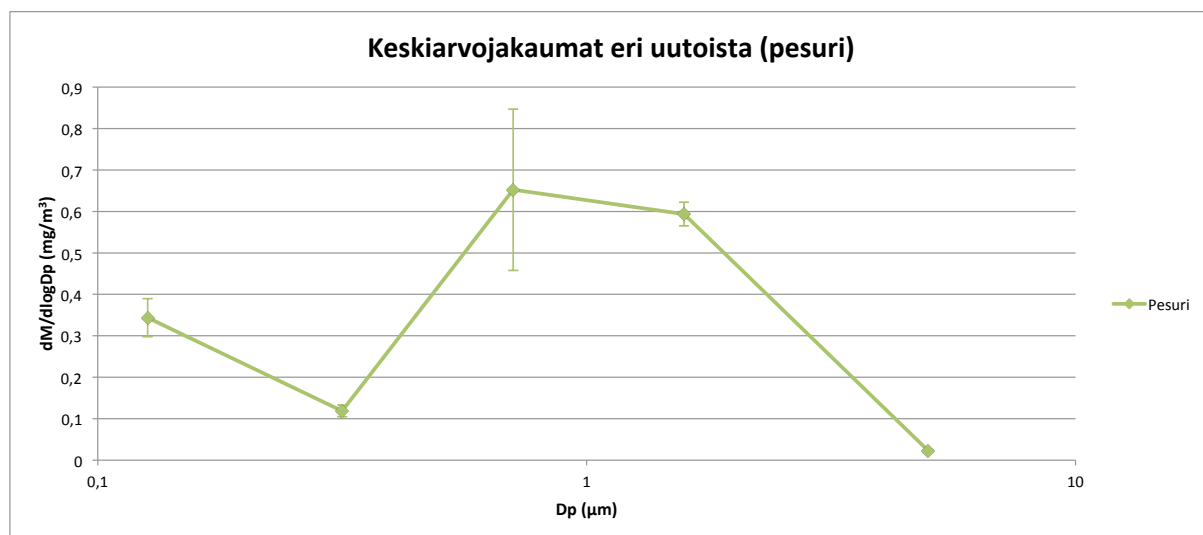
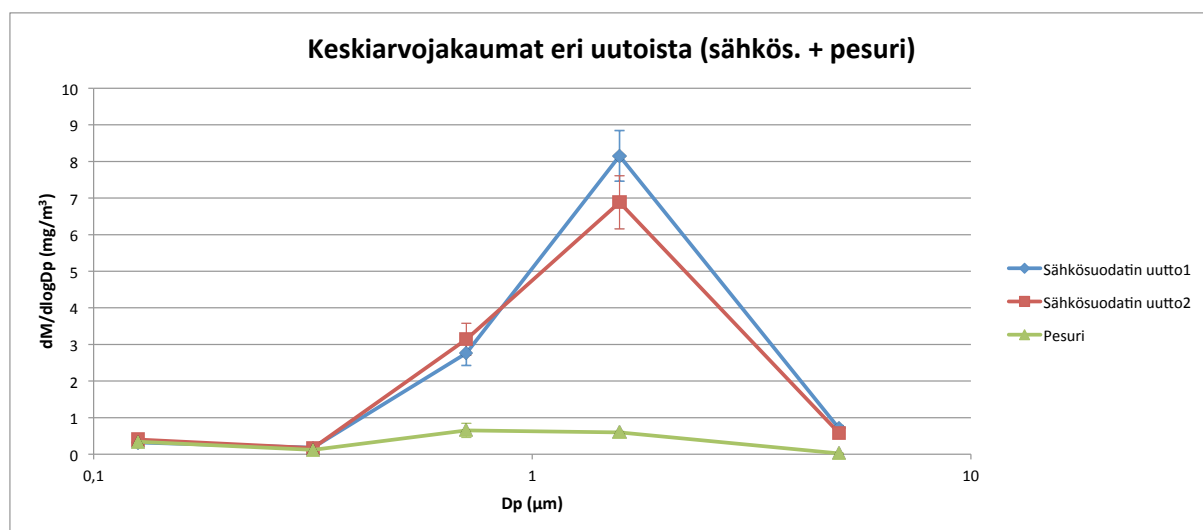


LIITE I

**POPE, Itä-Suomen Yliopisto
– Alustavat tulokset hiukkasjakaumista**

		Dp (µm)	0,12649111	0,3162278	0,7071068	1,5811388	5
Pvm	Klo						
26.11.2012	15:23-17:53	POPE019	0,37753427	0,1767157	2,5304814	8,9456852	0,7909353
26.11.2012	18:00-20:30	POPE020	0,39967893	0,1878018	3,1399198	7,678761	0,6738768
27.11.2012	10:10-12:10	POPE021	0,17650617	0,1749203	2,6040378	7,833409	0,6732254
		Average	0,31790646	0,1798126	2,7581464	8,1526184	0,7126792
		Std dev	0,12295579	0,0069768	0,3326648	0,691155	0,0677726
27.11.2012	12:25-15:00	POPE022	0,35899316	0,1678472	3,038632	7,6487701	0,6099956
27.11.2012	15:15-17:30	POPE023	0,37494857	0,1554847	2,7646546	6,7875232	0,5527241
27.11.2012	17:35-20:05	POPE024	0,47626382	0,1830152	3,6208084	6,204502	0,5892002
		Average	0,40340185	0,1687824	3,141365	6,8802651	0,5839733
		Std dev	0,06360262	0,0137891	0,4372247	0,7265868	0,0289913
28.11.2012	14:11-21:01	POPE026	0,29726459	0,1240245	0,8769507	0,6266128	0,0252599
28.-29.11.2012	21:15-09:15	POPE027	0,38915806	0,1299584	0,5408988	0,5732134	0,0236117
29.-30.11.2012	21:25-15:00	POPE031	0,34478528	0,1028203	0,5389606	0,5815892	0,0191549
		Average	0,34373598	0,1189344	0,65227	0,5938051	0,0226755
		Std dev	0,04595572	0,0142672	0,1945816	0,0287193	0,0031583



Alustavat tulokset: Pitoisuudet raakakaasusta

LIITE II

**Metson esitys Soodakattilapäivä 2012 –
Samanaikainen korroosio-olosuhteiden ja tehtaan
sulfiditeetin hallinta**

Samanaikainen korroosio- olosuhteiden ja tehtaan sulfiditeetin hallinta

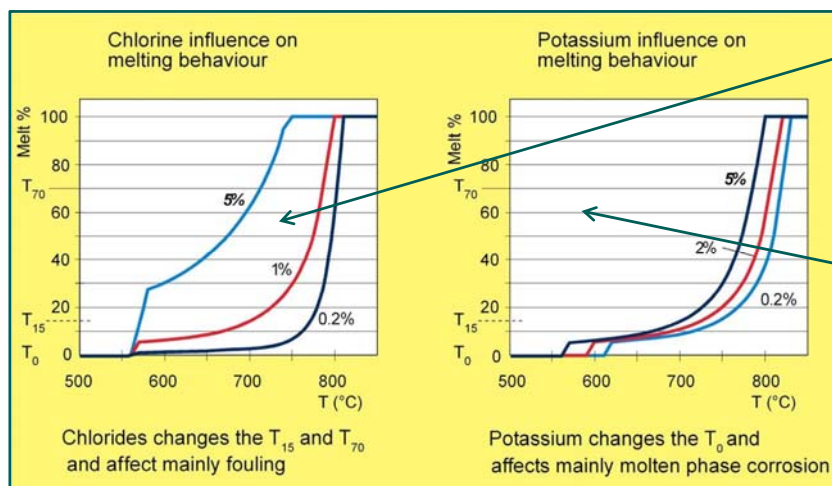
Soodakattilapäivä 2012

Erkki Välimäki



S/Na₂, K, Cl

- K ja Cl tulevat sellutehtaan kemikaalikiertoon puun, kemikaalien ja veden mukana
- K ja Cl rikastuvat suljettuun lipeäkiertoon



Cl -
Tukkeutuminen

K -
Korroosio



S/Na₂, K, Cl

- Mustalipeän korkeat K ja Cl pitoisuudet asettavat vaatimuksia tulistinmateriaaleille ja/tai rajoittavat tulistustemperatuuria ja sähköntuotantoa
- ➔ K ja Cl poistetaan lipeäkierrosta
- Rikkitase (S/Na₂) on ylijäämäinen pääasiassa mäntyöljyn keitossa käytetyn rikkihapon (H₂SO₄) vuoksi
- Rikkiä lisätään prosessiin myös ClO₂:n valmistuksessa (H₂SO₄, SO₂)

S/Na₂, K, Cl

- O₂ – delignifioinnissa käytetty MgSO₄
- Meesauunin rikkipitoinen polttoaine (POR)
- S puussa ja vedessä sisään prosessiin
- AshLeach and LignoBoost prosessien käyttämä H₂SO₄
- NaOH tulee prosessiin valkaisussa ja pesureissa sekä mäntyöljyn valmistuksen emäveden neutraloinnissa

S/Na₂, K, Cl

- NaClO₃ ClO₂:n valmistuksessa
- Na puussa ja vedessä
- Yksinkertainen tapa S/Na₂ – suhteen hallintaan on soodakattilan suodintuhkan dumpkaus
- Samalla alenee K ja Cl pitoisuus lipeäkierrossa
- Isot Na – häviöt prosessista

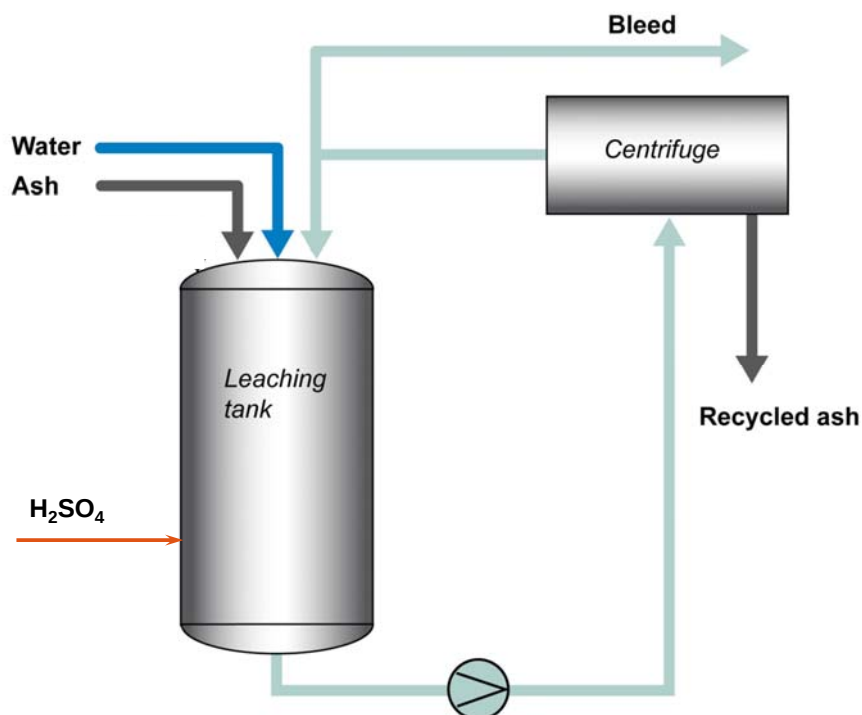
S/Na₂ – suhteen hallintaa

- Suovan poltto soodakattilassa mäntyöljyn valmistuksen sijaan
- H₂SO₄ ja SO₂ sekä edelleen NaHSO₃ valmistus hajukaasujen erillispolton yhteydessä
- H₂SO₄ ja SO₂-veden käyttö mäntyöljyn valmistuksessa ja valkaisussa make-up kemikaalien sijasta
- NaHSO₃ käyttö valkaisussa ja SO₂ – veden kanssa mäntyöljyn valmistuksessa
- Hapetetun valkolipeän käyttö eri kohteissa NaOH:n sijasta

S/Na₂ – suhteen hallintaa

- Meesauunin raskaan polttoöljyn korvaaminen esimerkiksi biokaasulla tai ligniinnillä
- ClO₂ – prosessin vaihtaminen
- Kaliumin ja kloorin poistoon on olemassa kuusi kaupallista prosessia, jotka käyttävät neljää eri tekniikkaa
- 1) Tukan uutto, 2) Haihdutus-kiteytys, 3) Jäädytys-kiteytys ja 4) Ionin vaihto

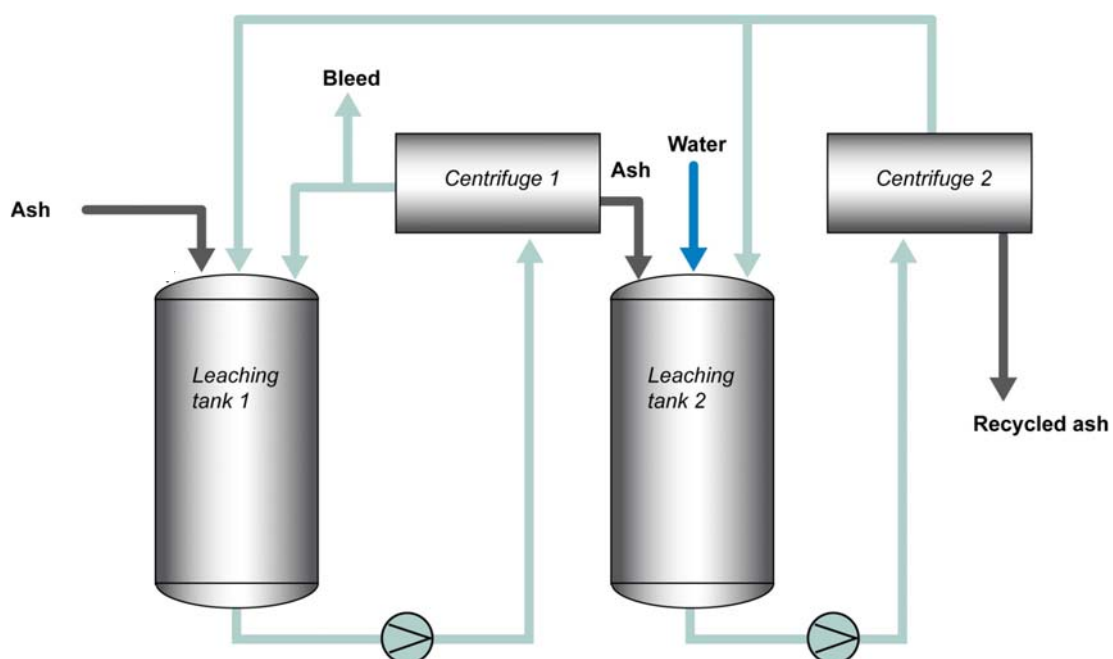
AshLeach



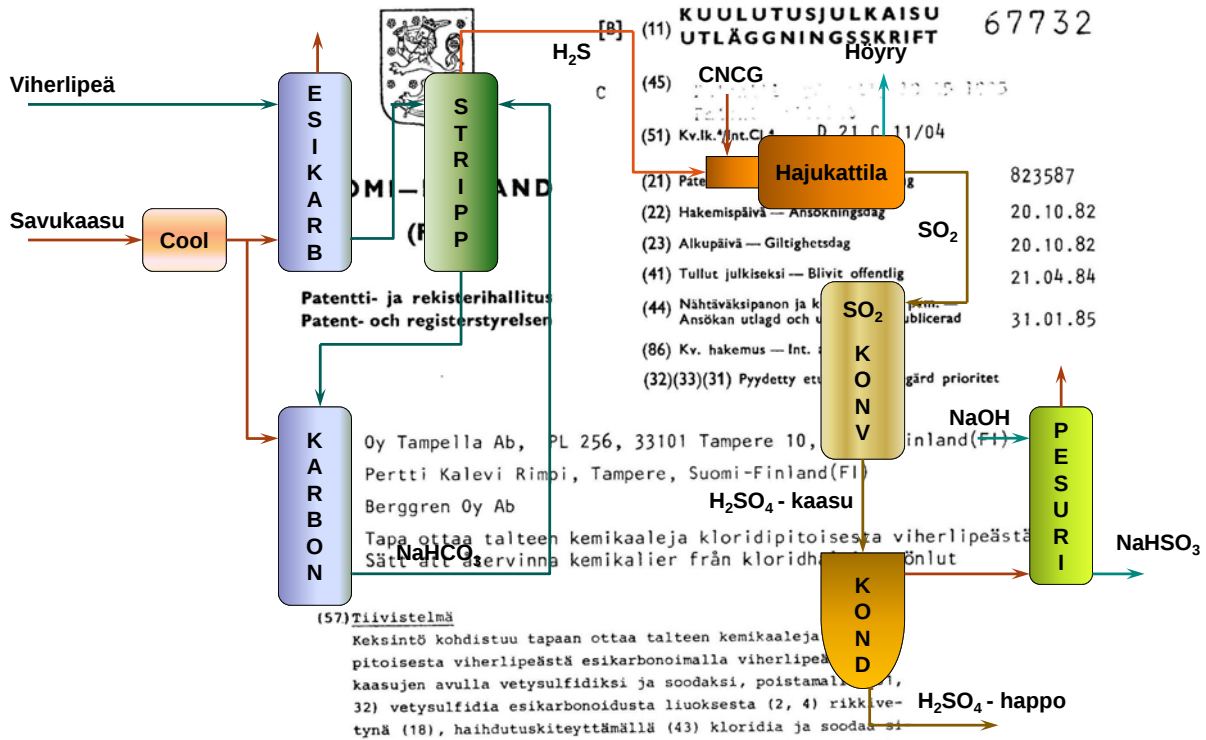
AshLeach – H₂SO₄

- CO₃ muodostaa pieniä kiteitä natriumin ja sulfaatin kanssa
- CO₃ > 5% tuhkassa heikentää neste/kiinteä erotusta
- AshLeach sitä tehokkaampi mitä kuivemmaksi kiinteä linkoutuu
- ➔ karbonaatti muutetaan bikarbonaatiksi NaHCO₃ käyttämällä rikkihappoa
- Erotustehokkuus paranee, lisää rikkiä prosessiin

AshLeach – Duo



SCP - processi



SCP - processi

- Esikarbonointi:
$$2\text{Na}_2\text{S} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHS} + \text{Na}_2\text{CO}_3$$
$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHCO}_3$$
- H_2S – strippaus:
$$-\text{NaHCO}_3 + \text{NaHS} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{S}$$
- Karbonointi:
$$-\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHCO}_3$$

- GLSS = Green Liquor Simplified Stripping
- Pilot laitteessa tutkittiin samanaikaista kaliumin, kloorin ja rikin poistamista sekoittamalla lentotuhkaa viherlipeään
- Pilotin rakentamisesta ja kokeiden toteutuksesta vastasi Oy Sirra Ab (Kurt Siren)
- Kokeissa käytettiin viherlipeää ja lentotuhkaa yhdeltä suomalaiselta ja yhdeltä eurooppalaiselta tehtaalta

Taustalla KCL:n patentoima keksintö



SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT



F 1000117206B

(10) **FI 117206 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats 31.07.2006

(51) Kv.lk. - Int.kl.
D21C 11/04 (2006.01)

(21) Patentihakemus - Patentansöknings 20000034

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 07.01.2000

(24) Alkupäivä - Löpdag 07.01.2000

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 08.07.2001

(73) Haltija - innehavare
1 •Oy Keskuslaboratorio-Centrallaboratorium Ab, PL 70, 02151 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare
1 •Siren, Kurt, c/o Oy Keskuslaboratorio-Centrallaboratorium Ab, Tekniikantie 2, 02150 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)
2 •Helonen, Jarmo, c/o Oy Keskuslaboratorio-Centrallaboratorium Ab, Tekniikantie 2, 02150 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

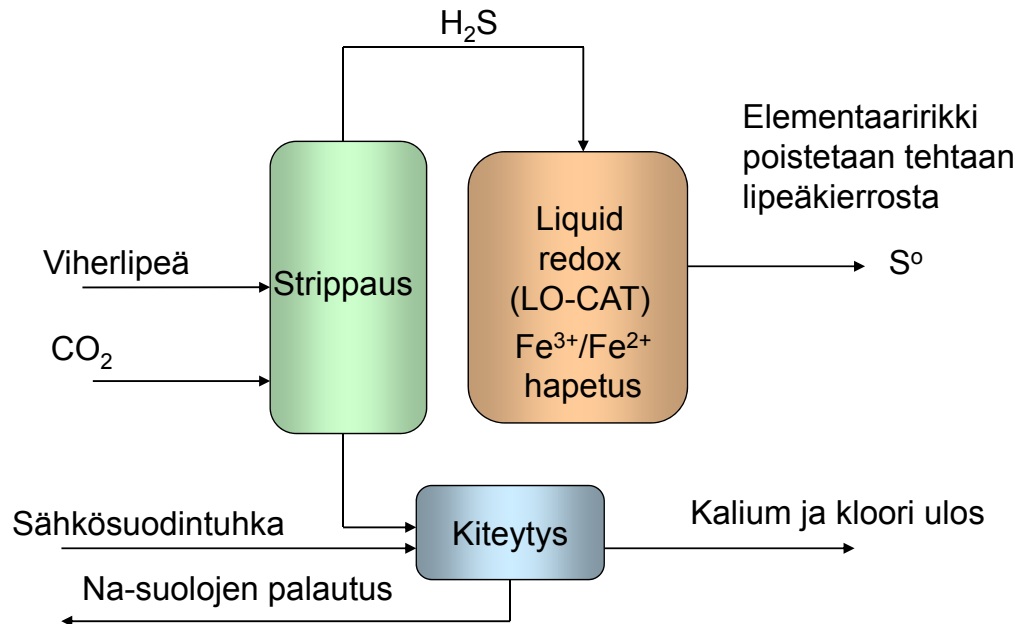
(74) Asiamies - Ombud: Papula Oy
Mechelininkatu 1 a, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning
Menetelmä haitallisten aineiden poistamiseksi sellustehtaan kemikaalikerrosta
Förfarande för avlägsnning av skadliga ämnen från kemikalcirkulationen i en cellulosafabrik

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer
FI 955105 A, US 4249990 A, WO 98/19003,
Jaretun, Anders, Aly, Gharib, "Removal of chloride and potassium from kraft chemical recovery cycles", Sep Sci Technol, vol. 35, nro 3, pp 421-438

GLSS

Tutkittu prosessikokonaisuus:



GLSS

• Kolme osahanketta:

1. K ja Cl liukojsuuksien kartoittaminen
 - CO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ lipeästä
2. Pilot-ajot
 - tehdaskaltaisilla laitteilla
 - tehdasaineilla
3. Taseiden ja talouden laskelmat
 - kemikaalit, energia

Strippaus ja rikinpoisto



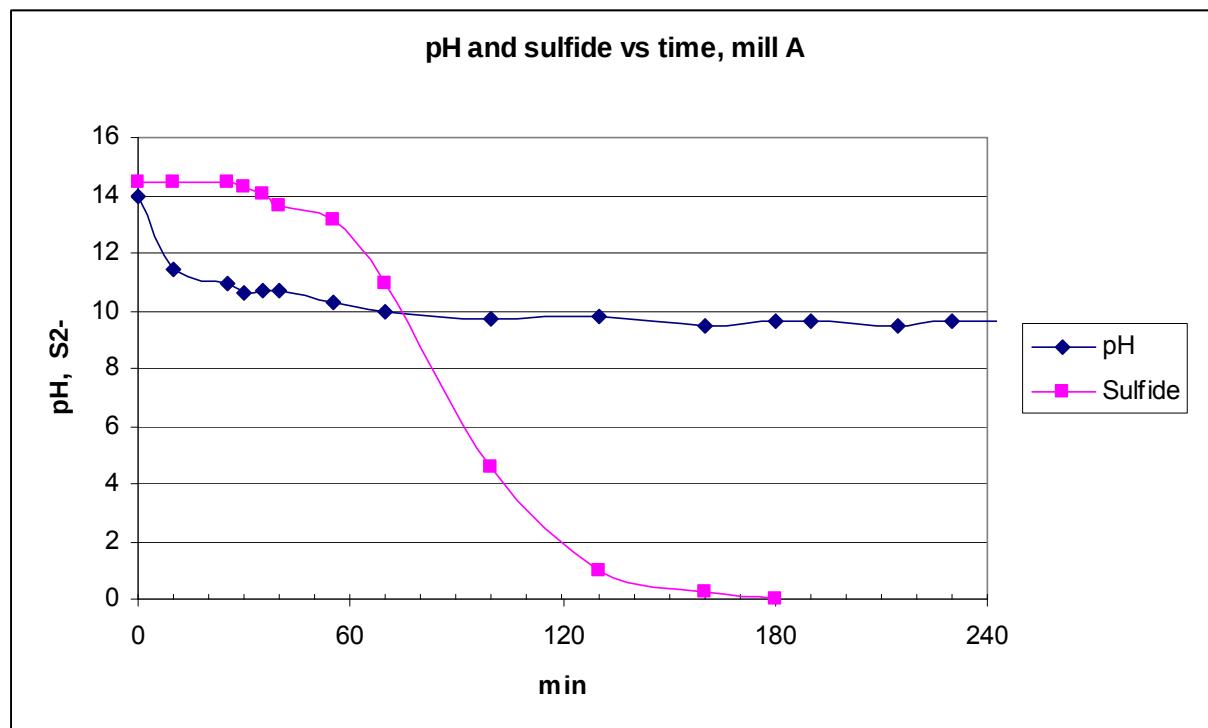
Kiteytys



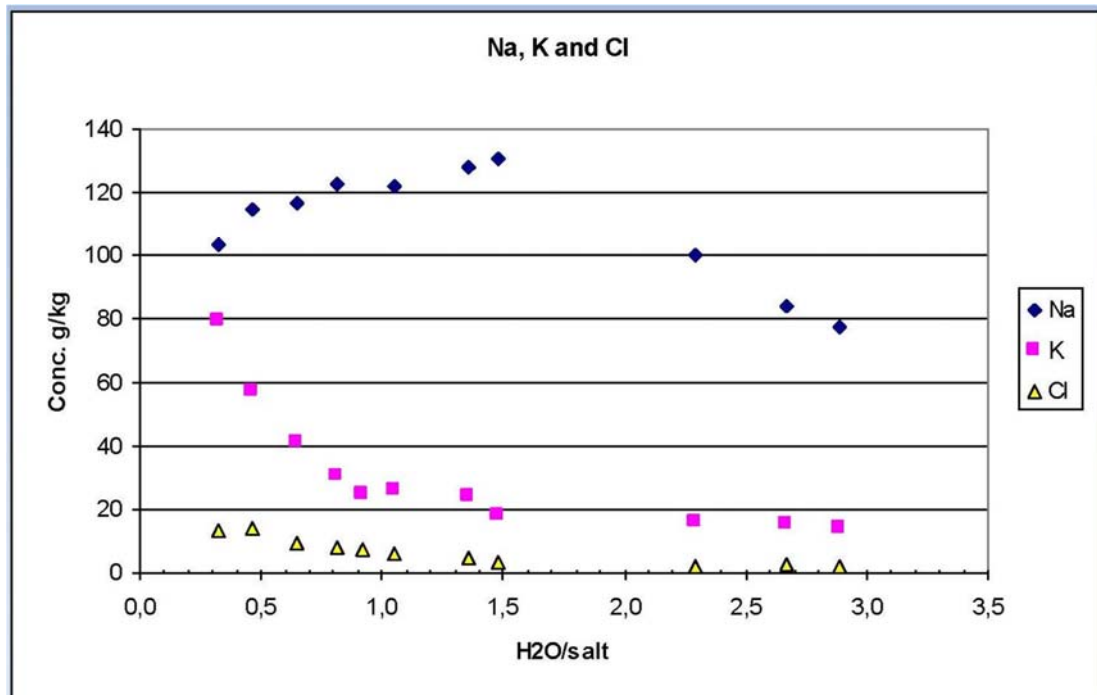
Karbonaatin ja sulfaatin suhde liuoksessa

- karbonaatin läsnäolo muuttaa liukoisuuksia perinteiseen lentotuhkan kiteytykseen verrattuna:
- kalium pysyy paremmin liuoksessa → pysyy poistovirrassa
- voidaan poistaa kaliumia (ja klooria) pienemmillä natriumhäviöillä kuin nykyisillä menetelmillä
- patentissa saavutettiin Na/K-suhde 1,24 (menetetään vain 1,24 kg natriumia per poistettu kg kaliumia)

GLSS - Strippaus

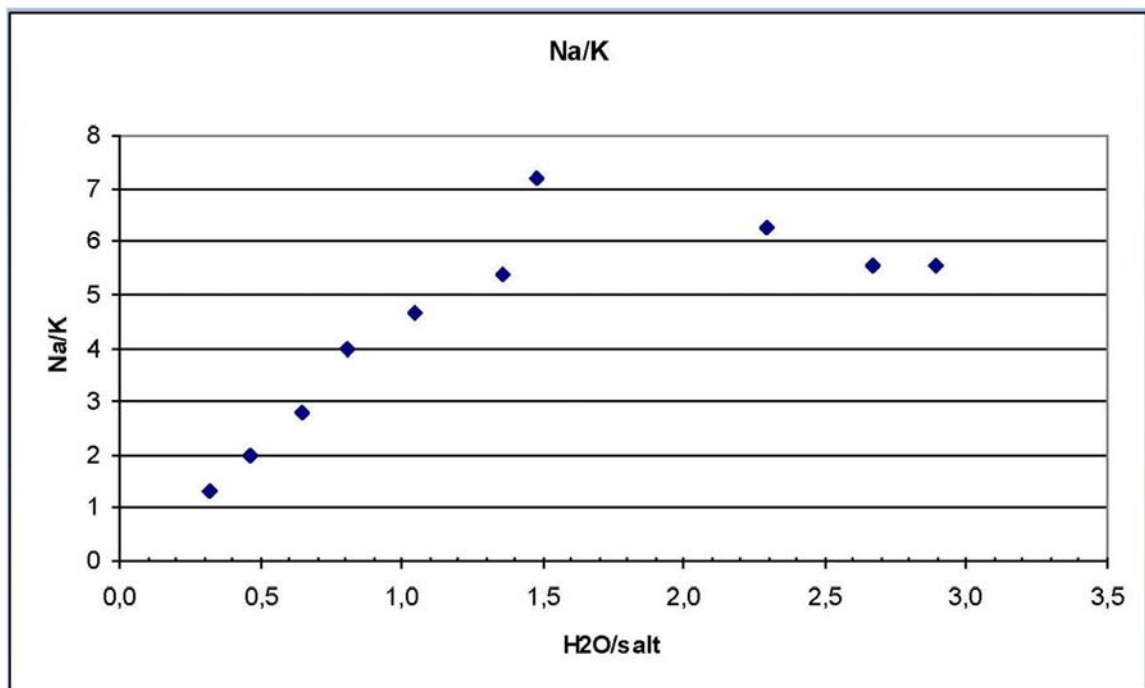


Kiteytys, Tehdas A, 20% ESP



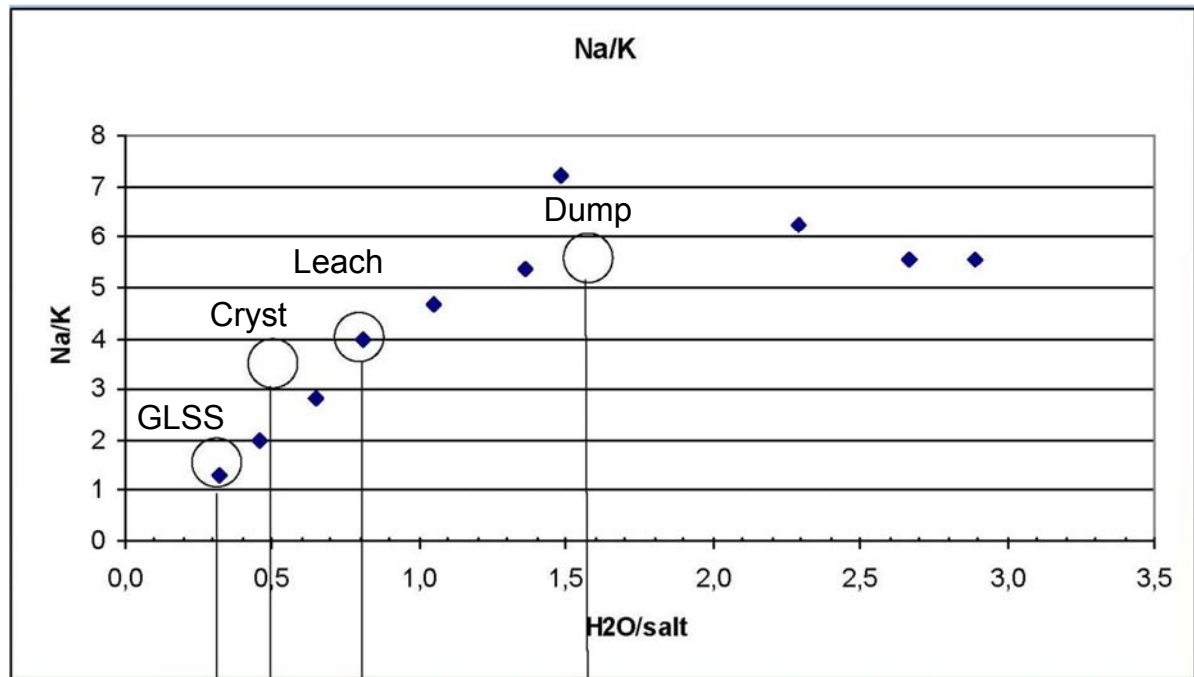
Kalium rikastui tasolle 80 g/kg, vrt. lentotuhka n. 30 g/kg

Kiteytys, Tehdas A, 20% ESP



Lopputaso Na/K 1,3 – lentotuhkalla Na/K 3,5

Vertailua



Yhteenveto

- Sellutehtaan taseessa Na, S, K ja Cl liittyvät vahvasti yhteen
- K ja Cl voidaan poistaa, ongelmana Na-häviöt
- SCP – prosessi yhdessä hajukaasujen erillispolton kanssa mahdollisuuden rikkihapon valmistukseen
- GLSS – prosessissa rikittömäksi stripattu viherlipeä kiteytetään yhdessä suodintuhkan kanssa – myös jätesuoloja voidaan hyödyntää
- GLSS poistaa hallitusti ylimääräisen rikin, kaliumin ja kloorin pienemmin häviöin kuin muut kaupalliset prosessit

LIITE III

Muiden työryhmien kuulumiset



YTR

Käynnissä olevat projektit

1



BAT-dokumentin kommentointi

- Dokumenttiluonnos on poistettu IPPC:n sivuilta, mikä tarkoittanee että dokumenttitekstiin on tulossa vielä muutoksia
 - D2 is currently unavailable due to data confidentiality concerns
- Helmikuussa 2013 pidetään teknisen työryhmän (TWG, technical working group) kokous
- Julkaisuaikataulu?

2

POPE

- Hiukkasmittauksia tehty Kymillä soodakattilasta (ennen sekä jälkeen pesurin) loppuvuodesta 2012
 - Aluksi vaikeuksia saada tarpeeksi hiukkasia impaktoriin (pesurin jälkeen)
 - Alustavia tuloksia saatu, toksisuustulokset lähiviikkoina
 - Savukaasupesuri poistaa hiukkasia suhteellisen tehokkaasti
- Meesauunimittaus vko 49
 - tulokset puuttuu
- Johtoryhmän kokous oli 20.11, pöytäkirja saatavana
- Seuraava kokous 13.6.2013 Kuopio

3

Hajukaasusuosituksen päivitys

- Päivitystyö melkein valmis, teksti läpikäyty kaksi kertaa
 - Metanolin/tärpätin poltto-kappale vielä tarkistettava
- Edellinen kokous 10.12.2012
- ~~Vielä yksi kokous 23.1.2012 Imatralla, KMP:n yhteydessä~~
- Kokous sopimatta
- Suosituksen laajentaminen keräilyyn?
 - Räjähdykset tapahtuneet keräilyn puolella, mm. hakesiilo ongelmallinen
 - Millä työryhmällä?

4

YTR

Projektiehdotukset

5

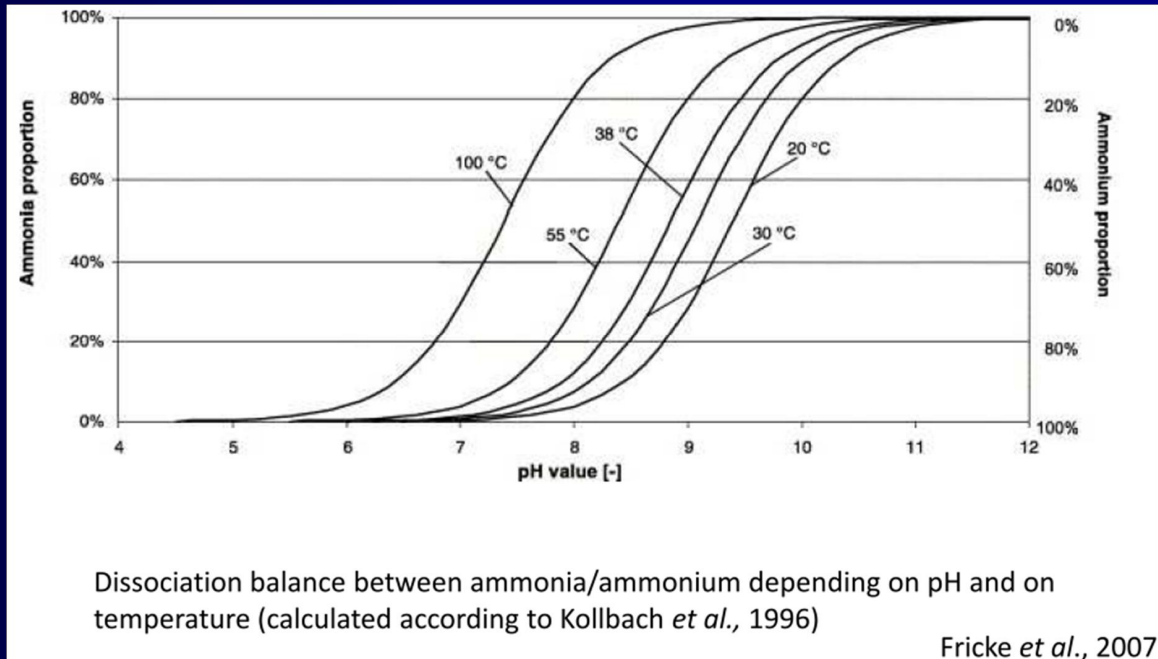
Ammoniakin talteenotto stripperin lauhhteista

- Projektissa "Ammonia Formation and Recovery in a Kraft Pulp Mill and Fate of Biosludge Nitrogen" todettiin että suurin osa talteenotettavasta ammoniakista on likaislauhteessa
 - The ammonia found in the dirty condensates would represent 75% of this ammonia while the other 25% of this would be found in the vent gases from recausticizing. Since the ammonia in white liquor is ultimately found in the dirty condensates from pulping and evaporation, its flow from recausticizing is not included in the potential nitrogen recoverable from recausticizing. One challenge of recovering the NH_3 from the dirty condensates would be to separate it apart from the MeOH.

6

Ammoniakin talteenotto stripperin lauhdeista

- Ehdotus: ammoniakki saataisiin pysymään lauhhteessa ammoniumina stripperin pH:ta muuttamalla happamaksi



7

Ammoniakin talteenotto stripperin lauhdeista

- Menetelmä patentoitu Ruotsissa
 - Patentin omistaja selvitetty, mitä halutaan tietää?
- Kokemukset Husumin tehtaalta
 - Korkea hapon kulutus -> stripperin materiaali
 - Investoivat ammonium pesuriin (haihduttamon kaasut)
- Pesuri asennettu myös MeadWestvacon tehtaalle Etelä-Carolinassa
 - Pesee SOG-kaasuja, poltetaan meesauunissa

Ammoniakin talteenotto stripperin lauhhteista

- Stripperin pH-säätö
 - vain pH-säätö (lämpötilan funktiona), ei uusia laitteita
 - stripatun lauhteen käyttökohteet, mihin ammoniakki päätyy (vaikutus sulfiditeettiin)
 - irtoaako ammoniakki käyttökohteessa esim. valkaisun pesu takaisin kiertoon
 - rikkihapon kulutus (tehtaan muut happamat jakeet)
- Kaasupesuri
 - pesuliuos voidaan johtaa minne vain, esim. aktiivilietelaitos
 - käytettyä tekniikkaa mm. biokaasun jalostuksessa
 - pesuliuoksen haju? Metanoli mahdollista saada hajuttomaksi?
 - pesuri on lisälaitte -> investointikustannus

9

Sähkösuodintuhkan hyötykäyttö 1/2

- Sellutehtaan ylijäämäisen rikkitaseen hallitsemiseksi on tapana liuottaa lentotuhkaa ja viemäroidä se jäteveden mukana. Ympäristölupien uusinnan yhteydessä tehtaille voi tulla rajoituksia tähän käytäntöön
- Tuhkan vieminen kaatopaikalle ei ole sallittua koska tuhka ylittää kaatopaikkajätteelle määritellyn liukoisuusrajan, joten keinot päästä eroon tuhkasta on liuotus tai hyötykäyttö.

10

Sähkösuodintuhkan hyötykäyttö 2/2

- Vaihtoehtoja hyötykäytölle:
 - Puhtaan natriumsulfaatin valmistus selkeytys/kiteytyksellä (yhdistyksen aikaisempi tutkimus)
 - NaOH ja rikkihapon valmistus natriumsulfaatista elektrohydrolyysillä (tutkittu 1980-luvulla, kannattavuus riippuu NaOH markkinahinnasta)
- Yhdistyksen projekteissa vuosina 2003-2009 tutkittiin sähkösuodintuhkan puhdistusta ja käsittelyä natriumsulfaatin hyötykäyttöä ajatellen.
 - Lisäksi selvitettiin mahdollisia natriumsulfaatin käyttökohteita sekä tuotteen kuljetusta

11

Hiukkaskokojakaumat ja pölyemissiöt

- Selvitettäisiin jakaumat ja kemiallinen koostumus ennen ja jälkeen sähkösuodattimen, tämän päivän tilanne
 - EPA:lla kaksi mittaustapaa sähkösuodattimelle
 - Vaatimukset raskasmetalleille / BAT rajat
 - Höngissä paljon PM1 hiukkasia
- Aikaisempi tutkimus julkaistu artikkelina Environmental & Science Technology lehden numerossa 2/2006.
 - <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es0503027>
- Selvitetään POPE-projektissa

12

Sellutehtaan dioksiinipäästöt

- Jatkotutkimuksena selvitys dioksiinipäästöihin vaikuttavista tekijöistä, ajoparametrit, lämpötila
- Aikaisempia tutkimuksia on tehnyt Vic Uloth, Paprican.
- Dioksiinipitoisuuden määrittelyn hinta riippuu detektiorajasta, mitä tarkempi sen kalliimpi. Näytteet lähetettäisiin nimettöminä.
- Sihteeri tiedustelee jäsenyhdyshenkilöiltä nähdääkö tällainen projekti tarpeelliseksi ja onko mitattu, jos on, onko tuloksia saatavilla.

13

IE-direktiivin vaikutukset soodakattilan päästöarvoihin

- Soodakattilat/meesauunit ulkona LCP-määräyksistä
 - IE-direktiivissä kiinteät päästörajat, joista ei voi poiketa
 - Soodakattila erottamaton osa tehdasta, EU tuomioistuimen päätös olemassa -> ei voi olla jätteenpolttokattila
 - LCP-laitoksille polttoaine tuodaan ulkopuolelta -> soodakattila ei ole LCP-laitos
- Komissio tarkastelee kuitenkin parhaan käytettävissä olevan tekniikan pohjalta, onko tarpeen vahvistaa EU-laajuisia päästöarvoja muun muassa soodakattiloille
- Komissio antaa 31.12.2013 mennessä kyseisen tarkastelun tuloksista kertomuksen parlamentille ja neuvostolle sekä tarvittaessa säädösehdotuksen

14

NO_x

- NO_x:n mittaaminen oikein
 - mustalipeän typpipitoisuus vaikuttaa -> mittausvirhe
 - jatkuvatoiminen vai kertamittaus
 - näytelinjan tiiveys
 - näytteenkäsittely ja laskenta (kuivat/kosteat kaasut, happikorjaus)
 - savukaasumäärän mittaus
- Selvitys Pietarsaaren Nox-päästöistä
- Yhteistyö Ruotsin kanssa

15

Soodakattilan raskasmetallipäästöt ilmaan

- ÅA diplomityö (Lipeätyöryhmä) raskasmetallitaseista rajautui sähkösuodattimeen, mutta ainakin elohopea läpäisee sähkösuodattimen
- Euroopassa sijaitsevien tehtaiden päästöjä voi tarkastella E-PRTR-rekisteristä. <http://prtr.ec.europa.eu/>

16



SKYREC

17



Things to be done

- Last meeting 19.12.2012
 - Accepting last reports of furnace material tests, VTT
 - Commeting summary report
- Summary report will be published in February 2013



Muiden työryhmien toiminta

Käynnissä olevat projektit

19



Konemestaripäivät

Palaute 2013

20

Palaute

- Palautettuja lomakkeita yhteensä
 - Konemestaripäivät 47 kpl
- Ilmoittautuneita
 - Konemestaripäivät 69 kpl

21

Konemestaripäivä: Kuinka arvioisit luennoitsijaa ja esityksen sisältöä?

Keskiarvo, asteikko 1-5

Thomas Åström Soodakattila ja -turbiinivauriot	4.1
Jouni Koskinen Soodakattilan 1-lieriömuutos	3.7
Jari Aapio Henkilöturvallisuuden parantaminen soodakattilalaitoksessa RFID avulla	3,6
Carl-Johan Fogelholm Älykäs nuohous, tehostaa ja vähentää nuohoushöyryn kululusta	3,7

22

Konemestaripäivä:

Mielipiteesi tilaisuuden muista järjestelyistä

Keskiarvo, asteikko 1-5

Salijärjestelyt (pöytäjärjestys, kuuluvuus, näkyvyys)	4.3
Ilmoittautumis- ja vastaanottopalvelut	4.5
Tilat	4.3
Tarjoilut	4.5
Yleisvaikutelma tilaisuudesta	4.3

23

Konemestaripäivä:

Toivottuja luento- ja tutkimusaiheita

- Soodakattilan polttimet
- Soodakattilan tehon nosto, korkean kuiva-aineen poltto
- Materiaalikorroosio
- Uudet tutkimustulokset, uudet konstruktiot
- Kattilatoimittajien muutos/korjauskohteiden käsittelyä lisää

24

Konemestaripäivä

Muuta palautetta

- Hyvät järjestelyt
- Käyttäjien kokemusten vaihdolle enemmän aikaa
- Vauriokeskustelulle enemmän aikaa, esim. 1 päivä

25

Mielipiteesi Energiapäivä-

seminaarin järjestämisestä

Kyllä	35 kpl, 74,5 % vastaajista
Ei	5 kpl, 10,6 % vastaajista
Ei mielipidettä	7 kpl, 14,9 % vastaajista

26

ATR: Ohje UPS-järjestelmän periaatteeksi

- Projektia varten perustettu työryhmä jättänyt loppuraportin:
 - Sähkön syötölle tulisi mahdollisuuksien mukaan tarjota useampi toisistaan täysin riippumaton kulkutie. Yksittäisiä yhteisiä osia tulisi välttää (automaattinen syötönvaihto, yhteinen UPS kisko)
 - UPS-laitteiden lisääminen parantaa lähinnä sähkönsyötön toimintavarmuutta katkostilanteessa. Varsinkin kun huomioidaan UPS laitteiden taipumus vikaantua juurikin tarvetilanteessa
 - Oleellista on kiinnittää huomiota myös normaalitilanteen sähkönsyötön varmuuteen kriittisten laitteiden ja järjestelmien osalta
- ATR pyytänyt tarjouksen Pöyryltä ohjeen tekemiseksi

27

KTR: Soodakattilanmateriaalit ja tarkastukset (Suojaussuosituksen päivitys)

- Projektin tarkoituksena on päivittää vuonna 1997 tehty soodakattilan suojaussuositus vastaamaan nykytilannetta ja tarvetta seuraavin osin (suluissa tekijä):
- Osa 1. Soodakattilan materiaalit ja hitsaukset (KTR)
Osa 2. Soodakattilapinnoitukset (VTT)
Osa 3. Paineastian korjaukset (KTR)
Osa 4. Soodakattilatarkastukset (Inspecta)
Osa 5. Soodakattilan vauriot (KTR)

28

LTR: Syöttövesipumppujen säätö, LUT

- Työssä tehdään esiselvitys kolmen SKY:n valitseman soodakattilan syöttövesipumppauksen mahdollisuuksista säästää sähköä toteuttamalla pumppauksen säätö uudella tavalla
 - Taustalla on ABB:n rahoittama väitöskirja jossa on tutkittu taajuusmuuttajapumppujen energiataloudellista ajotapaa
 - Samalla mietitään miten suurella syöttövesisäiliöllä kukin soodakattila pärjäisi.
 - Lisäksi mietitään mikä olisi energiataloudellisen syöttövesipumppu konfiguraatio
- Tutkittavat kattilat: Veracel (data puuttuu), Fray Bentos (data puuttuu), Joutseno (data puuttuu)

29

SKY 50v ja ICRC 2014 9.6-13.6.2014

- ICRC-seminaari 9.-13.6.2014 Tampere-talossa
- 50v-toiminkunta on perustettu miettimään juhlapäivän ohjelmaa/ luennoitsijoita
 - Timo-Pekka Veijonen, Keijo Salmenoja, Mikko Hupa, Klaus Niemelä, Esa Vakkilainen
- Alustavat nettisivut (ei vielä julkaistu):
http://www.soodakattilayhdistys.fi/secure/ICRC/ICRC_index.html

30

Vuosikokous 2013

- Helsingissä 18.4.2013
- Saman konseptin mukaan viime kerralla (itse kokous iltapäivällä ja iltaohjelma sen jälkeen)
- Sihteeri kartoittaa mahdollisia kokouspaikkoja (musiikkiteattereita).

31

Projektiehdotukset

32



Mustalipeän viskositeetin vaikutus pisaroitumiseen

- Tutkimuksessa selvitetään viskositeetin vaikutusta mustalipeän ruiskutukseen ja pisaranmuodostukseen. Tällöin mustalipeän viskositeetti mitataan tavanomaista alhaisemmilla leikkausnopeuksilla. Samalla pyritään lyhyesti arvioimaan myös mustalipeän ei-newtonilaisuuden vaikutusta putkivirtauksiin, pumppuihin sekä haihduttamoon.
- Tarkoituksena on tutkia neljää erilaista lipeää eli havupuu-, lehtipuu-, seka- ja eucalyptuslipeää. Kussakin tapauksessa viskositeetti mitaan useassa eri lämpötilassa.
- Tutkimus suoritetaan Labtiumin ja Aalto Yliopiston yhteistyönä.