmajäähdytetty sondi kerrostumanopeuden mittaamiseen (mittaustuloksia)



Ilmajäähdytetty sondi kerrostumanopeuden mittaamiseen (laskentarutiini)



7.5 mm/h
900 °C
8 m/s

Backman et al. ICRC 1995

Carry-over määrä
3.2 g/nm³ (kuivat s.k.)

Comments to nomograph
- lower flue gas temp. leads
to lower carry-over

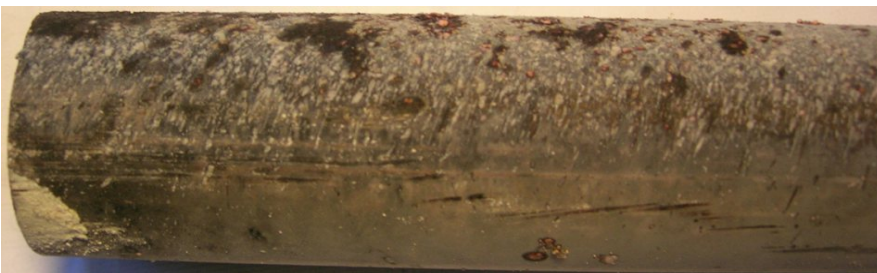
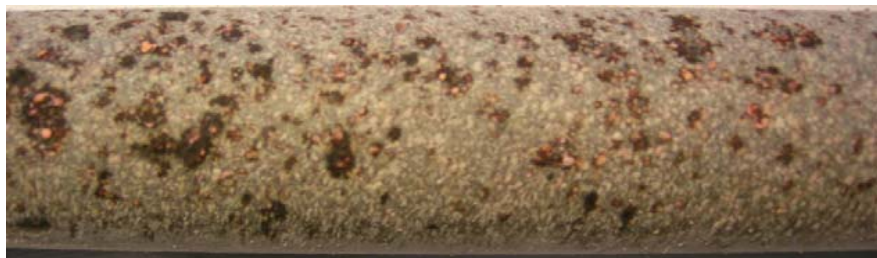
- higher flue gas vel. leads
to lower "carry-over"

Minuuttisondin ”prototyyppi”

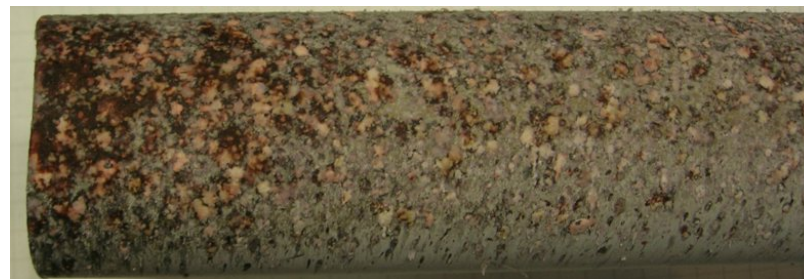


Koemittauksia ”Minuuttisondilla” (kuvia kerrostumista)

Kerrostumanopeus 3 mm/h



Kerrostumanopeus 8 mm/h



Projekti ”Minuuttisondi”

- On havaittu että kerrostumien muodostumisnopeudella tulistimissa ja ”minuuttinäytteen” partikkelimäärällä on tietty yhteys

TAVOITE:

Kehitetään nopea menetelmä kvantifioida soodakattilan kerrostuman muodostumisnopeus. Projektissa kalibroidaan ko. menetelmä.

HYÖDYNTÄMINEN:

Menetelmästä voidaan kehittää yhteinen ja vertailukelpoinen (standardi) suomalaisille soodakattiloille, mitata kerrostumanopeutta eri ajotilanteissa nopealla ja suhteellisen yksinkertaisella tavalla

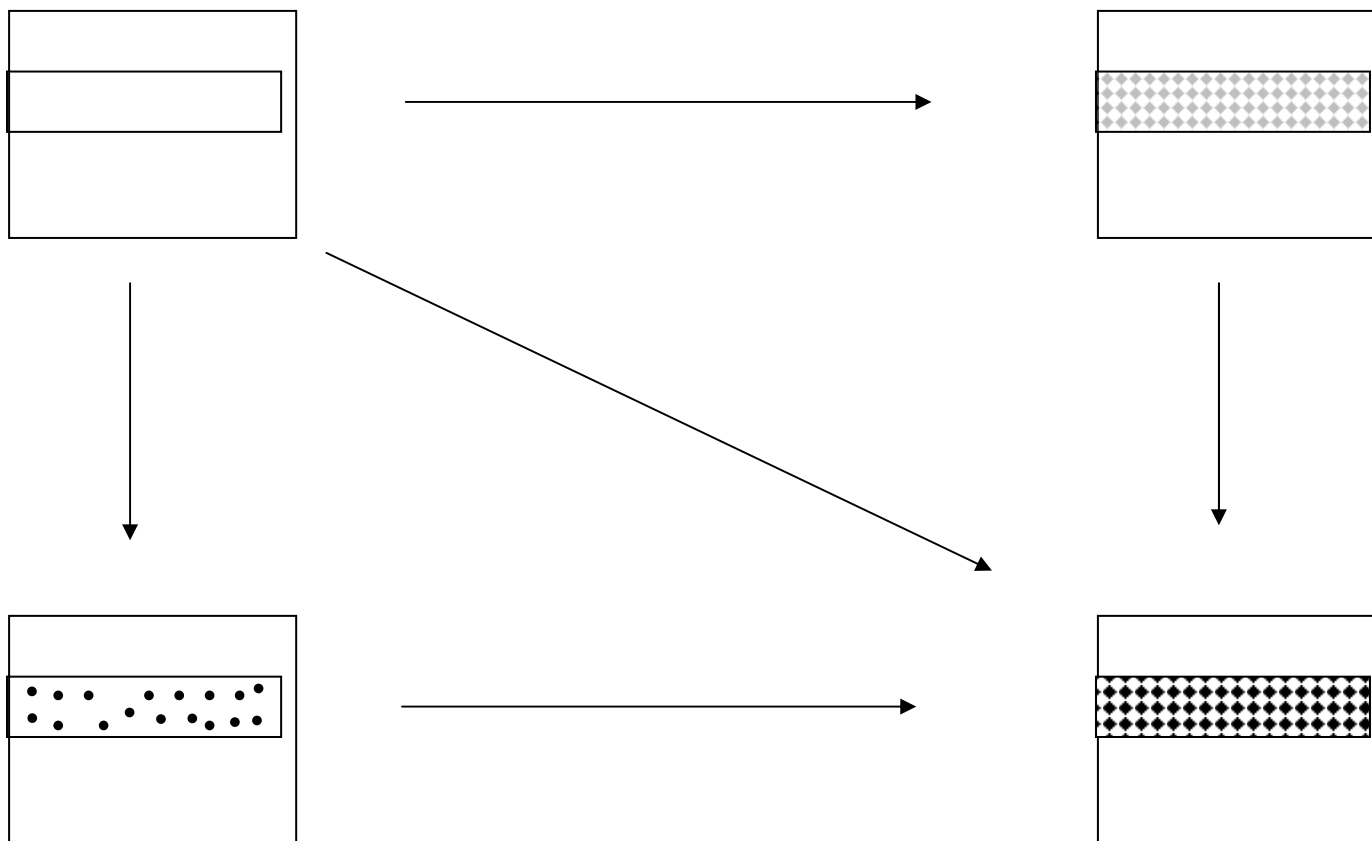
Projektin ”Minuuttisondi” toteutus

- Mitataan ilmajäädytteisellä sondilla kerrostumanopeudet (mm/h) 3 eri soodakattilasta
 - eri kohdista ja korkeuksilta (tarkastusaukot)
 - mahdollisesti kattilan 2 eri ajomallilla
- Otetaan rinnalla näytteet ns. minuuttisondilla
 - näytteenottoaika 15 sek – 60 sek riippuen carryover-määrästä
 - valokuvataan sondin pinta
 - määritetään valokuvasta partikkeliosumien määrä tietyltä pinta-alalta
- Verrataan minuuttisondin partikkelimäärää kerrostumanopeuden lukuarvoon $\Rightarrow$ korrelaatio

Projektin ”Minuuttisondi” toteutus

- Muodostetaan standardi-kuvasarja minuuttinäytteiden kuvista
 - ⇒ Uuden menetelmän näytteitä voidaan tehtaalla verrata kuvasarjaan ja päätellä kerrostuman muodostumisnopeus
 - ⇒ Projektin tulokset ja standardikuvasarjan informaatio käydään läpi SKY:n jäsenyritysten kanssa (käyttöönottokoulutus)

Kerrostuma osuma- ja laatukartta



Aikataulu - ”Minuuttisondi”

- Projekti suoritetaan vuodenvaihteessa 2008-2009
- Kesto noin 5 kk

	viikko																										
	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4						
Tapahtuma	Syyskuu				Lokakuu				Marraskuu				Joulukuu				Tammikuu										
Tehtaiden valinta																											
Valmistelut																											
Tehdaskampanja 1																											
Tehdaskampanja 2																											
Tehdaskampanja 3																											
Raportointi																											
Koulutus																											

LIITE IV

Emäveden jatkokäsittely - projektisuunnitelma

Kurt Siren, Sirra T:mi

Tutkimusehdotus: Emäveden jatkokäsittely

29.11.06/Kurt Sirén

Tausta

Emävesi sisältää merkittäviä määriä erottumatonta mäntyöljyä, joka on suurimmaksi osaksi sidottu ligniiniin ns. ligniinilauttana. Ligniinilautta verottaa mäntyöljyn saantoa, ja takaisin haihduttamolle kulkeutuva mäntyöljy kuormittaa soodakattilaa, mikä on haitallista erityisesti jos soodakattila on pullonkaulana tuotannossa. Mäntyöljy on biopolttoaine, jolla on hyvä lämpöarvo ja on nykyisin korkeassa kurssissa, ja siksi saannon optimointi on tavoiteltavaa.

Emävesi sisältää myös kalsiumia, joka haihduttamalla aiheuttaa lämpöpintojen likaantumista. Kalsiumkarbonaattikerrostumat ovat vaikeasti poistettavia, ne on porattava, mihin liittyy useimmiten useamman päivän tuotannon pysähdys sekä merkittäviä työkuksannuksia. Kalsiumin erottaminen ennen pumppaamista haihduttamolle toisi siksi merkittävää etua.

Jos emäveden annetaan seistä, se erottuu eri kerroksiin. Päälimmäiseksi nousee mäntyöljy- ja ligniini-kerros, keskimmaisessa kerroksessa on vesiliuos ja pohjalle laskeutuu kipsi ja muut kiintoaineet. Eräässä tutkitussa emävedessä eri ainesosat jakautuivat seuraavasti: Öljy+ligniiniosaa 27 %, vesifaasi 72 % ja kipsi 1 %. Kalsiumista 4 % oli öljy+ligniiniosassa, 10 % oli vesifaasissa ja 86 % oli kipsissä. Näin ollen valtaosa kalsiumista oli sidottu hyvin pieneen osaan ainevirrasta. Näytteenotossa emävesi tulee kuitenkin hyvin vaihtelevassa muodossa, ja öljy+ligniinikerros/vesifaasisuhde vaihtelee.

Tavoite

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

Mahdollisia keinoja

Emävedestä pohjalle laskeutuva sakka, joka siis sisältää valtaosan kalsiumista, on erotettavissa hyvin yksinkertaisin keinoin. Haihduttamon likaantumisen kannalta sakan poistaminen olisi hyvin merkittävä parannus.

Vesiosasta voidaan saostaa liuennut kalsium, jonka määrä esimerkkitapauksessa oli n. 10 %, lisäämällä karbonaattia, jolloin muodostuu kalsiumkarbonaattia. Lisäys voidaan tehdä esim. viherlipeän muodossa. Muodostunut kalsiumkarbonaatti voidaan edullisesti poistaa yhdessä kipsin kanssa, jolloin yksi erotusvaihe riittää.

Sakka ja vesikerros voidaan helposti erottaa öljy+ligniinikerroksesta. Erottamalla vesifaasi voidaan pienentää öljyä ja ligniiniä sisältävän osan tilavuus noin 30 - 40 %:iin. Öljy+ligniiniosan käsittelyyn tarvittavan laitteiston koko pienenee vastaavasti, minkä vuoksi osien erottaminen toisistaan on edullista.

Öljy ja ligniini ovat vaikeasti erotettavissa toisistaan. Alustavat mikroskooppitutkimukset viittaavat siihen, että ligniini-öljymössö koostuu öljypallukoista, jotka eivät valu yhteen, koska niiden pinnassa on "ligniinipölyä", mikä estää niiden yhteenliittymisen. Tämä selittää myös sen, miksi niin pienellä ligniinimäärällä on niin suuri vaikutus. Jotta öljypisarot saataisiin yhtymään, tämä rakenne on tavalla tai toisella hajotettava.

Eräs mahdollinen keino olisi ligniinin uudelleen liuottaminen käyttämällä pelkän neutraloinnin sijaan väkevämpää lipeää, ja siten öljyn vapauttaminen, jolloin se erottuu helpommin. Öljy saattaa osittain palautua suovaksi. Toinen mahdollisuus voisi olla seoksen kuumentaminen paineen alla. Voidaan myös ajatella että osa valmiista mäntyöljystä kierrätetään takaisin, ja yritetään siten saada öljypallukat tarttumaan yhtenäiseen öljyfaasiin. Mekaaninen voimakas sekoittaminen saattaisi myös auttaa.

Mahdollinen menetelmä voisi myös olla se, että öljy+ligniiniosa palautetaan sellun keittoon, jolloin ligniini liukenee ja öljy palaa suopana normaalia tietä.

Työehdotus

1. Koemateriaali

Hankitaan emävetä kahdelta tehtaalta, toinen havutehdas ja toinen havu+koivutehdas. Hankitaan myös muita mahdollisesti tarvittavia aineita, kuten viherlipeää, valkolipeää ja hapetettua valkolipeää ja/tai viherlipeää.

2. Ligniinilautan rakenteen tutkiminen

Tehdään mikroskooppivalokuvasarja, jolla rakennetta voidaan havainnollistaa. Määritetään myös lautan komponenttien osuudet, eli ligniini, öljy ja vesi.

3. Erottumisen aikariippuvuus

Selvitetään miten pitkä aika tarvitaan eri kerroksien tyydyttävään erottumiseen.

Hyvän sekoituksen jälkeen annetaan kerroksien erottua toisistaan, ja seurataan miten eri kerrokset erottuvat ja asettuvat ajan funktiona. Käytetään perinteistä mittalasin menetelmää.

Teollisessa laitteessa nestepylvään korkeus on useita metrejä, mikä luonnollisesti vaikuttaa erottumisaikaan. Aikariippuvuus sellaisissa oloissa on tutkittava erikseen. Tässä yhteydessä, kun haetaan sopivia lisäaineita ja annosteluja, käytetään yksinkertaista mittalasin menetelmää.

4. Kalsiumsakan erottaminen

Selvitetään kokeellisesti, miten hyvin kalsium voidaan erottaa emävedestä sellaisenaan ja käyttäen apuaineina viherlipeää tai natriumkarbonaattia, ja muuttamalla olosuhteita. Vaihdeltaan annostelua ja aikaa. Annetaan emäveden seistä tietyn ajan, ja erotetaan sakka ja vesi. Määritetään kalsium vesiosassa. Saostusta saattaa haitata esim. liian hienojakoisen sakan syntyminen, jolloin laskeutuminen hidastuu.

5. Öljy + ligniinikerroksen käsittely

5.1 Ligniinin liuottaminen lipeällä

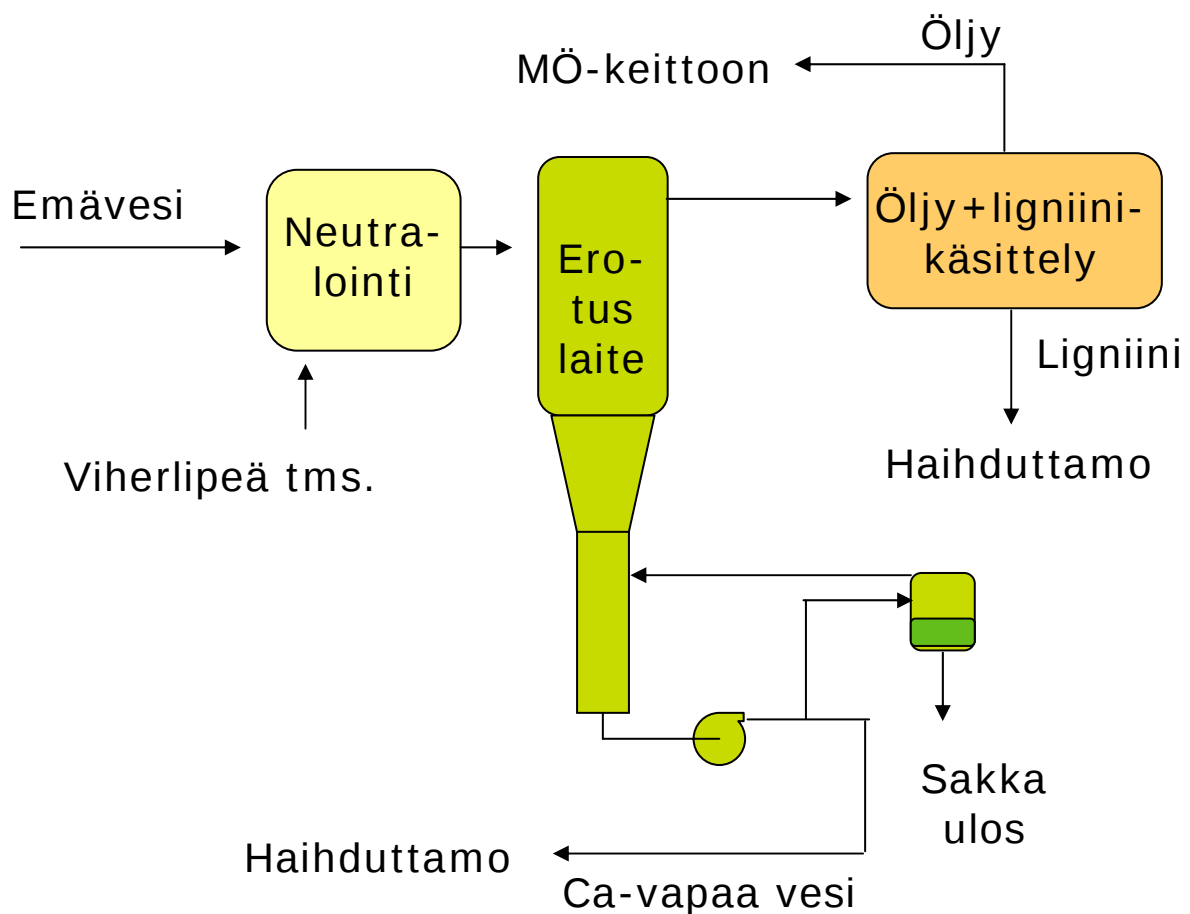
Alustavissa kokeissa ligniiniä ei saatu liukenemaan pelkästään lisäämällä alkalia viherlipeän muodossa. Liuottamiseen tarvitaan vahvempaa alkalia, korkeampi lämpötila ja enemmän aikaa. Selvitetään olosuhteita, joita tarvitaan ligniinin liuottamiseen. Luonnollinen kemikaalivalinta on valkolipeä.

5.2 Lämpökäsittely

Käsitellään öljy+ligniiniosa autoklaavissa eri lämpötiloissa, ja seurataan saadaanko öljy erottumaan erilliseksi kerrokseksi. Voidaan käyttää lämpötiloja 180 asteeseen saakka, ja eri käsittelyaikoja. Kokeillaan myös jos mäntyöljyn lisäys edistää öljypallukoiden yhtymistä yhtenäiseen kerrokseen.

Kustannusarvio: 20 000 € + alv.

Ajateltu prosessi



LIITE V

Emäveden jatkokäsittely - esitys

Kurt Siren, Sirra T:mi

Emäveden jatkokäsittely

Kurt Sirén

Sirra T:mi



Tausta

- Emäveden mukana kulkeutuu mäntyöljyä takaisin haihduttamolle ja sieltä soodakattilaan
 - verottaa MÖ-saantoa (MÖ:n hinta hyvä)
 - häviö lienee n. 3 M€/vuosi/tehdas
 - sähköntuotanto kuitenkin eduksi
 - haitta jos SK on pullonkaula
- Emävesi tuo Ca:ta haihduttamoon
 - aiheuttaa likaantumista
 - syötettävä keulaan, höyrynkäytön kannalta ei optimaalista

Emäveden osat

Esimerkkitapaus

Osat erottuvat seistessä

	Osuus %	Ca:n jakautuminen %
MÖ + ligniini	27	4
Vesi	72	10
Kipsi	1	86

Tavoite

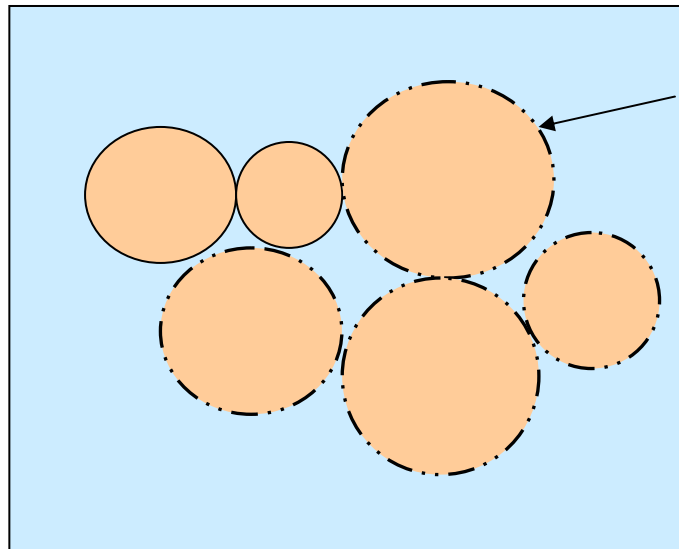
Löytää keino emäveden käsittelemiseksi, jolla voidaan parantaa mäntyöljyn saantoa, ja vähentää haitallisen kalsiumin kulkeutumista takaisin haihduttamolle



Mahdollisia keinoja

- Kipsiosa laskeutuu hyvin ja on helposti erotettavissa
- Vesiosasta voidaan saostaa CaCO_3 , esim. viherlipeällä (samalla neutralointi)
 - näiden toimenpiteiden jälkeen voidaan ottaa emävesi haihduttamon peräpäähän
- Erottamalla vesi ligniiniosasta voidaan pienentää käsiteltävä virta n. 30 – 40 %:iin (pienentää laitekokoja)
- Keskeistä: Ligniinin ja mäntyöljyn erottaminen toisistaan ja yhtenäisen öljyfaasin aikaansaaminen

Ligniinilautan rakenne alustavien mikroskooppihavaintojen perusteella (vielä verifioitava):



Ligniini asettuu "pölynä" öljypallukan pintaan ja estää yhteenliittymisen

Selittää miksi jo noin 1 % ligniinipitoisuus vaikuttaa niin paljon

Rakenne saatava hajoamaan

- Ligniinin uudelleenliuottaminen?
 - vahvempi alkali
- Viskositeetin alentaminen?
 - paine + lämpötilakäsittely
 - saadaanko pallukat valumaan yhteen yhtenäiseksi öljyfaasiksi?
- Valmiin MÖ:n palauttaminen?
 - öljyä myös ligniinikerroksen toiselle puolelle
 - mekaaninen käsittely?
- Ylläolevien yhdistäminen?

Työehdotus

1. Koemateriaalin hankinta, 2 tehdasta
 - havutehdas ja havu + koivutehdas
 - viher- ja valkolipeä, NaOH + mahd. muita tarvikkeita
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

4. Kalsiumsakan erottaminen (labrassa)

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

5. Öljy + ligniinikerroksen käsittely

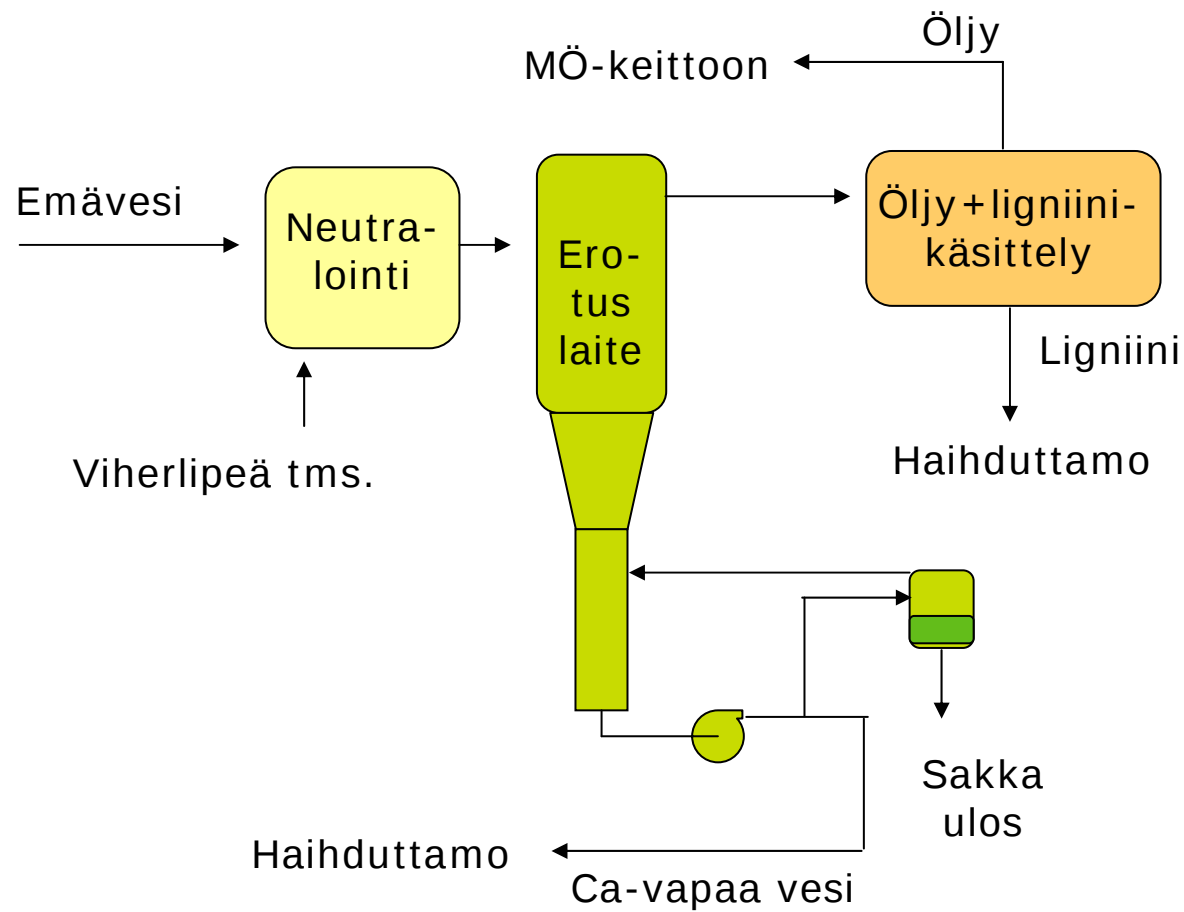
5.1 Ligniinin liuottaminen lipeällä

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

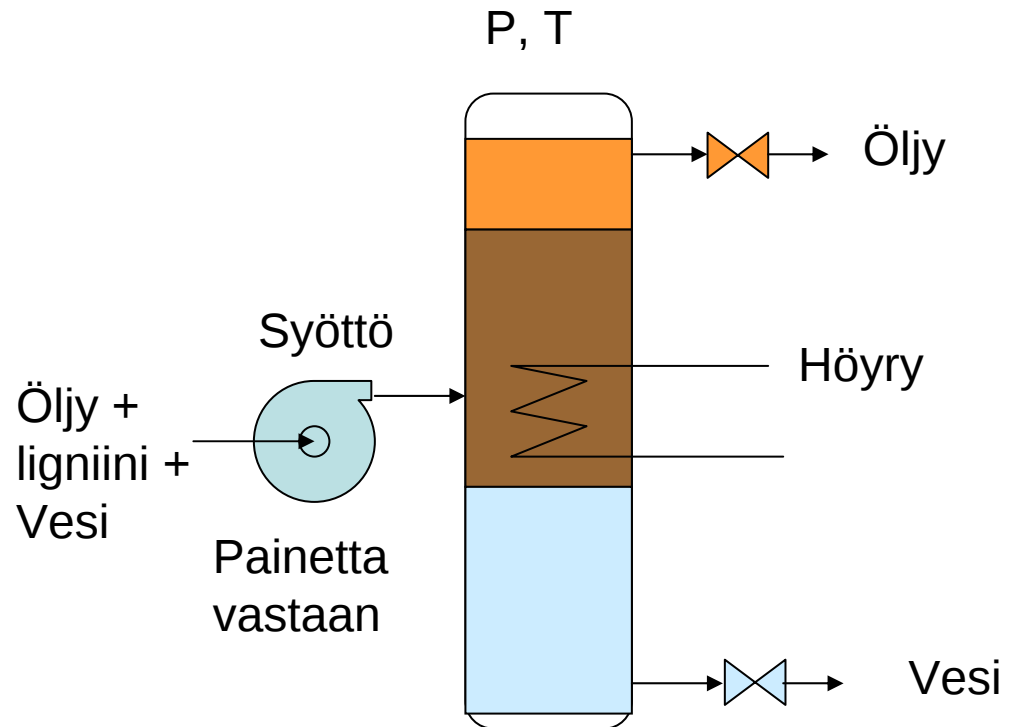
5.2 Lämpö (ja paine)-käsittely

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

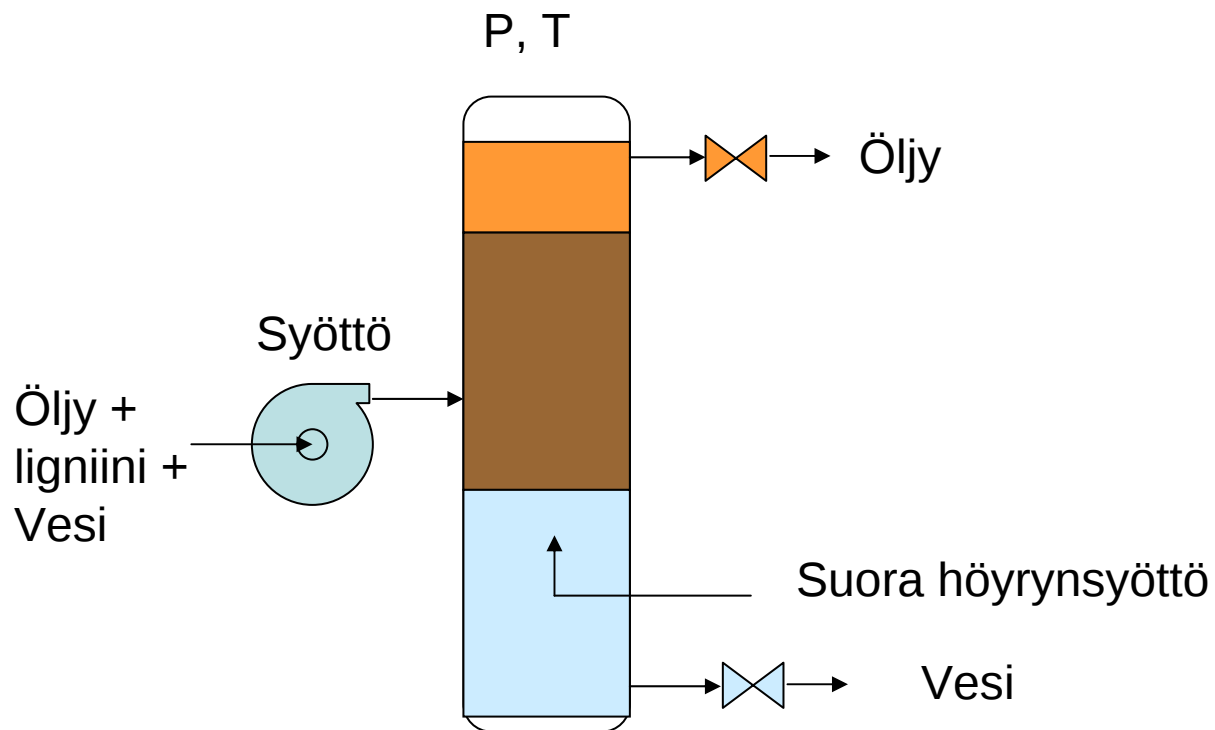
Ajateltu prosessi



Mahdollinen lämpökäsittelyprosessi, jatkuvatoiminen



Mahdollinen lämpökäsittelyprosessi, eräperiaatteella



LIITE VI

SKYREC - tutkimussuunnitelma



18.12.2007

SOODAKATTILAN SÄHKÖENERGIATEHOKKUUDEN NOSTAMINEN UUELLE TASOLLE

TUTKIMUSSUUNNITELMA

1	TAUSTAA	2
2	PROJEKTIN TAVOITTEET	3
3	HANKEKOKONAISUUS	4
4	PROJEKTIN TEHTÄVÄT	6
4.1	Uudet soodakattilakonseptit sähköntuotannossa (WP1)	6
4.1.1	Soodakattilan polttoainevalikoiman laajentaminen	6
4.1.2	Soodakattilan sähköntuotannon lisääminen tehtaan modernisoinnin yhteydessä	7
4.1.3	Soodakattila läpivirtauskattilana - konseptitarkastelut	7
4.2	Tulistetun höyryn lämpötilan kohottaminen (WP2)	7
4.2.1	Korroosiokemia korkeilla höyrynarvoilla	8
4.2.2	Tulistinmateriaalien soveltuvuus korkeisiin lämpötiloihin	9
4.3	Soodakattilan höyrynpaineen nostaminen (WP3)	9
4.3.1	Keraamiset ja metalliset rakennemateriaalit korkeapaineisessa kattilassa	10
4.3.2	Tulipesän lämpökuorman vaikutus kattilan mitoitukseen	10
4.3.3	Tulipesämateriaalit korkeapaineisessa soodakattilassa	11
4.4	Kattilaveden ja höyryn laadun varmistaminen (WP4)	12
4.4.1	Kemikaalien testausmenetelmän kehitys	13
4.4.2	Käytössä olevien hapenpoistokemikaalien testaus	13
4.4.3	Kalvon muodostuminen autoklaavikokeissa	13
4.4.4	Kalvon muodostuminen soodakattilaolosuhteissa	13
4.4.5	Vedenkäsittelyn kehitys soodakattilassa	14
4.4.6	Veden laadun valvonta soodakattilassa	14
5	PROJEKTIN TOTEUTUS	15
6	PROJEKTIN TULOSTEN HYÖDYNTÄMINEN	15
7	KANSALLINEN JA KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ PROJEKTISSA	15
8	PROJEKTIN ORGANISOINTI	17
9	PROJEKTIN AIKATAULU JA RAHOITUS	18
9.1	Alustava rahoitussuunnitelma	19
9.2	Alustava kustannusjako	19



18.12.2007

1 TAUSTAA

Päästökauppa ja raakaöljyn maailmanmarkkinahinnan ripeä nouseminen on lisännyt kiinnostusta hiilidioksidivapaata bioenergiaa kohtaan. Sähköenergian hinnan nousu on myös synnyttänyt kiinnostuksen lisätä soodakattilalaitoksella tuotetun sähköenergian määrää. Perinteisesti soodakattilatekniikka on tavoitellut korkeaa käytettävyyttä ja keskittynyt kemikaalien talteenottoon sekä sellutehtaan vaatiman höyryn tuotantoon ilman vaurioriskejä. Tämän johdosta soodakattilan sähköenergiatehokkuus ja sähköntuotantokyky on tyypillisesti matala verrattuna perinteisiin voimalaitosratkaisuihin. Sähköenergiatehokkuuden nostaminen tarkoittaa käytännössä kattilan käyttöpaineen ja -lämpötilan nostamista nykyisiä arvoja korkeammaksi, tasolle, jota on jo käytetty konventionaalisissa voimalaitoksissa.

Metsäteollisuuden sähkön tarve oli vuonna 2005 yhteensä n. 25 miljardia kWh. Se on n. 60 % teollisuuden ja n. 30 % koko Suomen sähkönkulutuksesta. Sellutehtailla syntyvä mustalipeä nousi, työmarkkinaselkkauksista huolimatta, vuonna 2005 sähkön ja lämmön tuotannon polttoaineista suurimmaksi ja sen osuus sähkön ja lämmön tuotannon polttoaineista nousi 23 prosenttiin, vaikka metsäteollisuuden polttoainemäärä laski edellisvuotisesta 11 prosenttia. Metsäteollisuuden oman energiantuotannon vuoksi mustalipeä pysyi lämmön ja sähkön yhteistuotannon suurimpana polttoaineena ja mustalipeän osuus käytetyistä polttoaineista oli n. 30 %. Soodakattiloilla tuotetun sähkön merkitys Suomen bioenergiaan pohjautuvassa sähköntuotannossa on siis erittäin suuri.

Sellua valmistettiin vuonna 2006 lähes kahdeksan miljoonaa tonnia. Sellun valmistuksen yhteydessä syntyvän mustalipeän polton yhteydessä sähköä tuotettiin n. 7 miljardia kilowattituntia eli keskimäärin noin 850 kWh/ts. Saatava lisäbioenergian tuotantopotentiaali soodakattiloilta on erittäin suuri, sillä lopullisesta kytkennästä riippuen, sähkön tuotanto soodakattilasta voi olla jopa 1500 kWh/ts. Biosähkön tuotannon lisäyspotentiaali voi olla siten jopa 4.5 miljardia kWh tai n. 3 % koko suomen sähköntuotannosta. Lisäsähkön tuotantopotentiaali on siten 150 – 250 miljoonaa euroa vuodessa.

Suomalaisen sellu- ja paperiteollisuuden kilpailukyvyyn ylläpitäminen edellyttää prosessien jatkuvaa kehittämistä. Markkinasellun reaalihinnan lasku 1.5 % vuodessa edellyttää vastaavansuuruista parannusta tehtaan tuotantotehokkuudessa. Tuotantotahokkuuden avaintekijöitä ovat prosessien omakäyttötehon alentaminen ja energiatehokkuuden lisääminen. Modernit havutehtaat ovat jo sähköenergian suhteen yliomavaraisia, mutta eukalyptussellun korkeasta saannosta johtuen, eukalyptustehtaiden energia-omavaraisuusaste on huomattavasti pienempi. Raaka-ainepohjan siirtyessä enenevässä määrin korkean saannon omaaviin prosesseihin, on tehtaan ja soodakattilan sähköenergiatehokkuuteen nostamiseen panostettava yhä enemmän. Myös vanhojen tehtaiden modernisointien yhteydessä on oltava mahdollisuudet sähköntuotannon energiatehokkuuden lisäämiseksi.



18.12.2007

Tässä tutkimuksessa kehitettyihin ratkaisuihin perustuvat ensimmäiset soodakattilalaitokset voidaan saada käyttöön 2010–2015 mennessä ja puolet potentiaalista olisi toteutunut vuoteen 2020 mennessä. Molemmat kotimaiset kattilatoimittajat Andritz Oy ja Metso Power Oy osallistuvat hankkeeseen, joten projektin tuloksia voidaan hyödyntää kaikissa tulevilla kattilatoimitusprojekteissa. Esim. aiemmissa hankkeissa saatuja tuloksia on jo voitu hyödyntää hankittaessa uutta soodakattilalaitosta UPM-Kymmene Oyj:n Kuusankosken sellutehtaalle.

2 PROJEKTIN TAVOITTEET

Projektin keskeinen tavoite on kehittää sellaisia soodakattilan sähköenergiatehokkuuden nostamisen kannalta oleellisia seikkoja, joita ei aiemmin ole selvitetty. Tämän varmistamiseksi projektiin osallistuvat yritykset ovat tiiviisti osallistuneet projektin valmisteluun ja projektisuunnitelman laadintaan. Lisäksi yritykset ovat tuoneet esiin tavoitteensa projektin tuloksista ja niiden hyödyntämisestä yrityskohtaisesti.

Projektissa tullaan keskittymään materiaali- ja rakenneteknisiä ratkaisuja soodakattilan sähköenergiatehokkuuden nostamiseksi nykyisestä tasostaan. Soodakattilayhdistyksen edeltävissä hankkeissa on luotu hyvät menetelmät laboratorio- ja kenttämittausten tekemiseksi yhteistyössä korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten kanssa. Näitä menetelmiä tullaan tarkoituksenmukaisin osin soveltamaan myös tässä hankkeessa. Projektin tavoitteena ei ole ratkaista yksittäisten yritysten tuotekehitysasioita, vaan hankkia yleisesti sovellettavaa perustietämystä eri yritysten hyödynnettäväksi.

Pääpaino tässä hankkeessa on kenttäkokeiden kautta saatavien käytännön tulosten hyödyntämisessä soodakattiloiden sähköenergiatehokkuuden nostamiseksi ja soodakattiloista saatavan sähköntuotannon maksimoimiseksi. Kattilalaitoksissa käytettävien paineiden ja lämpötilojen noustessa joudutaan käyttävää 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.



18.12.2007

3 HANKEKOKONAISUUS

Suomen Soodakattilayhdistys ry (SKY) toimii projektin virallisena hakijana ja hankkeen vastuullinen johtaja on Suomen Soodakattilayhdistys ry:n puheenjohtaja. Projektin koordinointi ulkoistetaan sopivalle taholle ja hanke jaetaan projektihallinnan helpottamiseksi osakokonaisuuksiin, työpaketeiksi (Work Package, WP), joilla on erilliset budjetit ja aikataulut. Hankekokonaisuutta ohjaa nimetty johtoryhmä ja työpakettien (WP) hallinnasta ja seurannasta vastaavat SKY:n eri työryhmät.

Hanke koostuu seuraavista työpaketeista (WP):

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

Työpaketit koostuvat seuraavista osahankkeista:

WP1: Uudet soodakattilakonseptit sähköntuotannossa

- S0: Olemassa olevan tiedon analysointi ja hyödyntäminen tutkimuksen rajoituksissa
- S1: Soodakattilan polttoainevalikoiman laajentaminen
- S2: Soodakattilan sähköntuotannon lisääminen tehtaan modernisoinnin yhteydessä
- S3: Soodakattila läpivirtauskattilana – konseptitarkastelut

WP2: Tulistetun höyryn lämpötilan kohottaminen

- TM0: Olemassa olevan tiedon analysointi ja hyödyntäminen tutkimuksen rajoituksissa
- TM1: Uudet tulistinmateriaalit, materiaalivalinta
- TM2: Korroosiokemia korkeilla höyrynarvoilla
- TM3: Tulistinmateriaalien soveltuvuus korkeisiin lämpötiloihin

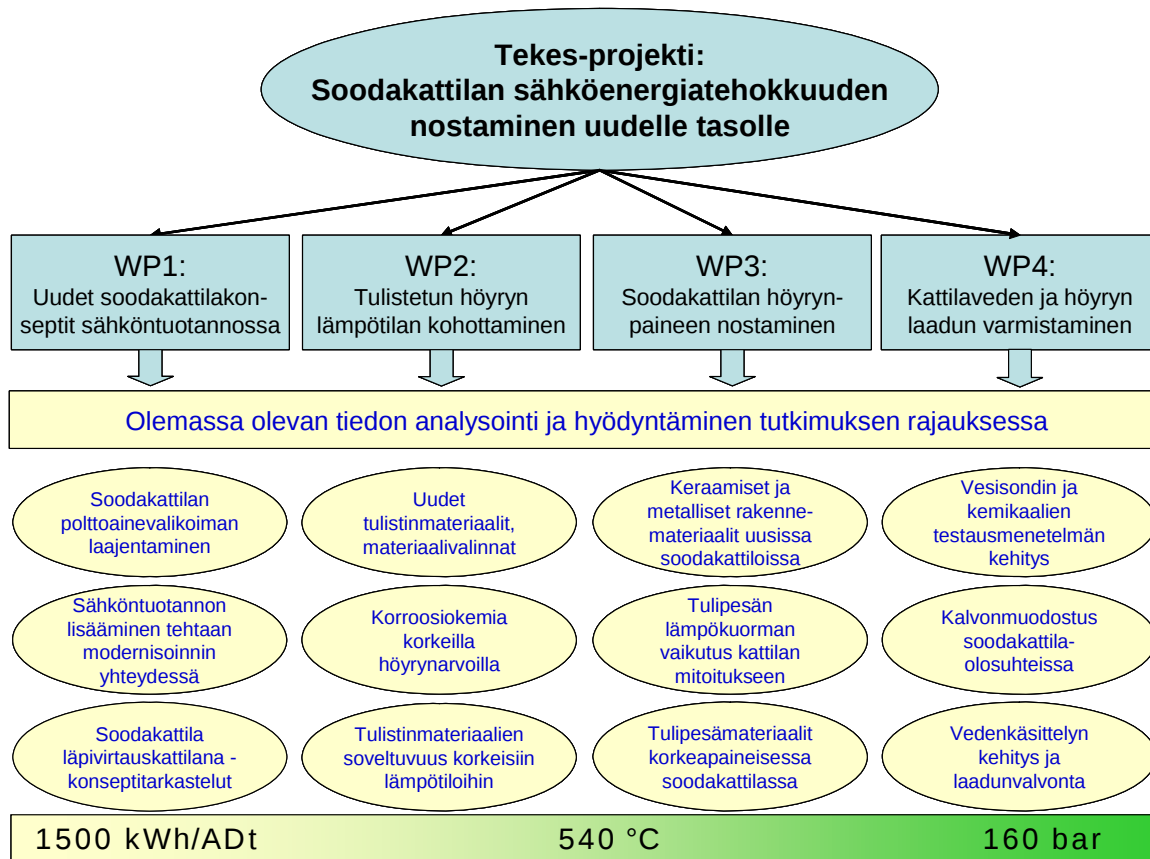
WP3: Soodakattilan höyrynpaineen nostaminen

- TP0: Olemassa olevan tiedon analysointi ja hyödyntäminen tutkimuksen rajoituksissa
- TP1: Keraamiset ja metalliset rakennemateriaalit uusissa soodakattiloissa
- TP2: Tulipesän lämpökuorman vaikutus kattilan mitoitukseen
- TP3: Tulipesämateriaalit korkeapaineisessa soodakattilassa

WP4: Kattilaveden ja höyryn laadun varmistaminen

- V0: Olemassa olevan tiedon analysointi ja hyödyntäminen tutkimuksen rajoituksissa
- V1: Vesisondin kehitys, kemikaalien testausmenetelmän kehitys
- V2: Kalvon muodostus soodakattilaolosuhteissa
- V3: Vedenkäsittelyn kehitys ja laadunvalvonta

18.12.2007



Kuva 1: Hankekokonaisuus ja sen osittaminen.

18.12.2007

4 PROJEKTIN TEHTÄVÄT

Seuraavassa on lyhyt kuvaus eri osakokonaisuuksien ja osahankkeiden sisällöstä ja niissä tehtävistä tutkimuksista ja selvityksistä.

4.1 UUDET SOODAKATTILAKONSEPTIT SÄHKÖNTUOTANNOSSA (WP1)

Soodakattilasta saadaan melko pienin teknisin muutoksin 20–25 MW lisää sähköntuotantoa. Japanissa korkean hyötysuhteen soodakattiloita on ollut käytössä jo 1980-luvulta alkaen. Tällä hetkellä Japanissa on käytössä 22 kappaletta korkean hyötysuhteen soodakattiloita, joiden höyrynarvot ovat 515 °C ja 133 bar. Käytännössä soodakattilan rakennusasteen (hyötysuhteen) nostamista rajoittavat lentotuhkan aiheuttama korroosio (K, Cl) ja tulipesän seinäputkien korroosio (S, alkalit).

Riskittömät vaihtoehdot, joilla saadaan n. 15 MW lisää sähkötehoa, ovat kuiva-aineen nostaminen yli 80 %, primääri ja sekundääri-ilmojen lämpötilan nostaminen tasolle 190 °C, syöttöveden esilämmitys 160 °C, sekä höyrynarvojen korottaminen tasolle 490 °C ja 90 bar. Lisäksi turbiinin väliotosta saatavan höyryn käyttö nuohoukseen lisää sähköntuotantoa.

Höyrynarvojen edelleen korottaminen, välitulistuksen käyttöönotto lisäävät sähköntuotantoa n. 10 MW, mutta nämä vaihtoehdot sisältävät enemmän riskejä kuin edellä mainitut toimenpiteet. Erillisellä tulistuskattilalla saadaan vielä edellä mainittujen keinojen lisäksi n. 20 MW lisää sähkötehoa.

4.1.1 Soodakattilan polttoainevalikoiman laajentaminen

Soodakattila on vähitellen kehittynyt monipolttoainekattilaksi, jossa mustalipeän ohessa poltetaan mm. tehtaalla syntyvät laimeat ja väkevät hajukaasut, sekä biologisella jätevedenpuhdistamolla syntyvät biolietteet. Saatujen kokemusten perusteella kyseiset oheispolttoaineet eivät juurikaan lisää soodakattilan päästöjä. Sellutehtaan kapasiteetin kasvattamisen myötä, nousee myös soodakattilan kuormitus ja jossakin vaiheessa soodakattilan kapasiteetti alkaa rajoittaa tehtaan tuotantoa.

Mustalipeä sisältää orgaanista ligniiniä 25–35 % puulajista riippuen. Ligniini on erinomaista raaka-ainetta useille erilaisille biopohjaisille tuotteille ja tänä päivänä ligniini erottamiseen mustalipeästä on myös tarjolla kaupallisia menetelmiä. Ligniinin poisottaminen mustalipeästä laskee soodakattilan kuormitusta ja avaa mahdollisuudet tehtaan tuotantokapasiteetin nostamiseksi. Toisaalta, ligniinin poistaminen alentaa mustalipeän lämpöarvoa ja saattaa aiheuttaa soodakattilalle lisäpolttoainetarvetta sellutehtaan energiaomavaraisuuden säilyttämiseksi.

Soodakattilan tulipesän alaosa toimii kaasutusperiaatteella, jolloin ilmakerroin on luokkaa 0.5. Mittausten mukaan soodakattilan tulipesän alaosan tuotekaasu sisältää runsaasti häkää (CO) ja vetyä (H₂), jotka soveltuvat hyvin esim. meesauu-



18.12.2007

nin polttoaineeksi. Tavoitteena on selvittää mahdollisuuksia hyödyntää soodakattilan alaosasta saatavaa tuotekaasua mm. meesauunin polttoaineena.

Osaprojektissa selvitetään erilaisten vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöä kompensoimaan mahdollisesta ligniinin ulosottamisesta aiheutuva sellutehtaan energiataseen heikentyminen. Lisäksi tarkastellaan mahdollisuuksia korvata sellutehtailla käytettyjä fossiilisia polttoaineita (öljy ja maakaasu).

4.1.2 Soodakattilan sähköntuotannon lisääminen tehtaan modernisoinnin yhteydessä

Selvitetään mahdollisuudet ja keinot soodakattiloiden rakennusasteen nostamiseen sellutehtaan modernisoinnin yhteydessä. Esiselvityksessä kartoitetaan kaikki mahdollisuudet olemassa olevan soodakattilan rakennusasteen nostamiseksi tehtaan modernisoinnin yhteydessä.

4.1.3 Soodakattila läpivirtauskattilana - konseptitarkastelut

Läpivirtauskattiloita käytetään suurten voimalaitosten kattiloina, kun halutaan rakentaa voimalaitosprosessi korkealle tuorehöyrynpaineelle sähköntuotannon hyötysuhteen parantamiseksi. Läpivirtauskattila eroaa rakenteellisesti luonnonkierto- ja pakkokierto-kattiloista siten että, lieriötä ei ole. Läpivirtauskattiloissa kaikki vesi höyrystyy, jolloin kattilat sopivat myös ylikriittisille paineille. Ylikriittistä painetta käytettäessä voidaan kattilan hyötysuhdetta parantaa sähköntuotannossa (rakennusasteen nostaminen).

Läpivirtauskattilat vaativat puhtaampaa syöttövedettä kuin lieriölliset kattilat, koska tulistimet ovat herkkiä likaantumiselle ja lieriökattiloissa osa veden epäpuhtauksista jää lieriöön. Tämän takia läpivirtauskattiloiden veden puhtausvaatimukset ovat korkeampia kuin normaaleissa kattiloissa.

Soodakattilalaitoksia ei ole tähän asti tarkasteltu läpivirtausperiaatteella toimiviksi. Osaprojektissa tehdään esiselvitys mahdollisuuksista toteuttaa soodakattila läpivirtauskattilana ja samalla nostaa merkittävästi sen sähköntuotannon hyötysuhdetta. Selvityksen kohteena ovat myös vaadittavat automaatio- ja turvajärjestelmät.

4.2 TULISTETUN HÖYRYN LÄMPÖTILAN KOHOTTAMINEN (WP2)

Aiemmissa hankkeissa on selvitetty tulistinmateriaalien korroosiota korotetuissa lämpötiloissa alhaisilla kloridipitoisuuksilla. Sen sijaan korroosion voimakkuutta matalissa kloori- ja kaliumpitoisuuksissa sulfidien läsnä ollessa, pelkistävässä olosuhteissa, ei ole tutkimuksin selvitty materiaalivalinnan kannalta. Myös kenttäkokeiden osuus on jäänyt aiemmissa hankkeissa riittämättömäksi.

Edellisissä projekteissa saadut tulokset viittaavat siihen, että tehdasmittauksissa saavutetut korroosioerospaksuudet vastaavat suuruusluokalleen niitä korroosioeroksen kasvunopeuksia, joita on mitattu laboratorio-olosuhteissa. Myös korroosioeroksen rakenne ja kemia ovat samankaltaisia. Tämä tulos on mie-



18.12.2007

lenkiintoinen, vaikka kattilassa ilmajäähdytetyllä sondilla tehdyt kenttäkokeet poikkeavat laboratoriokokeista usealla tavalla.

Carryover-partikkelien mukanaan tuoma palamaton hiili aiheuttaa pelkistävät olosuhteet kerrostumaan, minkä on todettu lisäävän korroosionopeutta huomattavasti. Pelkistävien olosuhteiden vaikutusta korroosioon ja materiaali-valintaan voidaan luotettavasti tutkia vain laboratorio-olosuhteissa, jossa on tavoitteena selvittää pelkistävän kehän vaikutukset korroosionopeuteen erityyppisillä suolaseoksilla.

Osaprojektin tuloksena saadaan pelkistävien olosuhteiden vaikutus materiaalien korroosionkestoon korotetuissa lämpötiloissa. Lisäksi laaditaan materiaali-suositus nykyisin käytössä olevien ja tulevaisuuden soodakattiloiden tulistimien materiaalivalinnan helpottamiseksi.

4.2.1 Korroosiokemia korkeilla höyrynarvoilla

Tässä osaprojektissa keskitytään pelkistävien olosuhteiden korroosiovaikutuksen kartoittamiseen samantyyppisillä suolaseoksilla kuin aiemmissa hankkeissa. Koejärjestelmä ja laitteisto on sama kuin aiemmissa hankkeissa kehitetty ja käytetty laitteisto, mutta koeohjelma aloitetaan sopivien olosuhteiden etsimisellä. Uutena aikaisempaan verrattuna järjestelmässä on pelkistävän kehän hallinta sekä parempi korroosionopeuden määrittely.

Menetelmää on edelleen kehitetty niin, että tuloksista voidaan nyt lukea sekä korroosiotuotekerroksen paksuus että korroosion aiheuttama materiaalihävikki. Tämän on mahdollistanut teräskoepalan osittainen suojaaminen erityisellä tulikitillä, jonka alla korroosiota ei laajemmin tapahdu. Tällöin saadaan aikaan korrodoimaton pinta, joka edustaa lähtötilannetta ennen korroosiokoea ja mahdollistaa materiaalihävikin mittaamisen korroosioaltistuksen jälkeen.

Kokeisiin valitaan sopivat suolaseokset, joiden valinnassa päähuomio kiinnitetään nyt pelkistäviin olosuhteisiin alhaisilla klooritasoilla. Seokset syntetisoidaan ja niiden sulamiskäyttäytyminen selvitetään teoreettisella sulamismallilla. Pelkistävien olosuhteiden saavuttamiseksi korroosiokokeiden aikana, uunin kaasukehään lisätään hiilimonoksidia typen lisäksi ja suolakerrokseen sekoitetaan mukaan sopiva määrä laboratorio-olosuhteissa tuotettua mustalipeäkoksia. Kokeet tehdään lämpötiloissa 450–600 °C, koejakson pituus on yksi viikko eli 168 h.

Korroosiokokeitten näytteet tutkitaan pyyhkäisyelektroni-mikroskopiaa ja röntgenmikroanalyysia (SEM-EDXA) käyttäen. Tuloksena saadaan korroosio-kerrospaksuus ja materiaalihäviö eri olosuhteissa, sekä avainalkuaineitten analyysit korroosiomekanismin selvittämistä varten. Tuloksista päätellään erityisesti sulan faasin läsnäolon merkitys korroosioprosessiin, sekä pelkistävien olosuhteiden merkitys korroosioon.



18.12.2007

Kokeet tehdään yhteistyössä Åbo Akademin ja VTT:n kanssa. Myös muita yhteistyötahoja (esim. Uumajan yliopisto) voidaan käyttää projektissa tarpeen mukaan. Projektiin voidaan myös yhdistää diplomityö tai muu opinnäytetyö.

4.2.2 Tulistinmateriaalien soveltuvuus korkeisiin lämpötiloihin

Sondikerrostumaan syntyy kattilakokeissa voimakas lämpötilagradientti, joka materiaalin pinnalta kerrostuman ulkopinnalle on tyypillisesti 300 °C. Tällaisen lämpötilagradientin aikaansaaminen laboratorio-olosuhteissa on hyvin haastavaa, jolloin laboratoriokokeet ovat useimmiten isotermisiä. Kattilassa kerrostuma koostuu sekä lentopöly- ja carryover-pölyhiukkasista, joiden morfologia ja rakenne poikkeavat laboratoriokokeiden synteettisistä esisulatetuista ja jauhetuista suolaseoksista. Savukaasujen kaasukomponentit CO₂, H₂O, SO₂ sekä myös CO ja HCl ovat mukana korroosiotapahtumassa. Laboratoriokokeissa kaasukehänä joudutaan käytännön syistä tyytymään ilmaan tai joihinkin yksikertaisiin kaasuseoksiin.

Tässä projektissa on tavoitteena suorittaa valikoituja kattilamittauksia, joiden perusteella saadaan varmempi käsitys siitä, kuinka hyvin laboratoriokokeiden tuloksia voidaan soveltaa tulistimen todelliseen korroosionopeuteen. Mittauksilla saadaan myös suoraa kokemustietoa valikoitujen materiaalien korroosionopeudesta kattiloiden tulistinalueella.

Kokeet tehdään normaalissa käynnissä olevissa soodakattiloissa sitä varten kehitetyllä näytteenkeräyslaitteistolla. Kokeet tehdään yhteistyössä Åbo Akademin ja VTT:n kanssa. Myös muita yhteistyötahoja tullaan hyödyntämään (esim. Uumajan yliopisto) projektissa tarpeen mukaan. Projektiin voidaan myös yhdistää diplomityö tai muu opinnäytetyö.

4.3 SOODAKATTILAN HÖYRYNPAINEN NOSTAMINEN (WP3)

Tärkeintä soodakattiloiden rakennusasteen nostossa on kattiloiden käyttöpaineen korotus. Kun kattiloiden painetta korotetaan nykyisin korkeimmillaan olevasta noin 100 barista 160 bariin, nousee höyrystymislämpötila – ja höyrystinmateriaalien lämpötilat - noin 30 °C. Tulipesäputkien lämpötilat tulipesän puolella ovat tällöin n. 400 °C kohoten hitaasti käytön aikana, kun kattilaputkien sisäpinnalle kertyy aikaa myöten liukenemattomien epäpuhtauksien, kuten raudan oksidien, muodostumaa kerrostumaa. Lämpötilat saattavat olla tätä korkeampia myös, jos tulipesän seiniin kohdistuva paikallinen lämpökuorma on suurempi kuin 250 kW/m².

Soodakattiloiden tulipesäputkien korroosionkestävyys on nykyisin varmistettu käyttämällä tulipesässä ruostumattomalla teräksellä pinnoitettuja hiiliteräsputkia (ns. compound-putket). Yleisimpiä compound-pinnoitteina käytettyjä teräslaatuja ovat 3R12 (AISI 304L) ja San38. Aikaisempien tutkimusten ja kokemusten perusteella on tiedossa 3R12 (AISI 304L) soveltumattomuus korkeimpiin lämpötiloihin. Etenkin San38 on tähänastisten käyttökokemusten mukaan tehokas suoja korroosiota ja säröilyä vastaan nykyisissä soodakattiloissa, mutta varmuutta siitä,

18.12.2007

kestääkö San38 korrodoitumatta myös korkeapaineisissa soodakattiloissa, ei toistaiseksi ole.

Tässä osaprojektissa pyritään määrittämään tulipesän lämpökuormat sekä eri materiaalien korroosionopeudet tulipesäolosuhteissa riittävällä tarkkuudella, jotta korkeapaineisen soodakattilan tulipesän materiaalit voidaan valita niin, että pinnoitteet kestävät koko kattilan käytön ajan ja putkimateriaalien kustannukset ovat kohtuulliset. Uutena tarkastelun kohteena ovat myös ns. päällehitsattavat materiaalit.

Osaprojektin tulosten lisäksi laaditaan materiaalisuositus nykyisin käytössä olevien ja tulevaisuuden soodakattiloiden tulipesän eri osien materiaalivalinnan helpottamiseksi.

4.3.1 Keraamiset ja metalliset rakennemateriaalit korkeapaineisessa kattilassa

Keraamisten materiaalien käyttö on hyvin laajaa nykyisissä soodakattiloissa ja massojen merkitys tulee kasvamaan korkeapaineisissa kattiloissa. Nykyisin käytössä olevat keraamiset massat eivät todennäköisesti tule täyttämään kaikkia kriteerejä tulevaisuuden sovellutuskohteissa.

Korkean lämpötilan mustalipeän kaasutuksessa on tehty erittäin merkittävää kehitystyötä kemiallisesti kestävien keraamien löytämiseksi. Osa näistä tutkimustuloksista voidaan myös suoraan hyödyntää soodakattiloiden rakenteissa. Soodakattila ja mustalipeä asettavat tiukkoja vaatimuksia keraamien käytölle. Piipohjaiset keraamit eivät kestä hapetus-pelkistys-olosuhteita soodakattilan alaosassa, alumiinipohjaiset keraamit reagoivat natriumin kanssa ja magnesiumipohjaiset keraamit eivät kestä vesihöyryn vaikutusta.

Osaprojektin tavoitteena on selvittää erilaisten keraamien ja keraamisten massojen käyttökelpoisuutta korkeapaineisissa soodakattiloissa. Keraamien soveltuvuus testataan käytännön kokeilla käyvissä soodakattiloissa. Testattavia materiaaleja tarkastellaan visuaalisesti, optisesti ja SEM:llä. Tarkemmat tuoteanalyytit tehdään EDX-analyysiä hyväksikäyttäen.

Osaprojektin tulosten perusteella laaditaan materiaalisuositus nykyisin käytössä olevien ja tulevaisuuden soodakattiloiden tulipesän eri osien materiaalivalinnan helpottamiseksi.

4.3.2 Tulipesän lämpökuorman vaikutus kattilan mitoitukseen

Aiemmissa hankkeissa on saatu arvokasta tietoa soodakattiloiden lipeäruiskutasojen lämpökuormista. Soodakattilan rakennusastetta nostettaessa, tarvitaan materiaalien lämpötilankeston ja veden laadun tason selvittämiseksi, tosiasiallinen tieto tulipesässä esiintyvistä suurimmista lämpökuormista. Tulevaisuuden soodakattilassa tarvittavien materiaalien lämpötilan kesto vaatimuksen ja tarvittavan veden laadun tason selvittämiseksi tarvitaan tosiasiallinen tieto suurimmista esiintyvistä lämpökuormista soodakattiloissa.

18.12.2007

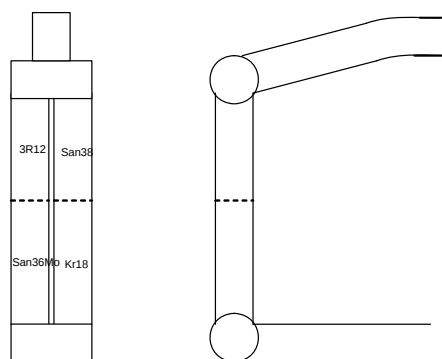
Tulipesän lämpökuorma mitataan sekä lipeäruiskaukkotasolla että tulipesän alaosassa. Mittauksissa käytettävä sondi asennetaan lipeäruiskaukkoihin ja tulipesäkamera-aukkoihin. Mittauksia tehdään samoissa kattiloissa (vähintään 2 kattilassa), joissa tehdään myös tulipesämateriaalien kenttäkokeet. Mittauksen kesto on 1 – 2 viikkoa/mittaus. Mittaukset pyritään tekemään kattilan toimiessa täydellä kuormalla.

Mittauksissa käytettävä laitteisto kalibroidaan tunnetulla lämpölähteellä ennen mittausten tekemistä niin, että voidaan olla varmoja, että lämpövuon mittaus on riittävän tarkka. Projektissa selvitetään kaupallisesti saatavilla olevien lämpövuuantureiden käyttö soodakattilaolosuhteissa. Jos kaupallisesti on saatavilla soodakattilaolosuhteisiin soveltuvia lämpövuuantureita, niiden käyttöä harkitaan mittausten tekemisessä.

4.3.3 Tulipesämateriaalit korkeapaineisessa soodakattilassa

Ennen kenttäkokeiden aloitusta tehdään esiselvitys teknisistä mahdollisuuksista siirtää kokeet sekundääri-aukkoihin tai mahdollisiin kamera-aukkoihin. Erityistä huomiota kiinnitetään tehtävään selvitykseen siitä onko kokeiden siirtämisellä alemmalle ja siten teknisesti vaikeammalle tasolle saavutettavissa mitään lisäarvoa sen jälkeen, kun lämpökuorman mittaukset alemmilla tasoilla kattilaa on tehty. Ellei muuta syytä ilmene kokeet, suoritetaan lipeäruiskaukoista. Koejärjestyksen ja sondien mahdolliset heikkoudet ja niiden poistamiseksi tarvittavista toimenpiteistä käydään arviointi johtoryhmän ja asiantuntijoiden toimesta.

Kenttäkokeet tehdään tulipesäkameraa varten tulipesän seinään tehtyihin aukkoihin asennetuilla sondeilla. Kenttäkokeissa käytetään testattavista teräksistä valmistettuja putkia (monotuubeja), joiden halkaisija on 38 mm, paksuus 3 mm ja pituus 100 mm. Jos monotuubeja ei ole saatavissa, voidaan koekappaleet valmistaa myös levystä. Kokeissa on koestettavana kerrallaan neljä 100 mm putkea (kuva 1).



Kuva 2: Tulipesäsondin osa, jossa ovat koemateriaalit ja joka asennetaan sopivaan aukkoon tulipesän alaosassa.

Kokeet tehdään useassa soodakattilassa koelämpötilojen vaihdellessa välillä 400–440 °C. Testattavia materiaaleja on vähintään 3-4 kpl, mukaan lukien uudenlaiset päällehitsattavat materiaalit eli ns. hitsauspinnoitteet ja uudentyypiset



18.12.2007

ruiskupinnoitteet. Kokeissa kiinnitetään erityistä huomiota korroosionopeuden arvioimiseen koestettavista kappaleista. Koemateriaalien korroosionopeudet määritetään mittaamalla koeputkien seinämäpaksuudet poikkileikkaushieistä tehtyjen mikroskooppi- ja SEM-kuvien perusteella ennen korroosiokoetta ja sen jälkeen.

4.4 KATTILAVEDEN JA HÖYRYN LAADUN VARMISTAMINEN (WP4)

Soodakattiloissa on käytössä uusia orgaanisia kemikaaleja, joiden soveltuvuudesta korkeissa käyttöpainneissa ei ole kokemuksia. Nykyisilläkin höyrynarvoilla on syntynyt sisäpuolisia syöpymiä ja säröjä, etenkin kattiloissa, joissa käytetään uudenlaisia hapenpoistokemikaaleja. On mahdollista, että osa uusista kemikaaleista ei ole teknisiltä ominaisuuksiltaan riittävän hyviä, sillä vaihtoehtoisten kemikaalien pelkistys- ja hapenpoistokykyä ei ole selvitetty kattavasti korkeissa lämpötiloissa ja paineissa.

Osassa soodakattiloita muodostuu sisäpuolisia kerrostumia niin nopeasti, että kattilat joudutaan peittaamaan 10 – 15 vuoden välein. Soodakattiloiden peittauksesta aiheutuu huomattavia kustannuksia, jos peittäus pidentää tehtaan seisokkia. Peittäus voi myös lisätä kattilavaurioriskiä.

Vastaavia ongelmia on koettu myös muissa lieriökattiloissa. Varsinkin korkeapaineisissa lieriökattiloissa kerrostumien muodostuminen voi olla niin nopeaa, että kattiloita joudutaan peittaamaan taajaan. Toinen yleinen ongelma on nk. FAC (*flow assisted corrosion*), jonka seurauksena voi olla esim. venttiilien likaantumista, vuotoja esilämmittimissä tai pahimmissa tapauksissa syöttövesilinjan katko. Korroosion syynä on yleensä pelkistävien kemikaalien yliannostelu ja huonolaatuisen syöttöveden käyttö.

Soodakattiloiden sisäpuolisen korroosion aiheuttamat taloudelliset menetykset ovat huomattavia. Vuoden 2000 jälkeen on laajoja sisäpuolisen korroosion aiheuttamia vaurioita todettu kahdessa soodakattilassa, ja vaurioiden korjaus edellytti yhteensä noin 10 viikon pituisen katkon tehtaiden tuotannossa. Tänä aikana menetetyn tuotannon arvo on useita kymmeniä miljoonia euroja.

Tämän osaprojektin tavoitteena on kehittää menetelmät, joilla voidaan selvittää sekä laboratorio- että kenttäolosuhteissa a) miten tehokkaasti vedenkäsittelykemikaalit toimivat ja miten eri kemikaalit, veden laatu ja kattilan ylösajotapa vaikuttavat putkia suojaavan magnetiittikalvon ominaisuuksiin, b) seurata kattilan putkien kerrostumien kasvua ja korroosiota nykyistä paremmin käytön aikana, sekä c) ehkäistä kerrostumien muodostumista ja korroosiota. Laitteistoa on myös tarkoitus käyttää soodakattilalaitoksen vedenkäsittelytavan toimivuuden testaamiseen.

Osaprojektissa laaditaan suositus vesienkäsittelystä, sekä suositus vesi- ja lauhdejärjestelmistä tarvittavine valvontakohteineen. Lisäksi päivitetään käytössä olevat vedenlaatusuositukset kattamaan nykyiset, käytössä olevat soodakattilat ja myös tulevaisuuden korkeapaineiset soodakattilat.



18.12.2007

4.4.1 Kemikaalien testausmenetelmän kehitys

Vaihtoehtoisten kemikaalien ominaisuuksia on testattu autoklaavikokeissa, joiden tulokset osoittivat, että kemikaalien vaikutuksissa mm. korkeassa lämpötilassa ja paineessa mitattuun redox-potentiaaliin on eroja. Tulokset viittaavat siihen, kemikaalien toimintaa voidaan koestaa kattilaolosuhteita vastaavissa olosuhteissa, kunhan koejärjestelyt suunnitellaan huolella. Kehitystyötä tarvitaan myös testausmenetelmän kehittämiseksi niin, että tulokset ovat toistettavia.

Osatehtävän tuloksena on kuvaus menetelmästä, jolla vaihtoehtoisten kemikaalien kelpoisuus ja tekninen toimivuus voidaan testata ennen ko. kemikaalien käyttöönottoa soodakattiloissa.

4.4.2 Käytössä olevien hapenpoistokemikaalien testaus

Soodakattiloissa käytetyt hapenpoistokemikaalit testataan kehitettyä menetelmää käyttäen. Vertailukohtana testeissä on hydratsiini. Testeissä verrataan kemikaalien hapenpoistokykyä, jonka tehokkuuden mittarina käytetään veden redox-potentiaalia korkeassa lämpötilassa ja paineessa. Testit tehdään käyttäen vettä, jonka kemikaali- ja epäpuhtauspitoisuudet ovat soodakattiloille tyypillisiä.

Osaprojektissa selvitetään myös, miten orgaanisten vedenkäsittelyaineiden hajoamistuotteet lauhtuvat eli onko mahdollista, että jossakin lämpötila/painevyöhykkeessä syntyy tilanne, missä lauhtuu happoja ja emäksiset komponentit pysyvät vielä höyryfaasissa. Orgaanisilla vedenkäsittelyaineilla, jotka sisältävät hiiltä ja voivat siten muodostaa orgaanisia happoja, tämä on yksi tärkeimmistä kysymyksistä. Orgaanisten happojen vaikutus korostuu usein suurten virtausnopeuksien vaikutuksesta, kun höyryä ja lauhdetta ei vielä ole erotettu.

4.4.3 Kalvon muodostuminen autoklaavikokeissa

Kokeissa käytetään laitteistoa, jossa voidaan simuloida soodakattilan ylösajoa. Laitteistoon kuuluvaan autoklaaviin sijoitetaan hiiliteräskoepaloja, joihin muodostuvan magnetiittikalvon laatu analysoidaan kunkin kokeen jälkeen. Lisäksi koe-laitteistoon sijoitetaan vesisondi, jossa olevan näyteputken korroosiota voidaan seurata jatkuvasti kokeen aikana. Myös näyteputken magnetiittikalvo analysoidaan kunkin kokeen jälkeen.

Kokeita tehdään vaihdellen paineen nostonopeutta (kalvonajo vs. normaali ylösajo) ja veteen lisättyjä kemikaaleja. Kokeet tehdään puhtaalla vedellä ja sää-tään veden happipitoisuus niin, että veden happimäärä ja laitteiston metallipinta-ala/vesitilavuus-suhde vastaavat kattilan veden seisokin jälkeistä happimäärää ja pinta-ala/vesi-tilavuus-suhdetta. Kunkin kokeen kesto on noin seitsemän vuoro-kautta.

4.4.4 Kalvon muodostuminen soodakattilaolosuhteissa

Suojaavan kalvon muodostumista todellisissa olosuhteissa selvitetään asentamalla soodakattilan ulospuhalluslinjan sivuvirtaan vesisondi, jonka lämpökuorma,

18.12.2007

paine ja lämpötila ovat samat kuin kattilan tulipesän putkien ylösajon aikana ja sen jälkeen. Vesisondi asennetaan paikoilleen seisokissa ja otetaan pois, kun kattilaa on käytetty normaalikuormassa vähintään kahden viikon ajan. Sondi rakennetaan niin, että siinä olevan näyteputken korroosiota voidaan seurata jatkuvasti ja näyteputken kunto voidaan analysoida myös kokeen jälkeen optisella mikroskoopilla ja SEM:llä. Lisäksi vesisondiin asennetaan korkean lämpötilan pH- ja redox-anturit, joilla voidaan seurata kattilaveden laatua kokeen aikana.

Kussakin mittauksessa seurataan sondin avulla kalvon muodostumista ja kasvua näyteputkeen normaalissa käytössä, kun näyteputki on ennen sondin asennusta peitattu normaaliin tapaan. Kokeet tehdään kattiloissa, joissa käytetään erilaisia syöttövesikemikaaleja.

4.4.5 Vedenkäsittelyn kehitys soodakattilassa

Kahdella soodakattilalaitoksella, joista toinen on uusi ja toinen noin 15 vuotta käytössä ollut, suunnitellaan ja toteutetaan vedenkäsittely pyrkien minimoimaan kerrostumien muodostumista. Vedenkäsittelyn kehitykseen kuuluu mm.

- vedenkäsittelykemikaalien valinta
- vedenkäsittelykemikaalien annostelun ohjaus
- mittaukset vesisondilla
- veden laadun ja sisäpuolisten kerrostumien muodostumisen seuranta vähintään vuoden ajan

Tavoitteena on muodostaa yksiselitteinen käsitys vedenlaadun valvonnasta ja toiminnoista kemikaali- ja laiteriippumattomasti korkeapaineisissa soodakattiloissa. Syöttöveden, kattilaveden ja höyryn laatuarvot huomioidaan erikoisesti korkeapaineisissa kattiloissa (kattilapaine > 100 - 160 bar), joissa lämpökuorma on reilusti yli 250 kW/m².

4.4.6 Veden laadun valvonta soodakattilassa

Soodakattilan vedenlaadun valvonta on oleellinen osa koko talteenottoprosessia. Lisäveden korkea määrä ja erilaisten lauhteiden käyttö, asettaa erityisiä vaatimuksia sekä veden laadun hallintaan että analysointiin. Huono veden laatu saattaa aiheuttaa koko tehtaan tuotannon pysäyttämiseen. Lisäksi riskinä on, vuodon sattuessa tulipesässä, jopa soodakattilaräjähdykset. Kattilan rakenneaineiden nosto ei missään määrin helpota tilannetta.

Osaprojektissa käydään läpi tarvittavat näytteet, analyysit ja analyysimenetelmät, sekä vaadittavat analyysitiheydet riittävän hyvän veden laadun ylläpitämiseksi korkeapaineisissa kattiloissa. Tulevaisuuden lauhdejärjestelmät arvioidaan lauhdeiden laatuarvojen perusteella. Erityisenä kohteena ovat kupari, rauta ja sen eri muodot, sekä kloridi ja sulfaatti. Myös lauhteen happamuuden valvonta esilämmittimissä ja turbiinissa kiinnitetään erityistä huomiota. Lauhteenpalautusastetta nostettaessa on kiinnitettävä huomiota prosessijärjestelmien valintaan ja toimintaan riittävän lauhteenpuhtauden saavuttamiseksi.

18.12.2007

5 PROJEKTIN TOTEUTUS

Projekti toteutetaan useana erillisenä osaprojektina, joiden tieteellisestä ja taloudellisesta suuntaamisesta vastaa projektin johtoryhmä. Projektin työt toteutetaan alihankintana korkeakouluilta, tutkimuslaitoksilta ja pk-yrityksiltä. Osa projekteista toteutetaan opinnäytetöinä. Soodakattilayhdistys vastaa ainoastaan projektin johtamisesta ja valvonnasta. Myös projektin koordinointi ulkoistetaan. Koordinaattorin valinnassa huomioidaan myös muutkin kuin taloudelliset näkökohdat.

6 PROJEKTIN TULOSTEN HYÖDYNTÄMINEN

Projektin rahoitukseen osallistuvat yritykset ovat olleet tiiviisti mukana projektin suunnittelussa ja rajauksessa. Kaikki osapuolet ovat alustavasti sitoutuneet osallistumaan projektin rahoitukseen seuraavan 2.5-vuotiskauden aikana. Rahoittavat yritykset ovat myös kirjanneet tavoitteitaan projektin suhteen ja esittäneet näkemyksensä projektin tulosten hyödyntämisestä. Rahoittajien näkemykset projektin hyödyllisyydestä ja tulosten hyödyntämisestä ovat tämän hakemuksen liitteinä.

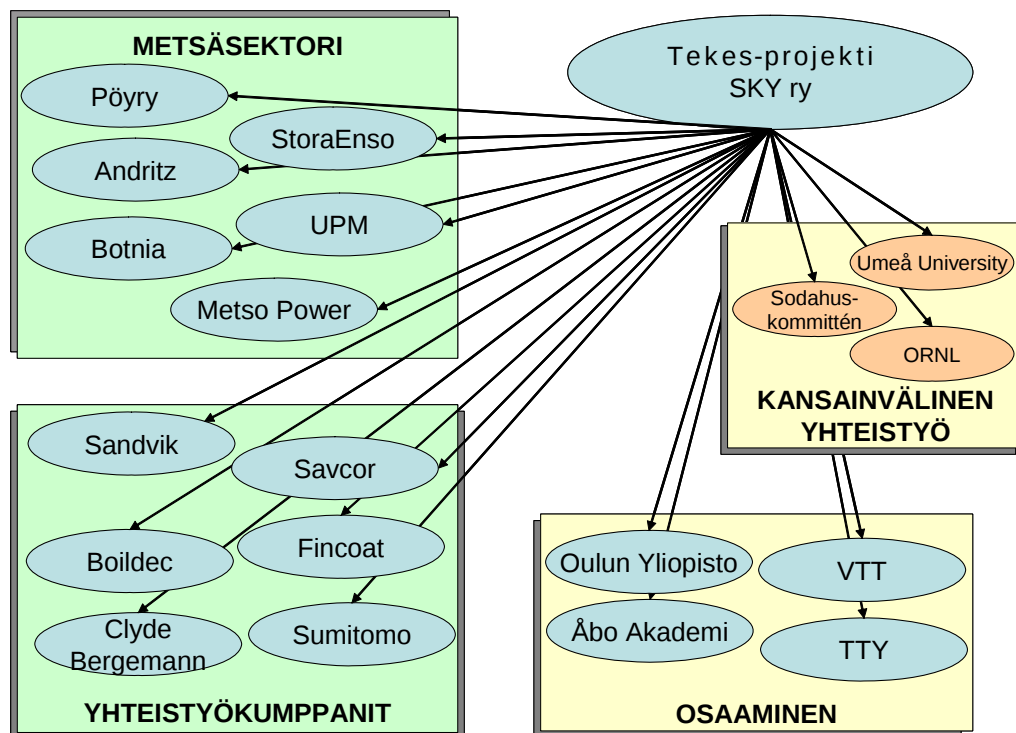
7 KANSALLINEN JA KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ PROJEKTISSA

USA:ssa on käynnissä vastaavanlainen DOE-rahoitteinen projekti Oak Ridge National Laboratoryn (ORNL) vetämänä. Hankkeiden välillä tullaan tekemään yhteistyötä lähinnä tietojenvaihdon muodossa. Myös Uumajan yliopiston (UmU) kanssa on tavoitteena tehdä yhteistyötä kerrostumien sulamiskäyttötymisen alueella (prof. Rainer Backman).

Ruotsin soodakattilayhdistys (Sodahuskommittén) on käynnistämässä 2-vuotisen tutkimusprojektin "*Förutsättningar för framtidens sodapanna (3FS)*", joka käsittelee samaa aihepiiriä kuin SKY ry:n hanke. 3FS-projektin kokonaisbudjetti on 2.3 MSEK, josta Sodahuskommittén rahoittaa 1 MSEK ja julkista rahoitusta saadaan 1.3 MSEK. Projekti keskittyy keinoihin, miten soodakattilalla voidaan ajaa 24 kk ilman huoltoseisokkeja. Lisäksi projektissa selvitetään soodakattilan ajettavuutta korkeilla höyryarvoilla ja kartoitetaan keinoja soodakattilan hyötysuhteen nostamiseksi. SKY ry on perinteisesti tehnyt yhteistyötä Sodahuskommittén kanssa ja alustavasti onkin sovittu tietojen vaihdosta projektien välillä.

Kansainvälisten yritysten kanssa on käyty keskusteluja yhteistyön mahdollistamiseksi. Alustavasti Sumitomo (Japani) on esittänyt mielenkiintoa osallistua projektiin, ainakin koemateriaalien toimittajan ja jopa osarahoittajana. Clyde-Bergemannin kanssa on käyty keskusteluja yhteistyöstä tulipesän lämpövuon mittauksista. Clyde-Bergemannilla on valmiina ko. tekniikkaa, mutta sitä ei ole aiemmin sovellettu soodakattilaympäristössä. Samanlaista tekniikkaa löytyy myös muiltakin nuohoinvalmistajilta.

18.12.2007

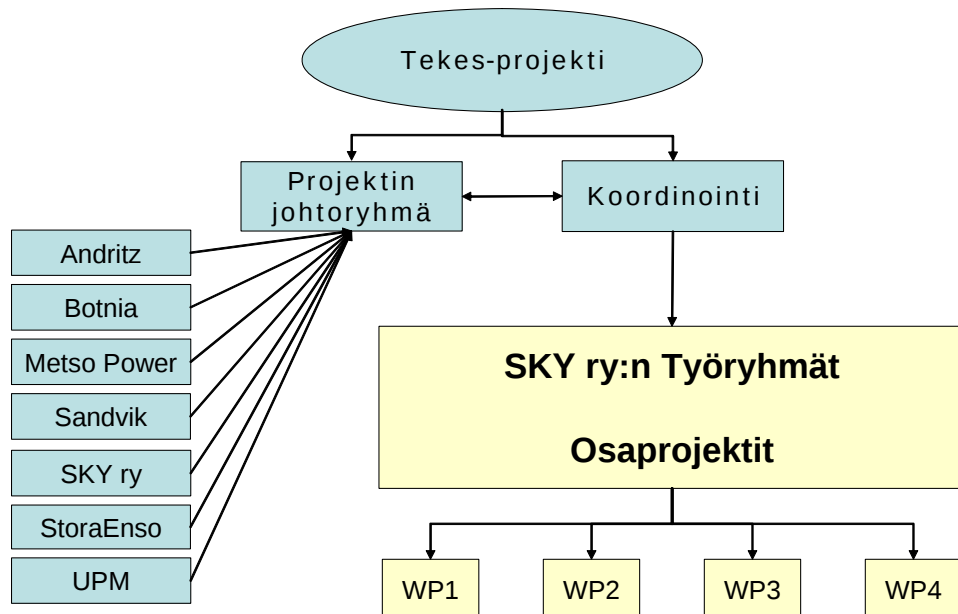


Kuva 3: Verkottuminen ja yhteistyö projektissa.

18.12.2007

8 PROJEKTIN ORGANISOINTI

Projektin vastuullinen johtaja on SKY ry:n puheenjohtaja. Projektille perustetaan johtoryhmä, joka vastaa projektin taloudellisesta johtamisesta ja tieteellisestä suuntaamisesta. Kukin rahoittajataho saa täysivaltaisen edustajan johtoryhmään. Soodakattilayhdistyksen työryhmät, mm. kestoisuustyöryhmä (KTR) ja lipeätyöryhmä (LTR), osallistuvat projektin aktiiviseen ohjaukseen omalla toiminnallaan ja osaprojektien valvonnan kautta.



Kuva 4: Projektin ohjaus ja koordinointi.

Projektin vastuullinen johtaja:	SKY ry:n puheenjohtaja (Eero Ristola, Stora Enso).
Projektin koordinointi:	Ulkoistetaan (mahdollisesti Esa Vakkilainen)
Projektin teollisuusosapuolet:	Soodakattilayhdistyksen kautta kaikki yhdistyksen jäsenet

SKY ry, Andritz Oy, Oy Metsä-Botnia Ab, Metso Power Oy, UPM-Kymmene Oyj, Stora Enso Oyj ja Sandvik ovat alustavasti ilmaisseet halukkuutensa osallistua projektin rahoitukseen. Tällöin projektin johtoryhmä olisi seuraavanlainen:

Lasse Koivisto, Andritz Oy
Keijo Salmenoja, Oy Metsä-Botnia Ab
Kalle Salmi, Metso Power Oy
Matti Tikka, UPM-Kymmene Oyj
Eero Ristola, Stora Enso Oyj
Timo Peltola, Sandvik
N.N., SKY ry
Martti Korkiakoski, Tekes



18.12.2007

9 PROJEKTIN AIKATAULU JA RAHOITUS

Projektin suunniteltu kesto on kaksi ja puoli (2.5) vuotta alkaen 1.1.2008 ja päättyen 30.6.2010. Hankkeen kokonaiskustannukset ovat yhteensä 700.000 €. Projektin kustannusten jakautuminen eri WP:lle on seuraavanlainen:

WP1	105.000 €	→ S1	50.000 €
		→ S2	25.000 €
		→ S3	30.000 €
WP2:	175.000 €	→ TM1	25.000 €
		→ TM2	50.000 €
		→ TM3	100.000 €
WP3:	250.000 €	→ TP1	45.000 €
		→ TP2	55.000 €
		→ TP3	150.000 €
WP4:	170.000 €	→ V1	45.000 €
		→ V2	100.000 €
		→ V3	25.000 €

SOODAKATTILAN SÄHKÖENERGIAATEHOKKUUDEN NOSTAMINEN UUELLE TASOLLE	2008												2009												2010												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Projektin järjestäytyminen																																					
WP1: Uudet soodakattilakonseptit sähköntuotannossa																																					
S1: Soodakattilan polttoainevalikoiman laajentaminen																																					
S2: Soodakattilan sähköntuotannon lisääminen tehtaan modernisoinnin yhteydessä																																					
S3: Soodakattila läpivirtauskattilana - konseptitarkastelut																																					
WP2: Tulistetun höyryn lämpötilan kohottaminen																																					
TM0: Olemassa olevan tiedon analysointi ja hyödyntäminen tutkimuksen rajauksessa																																					
TM1: Uudet tulistimateriaalit, materiaaliarvointi																																					
TM2: Korroosiokeemia korkeilla höyrynarvoilla																																					
TM3: Tulistimateriaalien soveltuvuus korkeisiin lämpötiloihin																																					
WP3: Soodakattilan höyrynpaineen nostaminen																																					
TP0: Olemassa olevan tiedon analysointi ja hyödyntäminen tutkimuksen rajauksessa																																					
TP1: Keraamiset ja metalliset rakennemateriaalit uusissa soodakattiloissa																																					
TP2: Tulipesän lämpökuorman vaikutus kattilan mitoitukseen																																					
TP3: Tulipesämateriaalit korkeapaineisessa soodakattilassa																																					
WP4: Kattilaveden ja höyryn laadun varmistaminen																																					
V0: Olemassa olevan tiedon analysointi ja hyödyntäminen tutkimuksen rajauksessa																																					
V1: Vesisondin kehitys, kemikaalien testausmenetelmän kehitys																																					
V2: Kalvon muodostus soodakattilalaolosuhteissa																																					
V3: Vedenkäsittelyn kehitys ja laadunvalvonta																																					
Tekes-raportointi																																					
Loppuraportointi																																					

Kuva 5: Projektin alustava toteutusaikataulu.

18.12.2007

9.1 ALUSTAVA RAHOITUSSUUNNITELMA

Projektille haetaan 50 %:n Tekes-avustusta. Alustava rahoitussuunnitelma on laadittu tämän pohjalta.

Rahoittaja	Osuus	2008	2009	2010	Yhteensä
Andritz Oy	7 %	25 000 €	20 000 €	5 000 €	50 000 €
Metsä-Botnia Oy	7 %	25 000 €	20 000 €	5 000 €	50 000 €
Metso Power Oy	7 %	25 000 €	20 000 €	5 000 €	50 000 €
Stora-Enso Oy	7 %	25 000 €	20 000 €	5 000 €	50 000 €
Sandvik	7 %	25 000 €	20 000 €	5 000 €	50 000 €
UPM-Kymmene Oy	7 %	25 000 €	20 000 €	5 000 €	50 000 €
SKY ry	7 %	25 000 €	20 000 €	5 000 €	50 000 €
Tekes	50 %	175 000 €	140 000 €	35 000 €	350 000 €
Yhteensä	100 %	350 000 €	280 000 €	70 000 €	700 000 €

9.2 ALUSTAVA KUSTANNUSJAKO

Projektissa tehtävät työt teetetään alihankinta korkeakouluilta ja tutkimuslaitoksilta, sekä pk-yrityksiltä. Projektin koordinointi ulkoistetaan. Ostettavien palvelujen jakautuminen on tähän mennessä saatujen tarjousten pohjalta seuraavanlainen:

Ostettavat palvelut	2008	2009	2010	Yhteensä	Osuus
Pk-yritykset	140000 €	160000 €	20000 €	320000 €	46 %
Tutkimuslaitokset	145000 €	200000 €	20000 €	365000 €	52 %
Intressiyritykset	5000 €	7500 €	2500 €	15000 €	2 %
Yhteensä	290000 €	367500 €	42500 €	700000 €	100 %

LIITE VII

Yhdistyksen palkinto parhaasta opinnäytetyöstä - säännöt



Suomen Soodakattilayhdistys

Palkinto parhaasta opinnäytetyöstä (laajuus 30 op) sulfaattiselutehtaan talteenottoalueella

Säännöt:

- I. Palkintosumma on 2.000 €.
- II. Palkinto jaetaan syksyisin Soodakattilapäivän yhteydessä.
- III. Opinnäytetyön tulee olla valmistunut 1. kesäkuuta edellisen kalenterivuoden ja 31. touko-kuuta meneillään olevan kalenterivuoden välisenä aikana. Erikoistapauksissa poikkeavasta työn valmistumisajasta voidaan sopia yhdistyksen hallituksen ja sihteerin kanssa.
- IV. Opinnäytetyön tulee liittyä sulfaattiselutehtaan kemikaalien talteenottoon.
- V. Yliopistojen ja korkeakoulujen tulee jättää ehdokkaansa parhaasta opinnäytetyöstä sihteeristölle 1. kesäkuuta mennessä.
- VI. Tuomaristo koostuu kahdesta hallituksen jäsenestä, jotka edustavat massateollisuutta ja soodakattilavalmistajaa, sekä yhdistyksen sihteeristä. Tuomariston kokoonpano voi olla myös edellisestä poikkeava.
- VII. Tuomaristo valitsee ehdotetuista opinnäytetöistä mielestään parhaimman. Opinnäytetöitä arvosteltaessa tarkastellaan seuraavia seikkoja
 - a. Tekniset ansiot
 - b. Tulokset
 - c. Uutuusarvo
- I. Tuomaristo jättää ehdotuksen palkinnon saajasta perusteluineen hallitukselle ennen syksyn ensimmäistä hallituksen kokousta.
- II. Palkinnon saaja päätetään syksyn ensimmäisessä hallituksen kokouksessa. Hallitus voi valita voittajan myös tuomariston ehdotuksen ulkopuolelta. Yhdistyksen sihteeri julkistaa voittajan.
- III. Palkinnon voittaja on velvollinen pitämään opinnäytetyöstään esityksen syksyn Soodakattilapäivässä Soodakattilayhdistyksen kustannuksella.