

M Nieminen/PLA

21.12.2011

1 (11)

Suomen Soodakattilayhdistys ry

LIPEÄTYÖRYHMÄN KOKOUS 2/2011

AIKA 12.12.2011 klo 10.00 – 15.00

PAIKKA UPM-Kymmene Oyj, Kuusankoski

LÄSNÄ

Juha Koskiniemi	Andritz Oy
Markus Nieminen	Pöyry Finland Oy, Vantaa, siht.
Jorma Torniainen	VTT, Expert Services Oy
Toni Orava	UPM-Kymmene, Kymi
Timo Saarinen	Oy Metsä-Botnia Ab, Rauma
Esa Vakkilainen	Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Sami Metiäinen	Pöyry Finland Oy, Vantaa
Jouni Hiltunen	Stora Enso Oyj, Varkaus
Emil Vainio	Åbo Akademi

LIITE 1 LUT, Sellutehtaan höyrytasojen optimaaliset paineet – esitys 13.12.2011

LIITE 2 LUT, Sellutehtaan höyrytasojen optimaaliset paineet – loppuraportti 29.7.2011

LIITE 3 ÅA, Kastepistemittaukset – esitys 13.12.2011

LIITE 4 ÅA, Dew point measurements 7.12.2011

LIITE 5 Corrosion relating to acidic sulfates in kraft and sodium sulfite recovery boilers – artikkeli Tappi Journal December 1984

LIITE 6 VTT ES, Mustalipeän viskositeetti – alustava raportti 13.12.2011

LIITE 7 LUT, Benefits of using multiple variable-speed-drives in parallel pumping systems – artikkeli EEMODS'11 –seminaari 14.9.2011 Alexandria, Virginia

LIITE 8 Muiden työryhmien kuulumiset

JAKELU

Julkaisu: Soodakattilayhdistyksen kotisivulla
Tiedote: Hallitus Yhdyshenkilöt Lipeätyöryhmä
MNN PLA

1 POISSAOILOILMOITUKSET

Kokoukseen olivat estyneet osallistumasta:

Mikko Hupa	Åbo Akademi, Turku
Nikolai DeMartini	Åbo Akademi, Turku
Erkki Välimäki	Metso Power Oy, Tampere

2 ASIALISTA

Hyväksyttiin asialista muutoksitta.

3 EDELLISEN KOKOUKSEN PÖYTÄKIRJA

Edellisen kokouksen pöytäkirja hyväksyttiin muutoksitta.

4 SKYREC: SELLUTEHTAAN HÖYRYTASOJEN OPTIMAALISET PAINEET

Tavoite:

Diplomityössä määriteltiin tyypillisille, Suomeen sopiville, sellutehdastyypeille optimaaliset matalapainehöyrynpaineet sekä tutkittiin höyrytasojen paineiden alentamisen vaikutusta tehtaan energiantuotantoon.

Työssä tarkasteltiin seuraavia asioita:

- Matalapainetason valinta
 - $MP = 3, 4, 5$ tai 6 bar
- Nuohoushöyryyn paineen alentaminen
 - $VP3 = 40/32/22/20$ bar
 - $0, 0.5$ tai 1.0 kg/s korvattu 11 bar $VP2$:lla
 - Oletettu $MP=4$ bar, VP -verkko 11 bar, muuttumaton nuohousteho
- Toisen matalapainetason rakentaminen
 - 5 bar rinnalle 3.5 bar lauhdeperän välilotosta (jos mahdollista turbiinista)
- Toisen välipainetason rakentaminen
 - 9 bar välilotosta (jos mahdollista turbiinista)

Tilanne:

Esa Vakkilainen esitteli projektin lopputuloksia, LIITE 1

Raportti on ladattavissa:

http://www.soodakattilayhdistys.fi/secure/ae/Muut/Sellutehtaiden_höyrytasojen_optimaaliset_paineet.pdf

Tutkitut tapaukset:

Taulukko 5. Prosessilämmön kulutus laskennassa.

	LP (3bar)	MP (11bar)	Lämmön kulutus	Ominais- lämmön- kulutus	Ominais- sähkön- kulutus
	[kg/s]	[kg/s]	[MW]	[GJ/ADt]	[kWh/ADt]
Case A: Perinteinen sellutehdas	57.4	22.8	188	17.5	733
Case B: Perinteinen sellutehdas + kuorikattila	59.1	23.5	194	17.7	761
Case C: Perinteinen sellutehdas + hienopaperikone	78.4	22.8	240	20.1	1221
Case D: Perinteinen sellutehdas + hienopaperikone + kuorikattila	80.1	23.5	246	20.4	1249
Case E: Moderni sellutehdas	54.4	21.5	178	16.5	674
Case F: Moderni sellutehdas + kuorikattila	56.1	22.2	183	16.7	700
Case G: Moderni sellutehdas + hienopaperikone	76.5	21.5	232	19.2	1174
Case H: Moderni sellutehdas + hienopaperikone + kuorikattila	78.1	22.2	237	19.5	1200

Tulokset:

Sähkön myyntitulot:

Alla olevasta taulukosta nähdään, että tehdas saa pienimmät vuotuiset sähkön myyntitulot tapausten C ja G mukaisissa sellutehdas-hienopaperikone integraateissa, joissa syntyvää kuorijätettä ei polteta.

Sähkön myyntitulot vuodessa [Milj.€/a] LP- ja MP- tason mukaan								
	LP paine bar(a)				MP paine bar (a)			
	3	4	5	6	11	13	15	17
Case A	17.0	15.7	14.8	13.9	15.7	15.5	15.4	15.3
Case B	31.1	29.8	28.9	28.1	29.8	29.7	29.5	29.4
Case C	0.9	-0.6	-1.8	-2.7	-0.6	-0.7	-0.9	-1.0
Case D	15.1	13.5	12.3	11.3	13.5	13.4	13.2	13.1
Case E	19.4	18.0	17.2	16.5	18.0	17.9	17.8	17.6
Case F	33.4	32.3	31.3	30.6	32.3	32.1	32.0	31.9
Case G	2.6	1.3	0.1	-0.8	1.3	1.1	1.0	0.9
Case H	17.0	15.5	14.2	13.3	15.5	15.3	15.2	15.1

Nuohoushöyryn paineen alentaminen:

Allaolevassa taulukossa on esitetty laskennan tulokset nuohoushöyryn paineen vaikutuksesta tehtaan sähkön myyntituloihin. Vertailupisteenä käytetään tilannetta, jossa soodakattilan nuohoukseen käytetään 4.5 kg/s 40 bar (abs) höyryä. Taulukossa on myös esitetty tulokset tapauksille, joissa osa korkeapaineisesta (MP3) nuohoushöyrystä on korvattu 11 bar (abs) (MP2) välipainehöyryllä. Alentamalla nuohoushöyryn paine 40 bar:sta 20 bar voidaan aikaansaada 260 000 € korkeammat sähkön myyntitulot vuodessa.

Taulukko 13. Nuohoushöyryn vaikutus sähkön myyntituloihin.

	MP3: 40 bar (abs)	MP3: 32 bar (abs)	MP3: 22 bar (abs)	MP3: 20 bar (abs)	Vaikutus myyntituloihin [1000€/bar/a]
MP3: 4.5 kg/s MP2: 0 kg/s	0	123	239	260	13.0
MP3: 4 kg/s MP2: 0.5 kg/s	52	155	271	289	12.0
MP3: 3.5 kg/s MP2: 1 kg/s	96	191	300	309	11.0

Matalapainehöyry tason vaikutus investointikustannuksiin:

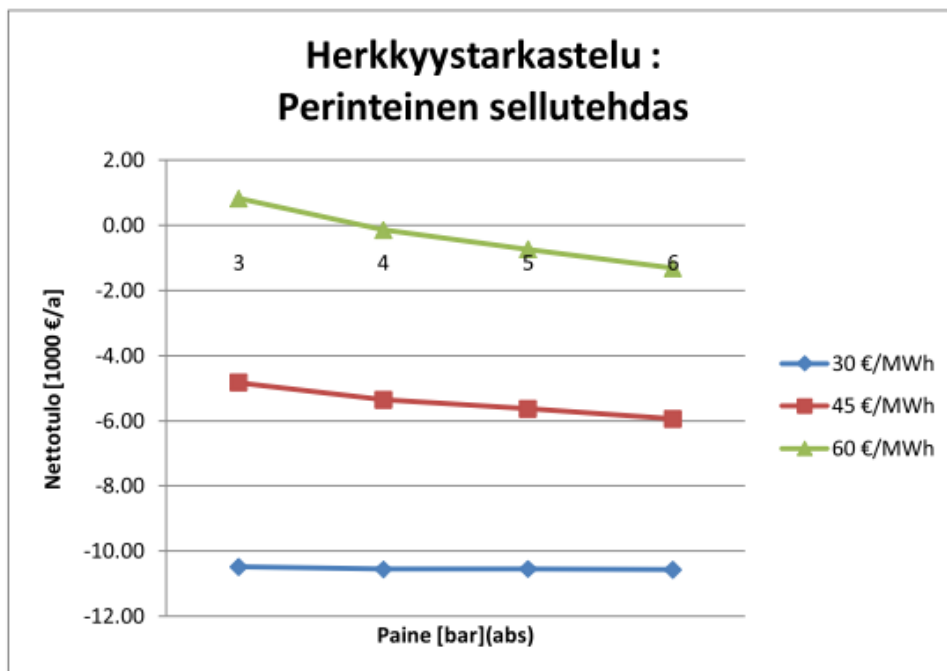
Alla olevassa taulukossa on esitetty tulokset höyryn painetasojen muuttamisen vaikutuksista tehtaan investointikustannuksiin

Taulukko 18. Painetasomuutoksen kokonaisinvestointikustannukset.

LP	[bar] (yp)	3	4	5	6
Putkisto	[1000 €]	9 830	9 300	8 760	8 130
Haihduutin	[1000 €]	31 520	29 210	27 780	26 770
Kuivauskone	[1000 €]	81 760	80 000	78 470	77 110
YHT.	[1000 €]	123 110	118 510	115 000	112 010
Korko		12 %			
Maksuaika [a]		10			
Lyhennys	[1000 €/a]	-21 790	-20 970	-20 350	-19 820

Herkkyystarkastelu:

Alla olevassa kuvassa on esitetty sähkönhinnan muutoksen vaikutus tehtaan nettotuloihin perinteisellä sellutehtaalla. Sähkön hinnan ollessa 60 €/MWh voidaan muuttamalla matalapainetaso 6 bar:sta 3 bar:iin aikaansaada yli 2 miljoonaa euroa suuremmat tulot.



Kuva 27. Sähkön hinnan vaikutus perinteisen sellutehtaan sähkön myyntiin.

Toisen matalapaineputkiston (3.5 bar) kannattavuus 5 barin rinnalle

Taulukosta nähdään, että haihduttamolle rakennettavan 3 bar (abs) matalapainelinjan rakentaminen tulee kannattavaksi höyryvirran ylittäessä 10 kg/s. Myös kuivauskoneelle rakennettavan oman matalapainehöyrylinjan rakentaminen on kannattava kun turbiinilta otettavan 3 bar (abs) kokonais matalapainehöyryvirta on suurempi kuin 37 kg/s.

Taulukko 22. Toisen matalapainelinjan rakentamisen kannattavuus.

	Höyryn massavirta [kg/s]		Sähkön myyntitulo	Investointi-kustannus	Investoinnin vuosilyhennys [1000 €/a]	Nettotulo	Nettotulon muutos
	LP 3.5 bar	LP 5 bar					
Perinteinen ST + KK	0	50	28 860	0	-0	28 860	-
1.	10	41	28 940	420	-74	28 860	0
2.	20	34	29 050	535	-94	28 950	90
3.	27	24	29 330	2 637	-466	28 830	-30
4.	37	13	29 560	3 402	-602	28 960	100
5.	50	0	29 780	5 902	-1 044	28 730	-130

Toisen välipainelinjan rakentamisen kannattavuus:

Tuloksista voidaan nähdä, että keittimen välipainetason muuttaminen 13 bar

(abs):sta 9 bar (abs):aan on kannattavaa kun höyryvirta on suurempi kuin 4 kg/s. Muutettaessa keitin toimimaan kokonaan 9 bar (abs) välipainehöyryllä voidaan saada noin 60 000 € suuremmat sähkön myyntitulot vuodessa.

Taulukko 23. Välipaineputkiston investointikustannukset.

Massavirta (9 bar)	Halkaisija	Seinämän paksuus	Paino	Putkiston hinta	Kokonais- kustannus	Lyhennys vuodessa
[kg/s]	[mm]	[mm]	[kg]	[€]	[€]	[€]
0	0	0.0	0	0	0	0
1	100	1.7	3 283	20 000	-220 000	-39 000
2	140	2.4	6 566	40 000	-240 000	-42 000
3	170	2.9	9 850	59 000	-259 000	-46 000
4	200	3.4	13 133	79 000	-279 000	-50 000
6	240	4.1	19 699	118 000	-318 000	-56 000
8	280	4.8	26 266	158 000	-358 000	-63 000
10	315	5.3	32 832	197 000	-397 000	-70 000

Päätös:

Työryhmä hyväksyi loppuraportin

Kommentit:

- materiaalikustannus suuri muuttuja
- sähkön hinnan herkkyyys, laskelmissa 45 eur, hinta tällä hetkellä ~60 eur
- käyriä ja graafeja enemmän
- toisen matalapainetason rakentaminen kannattaa rakentaa vain suurelle kuluttajalle -> haihduttamo/kuivauskone/paperikone
- kuinka kannattava on höyryejektori haihduttamolla
- pelkällä nuohojen pään vaihtamisella höyrynkulutus putoaa

5 SKYREC: DEW POINT MEASUREMENTS

Tavoite

Työn tarkoituksena on löytää soodakattilan savukaasun matalin taloudellinen loppulämpötila:

- Kuinka hyvin soodakattilan savukaasujen happokastepiste osataan määrittää
- Aiheutuuko todellista korroosiota hiiliteräksellä, kun olemme lähellä ko. pistettä.
- Kuinka pitkät SO₂/SO₃-emissiojaksot riittävät aiheuttamaan huomioonotettavaa korroosiota.

Tilanne:

Emil Vainio esitteli projektin tuloksia, LIITE 3.

Alustava raportti kommentoitavaksi LIITE 4.

Raportti on myös ladattavissa:

http://www.soodakattilayhdistys.fi/secure/ae/Muut/Project_Report_Dew_Point_Measurements_7Dec2011_AAU.pdf

Yhteenveto:

- Heinola
 - SO₂ 1200-1600 ppmv kuivassa kaasussa
 - H₂SO₄ < 1 ppmv (suolamenetelmällä) ja 1-4 ppmv (kontrolloidulla kondensaatiomenetelmällä) -> luvut ovat molempien menetelmien havaitsemisrajat
 - Kohonnut vesikastepiste (12-17 °C)
 - 67-70°C ilman nuohousta
 - 78°C nuohouksen aikana
 - Merkittävää korroosiota 80°C
- Rauma
 - H₂SO₄:a tai SO₂:a alle havaitsemisrajan
 - Kastepiste 62-64°C (~vesikastepiste)
 - Korroosiota havaittiin <65°C

Kommentit:

- tavoitetta ei saavutettu happokastepistemittauksen osalta
- kokemusten mukaan ekonomaisereiden alimmissa tukeissa (ekon kylmin paikka) on havaittu korroosiota kun syöttöveden lämpötila laskee alle 120 °C -> voisiko tämän verfioida sondin avulla
- Voisiko sondin korroosion syynä olla natriumvetysulfaatti (NaHSO₄) jota muodostuu sondin pinnalle on tutkittu jo 1980-luvulla, LIITE 5
- Projektin jatkosta täytyy keskustella SKYREC-johtoryhmässä

Päätös:

Emil Vainio, ÅA selvittää projektin jatkoa

Sihteeri lähettää raportin SKYREC-johtoryhmälle kommentoitavaksi

Muita kommentteja:

- Land-laitteen haasteena on happokastepisteen mittaaminen vesikastepisteen lähellä
- Mitä enemmän savukaasuissa SO₃:a, sitä korkeampi happokastepiste
- Käytännössä ei tiedetä kuinka paljon SO₂:sta hapettuu SO₃:a
- Soodakattilan pölyn sulfaatti (saatava pois) vaikeuttaa SO₃-mittausta
- Soodakattilan savukaasuissa karbonaattia, alkalinen pöly vähentää SO₂ - SO₃ konversiota -> ei toimi samat kaavat kuin öljypoltossa

- Voimakattiloissa SO₂/SO₃ suhde muodostuu tulipesässä ja pysyy muuttumattomana
- Kattilan vesipesu vaikuttaa korroosioon, nykyään pestään vähemmän kuin ennen
- Mitä tekniikoita on olemassa savukaasun lämmöntalteenottoon

6 MUSTALIFEÄN VISKOSITEETTI

Tavoite:

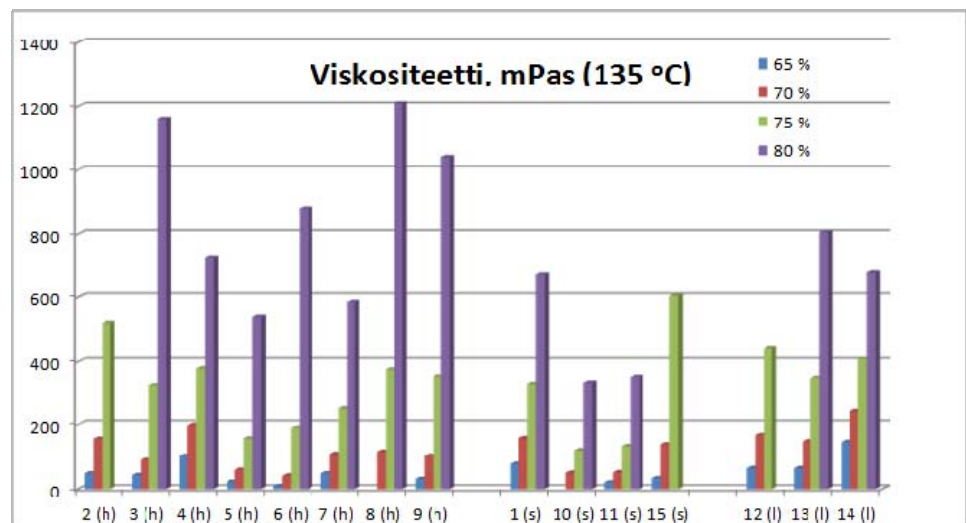
90-luvulla tehty laaja selvitys mustalipeistä (LIEKKI 2-ohjelmassa) ja nyt voisi tehdä esim. viskositeettikäyrät ja selvittää onko tilanne jotenkin muuttunut 15 vuodessa. Suoran vertailun tekeminen on vaikeaa koska entinen koelaitteisto hajosi ennen kuin sillä ehdittiin tehdä kalibrointimittaukset uuden laitteen kanssa.

Tehtaita pyydettiin lähettämään näyte VTT:lle:

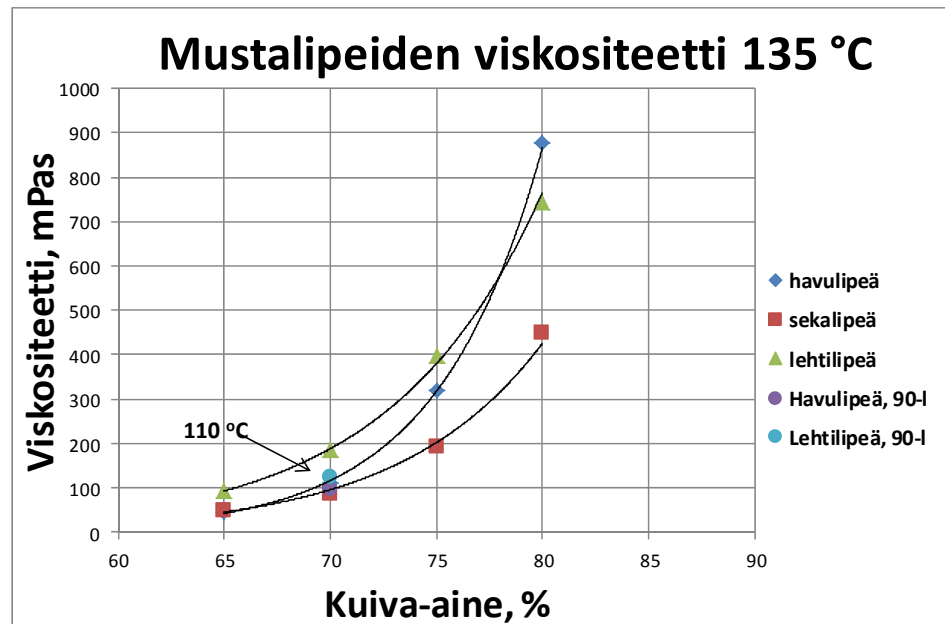
- polttolipeä, se mitä ruiskutetaan kattilaan
- yksi yhteinen lämpötila 135 °C
- toinen lämpötila tehtaan valitsema, jos ei sama 1.lämpötila
- tehdas valitsee kiinnostavimman edustavan lipeän (seka/koivu/havu)

Tilanne:

Jorma Torniainen, VTT esitteli mittauksen tuloksia lyhyesti kokouksessa, alustava raportti LIITE 6.



Kuva 4. Mustalipeiden viskositeetit eri kuiva-ainetasoilla (h=havulipeä, l=lehtipuulipeä ja s=sekalipeä).



Kuva 5. Mustalipeiden viskositeetit (keskiarvo) 135 °C:ssa kuiva-aineen funktiona

Kuten kuvan 4 pylväistä voi havaita, on viskositeeteissa suuria eroja. Kunkin puulajin viskositeetikäyrien keskiarvot on piirretty kuvassa 5. Kuvaan 5 on piirretty myös 1990-luvulla Soodakattilayhdistyksen toimesta teetetyt projektin ”Mustalipeän polttotekniset ominaisuudet” yhteydessä mitattujen havu- ja lehtipuulipeiden viskositeetit 70 %:n kuiva-aineessa. Pisteet näyttävät sijoittuvan suhteellisen hyvin tämän työn viskositeetikäyrästä. On kuitenkin huomattava, että tuolloin 1990-luvulla mittauslämpötila oli 110 °C ja tällä kerralla 135 °C. Tasoero viskositeettitulosten kohdalla johtuu siitä, että mittauksiin käytetty laitteisto vaihtui vuonna 2008. Vanhojen ja uusien tulosten välille ei ole löydetty mitään selkeää korrelaatiokerrointa.

Päätös:

Työryhmä kommentoi raporttia tammikuun 2012 loppuun mennessä ja raportti hyväksytään seuraavassa kokouksessa.

7 TULEVAT PROJEKTIT

7.1 Viskositeettiprojektin jatko

Kokemuksen mukaan jopa asteen kymmenyksen muutos polttolipeän lämpötilassa vaikuttaa palamiseen/carry-overiin/keon muodostumiseen. Aiheena voisi olla pisanmuodostus 80% kuiva-aineessa ja työ voisi olla yhteistyönä VTT/Aalto-yliopisto.

Vanhan ja uuden viskositeettimittauksen ero on 2-3-kertainen, mitä tämä tarkoittaa pumpun sekä haihduttamon lämpöpintojen mitoituksen kannalta

7.2 Syöttövesipumppujen säätö, LUT

Esa Vakkilainen on lähettänyt ehdotuksen syöttövesipumppujen säätöprojektista. Aiheeseen liittyvä Lappeenrannan teknillisen yliopiston julkaisema, LIITE 7.

Sellutehdasprojekteissa tulee aika ajoin vastaan kysymys, montako syöttövesipumppua ja miten säädettyä tulisi kattilassa olla. Työssä laskettaisiin kolmen erikokoisen kattilan optimaalinen syöttövesipumppukoko ja lukumäärä.

Työryhmän mielestä projektissa voisi lisäksi selvittää turbopumpun tarpeellisuutta sekä syöttövesisäiliön mitoitus.

7.3 Projekti-ideoita:

Vierasaineet

- soodakattilassa kalium ja kloori
- korkeat höyrynarvot 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. Lisensiaattityö, 130 s.
- Alumiinin poisto biolietteestä mahdollista?
- Missä muodossa alumiini on biolietteessä?
- Lämpötilan vaikutus?
- Kuinka paljon biolietettä voidaan turvallisesti sekoittaa mustalipeään ilman ongelmia? Vierasaineiden pitoisuusrajat.
- Olkisellutehtailla silikaattia poistetaan:
 - kalsiumia lisäämällä -> kalsiumkarbonaatti
 - pH säädöllä (hiilidioksidi)

Viherlipeäsakan hyötykäyttö:

- vähentää kaatopaikalle menevää tavaraa
- soveltuuko sakka poltettavaksi kuorikattilassa, analyysit meesallisesta ja meesattomasta sakasta. käyttökokemusten perusteella kuorikattilaan annostelu on hankalaa
- soodasakka ja siistausliete on rajattu ulkopuolelle uudesta jäteverosta
- sammuttajan hiekan osalta tilanne on vielä epäselvä

Mustalipeän syöttö ja poltto pelletteinä

Orgaanisen aineen poiston vaikutukset



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

Uudet tulipesäkamerat

- sotilastekniikkaa

Hajukaasukomponenttien neste-höyrytasapainojen mallinnus

- Projektiajatus jalostetaan vielä LUT:n toimesta

LTJ diplomityö: Sellutehtaan lipeäsäiliöiden optimaalinen koko – toiminnan simulointi

- Kymillä on ylätasoa säätö, kertoo tehtaan säiliöiden tilanteen ja miten tilanteen oletetaan kehittyvän tulevaisuudessa
- Projekti koskee enemmän koko sellutehdasta, hyöty nykyisille soodakattiloille?

Suovan erottuminen

Liuottajan hönkien pesu

Kattilan/haihduksen likaantuminen

8 MUIDEN TYÖRYHMIEN KUULUMISET

Sihteeri kertoi muiden työryhmien kuulumiset, LIITE 8

9 MUUT ASIAT

10 SEURAAVA KOKOUS

Seuraava kokous sovittiin pidettäväksi puhelinkokouksena 19.3.2012, jossa käydään läpi tulleet projektiehdotukset vuodelle 2012.

Vakuudeksi

Markus Nieminen