



Suomen Soodakattilayhdistys ry

HALLITUKSEN KOKOUS 4/2012

AIKA 20.9.2012 klo 10.00 – 15.00

PAIKKA If Vahinkovakuutus Oy, Espoo

LÄSNÄ

Jorma Torniainen	VTT Expert Services Oy, Espoo
Markus Nieminen	Pöyry Finland Oy, Vantaa, sihteeri
Jaakko Tukia	If Vahinkovakuutus Oy, Espoo
Reijo Hukkanen	Stora Enso Oyj, Oulun tehdas
Harri Jussila	UPM Kymmene Oyj, Kuusankoski
Timo-Pekka Veijonen	Stora Enso Oyj, Pulp Competence Center, PJ
Timo Merikallio	Metsä Fibre Oy, Rauma
Jukka Suutela	Pöyry Finland Oy, Vantaa
Olli Ahava	UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaari
Toni Orava	UPM Kymmene Oyj, Kymi
Marja Heinola	Andritz Oy, Kotka

LIITE 1	Raporttiliitteiden yhteenvedot
LIITE 2	Tuntiseuranta ja kassavirta
LIITE 3	ATR: UPS-järjestelmän vika-analyysi
LIITE 4	KTR: Soodakattilan savukaasurajähdytys, Oulun yliopisto – loppuraportti 28.8.2012
LIITE 5	KTR: Soodakattilan pinnoitukset, VTT – raportti 30.8.2012
LIITE 6	YTR: POPE, Itä-Suomen Yliopisto - pöytäkirja nro 3 4.4.2012
LIITE 7	YTR: POPE, Itä-Suomen Yliopisto – jatkotarjous 23.5.2012
LIITE 8	SKYREC/LTR: Probe Study of Corrosion in the Economizers of a Kraft Recovery Boiler – tarjous 5.9.2012

JAKELU

Sähköpostitiedote:
Yhdyshenkilöt
Hallitus ja työryhmät
MNN PLA/Arkisto



1 POISSAOLOILMOITUKSET

Kari Haaga	Metso Power Oy, Tampere

2 PÄÄTÖSVALTAISUUS

Paikalla oli puolet hallituksen jäsenistä, joten kokous todettiin päätösvaltaiseksi.

3 ASIALISTA

4 KOKOUKSIEN 2/2012 JA 3/2012 MUISTIOT

Kokouksien 2/2012 ja 3/2012 muistiot hyväksyttiin muutoksitta.

4.1 Edellisten kokouksien 2/2012 ja 3/2012 päätökset

Käytiin läpi edellisten kokouksien päätökset. Kokous 3/2012 oli sähköpostikokous.

5 TALOUSTILANNE JA TUNTISEURANTA

5.1 Taloustilanne ja tuntiseuranta

Tuntiseuranta ja kassatilanne on esitetty LIITE 2. Tuntikulutus on tällä hetkellä alle ennusteen, ennuste on 5 edellisen vuoden keskiarvo.

SKYRECistä on käyttämättä tällä hetkellä noin 2000 euroa, joten siltä osin projekti on päättynyt. Johtoryhmällä on vielä yksi kokous ennen joulua.

5.2 Saatavat

Ei saatavia

6 KOKOUKSESSA TEHDYT PÄÄTÖKSET

OPINNÄYTETYÖPALKINTO:

- Hallitus kannatti tuomariston ehdotusta palkinnon saajaksi: Tiia Nousiaista, työstä Crude Tall Oil Production Improvement

PROJEKTIT:

- ATR: Turva-automaatiosuosituksen käänös, FMGlobal/Pöyry
- Julkaistaan lokakuussa 2012 ATR:n kokouksen jälkeen.



ATR: Ohje UPS-järjestelmän periaatteeksi

- Automaatiotyöryhmän seuraava kokous pidetään 23.10.2012, jossa päätetään projektin jatkosta.

KTR: Aktiivihiilen mitoituksen varmistus ja optimointi sekä TOC-reduktion varmistaminen, JP-analysis/Oulun Yliopisto

- Työ viivästynyt TOC-mittauslaitteiston hajoamisen takia. Työt päästy aloittamaan vasta syyskuussa 2012, arvioitu valmistumisaika marraskuu 2012.

KTR: Soodakattilan savukaasuräjähdys, Oulun yliopisto

- Hallitus hyväksyi projektin loppuraportin

KTR: Soodakattilan materiaalit ja tarkastukset

- Hallitus hyväksyi Osan 2 Soodakattilapinnoitukset tekstin.

YTR: TEKES-hanke, Polttoperäisten päästöjen ja nanohiukkasten haitallisuuden määrittäminen uudella tutkimusmenetelmällä, Itä-Suomen yliopisto

- Mittauksia tehty Kymin kattilalla
- Projektin johtoryhmän seuraava kokous on marraskuussa Kuopiossa, tarkempi kokousaika sopimatta.

YTR: BAT-dokumenttiluonnoksen NOX-kappaleen kommentointi

- Dokumentin virallinen julkaisu menee todennäköisesti vuoden 2013 loppupuolelle.

YTR/ATR: Hajukaasujen polttosuosituksen päivitys

- Seuraava työryhmän kokous on viivästynyt jäsenten työkiireiden takia

LTR: Mustalipeän viskositeetti, VTT

- Raportti julkaistaan seuraavan LTR:n kokouksen jälkeen

LTR: Syöttövesipumppujen säätö ja mitoitus, syöttövesiäiliön koko - konseptitarkastelut, LUT

- Yhdeltä tehtaalta (Fray Bentos) puuttuu data

OTR: Painelaitepäivä 19.9.2012, Sokos Hotel Vantaa

- Tilaisuuteen osallistujia ~40 henkilöä

OTR: Soodakattilapäivät 25.10.2012, Scandic City, Tampere

- Osallistujia on tällä hetkellä noin 50 henkilöä.

OTR: Vuosikokous 2013

Ohjelmatyöryhmän ehdotus ajankohdaksi on 18.4.2013.

OTR: 50-vuotisjuhla ja ICRC 2014

- 50v-juhlatoimikunta piti ensimmäisen puhelinkokouksen 19.6.2012.

PROJEKTIEHDOTUKSET

KTR: Sularännit, käyttöongelmat ja soodasulan juoksevuus

- Odotetaan tarkempaa ehdotusta projektista.

YTR: Hiukkaskokojakaumat ja pölyemissiot

- Sihteeri ottaa projektin esille YTR:n seuraavassa kokouksessa.

Energiapäivä, LUT

- Hallitus ehdottaa seminaarin yhteydessä vierailua Joutsenon tehtaalle, katsomaan kuoren kaasutuslaitokselle joka valmistuu syysyksi 2012.

YTR: Ammoniakin talteenotto stripperin lauhdeista

- Yhdistyksen projektissa "Ammonia Formation and Recovery in a Kraft Pulp Mill and Fate of Biosludge Nitrogen" todettiin että suurin osa talteenotettavasta ammoniakista on likaislauhteessa.

YTR: Altistuminen tuhkalle sellutehtaalla ja tuhkan käsittelyssä:

- Asia koskee myös soodakattiloita, sihteeri ottaa projektiehdotuksen esille YTR:n seuraavassa kokouksessa.

LTR: Suolallisen mustalipeän kuiva-aineen määrittäminen ja tuloksen ilmaisu

- Lipeätyöryhmä käsittelee projektiehdotuksen seuraavassa kokouksessa, terminologia-selvitys olisi paikallaan, jotta puhutaan samasta asiasta.

Viskositeettiprojektin jatko / korkean kuiva-aineen poltto

- Lipeätyöryhmä käsittelee projektiehdotuksen seuraavassa kokouksessa.

SKYREC

KTR: Tulipesän sondikokeiden analysointi ja korroosionopeuksien määrittäminen, VTT

- Loppuraporttia odotetaan VTT:ltä.

LTR: Probe Study of Corrosion in the Economizers, ÅA

- Seisokki on suunniteltu alkavaksi 5.10 ja seisokki päättyy 10.10.

7 OPINNÄYTETYÖPALKINTO

Tänä vuonna hakemuksia tuli kaksi kappaletta:

- Impact of furnace dimensions on recovery boiler performance and cost, Mikko Kontula, Tampereen Teknillinen Yliopisto
- Crude Tall Oil Production Improvement, Tiia Nousiainen, Aalto Yliopisto

Mikko Kontulan työssä, Impact of furnace dimensions on recovery boiler performance and cost, tutkittiin soodakattilan suunnittelua ja hinnoittelua. Työn tärkeimpänä tavoitteena oli selvittää erilaisten tulipesän verhoratkaisujen vaikutusta kattilan hintaan ja suorituskykyyn. Työssä tarkasteltiin kahta eri kokoista soodakattilaa, joissa molemmissa suunniteltiin 4 erilaista kattilaa, yksi ilman tulipesäverhoa ja kolme muuta eri kokoisilla tulipesäverhoilla. Kattilat suunniteltiin siten, että niiden

toiminta-arvot pysyivät muuttumattomina, jolloin kattilat ovat vertailukelpoisia.

Työssä viipymäaika kompensoitiin suurentamalla ilmakerrointa, eli syöttämällä tulipesään enemmän palamisilmaa. Tarvittavan lisäilmamäärän selvittämiseksi tehtiin virtausmallinnuksia sekä analysoitiin toimivista kattiloista kerättyä mittaustietoa. Tavoitteena oli selvittää käytetyn ilmakertoimen, eli savukaasujen loppuhapen, ja savukaasujen viipymäajan vaikutus CO-päästöihin. Näin kattilat ovat vertailukelpoisia myös päästöarvojen osalta.

Suunnitelluille kattiloille laskettiin hinnat siten, että muuttuvat rakenneosat hinnoiteltiin. Muuttuville rakenneosille laskettiin materiaali-, valmistus- ja rakentamiskustannukset. Merkittävimmät hintaeroihin vaikuttavat osat olivat kattilarakennus ja lämmönsiirtopinnat.

Työryhmän kommentit Mikko Kontulan työhön:

- Asiallinen työ ulkoasultaan
- Alkuosa sujuvaa tekstiä soodakattiloista
- Työssä ei esitetä selkeää yhteyttä kirjallisuuden ja tutkimustulosten välillä, lähdeluettelo melko vaatimaton
- Käytetyt menetelmät on kuvattu yleisellä tasolla
- Prosessidataa analysoimalla pystyttiin päättämään/tutkimaan monia asioita päästöjen ja teknisten ratkaisujen osalta (verhot)
- Työssä saatiin asiallisia tuloksia eri verhoratkaisujen vaikutuksista kattilan hintaan, joten siltä asetetut tavoitteet saavutettiin
- Tulokset kyllä jäivät joltain osilta vähän "laihoiksi", koska monia tärkeitä alkuarvoja puuttui, kuten esim. lipeäanalyytit.
- Tehdasdatasta ei löytynyt korrelaatiota ylijäämä hapen, CO ja NOx päästöjen osalta

Tiia Nousiainen työn, Crude Tall Oil Production Improvement tarkoituksena oli lisätä mäntyöljyn tuotantoa eräässä sellutehtaassa, edellytyksenä mäntyöljyn laadun hallinta vähintään entisellä tasollaan. Lähtökohtana tälle työlle oli arvioitua alhaisempi mäntyöljytuotanto johtuen mäntyöljyn polttohäviöiden kasvusta. Tutkimus oli kaksiosainen.

Ensin selvitettiin koko tehtaan suopataseen avulla mäntyöljyn polttohäviöiden syy. Toisessa osassa keskityttiin optimoimaan suovan hapotuksen tehokkuutta hydrodynaamisella separaattorilla (HDS). Suopataseen tuloksena vahvistettiin mäntyöljyhäviöiden kärjistävän pääosin heikkoon mäntyöljykeittämön ajomalliin, jolloin suovan hapotuksessa syntyvän rejektin eli emäveden mukana pääsi huomattavia määriä mäntyöljyä polttoon. Lisäksi mustalipeäsäiliöiden todettiin olevan riittämätön koivupainotteisella mustalipeän haihduttamalla. Toisessa tutkimusosassa alhaisempiin polttohäviöihin päästiin optimoimalla mäntyöljykeittämön hapotusprosessia. Tuotantotehokkuuden nosto 60%:sta 95%:iin saavutettiin muuttamalla hapotuksen massatasetta ja reaktio-olosuhteita, mäntyöljyn laatua huonontamatta.



Työryhmän kommentit Tiia Nousiasen työhön:

- Ulkoasultaan moitteeton
- Kattava yleisosuus sekä laboratorio- että tehdastutkimuksia
- Tuloksia on verrattu aiempiin tutkimuksiin ja teoriaan, lähdeviitteitä on kattava määrä
- Käytetyt menetelmät on tarkasti raportoitu ja lisäksi tulosten luotettavuutta arvioitu
- Kokeellisessa osassa on perehdytty analysointimenetelmiin ja kehitetty menetelmä suovan mustalipeäpitoisuuden määrittämiseksi
- Hyviä ehdotuksia jatkotutkimuksista
- Työn tulokset ovat mielenkiintoisia suomalaisten sellutehtaiden kannalta
- Asetetut tavoitteet saavutettiin eli tuloksilla saatiin aikaan konkreettinen parannus tehtaan mäntyöljyn tuotantoon

Päätös:

Hallitus kannatti tuomariston ehdotusta palkinnon saajaksi: Tiia Nousiaista, työstä Crude Tall Oil Production Improvement

8 TYÖRYHMIEN TOIMINTA

Sihteeri kertoi ATR:n, LTR:n, YTR:n, KTR:n, OTR:n ja SKYRECin toiminnasta. Työryhmien puheenjohtajat täydensivät keskustelua.

Työryhmä	Edellinen kokous	Seuraava kokous
ATR	7.5.2012, Pöyry	23.10.2012, Metso
KTR	14.6.2012, Pöyry	KMP 2013
LTR	19.3.2012, puhelin	Lokakuu 2012
OTR	6.9.2012, Pöyry	15.11.2012 Labtium
YTR	24.4.2012, Pöyry	9.10.2012 Pöyry
SKYREC	14.4.2012 Pöyry	Marraskuu 2012

Automaatiotyöryhmän puheenjohtaja Olli Ahava, UPM Pietarsaari lähtee komennukselle Kiinaan kahdeksi vuodeksi. Ollin seuraaja työryhmässä selviää myöhemmin. Uusi puheenjohtaja mielellään toisesta konsernista.

8.1 Valmistuneet projektit

8.1.1 YTR: Lipeäkierron ammoniakkitase sekä biolietteen vaikutus soodakattilan typpipäästöihin, ÅA

8.1.2 YTR: Päästötason riippuvuus tarkasteluajanjaksosta, LUT

8.1.3 KTR: Aktiivihiililaatujen vertailu ja aktiivihiilen toimintamekanismin selvittäminen ionivaihdetuissa vesissä, Oulun Yliopisto

8.2 Käynnissä olevat projektit

8.2.1 ATR: Turva-automaatiosuosituksen käännös, FMGlobal/Pöyry

Tavoite:

Käännetään vuonna 2009 päivitetty yhdistyksen turva-automaatiosuositus englanniksi. Työn tekee FMGlobal, joka saa tällöin suosituksen käyttöönsä.

Tilanne:

Hallitus ja ATR ovat hyväksyneet raportin julkaistavaksi. ATR käy läpi suosituksen vielä kerran kokoukseensa 23.10.2012.

Aikataulu:

Julkaistaan lokakuussa 2012 ATR:n kokouksen jälkeen.

8.2.2 ATR: Ohje UPS-järjestelmän periaatteeksi

Tavoite:

Tavoite on laatia ohje miten UPS-kytkentä tulisi tehdä, jotta Gruvön tehtaalla Ruotsissa sattunut UPS-vika (staattinen vaihtokytkin hajosi ja valvomon kaikki näyttöpäätteet sammuiivat ja kattila oli ilman ohjausta 30 minuuttia) tilannetta ei tapahtuisi uudestaan. Ohje on kuitenkin vain yksi tapa, ei ainoa, toteuttaa UPS-järjestelmä.

Projektissa Pöyry on tehnyt pohjan ohjetta varten, jossa esitetään yksi ehdotus UPS-järjestelmän toteutuksesta. Tämän jälkeen perustettiin oma työryhmä vertailemaan eri vertaillaan vikapuuanalyysin avulla neljää eri UPS-kytkentävaihtoehtoa luotettavuutta.

Tilanne:

Projektia varten perustettu työryhmä piti toisen kokouksen 22.3.2012. Palaverissa päivitettiin vikapuulaskenta, otettiin huipputapahtumaksi kolme eri tilannetta jossa verkkoratkaisujen erot korostuvat ja lisättiin UPS ja syöttävän verkon yhteisvikaantumista kuvaava perustapahtuma. Metson laatima raportti, LIITE 3.

Yhteenvedon raportista alla:

Taulukko 8-1. Tutkitut verkkovaihtoehdot

No.	Nimi	Kuvaus
1	"As usual"	1 x UPS-laitteisto jolle syöttö yhdestä verkosta, automaatiojärjestelmät sekä kenttälaitteiden syöttö saman UPS-varmennuksen takana
2	"Pöyry"	2 x UPS-laitteisto, kummallekin syöttö kahdesta eri verkosta, UPSit syöttävät omia verkkojaan, automaatiojärjestelmille syöttö kummastakin UPSista, automaattinen syötönvaihto kenttälaitteille
3	"Wisaforest"	2 x UPS-laitteisto, kummallekin syöttö kahdesta eri verkosta, UPSit syöttävät yhtä verkkoa josta syöttö automaatiojärjestelmille sekä kenttälaitteille
4	"Metso"	1 x UPS-laitteisto sekä yksi UPS-verkko. Automaatiojärjestelmille vaihtoehtoinen syöttö UPSin ohi varmentamattomasta verkosta, vaihtoehtoinen syöttö kenttälaitteille myös varmentamattomasta verkosta automaattisen syötönvaihdon kautta

Taulukko 8-2. Huipputapahtuma A tulokset

	UPS-verkko, Huipputapahtuma A				
Kohta	1 "As usual"	2 "Pöyry"	3 "Wisa"	3b "Wisa"	4 "Metso"
Vikataajuus $\lambda_{d,sys}$ [1 / h]	4,97E-06	1,70E-11 *	9,70E-07	1,50E-07	4,97E-06
Vikataajuus $\lambda_{d,sys}$ [1 / a]	4,36E-02	1,49E-07 *	8,50E-03	1,31E-03	4,36E-02
Vikaväli [a]	22,96	6708101,48 *	117,68	760,91	22,96
Suhteellinen luotettavuus toisiinsa nähden (vaihtoehto 1 = 100%)	100%	29219440 % *	513 %	3314 %	100%

Huipputapahtuma A = hetkellinen jännitekatko automaatiojärjestelmässä:

- Vaihtoehdot 2 (Pöyry) ja 3 (Wisa) ovat selvästi parempia katkottoman sähkönsyötön varmennuksen suhteen koska vaihtoehtoissa on 2 UPSia.
- Vaihtoehto 3 (Wisa) on jaettu kahteen kohtaan a) ja b), a-kohdassa yhteisvikaantumisen (toisen UPS:n vika vaikuttaa toiseen UPS vikaantumiseen) on otettu huomioon ja b-kohdassa tätä ei ole huomioitu.

Taulukko 8-3. Huipputapahtuma B tulokset

	UPS-verkko, Huipputapahtuma B				
Kohta	1 "As usual"	2 "Pöyry"	3 "Wisa"	3b "Wisa"	4 "Metso"
Vikataajuus $\lambda_{d,sys}$ [1 / h]	1,70E-06	2,34E-07	1,12E-06	3,00E-07	2,34E-07
Vikataajuus $\lambda_{d,sys}$ [1 / a]	1,49E-02	2,05E-03	9,81E-03	2,63E-03	2,05E-03
Vikaväli [a]	67,2	487,8	101,9	380,5	487,8
Suhteellinen luotettavuus toisiinsa nähden (vaihtoehto 1 = 100%)	100 %	726 %	152 %	567 %	726 %

Huipputapahtuma B = pysyvä jännitekatko kenttälaitteverkossa normaalikäytön aikana

- Tilanteessa UPS:n lukumäärällä ei ole merkitystä

- Vaihtoehtot 2 (Pöyry) ja 4 (Metso) ovat melko samanarvoisia, johtuen samankaltaisesta verkon rakenteesta
- Vaihtoehdon 3 (Wisa) hyvyys riippuu otetaanko yhteisviat huomioon vai ei

Taulukko 8-4. Huipputapahtuma C tulokset

Kohta	UPS-verkko, Huipputapahtuma C				
	1 "As usual"	2 "Pöyry"	3 "Wisa"	3b "Wisa"	4 "Metso"
Vikataajuus $\lambda_{d,sys}$ [1 / h]	5,12E-06	2,34E-07	1,12E-06	3,00E-07	5,20E-06
Vikataajuus $\lambda_{d,sys}$ [1 / a]	4,49E-02	2,05E-03	9,81E-03	2,63E-03	4,56E-02
Vikaväli [a]	22,3	487,8	101,9	380,5	21,9
Suhteellinen luotettavuus toisiinsa nähden (vaihtoehto 1 = 100%)	100 %	2188 %	457 %	1707 %	98 %

Huipputapahtuma C = pysyvä jännitekatko kenttälaitteverkossa sähkökatkotilanteessa

- Vaihtoehdot 2 (Pöyry) ja 3 (Wisa) eivät poikkea normaalitilanteesta
- Vaihtoehto 4 (Metso) on samanarvoinen kuin vaihtoehto 1 (As usual), koska varmistamattomasta verkosta otettu varasyöttö on jännitteetön

Johtopäätökset:

- 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 katkositilanteessa. Varsinkin kun huomioidaan UPS laitteiden taipumus vikaantua juurikin tarvetilanteessa
- Oleellista on kiinnittää huomiota myös normaalitilanteen sähkönsyötön varmuuteen kriittisten laitteiden ja järjestelmien osalta.
- Automaationjärjestelmien sähkönsyöttö tulisi ottaa aina kahdesta eri verkosta.

Yleistä:

- Vikapuuanalyysien laadinnan työkaluna käytettiin OpenFTA-nimistä freeware-ohjelmaa
- Analyysissä käytetty vikadata (vikataajuudet) ovat peräisin kirjasta T-boken (data kerätty ydinvoimaloista)
- Saadut luotettavuus arvot eivät ole absoluuttisia, mutta tuloksista nähdään eri vaihtoehtojen luotettavuus toisiinsa nähden.
- UPS-ohituskytkin manuaalinen, ei mukana tarkastelussa

Aikataulu:

Automaatiotyöryhmän seuraava kokous pidetään 23.10.2012, jossa päätetään projektin jatkosta. Pöyry päivittää ohjeen kokousta varten.

8.2.3 KTR: Aktiivihiilen mitoituksen varmistus ja optimointi sekä TOC-reduktion varmistaminen, JP-analysis/Oulun Yliopisto

Tausta:

Kestoisuustyöryhmä on jo useamman osaprojektin ajan tutkinut aktiivihiilisuodattimen käyttöä soodakattilalaitoksen lisäveden orgaanisen aineen vähentämisessä. Aikaisemman projektin tuloksista keskusteltiin KTR:n kokouksessa 14.6.2012 ja todettiin että aktiivihiilisuodattimen mahdollista hankkimista varten tulee vielä varmistaa suodattimen mitoitus sekä kustannukset. KTR pyysi tarjouksen mitoituksen varmistamisesta ja optimoinnista JPanalytikseltä, jonka hallitus hyväksyi sähköpostikokouksessaan 3/2012.

Yhteenveto aiemmista tuloksista:

- Kaikkien aktiivihiilten, myös happopesemättömän, TOC-reduktiot vaikuttaisivat asettuvan samalle tasolle n. 40 %. Tulos tukee aiempaa tutkimusta, jossa osoitettiin aktiivihiilisuodatuksen alentavan noin 40-50 % lisäveden orgaanisen hiilen (TOC) pitoisuutta.
- JP-Analysiksen uudella TOC-laitteella (Tekmar Phoenix 8000) mitatut tulokset ovat suuruusluokaltaan lähempänä LC-OCD (Huber laboratorio) tuloksia kuin Oulun Yliopiston laitteella mitatut tulokset, reduktio 50-60%. Laitetta ei kuitenkaan ole validoitu ja tuloksissa esiintyy vaihtelua rinnakkaisnäytteiden kanssa
- Eri kaupallisten aktiivihiilien välillä ei juurikaan saatu eroja TOC-, johtokyky- ja LC-OCD-analyysillä. Kokeiden perusteella voitaisiinkin käyttää puolet halvempaa happopesemättömää aktiivihiiltä happopestyn aktiivihiilen sijaan.
- Tehtyjen hapetuskokeiden tulosten perusteella otsonilla, vetyperoksidilla tai otsonilla ja vetyperoksidilla yhdessä aktiivihiilisuodatuksen kanssa ei saatu tehostettua orgaanisen aineksen poistoa TSP-vedestä verrattuna pelkkään aktiivihiilisuodatukseen.
- Tehtyjen kokeiden tulosten perusteella impregnoitua aktiivihiiltä (hopea/rauta) eivät toimineet impregnoimattomia aktiivihiiliä paremmin orgaanisen aineksen poistossa TSP-vedestä.

Tavoite:

- Aktiivihiilien mitoituksen optimointi toteutetaan olemassa olevilla suodatin kolonneilla. Kolonneja on kolmena eri mallina. Kokeet toteutetaan jokaisella kolonni mallilla. Kolonneissa testataan tunnetun veden tilavuuden ja petitilavuuden suodatustehoja eri veden virtaamanopeudelle. Koeajot ovat päivän mittaisia (8 h). Virtaamat tarpeeksi suuria, joilla saadaan merkittäviä eroja suodatus tehokkuudessa.
- Selvitetään aktiivihiilisuodattimen kustannukset ja toimittajat.
- Selvitetään mahdollisuudet aktiivihiilen hankintaan vanhaan suolanpoistosarjaan.
- Lisäksi vertaillaan kahden TOC-laitteiston antamia tuloksia. Varmistetaan aktiivihiilisuodatuksen mahdollistama TOC-reduktio. Vertailu toteutetaan JP-analysis-yrityksen ja Oulun yliopiston laitteistoilla.

Aikataulu:

Työ viivästynyt TOC-mittauslaitteiston hajoamisen takia. Työt päästy aloittamaan vasta syyskuussa 2012, arvioitu valmistumisaika marraskuu 2012.

8.2.4 KTR: Soodakattilan savukaasuräjähdyks, Oulun yliopisto**Tausta:**

Soodakattilan TLJ-järjestelmiä rakennettaessa on tullut yhä yleisemmäksi tehdä lukitukset happipitoisuuden alarajasta. Lukitusten tarkoituksena on estää vajaasta ilmamäärästä aiheutuva savukaasuräjähdyks palamattomien (vety ja hiilimonoksidi) savukaasukomponenttien seurauksena Lukituksista on aiheutunut kattilan käytettävyyden laskua ja lukituksia on jouduttu muuttamaan suunnittelemattomasti.

Tavoite:

Projektin tavoitteena olisi selvittää milloin kaasuseos on räjähdysvaarallinen ja minkälaiset lukitukset ovat tarpeellisia estämään räjähdys. Työssä selvitetään turvallisen savukaasukoostumuksen raja-arvoja ja niiden riippuvuus muista prosessiarvoista kuten lämpötilasta, vesihöyry ja hiilidioksidipitoisuudesta savukaasussa.

Tilanne:

Loppuraportti saatu Oulun Yliopistosta, LIITE 4.

Yhteenvedo raportista:

Räjähtävä kaasupilvi voi muodostua esimerkiksi kun palavaa kaasua pääsee pakenemaan säilytysastiasta tai kun palava neste höyrystyy. Soodakattilassa palavia kaasuja muodostuu pyrolyysin ja koksen palamisen aikana. Normaalitylanteessa nämä kaasut palavat sitä mukaa kun niitä vapautuu kattilaan, mutta esimerkiksi tilanteessa jossa palaminen tapahtuu epätäydellisesti vajaassa ilmamäärässä, saattaa kattilaan kerääntyä räjähdysvaarallinen seos palavia kaasuja.

Tämän selvityksen tavoitteena oli kirjallisuuden avulla tutkia turvallisen savukaasukoostumuksen raja-arvoja (syttymisrajat, minimihappipitoisuus) ja niihin vaikuttavia tekijöitä (mm. lämpötila, inerttikaasut, paine). Selvityksessä pyrittiin löytämään turvallinen yläraja happipitoisuudelle, jonka alapuolella savukaasuräjähdyks ei voisi tapahtua. Tavoitteena oli myös tehdä ehdotuksia TLJ-järjestelmien rakentamisen ohjeistukseen löydetyn tutkimustiedon avulla. Aihe osoittautui hyvin haastavaksi ja varsinkin korkeammissa lämpötiloissa (> 300 °C) tuotettu tutkimustieto havaittiin puutteelliseksi. Tämän vuoksi selvityksen tekoon varatun lyhyen ajanjakson aikana ei kyetty tekemään syvällisiä, luotettavia johtopäätöksiä turvallisesta savukaasukoostumuksesta. Tämä raportti antaa kuitenkin tietoa kaasuräjähdysiin ja niiden voimakkuuteen sekä vedyn ja hiilimonoksidin syttyvyyteen liittyvistä tekijöistä ja sitä voidaan käyttää taustatietona mahdollisissa tulevaisuuden selvityksissä ja myös TLJ-järjestelmien suunnittelussa.

Jotta kaasuräjähdyks voisi tapahtua, täytyy muutaman perusedellytyksen täyttyä. Kaasun tulee olla palavaa, sen konsentraation tulee olla syttymisrajojen sisällä ja kaasupilvi (polttoaine-ilmaseos) täytyy muodostua ennen syttymistä. Jos kaasu syttyy välittömästi vapautuessaan, tapahtuu normaali palaminen. Kaasuräjähdyks voi tapahtua joko deflagraationa (räjähtävä palaminen) tai detonaationa (voimakas räjähdys). Näistä deflagraatio on selvästi yleisempi kaasuräjähdyksissä. Deflagraatioissa räjähdysten etenemisnopeudet voivat vaihdella jopa kolmella kertaluvulla. Hitaasti etenevä deflagraatio tuottaa vain hyvin pienen ylipaineen, jolloin vahingot ovat vähäisiä. Voimakas deflagraatio voi puolestaan aiheuttaa suuria vahinkoja.

Kaasuräjähdyksien voimakkuuteen vaikuttavat useat eri tekijät ja jo pienetkin muutokset olosuhteissa saattavat vaikuttaa räjähdysten kulkuun merkittävästi. Tämän vuoksi kaasuräjähdyksistä aiheutuvien vaikutusten ennustaminen on hyvin hankalaa.

KTR:n kommentit raporttiin:

- Valitettavasti tavoitteisiin ei päästy, kirjallisuudesta ei löydy riittävästi tutkimustietoa luotettavien johtopäätösten tekoon
- Huolimatta että tavoite jäi saavuttamatta, aihetta oli tutkittu laajasti ja kerätty kattava viiteluettelo
- Työ antaa hyvät edellytykset jatkotutkimukselle

Päätös:

Hallitus hyväksyi projektin loppuraportin

8.2.5 KTR: Vauriot

Raportoidut vauriot edellisen kokouksen jälkeen:

- 2/2012 MB Äänekoski, Keittoputkisto
- 3/2012 Rauma, Verhoputkistosta vuoto tulipesään
- 4/2012 Rauma, Verhoputkistosta vuoto tulipesän ulkopuolelle

8.2.6 KTR: Soodakattilan materiaalit ja tarkastukset

Käytetään vuoden 1997 suojaussuosituksen sisällysluetteloja seuraavien osien (suluissa tekijä):

- Soodakattilan materiaalit ja hitsaukset (KTR/sihtööri)
- Soodakattilapinnoitukset (VTT)
- Paineastian korjaukset (Metso/sihtööri)
- Soodakattilatarkastukset (Inspecta)
- Soodakattilan vauriot (sihtööri/KTR)

Tilanne:

Kappale 1 Soodakattila materiaalit ja hitsaukset:

- Sihtööri päivittää vanhan materiaalin ja teksti käydään läpi KTR:n koko-uksissa, lähinnä päivitettävää on standardeissa ja pohjan materiaaleissa.

Kappale 2 Soodakattilapinnoitukset.

- VTT päivittänyt tekstin, LIITE 5. KTR kommentoinut tekstiä

Kappale 3 Paineastian korjaukset

- Sihteeri on päivittänyt tekstin. KTR on hyväksynyt tekstin kokouksessa 8.9.2011.

Kappale 4 Soodakattilatarkastukset

- Inspecta on päivittänyt tekstin. KTR on hyväksynyt tekstin kokouksessa 8.9.2011.

Kappale 5. Soodakattilan vauriot.

- Sihteeri kerää viimeisen kymmenen vuoden ajalta tyypillisiä vauriota tietokannasta. Kommentoidaan KTR:n kokouksissa.

Vuoden 1997 suojaussuositus:

http://www.soodakattilayhdistys.fi/secure/ae/1997/SKY_697_Soodakattilalaitoksen_suojaussuositus_1997.pdf

Aikataulu:

Pyritään saamaan suositus tehtyä vuoden 2012 aikana.

Päätös:

Hallitus hyväksyi Osan 2 Soodakattilapinnoitukset tekstin.

8.2.7 YTR: TEKES-hanke, Polttoperäisten päästöjen ja nanohiukkasten haitallisuuden määrittäminen uudella tutkimusmenetelmällä, Itä-Suomen yliopisto

Tavoite:

Projektissa tutkitaan soodakattilan, hakevoimalaitoksen, pienpolton (tulisija ja arinakattila) päästöjä ja jälkikäsittelytekniikoiden vaikutusta dieselajoneuvon päästöihin sekä päästöjen fysikaalis-kemiallisia ja toksikologisia ominaisuuksia. Lisäksi tutkitaan teollisten nanohiukkasten vastaavia ominaisuuksia.

Tilanne:

Edellinen johtoryhmän kokous pidettiin 4.4.2012 Kuopiossa, Timo-Pekka Veijonen osallistui kokoukseen, pöytäkirja kokouksesta LIITE 6.

Mittaukset (SK + meesauuni) tehty Kymillä vko 34, mutta haasteena oli ensin kosteus (mittaukset pesurin jälkeen) ja sitten riittävän hiukkasmassan saaminen testejä varten. Tulevat tekemään uuden mittauksen syksyn aikana, todennäköisesti sähkösuodattimen jälkeen ennen pesuria.

Yhdistys ehdotti POPElle että tutkimusta laajennettaisiin kolmeen kattilaan ja meesauuniin Kymi, Joutseno ja Sunila. Itä-Suomen Yliopiston tarjous LIITE 7, joka on yli 100 000 euroa. Ympäristötyöryhmä päätti edetä aikaisemman suunnitelman mukaan eli yhden kattilan + meesauunin tutkimisella (Kymi) ja muiden kattiloiden mittausta pohditaan sitten kun tulokset ensimmäisestä mittauksesta on saatu.

Aikataulu:

Projektin johtoryhmän seuraava kokous on marraskuussa Kuopiossa, tarkempi kokousaika sopimatta.

8.2.8 YTR: BAT-dokumenttiluonnoksen NOx-kappaleen kommentointi

Tausta:

BAT/BREF-dokumentin uusinta on parhaillaan käynnissä. Varsinkin NOx-päästöjen osalta tilanne näyttää hankalalta. Ruotsi on ajamassa NOx-päästörajaa jopa alle 1.5 kgNOx/ADt (nykyinen raja) ja heillä tehtaiden raportoimat NOx-päästöt ovat alentuneet viimeisen viiden vuoden aikana. Käytännössä dokumenttiin kirjattu raja-arvo tulee siirtymään tehtaiden ympäristölupiin seuraavan kierroksen jälkeen.

Tilanne:

Dokumentin tekijä Gabriele Klein kävi kesällä vierailulla Suomessa, Kaukaalla sekä Joutsenossa.

BAT-dokumenttiehdotus lukuarvoineen julkaistiin toukokuussa 2012 ja aikaa kommentointiin oli heinäkuuhun 2012 asti. Kommentteja tuli yhteensä 1400 kappaletta, joihin jokaiseen laaditaan virallinen vastaus.

Vuoden 2013 alussa pidetään teknisen työryhmän (TWG, technical working group) kokous, jonka pohjalta muotoiltu lopullinen BAT-luonnos (Final Draft) käsitellään BAT-Foorumissa. Foorumi antaa BATn ehdotetusta sisällöstä EU-komissiolle lausunnon, jonka komissio asettaa julkisesti saataville. BAT-dokumentti hyväksytään komiteamenettelyssä, jonka jälkeen komissio julkaisee virallisesti toimialan BATin.

Taulukko 8-5. Ehdotetut NOx-päästörajat

Parameter		Daily average mg/Nm ³ at 6 % O ₂	Yearly average mg/Nm ³ at 6 % O ₂	Yearly average kg pollutant/ADt
NO _x	Softwood	140 – 200 ⁽¹⁾	120 – 180 ⁽¹⁾	DS < 75 % ⁽²⁾ (³): 0.8 – 1.0 DS 75 – 83 % ⁽³⁾ : 0.8 – 1.2
	Hardwood	160 – 240 ⁽¹⁾	120 – 200 ⁽¹⁾	DS < 75 % ⁽²⁾ (³): 1.0 – 1.2 DS 75 – 83 % ⁽⁴⁾ (³): 1.0 – 1.4
Carbon monoxide		< 50 – 100	< 50 – 70	-

(¹) The lower end of the range refers to dry solids content in black liquor of < 75 %, lower nitrogen content in the black liquor, low excess air for combustion and a normal (or below design capacity) load on the recovery boiler. The upper end of the range refers to dry solids content in black liquor of ≥ 75 %, higher nitrogen content in the black liquor and combustion of strong or NCG, condensate-containing methanol, dissolving tank vent gases (DTVG) or bio-sludge in the recovery boiler.
(²) The higher the dry solid content, the higher the NO_x emission load.⁽³⁾ In each of the two following cases the BAT-AEL mentioned may be increased by 0.1 kg NO_x/ADt:
(i) if nitrogen-containing flows like dissolving tank vent gas, methanol separated from the condensate, or biosludge are burnt in the recovery boiler and/or
(ii) if nitrogen-containing CNGs are burnt together with the black liquor in the recovery boilers.
NB: DS=dry solid content of black liquor.

[This BAT conclusion is based on information given in Section 3.3.18.]

Yhteenveto Ympäristötyöryhmän keskustelusta kokouksessa 2/2012:

- BAT-arvojen pitäisi perustua uusiin ”hyviin” tehtaisiin joiden arvoihin muita verrataan

- jos vanha tehdas ilmoittaa hyviä arvoja -> ei ole BAT
- teknis-taloudellisia mahdollisuuksia ja laitetoimittajien takuita saavuttaa vaaditut BAT-arvot ei ole tutkittu
- BAT-arvojen ristikkäisvaikutuksia ei ole tutkittu
- päästöjen mittausrvirheet: esim. sondin asento, keskiarvovirhe
- kertamittaukset samalla viivalla jatkuvatoimisten mittausten kanssa
- ominaissavukaasumäärää ei ole otettu huomioon tuloksissa
- osa tehtaista raportoi hajapäästöt päästölukuihin, osa ei
- päästöarvoa voi nostaa 0,1 kgNO_x/ADt jos tehdas polttää biolietettä soodakattilassa
 - miten kohdellaan tehdasta joka polttää biolietettä vain osan vuotta
- päästöarvoa voi nostaa 0,1 kgNO_x/ADt jos tehdas polttää väkevät hajukaasut soodakattilassa
 - miten kohdellaan tehdasta joka polttää osan väkevistä hajukaasuista soodakattilassa, osan hajukaasukattilassa
- lehtipuutehtailla eri päästöarvo kuin havupuutehtailla
- euca-tehtaat saavat etua koska ne lasketaan lehtipuu-tehtaisiin -> suurempi saanto
- Lasketaanko lehtipuutehtaisiin (0,2 kgNO_x/ADt enemmän verrattuna havutehtaisiin) kaikki vähänkin lehtipuuta käyttävät (sekalipeä) tehtaat -> vai painotetaanko päästöarvo tuotannolla?
- parhaimmat havupuutehtaat eivät pääse lähellekään ehdotettua päästöarvoa 0,8-1,0 kgNO_x/ADt
- Käyttäjä voi vaikuttaa vain pitoisuusarvoon mg/Nm³, tuotanto/saanto on mitä on esim. tehtaiden päästöistä löytyy pitoisuusarvolle 170 mg/Nm³ arvoja 0,9 kgNO_x/ADt ja 1,7 kgNO_x/ADt väliltä.
- Yhdistyksen mielestä EU:n suuntaan tulisi painottaa että BAT-arvojen pitäisi edistää energiaomavaraisuutta ja bioenergia käytön lisäämistä

Aikataulu:

Tämän hetken arvio dokumentin julkaisusta on Q3/2013.

8.2.9 YTR/ATR: Hajukaasujen polttosuosituksen päivitys

Tilanne:

Päivitystyöryhmä kokoontui edellisen kerran 16.3.2012 Kymillä. Työkii-reiden takia viimeistä kokousta ei ole saatu pidettyä. Tarkoitus on käydä kaikki kappaleet läpi vielä kerran. Suositus on lähetetty kommentoitavak-si jäsenhenkilöille, yhtään kommenttia ei ole saatu.

Pöytäkirja saatavana viimeisimmästä kokouksesta:

http://www.soodakattilayhdistys.fi/secure/ab/ytr/2012/Hajukaasujen_polttosuositus_projektikokous_V_160312.pdf

Aikataulu:

Seuraava työryhmän kokous aika on sopimatta.

8.2.10 LTR: Mustalipeän viskositeetti, VTT

Tavoite:

90-luvulla tehty laaja selvitys mustalipeistä (LIEKKI 1&2-ohjelmissa) ja nyt selvitetään onko tilanne viskositeettikäyrien osalta muuttunut 15 vuodessa.

Tilanne:

Työ on tehty ja loppuraportti hyväksytty hallituksen kokouksessa 1/2012. Työ odottaa vielä LTR:n hyväksyntää sekä puhtaaksi kirjoitettua loppuraporttia.

Aikataulu:

Raportti julkaistaan seuraavan LTR:n kokouksen jälkeen.

8.2.11 LTR: Syöttövesipumppujen säätö ja mitoitus, syöttövesiäiliön koko - konseptitarkastelut, LUT

Tavoite:

Sellutehdasprojekteissa tulee aika ajoin vastaan kysymys, montako syöttövesipumppua ja miten säädettyinä tulisi kattilassa olla.

Työssä tehdään esiselvitys kolmen Soodakattilayhdistyksen valitseman soodakattilan syöttövesipumppauksen mahdollisuuksista säästää sähköä toteuttamalla pumppauksen säätö uudella tavalla. Samalla mietitään miten suurella syöttövesiäiliöllä kukin soodakattila pärjäisi. Lisäksi mietitään monellako syöttövesipumpulla pitäisi soodakattilaprojekti toteuttaa.

Työn loppuraportti luo yhteenvedon työssä tehdyistä soodakattilan syöttövesipumppausten konseptitarkasteluista. Erityisesti selvitetään:

- Lasketaan energiataloudellisin syöttövesipumppujen ajotapa kullekin kolmesta esimerkkisoodakattilasta.
- Mietitään syöttövesiäiliöltä tarvittavaa kapasiteettia.
- Esitetään eri pumppujen lukumäärän ja syöttöveden tarpeen mukaisen mitoituksen investointikustannus ja energiankulutusarvot.

Tilanne:

Hallitus ehdotti kokouksessaan 2/2012 seuraavia tehtäviä osallisiksi projektiin:

- UPM: Frey Bentos (tiedot puuttuu)
- MB: Joutseno (otettu yhteyttä, tiedot puuttuu)
- SE: Veracel (tiedot saatu)

Kommentit:

- Soodakattiloilla ei enää vaadita turbopumppuja, jos on varmennettu sähkö -> yhdistyksen suositus asiasta?
- Syöttövesiäiliön koko, mikä määrää sen koon, käytössä yleisesti 20 min.

- Syöttövesipumpujen lukumäärä on mainittu standardissa: SFS-EN 12952-7 Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Osa 7: Vaatimukset kattilan varusteille
- Syöttövesiventtiilisäätö vai suora pumppusäätö
- Invertterikäyttö vs. nestekytin, jotkin kokemukset ovat osoittaneet invertterien olevan ennen alttiita häiriöille.
- Käyttövarmuus vs. energiasäästö
- Syöttövesipumpun mitoituksessa voidaan varautua tulevaan jättämällä 2 pyörää pois

8.2.12 OTR: Painelaitepäivä 19.9.2012, Sokos Hotel Vantaa

Tausta:

Seminaarissa on tarkoitus käydä läpi kattilalaitosten ja muiden painelaitteiden käytön vastuukysymyksiä - lakia lukien ja säännöksiä tulkiten.

Konemestaripäivien palauteessa kysyttiin kannattaisiko yhdistyksen järjestää oma seminaari painelaiteista ja käytönvalvojan/omistajan vastuista. 91 % vastanneista (32 kpl) kannatti seminaarin järjestämistä. Suosituin paikka oli pääkaupunkiseutu, ajankohta syksy 2011 ja hinta 150-300 euroa.

Tilanne:

Osallistujia ~40 henkilöä, joten tilaisuus ei ole ollut yhtä suuri menestys Päästömittauspäivä. Ilmeisesti ajankohta ei paras mahdollinen, ainakin kahdella tehtaalla ollut seisokki.

Ohjelma: <http://www.soodakattilayhdistys.fi/painelaitepaiva.html>

8.2.13 OTR: Soodakattilapäivät 25.10.2012, Scandic City, Tampere

Päivän ohjelma:

<http://www.soodakattilayhdistys.fi/toiminta5.html>

Osallistujia on tällä hetkellä noin 50 henkilöä.

8.2.14 Vuosikokous 2013

Ohjelmatyöryhmän ehdotus ajankohdaksi on 18.4.2013. Kokous pidettäisiin Helsingissä saman konseptin mukaan viime kerralla (itse kokous iltapäivällä ja iltaohjelma sen jälkeen). Sihteeri kartoittaa mahdollisia kokouspaikkoja (musiikkiteattereita).

8.2.15 OTR: 50-vuotisjuhla ja ICRC 2014

Tampere-talosta on varattu tilat aikavälille ma 9.6.2014 - to 12.6.2014 ja keskiviikkona 11.6 pidetään SKY 50v-juhla. Perjantaille 13.6 jää mahdollisuus järjestää excursioita.

50v-juhlatoimikunta piti ensimmäisen puhelinkokouksen 19.6.2012. Kokouksessa päätettiin ottaa kongressitoimisto Confedent International hoitamaan rekisteröitymisen ja maksuliikenteen.

Työryhmän kokoonpano:

- Keijo Salmenoja Andritz Oy
- Klaus Niemelä VTT
- Mikko Hupa Åbo Akademi
- Esa Vakkilainen Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto
- Timo-Pekka Veijonen Stora Enso PCC
- Päivi Lampinen Pöyry Finland Oy
- Markus Nieminen Pöyry Finland Oy

8.3 Projektiehdotukset

8.3.1 KTR: Sularännit, käyttöongelmat ja soodasulan juoksevuus

Tavoitteena on selvittää ongelmien riippuvuus keiton alkalista ja sulfiditeetista, miten mustalipeän poltto-ominaisuudet muuttuu puu/alkalisuhteen muuttuessa. Kokemuksen mukaan alle 35%-36% ja yli 45% sulfiditeetti aiheuttaa käyttöongelmia. Sulan koostumus riippuu keittokemikaalien annostelusta (jäännösalkali).

Projektista keskusteltiin vauriokeskustelun yhteydessä, kommentit

- sularänni tärkeä komponentti -> yhdistyksen suositus tarpeellinen
- eräällä tehtaalla on tapana vaihtaa sularännit kerran vuodessa

Lisäksi Esa Vakkilainen, LUT on ehdottanut projektia, jossa analysoitaisiin esimerkiksi kolmen kattilan sulavirrat.

- Soodakattilayhdistys on aikojen kuluessa tehnyt työtä sulavirtojen ja sulakourujen kanssa.
- Kuitenkaan sulavirran vaihtelusta ajan funktiona yksittäisen kourun läpi ja koko kattilasta ei ole tehty raporttia.

Päätös:

Odotetaan tarkempaa ehdotusta projektista.

Kommentit:

- mitä tästä jää käteen, sulaa tulee mitä tulee

8.3.2 Hiukkaskokojakaumat ja pölyemissiöt

- Hiukkaskokojakaumat ja kemiallinen koostumus ennen sähkösuodatinta, tämän päivän tilanne
- EPA:lla kaksi mittaustapaa sähkösuodattimelle
- Vaatimukset raskasmetalleille / BAT rajat
- Höngissä paljon PM1 hiukkasia

Asiaa tutkitaan osoittain meneillään olevassa POPE-projektissa.

Päätös:

Sihteeri ottaa projektin esille YTR:n seuraavassa kokouksessa.

8.3.3 Energiapäivä, LUT

Esa Vakkilainen ehdotti että ensi keväänä järjestettäisiin energiapäivä esimerkiksi Lappeenrannan Teknillisessä Yliopistossa. Järjestelytapa ja kustannukset voisivat olla samanlaiset kuin päästömittauspäivässä Aalto yliopistolla.

Energiapäivän aiheita voisivat olla:

- LUT tutkimus optimaalisista paineista
- Tehtaiden energia-analyysit (Energiansäästö) Pöyry
- Tehtaiden energiankäyttö ja niiden raportointi (uusi IPPC BAT BREF)
- Uusien energiatehokkaampien tehtaiden käytännöt
- Lisäsähkö soodakattiloilla
- LUT tutkimus soodakattilan paineista ja lämpötiloista sekä välitulituksesta
- Haihdutusiasiaa
- Sekundäärilämpöasiaa
- Soodakattilan hyötysuhde

Päätös:

Hallitus ehdottaa seminaarin yhteydessä vierailua Joutsenon tehtaalle, katsomaan kuoren kaasutuslaitokselle joka valmistuu syysksi 2012.

Hyvä aika seminaarille ja vierailulle olisi kevät 2013, jolloin yhdistyksellä ei ole muita tapahtumia.

8.3.4 Ammoniakin talteenotto stripperin lauhteista

Yhdistyksen projektissa "[Ammonia Formation and Recovery in a Kraft Pulp Mill and Fate of Biosludge Nitrogen](#)" todettiin että suurin osa talteenotettavasta ammoniakista on likaislauhteessa.

Raportti sivu 20:

- 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 NH₃ from the dirty condensates would be to separate it apart from the MeOH.

8.3.5 Altistuminen tuhkalta sellutehtaalla ja tuhkan käsittelyssä:

Työterveyslaitos tehnyt tutkimuksen biopolttolaitoksen tuhkien koostumuksesta ja työhygieenisistä riskitekijöistä huolto- ja korjaustöissä.

Raportti:http://www.ttl.fi/fi/tutkimus/hankkeet/tuhka_kemialliset_aineet_mineraalit/Sivut/default.aspx

Tutkimuksessa todettiin että hengittyvän pölyn pitoisuudet olivat tuhkan puhdistamisen aikana selkeästi suuremmat pienissä polttolaitoksissa kuin suuremmissa laitoksissa kattiloiden sisällä. Toisaalta suurempien polttolaitosten korjauksessa kattilan ulkopuolelle levisi enemmän epäpuhtauksia. Kattiloiden sisällä tehtävien puhdistustyövaiheiden aikana työntekijöiden hengitysvyöhykkeellä ylittyi epäorgaanisen pölyn HTP8h-arvon kaikkien polttolaitosten osalta. Epäorgaanisen pölyn HTP8h -arvo ylittyi työntekijöiden hengitysvyöhykkeellä kattiloiden sisällä myös turvetta polttavien laitosten korjaustöiden aikana.

Tutkimuksessa havaittiin työntekijöiden altistuvan myös kaasuille puhdistustöiden ja korjaustyövaiheiden aikana. Hengitystiealtistumisen lisäksi työntekijät altistuivat ihon ja ruuansulatuskanavan kautta metalleille. Heidän käsistä löydettiin mm. arseenia, kadmiumia, nikkeliä ja lyijyä. Polttolaitosten puhdistajien ja korjaajien virtsan metallipitoisuus ylitti altistumattomien viiterajat pellettiä polttavissa laitoksissa kadmiumin, mangaanin-, arseenin- ja seleenin osalta, puuta polttavissa laitoksissa ja kierrätyspolttoainetta polttavassa laitoksessa alumiinin, lyijyn ja seleenin osalta ja turvetta polttavissa laitoksissa alumiinin ja seleenin osalta.

Päätös:

Asia koskee myös soodakattiloita, sihteri ottaa projektiehdotuksen esille YTR:n seuraavassa kokouksessa.

8.3.6 Suolallisen mustalipeän kuivaaineen määrittäminen ja tuloksen ilmaisu

Projektiehdotuksen taustalla on tuhakierron lisääminen haihduttamolle. Kuivaamalla tehty tutkimus antaa entiseen verrattuna tuloksen jossa lisätty tuhkasuola on mukana kuivaainemäärässä. Refralla tehty (Tehdasmääritys) kuivaainemääritys puolestaan ei mittaa periaatteessa näytteessä olevaa liukenematonta suolaa.

Esimerkki tehtaalta: Muutimme haihduttamoa ja otimme suolakierron haihduttamolle vuosi sitten. Kuivaainetaso nostettiin polttoliipeän refrassa, johon ei tehty muutoksia. n 70 %:sta 76 %:iin. Eli projekti meni täsmälleen suunnitellusti. Laboratorio saa nyt määrittämisessä kuivaaineen > 80 %. Samaan aikaisesti haihduttamon muutoksen kanssa ostimme kaksi uutta refraa. Ne molemmat näyttivät ennen viritystä polttoliipeässä samaa kuin labramääritys eli >80%, eli ne on alettu myös kalibroida valmistajan toimesta suolallisella lipeällä?

Kysymyksiä:

- On määriteltävä puhutaanko yleensä polttolipeän kohdalla suolallisen mustalipeän kuivaamalla määritetystä kuiva-aineesta, vai perinteisestä kuiva-aineesta, ja onko se määriteltävissä.
- Pitääkö tähän määrittelyyn hankkia refra ja miten se kalibroitaisiin, esim. onko liukenematon suola mahdollista erottaa näyteestä ennen määrittelyä jne.
- Voidaanko Na ja K pitoisuutta käyttää hyväksi.

Onko tämä ihmettely itseasiassa täysin turha. Esim Laitetoimittajat myyvät mielellään haihduttamin jonka lähtötaso on 80 %, mutta entiseen verrattuna se on kuitenkin 75%.

Kuiva-aineesta puhuttaessa täytyy erottaa kolme asiaa:

- liennut kiintoaine
- liukenematon kiintoaine
- kokonais kuiva-aine

Liennutta kiintoainetta ei voi määrittää lipeästä jonka kuiva-aine on yli 50%.

Päätös:

Lipeätyöryhmä käsittelee projektiehdotuksen seuraavassa kokouksessa, terminologia-selvitys olisi paikallaan, jotta puhutaan samasta asiasta.

8.3.7 Viskositeettiprojektin jatko / korkean kuiva-aineen poltto

Yhdistyksen viskositeetti-projektissa todettiin että uusi vanhan ja uuden viskositeettimittauksen ero on 2-3-kertainen, mitä tämä tarkoittaa pumpun sekä haihduttamon lämpöpintojen mitoituksen kannalta.

Kokemuksen mukaan jopa asteen kymmenyksen muutos polttolipeän lämpötilassa vaikuttaa palamiseen/carry-overiin/keon muodostumiseen. Myös kokemukset korkean kuiva-aineen poltosta / lämpökäsittelyn toimivuudesta kiinnostavat, vaikutus saadaan selville alkalimittauksella ennen ja jälkeen lämpökäsittelyn.

Sihteeri kerää tietoja mustalipeä projekteista (LIEKKI) yhdistyksen arkistosta. Tiedoista voisi perustaa lipeäpankin yhdistyksen sivuille.

Päätös:

Lipeätyöryhmä käsittelee projektiehdotuksen seuraavassa kokouksessa.

9 SKYREC

Kaikki SKYREC-materiaali on saatavilla yhdistyksen raporttitietokannasta:

Linkki tietokantaan:

<http://www.soodakattilayhdistys.fi/apps/soodakattilayhdistys/download.nsf/ListOfDownloadableFiles?Openview>

Järjestelmään pääsee linkin kautta yhdistyksen salasanalla.

Valmistuneet raportit löytyvät myös yhdistyksen jäsensivuilta:

<http://www.soodakattilayhdistys.fi/secure/SKYREC.html>

9.1 Valmistuneet projektit

9.1.1 KTR: Tulistinmateriaalien laboratoriokokeet, OSA 2, Åbo Akademi

9.1.2 KTR: Materiaalikokeet tulipesässä, Boildec Oy

9.2 Käynnissä olevat projektit

9.2.1 KTR: Tulipesän sondikokeiden analysointi ja korroosionopeuksien määrittäminen, VTT

Tilanne:

Loppuraporttia odotetaan VTT:ltä.

Taulukko 1. Kokeiden materiaalit, muutokset punaisella:

Test 1: Mar 2 - Apr 15, 2010	Test 2: May 15 - Jun 20, 2010	Test 3: Jul - Aug, 2010	Test 4: Feb - May, 2011	Test 5: Aug - Oct, 2011
AISI 304L (reference material)	AISI 304L (reference material)	AISI 304L (reference material)	AISI 304L (reference material)	AISI 304L (reference material)
AISI 310S	Sanicro 67	Super 625 (Sanicro H)	Carbon steel	HR11N (Sanicro R)
Sanicro 36	HR11N (Sanicro R)	HR11N (Sanicro R)	Sanicro 67	Sanicro 36
Sanicro 28	AISI 310S	Sanicro 36	Super 625 (Sanicro H)	Sanicro 28

Aikataulu:

Loppuraporttia tuloksista odotetaan VTT:ltä.



9.2.2 LTR: Probe Study of Corrosion in the Economizers, ÅA

Tavoite:

Tavoitteena on tutkia happaman natriumvetysulfaatin (NaHSO_4) aiheuttamaa korroosiota, jota edesauttaa pesun jälkeen alalierion yläpinnalle jäävät suolakerrostumat. Lisäksi tehtaalla tehdään kalvon ajo jolloin joten kastepistemittaus voidaan tehdä öljypolton aikana.

Tarjous LIITE 8

Tilanne:

Projektissa käytetään kaksi sondia kattilassa ~700 tuntia, joista toinen otetaan pois ennen seisokkia (5.10), toinen seisokin ajan kattilassa. Sondi otetaan pois ennen kalvonajoa ja kalvonajon ajan suoritetaan kolmannella sondilla kastepistemittaus sekä SO_3 -pitoisuutta. Kaikkien sondien lämpötila on 90 C.

Aikataulu:

Seisokki on suunniteltu alkavaksi 5.10 ja seisokki päättyy 10.10.

9.3 Projektiehdotukset

Ei projektiehdotuksia

10 MUUT ASIAT

10.1 Yhdistyksen projektienhallinnan parantaminen

Tarkoitus on parantaa yhdistyksen projektienhallintaa ja raportointia.

- Yhdistyksen sivuille on tehty yhteinen projektipankki, johon kerätään kaikkien työryhmien projektit, aktiiviset sekä projektiehdotukset
- Joka projektille oma vastuuhenkilö

10.2 Viirien myöntäminen

Viirin myöntämistä Soodakattilapäivillä ehdotettiin Kestoisuustyöryhmän jäsenelle Tapio Huuskalle, Metsä Fibre Oy. Huuska jää eläkkeelle vuoden vaihteessa. Sihteeri selvittää milloin Huuska liittyy Kestoisuustyöryhmän jäseneksi.

11 SEURAAVA KOKOUS

Seuraava kokousaika sovittiin alustavasti pidettäväksi 17.12.2012 vielä määrittelemättömässä ravintolassa pääkaupunkiseudulla.

Vakuudeksi

Timo-Pekka Veijonen

Markus Nieminen

LIITE 1
RAPORTTILIITTEIDEN YHTEENVETO

LIITE 3

ATR: UPS-järjestelmän vika-analyysi

LIITE 4

**KTR: Soodakattilan savukaasuräjähdys, Oulun yliopisto
– loppuraportti 28.8.2012**

LIITE 5

**KTR: Soodakattilan pinnoitukset, VTT
– raportti 30.8.2012**

LIITE 6

**YTR: POPE, Itä-Suomen Yliopisto
- pöytäkirja nro 3 4.4.2012**

LIITE 7

**YTR: POPE, Itä-Suomen Yliopisto
– jatkotarjous 23.5.2012**

LIITE 8

**SKYREC/LTR: Probe Study of Corrosion in the Economizers of a Kraft
Recovery Boiler
– tarjous 5.9.2012**

LIITE 3
YHTEENVETO
ATR: UPS-järjestelmän vika-analyysi



UPS-verkkovaihtoehtojen luotettavuustarkastelu

Vikapuuanalyysiraportti

Sisällys

1 Johdanto	4
1.1 Tehtävän asettelu	4
1.2 Arvioinnin laajuus	4
2 UPS-verkkovaihtoehdot	5
3 Vikapuuanalyysi	6
3.1 Vikapuuanalyysin periaate	6
3.2 Vikapuuanalyysin symbolit	6
3.3 Luotettavuuden laskenta	7
4 Analyysin laadinta	8
4.1 Oletukset	8
4.2 Vikadata	9
4.3 Työkalu	9
4.4 Osallistujat	9
5 Tulokset	10

Viittaukset

LIITE 1: UPS-verkkovaihtoehtojen 1-4 periaatekuvat

LIITE 2: Vikapuut UPS-verkoista 1-4

LIITE 3: Käytetty vikadata

5.4 Johtopäätökset

Tuloksista on selkeästi pääteltävissä ainakin seuraavaa:

1. Sähkön syötölle tulisi mahdollisuuksien mukaan tarjota useampi toisistaan täysin riippumaton kulkutie. Yksittäisiä yhteisiä osia tulisi välttää (automaattinen syötönvaihto, yhteinen UPS kisko).
2. UPS laitteiden lisääminen parantaa lähinnä sähkösyötön toimintavarmuutta katkostilanteissa. Varsinkin kun huomioidaan UPS laitteiden taipumus vikaantua juurikin tarvetilanteessa.
3. Oleellista on kiinnittää huomiota myös normaalitilanteen aikaisen sähkönsyötön varmuuteen kriittisten laitteiden ja järjestelmien osalta. Automaatiojärjestelmien sähkönsyöttö tulisi ottaa aina kahdesta eri verkosta. Esimerkiksi vaihtoehdossa 3 olisi huipputapahtuman A suhteen päästy parempaan tulokseen, mikäli automaatiojärjestelmien toinen sähkönsyöttö olisi otettu varmentamattomasta verkosta.

LIITE 4

YHTEENVETO

**KTR: Soodakattilan savukaasuräjähdys, Oulun yliopisto
– loppuraportti 28.8.2012**

Suomen Soodakattilayhdistys ry
Savukaasuräjähdyks soodakattilassa
28.8.2012
Janne Pesonen

ESIPUHE

Kiitän professori Ulla Lassia Oulun yliopiston kemian laitokselta sekä insinööri Reijo Hukkasta Stora Enso Oy:stä saamastani ohjauksesta selvityksen teon aikana.

Oulussa 28.8.2012

Janne Pesonen

SISÄLLYSLUETTELO

ESIPUHE

1. JOHDANTO.....	5
2. YLEISTÄ KAASURÄJÄHDYKSISTÄ.....	7
3. TEORIAA JA MÄÄRITELMIÄ.....	8
3.1 Räjähdyks8	
3.2 Palaminen ja stoikiometrinen koostumus.....8	
3.3 Kaasuräjähdyks.....8	
3.4 Liekin nopeus ja palamisnopeus9	
3.5 Palonopeus.....9	
3.6 Deflagraatio9	
3.7 Detonaatio.....10	
3.8 Turbulenssi10	
3.9 Syttymisrajat ja räjähdysrajat10	
3.10 Minimisyttymisenergia ja itsesyttymislämpötila11	
3.11 Adiabaattinen liekin lämpötila.....12	
4. KAASURÄJÄHDYKSET13	
4.1 Räjähdyksen kaasupilven muodostuminen13	
4.2 Deflagraatio14	
4.2.1 Polttoaine ja sen konsentraatio sekä kaasupilven koko14	
4.2.2 Sytyttimen sijainti ja voimakkuus15	
4.2.3 Tuuletusaukot ja tilassa olevat rakenteelliset esteet15	
4.3 Detonaatio.....16	
5. SOODAKATTILASSA MUODOSTUVAT PALAVAT KAASUT17	
5.1 Yleistä palamisesta soodakattilassa17	
5.2 Pyrolyysin aikana vapautuvat kaasut18	
5.3 Koksen palaminen soodakattilassa19	
5.4 Soodakattilan alaosan kaasukoostumus21	
6. VEDYN JA HIILIMONOKSIDIN PALAMINEN JA SIIHEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT.....	24
6.1 Syttymisrajat.....24	
6.1.1 Yksittäiset kaasut.....24	

6.1.2	Vedyn ja hiilimonoksidin seokset	25
6.2	Happipitoisuus ja inertoivat kaasut	28
6.2.1	Yksittäiset kaasut.....	28
6.2.2	Vedyn ja hiilimonoksidin seokset	29
6.3	Vesihöyry	31
6.3.1	Yksittäiset kaasut.....	31
6.3.2	Vedyn ja hiilimonoksidin seokset	32
6.4	Lämpötila.....	33
6.4.1	Yksittäiset kaasut.....	33
6.4.2	Vedyn ja hiilimonoksidin seokset	35
6.5	Sytytin	37
6.6	Paine	38
7.	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	39
7.1	H ₂ -CO-seoksen konsentraatio.....	40
7.2	Inertit kaasut	41
7.3	Lämpötila.....	42
7.4	Happipitoisuus	46
8.	YHTEENVETO.....	49
9.	VIITTEET	51

1. JOHDANTO

Tämän selvityksen tavoitteena oli kirjallisuuden avulla tutkia turvallisen savukaasukoostumuksen raja-arvoja (syttymisrajat, minimihappipitoisuus) ja niihin vaikuttavia tekijöitä (mm. lämpötila, inerttikaasut, paine). Selvityksessä pyrittiin löytämään turvallinen yläraja happipitoisuudelle, jonka alapuolella savukaasuräjähdyistä ei voisi tapahtua. Tavoitteena oli myös tehdä ehdotuksia TLJ-järjestelmien rakentamisen ohjeistukseen löydetyn tutkimustiedon avulla. Aihe osoittautui hyvin haastavaksi ja varsinkin korkeammissa lämpötiloissa ($> 300\text{ °C}$) tuotettu tutkimustieto havaittiin puutteelliseksi. Tämän vuoksi selvityksen tekoon varatun lyhyen ajanjakson aikana ei kyetty tekemään syvällisiä, luotettavia johtopäätöksiä turvallisesta savukaasukoostumuksesta. Tämä raportti antaa kuitenkin tietoa kaasuräjähdyksiin ja niiden voimakkuuteen sekä vedyn ja hiilimonoksidin syttyvyyteen liittyvistä tekijöistä ja sitä voidaan käyttää taustatietona mahdollisissa tulevilla selvityksissä ja myös TLJ-järjestelmien suunnittelussa.

Soodakattiloissa tapahtuvat räjähdykset voivat olla huomattava riski niin henkilökunnan turvallisuudelle kuin tehtaan toiminnalle. Perinteisesti soodakattiloissa tapahtuvien räjähdysten on katsottu olevan yksinomaan sulavesiräjähdyksiä, jotka ovat seurausta kattilaan vuotaneen veden nopeasta höyrystymisestä sulan ja veden sekoittuessa keskenään. Osan soodakattiloissa aiheutuvista räjähdyksistä havaittiin johtuvan mustalipeästä vapautuvista palavista pyrolyysikaasuista vasta 1980-luvun puolivälissä.¹ Normaalitylanteessa nämä kaasut palavat sitä mukaa kun niitä vapautuu kattilaan, mutta esimerkiksi tilanteessa jossa palaminen tapahtuu epätäydellisesti vajaassa ilmamäärässä, saattaa kattilaan kerääntyä räjähdysvaarallinen seos palavia kaasuja. Pyrolyysin lisäksi palavia kaasuja muodostuu soodakattilassa koksen palamisen aikana, koksen reagoidessa hiilidioksidin ja vesihöyryn kanssa.

Jotta kaasuräjähdys voisi tapahtua, täytyy muutaman perusedellytyksen täyttyä. Kaasun tulee olla palavaa, sen konsentraation tulee olla syttymisrajojen sisällä ja kaasupilvi (polttoaine-ilmaseos) täytyy muodostua ennen syttymistä. Jos kaasu syttyy välittömästi vapautuessaan, tapahtuu normaali palaminen.

Soodakattiloissa tapahtuneista räjähdyksistä löytyy tietoa ainakin Karjusen¹ raportista ja lyhyesti myös BLRBAC:in² ohjeistuksesta. BLRBAC:in² ohjeistuksessa mainitaan yhteensä viisi pyrolyysikaasuista johtunutta räjähdystä 1980- ja 1990-luvuilla

Pohjois-Amerikassa. Karjusen¹ raportissa mainitaan lukuisia tapauksia, joissa on syytä epäillä pyrolyysikaasujen aiheuttamaa kaasuräjähdyistä.

Pyrolyysin ja koksen palamisen aikana muodostuvista palavista kaasuista aiheutuvat savukaasuräjähdykset ovat aiemman suomalaisen TLJ-ohjeistuksen ulkopuolella, mutta Karjusen¹ raportissa on lyhyesti käsitelty vetyräjähdyksiä sulavesiräjähdyksen yhteydessä. BLRBAC:in³ ohjeistuksessa pyrolyysikaasuräjähdykset ovat mukana. Käytännössä TLJ-järjestelmiä rakennettaessa on tapana tehdä lukitus happipitoisuudelle, jolla kattilassa muodostuvien palavien savukaasukomponenttien aiheuttama kaasuräjähdykset saadaan estettyä. Lukituksista on aiheutunut käytettävyyden laskua ja lukituksia on jouduttu muuttamaan suunnittelemattomasti.

Merkittävimmät soodakattilassa muodostuvat palavat kaasut ovat hiilimonoksidi ja vety. Sen vuoksi tässä selvityksessä keskityttiin pelkästään niiden palominaisuuksiin. Selvityksen alussa käydään läpi kaasuräjähdyksiin sekä palamiseen liittyvää teoriaa ja käsitteitä sekä käsitellään kaasuräjähdyksen voimakkuuteen vaikuttavia tekijöitä. Kaasuräjähdyksiä käsittelevät luvut 2 - 4 on pääosin referoitu Bjerketvedtin⁵ ja muiden teoksesta *Gas Explosion Handbook*. Selvityksen loppuosassa käsitellään vedyn ja hiilimonoksidin palamista ja siihen vaikuttavia tekijöitä. **Luvussa 7 esitetään aineiston pohjalta tehtyä arviointia H₂-CO-seosten syttymisrajoista soodakattiloissa ja syttymiseen vaadittavista minimihappipitoisuuksista korkeammissa lämpötiloissa (> 300 °C).**

7. POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Seuraavaksi esitetty pohdinta perustuu kirjoittajan aineiston perusteella tekemiin oletuksiin ja johtopäätöksiin. Näin ollen sitä ei tule käsitellä muuten kuin korkeintaan suuntaa antavana arviona savukaasujen räjähdysriskistä soodakattilassa.

Periaatteessa kaasupilven konsentraation ollessa lähellä alempaa tai ylempää syttymisrajaa, on palonopeus hidas ja räjähdysen aiheuttama ylipaine pieni. Kuitenkin suljetussa tilassa, jossa on lisäksi paljon esteitä, voi lähellä syttymisrajaa oleva kaasuseos aiheuttaa voimakkaan räjähdysen. Kaasuräjähdykset ovat erittäin herkkiä eri muuttujien muutoksille, joten niiden voimakkuuden ennustaminen on hankalaa eikä tässä pohdinnassa puututa aiheeseen sen tarkemmin. Kaasuräjähdysten voimakkuuteen vaikuttavia tekijöitä on lyhyesti käsitelty luvussa 4.

Tässä tarkastelussa savukaasujen räjähdysvaaraa arvioidaan kaasuseosten syttyvyyteen vaikuttavien tekijöiden kautta. Näitä tekijöitä ovat palavien kaasujen tyyppi ja konsentraatio, seoksessa olevat inertit kaasut, happipitoisuus, lämpötila, paine ja sytytin. Tässä tarkastelussa paineen katsotaan olevan 1 atm ja lämpötilan 600 °C. Tämän oletetaan olevan häiriötilanteen sattuessa realistinen tilanne soodakattilan yläosassa, jonne palavat kaasut kattilan alaosasta nousevat. Sytytin ei sinällään vaikuta kaasujen syttymisrajojen suuruuteen, vaan kaasun syttyminen edellyttää riittävän suurta energiamäärää. Valittu lämpötila ylittää vedyn itsesyttymislämpötilan ja on hiilimonoksidin itsesyttymislämpötilan tuntumassa. Tällöin vety-hiilimonoksidiseos syttyy joko täysin spontaanisti tai hyvin heikon sytyttimen vaikutuksesta. Sytyttimen roolia ei tässä tarkastella enempää.

Aiemmin on jo todettu, että vety ja hiilimonoksidi ovat soodakattilassa muodostuvien palavien kaasujen pääkomponentteja. Niitä muodostuu sekä pyrolyysin aikana että koksen palamisessa. Pejrydin²¹ ja Hupan laskelmien perusteella vety ja hiilimonoksidi ovat ainoat palavat kaasut, joita esiintyy merkittävästi soodakattilan alaosassa. Jotta tarkastelu pysyisi riittävän yksinkertaisena oletetaan seuraavassa, että soodakattilassa ei ole muita palavia kaasuja kuin hiilimonoksidia ja vetyä. Kappaleessa 7.3 on silti lyhyesti käsitelty myös metaania sisältävää kaasuseosta. Kattilassa oletetaan lisäksi olevan happea ja inerttejä kaasuja: typpeä, hiilidioksidia ja vesihöyryä.

Syttymisrajoista käsitellään ainoastaan syttyvyyden alarajaa, sillä H₂-CO-seoksen konsentraation voidaan katsoa kaikissa olosuhteissa alittavan syttyvyyden ylärajan.

7.1 H₂-CO-seoksen konsentraatio

Luvussa 5 todettiin, että palavia kaasuja muodostuu soodakattilassa pyrolyysin ja koksen palamisen aikana. Lukuun 5 pohjautuen, tässä tarkastelussa pidetään perusoletuksena, että häiriötilanteessa, jossa palaminen kuumassa kattilassa on jostain syytä keskeytynyt, muodostuu räjähdysvaarallinen kaasuseos suhteellisen helposti. Oletusta tukee myös kappaleessa 7.3 esitettävä pohdinta lämpötilan vaikutuksesta syttyvyyden alarajojen suuruuteen. Palavien kaasujen yhteenlasketun konsentraation lisäksi syttyvyyteen vaikuttaa palavien kaasujen konsentraatioiden suhde. Suhteellisesti enemmän vetyä sisältävä seos on helpommin syttyvää kuin suhteellisesti enemmän hiilimonoksidia sisältävä seos.

Pejrydin²¹ ja Hupan normaalia palamista soodakattilan alaosassa mallintavien laskelmien perusteella (kuva 5) vetykonsentraatio soodakattilan alaosassa on lähes kaikissa olosuhteissa hiilimonoksidikonsentraatiota alhaisempi. Hyvin korkeissa lämpötiloissa (1200 °C, ilmakerroin 0,7) on vetyä ja hiilimonoksidia suhteessa 1/3 H₂ ja 2/3 CO. Lämpötilan laskiessa vedyn osuus kasvaa ja vajaan 700 °C:een lämpötilassa vetyä ja hiilimonoksidia on yhtä paljon (ilmakerroin 0,7). Kun ilmakerroin on 0,9 (1000 °C), on vetyä ja hiilimonoksidia likimain suhteissa 1/6 H₂ ja 5/6 CO. Täten Pejrydin²¹ ja Hupan laskelmiin pohjautuen vedyn osuus H₂-CO-seoksesta olisi välillä 15 - 50 til.-%.

Häiriötilanteessa, jossa palaminen on keskeytynyt ja primääri-ilman syöttö kattilaan on katkaistu, katkaistaan myös mustalipeän syöttö kattilaan, jolloin pyrolyysikaasujen muodostuminen on luultavasti vähäistä, mutta oletettavasti koksen reaktiot hiilidioksidin ja vesihöyryn kanssa jatkuvat. Tällöin muodostuisi vetyä ja hiilimonoksidia. Jos vesihöyryä ei olisi ollenkaan kattilassa, olisi ainoa reaktiotuote hiilimonoksidi. Järvisen¹⁹ mukaan koksen palamisesta 33 – 50 til.-% tapahtuu vesihöyrykaasutuksen kautta ja Lin¹⁷ ja van Heiningenin mukaan jopa 50 til.-% vesihöyrykaasutuksessa muodostuvista kaasuista olisi vetyä, muiden reaktiotuotteiden ollessa hiilimonoksidia ja hiilidioksidia. Tällöin voidaan päätellä, että jos vesihöyryä olisi runsaasti, voisi reaktioissa muodostuvasta H₂-CO-seoksesta periaatteessa jopa 2/3 olla vetyä.

Käytännössä olosuhteet vaikuttavat niin voimakkaasti kattilassa tapahtuvien reaktioiden kulkuun, että on melko vaikeaa esittää ennustetta muodostuvan savukaasuseoksen koostumuksesta. Pejrydin²¹ ja Hupan laskelmiin perustuva arvio, jonka mukaan vedyn osuus H₂-CO-seoksesta olisi 15 - 50 til.-%:n välillä lienee melko realistinen. Seuraavissa ennusteissa (kappaleet 7.3 ja 7.4) vedyn ja hiilimonoksidin osuudet kuitenkin vaihtelevat 0 - 100 til.-% välillä.

7.2 Inertit kaasut

Inerteistä kaasuista tässä tarkastelussa ovat mukana typpi, hiilidioksidi ja vesihöyry. Typpi ei käytännössä vaikuta ollenkaan vedyn, hiilimonoksidin tai niiden seosten syttyvyyden alarajoihin. Sen inertoivan vaikutuksen voidaan katsoa johtuvan lähes yksinomaan kaasuseosta laimentavasta vaikutuksesta, jolloin syttyvyyden yläraja laskee kasvavan inerttikaasukonsentraation mukana, alarajan noustessa vain vähäisesti (kuva 6). Myöskään hiilidioksidilla ei käytännössä ole vaikutusta vedyn syttyvyyden alarajaan, ja hiilimonoksidin alarajaa se nostaa selvästi vasta suurilla hiilidioksidikonsentraatioilla. Hiilidioksidikonsentraation ollessa noin 30 til.-%, nousee hiilimonoksidin syttyvyyden alaraja vajaat 2 prosenttiyksikköä.

Tiedetään, että vesihöyry helpottaa hiilimonoksidin syttymistä alhaisilla vesihöyrypitoisuuksilla (< 3 til.-% H₂O), sillä se alentaa hiilimonoksidin ja hapen välisen reaktion aktivoitumisenergiaa. Tätä suuremmilla konsentraatioilla vesihöyry toimii inertoivana kaasuna typen ja hiilimonoksidin tapaan. Kilchykin²⁴ tutkimuksessa H₂-CO-seoksen syttyvyyden alaraja nousi vähäisesti (0,7 – 1,3 prosenttiyksikköä), kun vesihöyrypitoisuus nousi 20 til.-%:iin (taulukko 9). Vaikutus kasvoi hieman vetypitoisuuden kasvaessa. Pelkän hiilimonoksidin tapauksessa (taulukko 8) syttymisrajaa alentava ja nostava vaikutus käytännössä kumosivat toisensa (vesihöyryn määrä 0,3 – 20 til.-%).

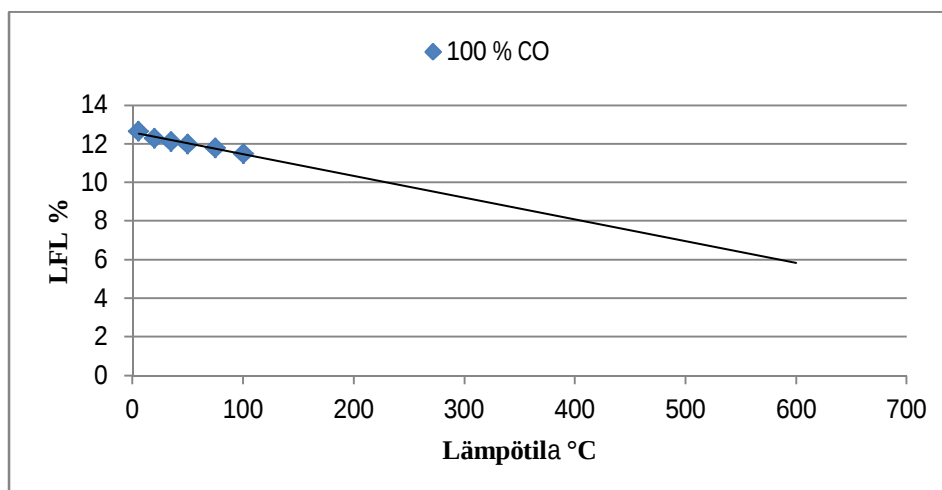
Pejrydin²¹ ja Hupan laskelmista (kuva 5) voidaan katsoa likimain, että hiilidioksidipitoisuus soodakattilan alaosassa olisi enimmillään suuruusluokkaa noin 30 til.-% ja vesihöyrypitoisuus noin 20 til.-%. Koska nämä inerttikaasut vaikuttavat vedyn ja hiilimonoksidin syttyvyyden alarajoihin päinvastaisesti, oletetaan tässä, että inerttikaasut nostavat H₂-CO-seosten syttyvyyden alarajaa enimmillään 2 prosenttiyksikköä.

7.3 Lämpötila

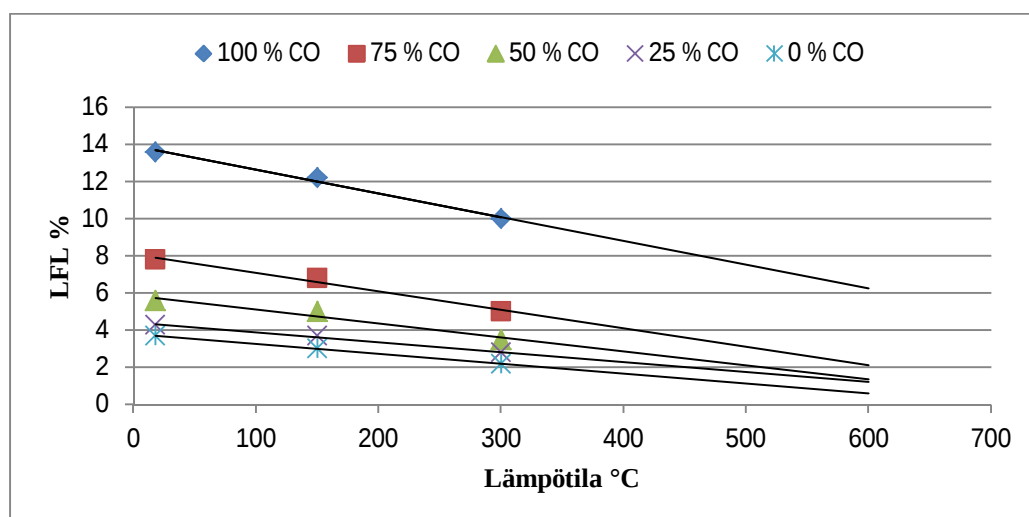
Lämpötilan vaikutuksesta H₂-CO-seosten syttymisrajoihin korkeammissa lämpötiloissa (> 100 °C) ei ilmeisesti ole olemassa täysin luotettavana pidettyä taulukoitua tietoa. Syttymisrajojen tiedetään kuitenkin levenevän kasvavan lämpötilan mukana ja yhteistä kaikissa löytyneissä tutkimuksissa on se, että muutokset syttymisrajoissa ovat hyvin lineaarisia tutkituilla lämpötila-alueilla. Tutkimukset on tehty melko matalissa lämpötiloissa (≤ 300 °C), joten tietoa muutosten lineaarisuudesta tätä korkeammissa lämpötiloissa ei ollut löydettävissä.

Alla oleviin diagrammeihin (kuvat 10 – 12) on piirretty kuvaajia kappaleessa 6.4 esitetyistä tutkimustuloksista. Kuvissa hiilimonoksidia osoittava prosenttilukema tarkoittaa hiilimonoksidin prosentuaalista osuutta H₂-CO-seoksessa (til.-%). Kuvassa 13 on lisäksi aiemmin esittämätön kuvaaja Wierzban³² ja tutkimusryhmän tutkimuksesta, jossa tutkittiin H₂-CO-CH₄-seosten syttyvyyttä lämpötila-alueella 20 – 300 °C. Kuten kuvista nähdään, syttyvyyden alarajat muuttuvat hyvin lineaarisesti mittausalueilla.

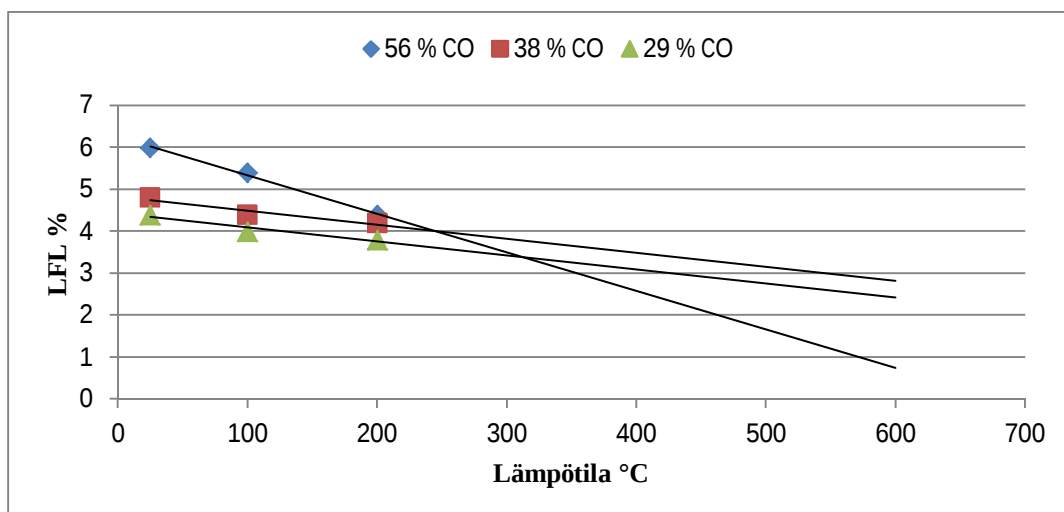
Tässä pohdinnassa oletettiin, että syttyvyyden alarajat muuttuvat lineaarisesti myös mittausaluetta korkeammissa lämpötiloissa. Mittauspisteisiin sovitettiin suorat, jotka ekstrapoloitiin 600 °C:een saakka. Mittausalueiden ulkopuolella kuvaajat esittävät oletukseen perustuvaa ennustetta, ja täten niistä saa korkeintaan suuntaa antavaa tietoa syttyvyyden alarajan muutoksista mittausalueita korkeammissa lämpötiloissa.



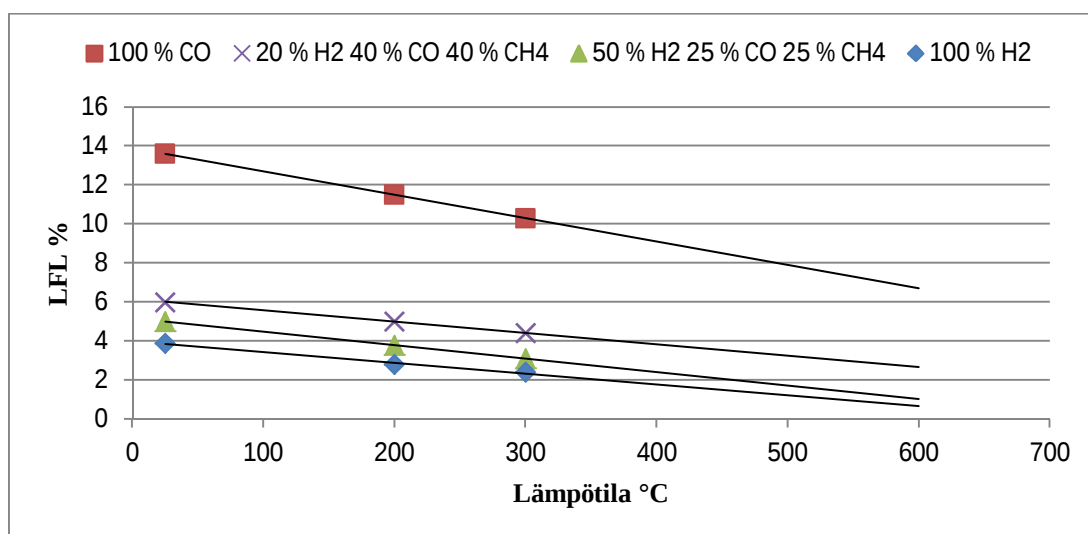
Kuva 10. Lämpötilan (5 – 100 °C) vaikutus hiilimonoksidin syttyvyyden alarajaan LFL (engl. low flammability limit) Kondon²⁹ ja tutkimusryhmän tutkimuksessa sekä siihen perustuva ennuste.



Kuva 11. Lämpötilan (18 – 300 °C) vaikutus H₂-CO-seosten syttyvyyden alarajoihin LFL (engl. low flammability limit) Kilchykin²⁴ tutkimuksessa sekä siihen perustuva ennuste.



Kuva 12. Lämpötilan (25 – 200 °C) vaikutus H₂-CO-seosten syttyvyyden alarajoihin LFL (engl. low flammability limit) Van den Schoorin²⁵ ja tutkimusryhmän tutkimuksessa sekä siihen perustuva ennuste.



Kuva 13. Lämpötilan (20 – 300 °C) vaikutus H₂-CO-CH₄-seosten syttyvyyden alarajoihin LFL (engl. low flammability limit) Wierzban³² ja tutkimusryhmän tutkimuksessa sekä siihen perustuva ennuste.

Vaikka eri tutkimuksissa on käytetty erilaista mittauslaitteistoa ja tutkitut lämpötila-alueet poikkeavat toisistaan, ovat erillisten kaasujen syttyvyyden alarajojen ennusteet 600 °C:een lämpötilassa jopa yllättävän lähellä toisiaan. Kondon²⁹ ja tutkimusryhmän tutkimuksesta tehdyn ennusteen perusteella (kuva 10) hiilimonoksidin syttyvyyden alaraja 600 °C:een lämpötilassa olisi noin 5,8 til.-%, Wierzban³² ja tutkimusryhmän

tutkimuksen perusteella (kuva 13) 6,7 til.-% ja Kilchykin²⁴ tutkimuksen perusteella (kuva 8) noin 6,3 til.-%. Vedylle ennusteet antavat todella alhaiset syttyvyyden alarajat 600 °C:een lämpötilassa. Kilchykin²⁴ tutkimukseen pohjautuen alarajaksi tulisi vain 0,6 til.-% ja Wierzban³³ tutkimuksen pohjautuen vain 0,7 til.-%. Toisaalta tämä on odotettavaa, sillä molemmissa tutkimuksissa 300 °C:een lämpötilassa mitattu alaraja vedyn syttyvyydelle oli vain hieman yli 2 til.-%.

Kuvasta 11 näkyy selvästi miten syttyvyyden alaraja laskee kasvavan vetykonsentraation mukana. Vedyn osuuden ollessa H₂-CO-seoksesta vain 25 til.-%, on ennustettu syttyvyyden alaraja 600 °C:een lämpötilassa enää vain 2,1 til.-% (vrt. 100 til.-% CO: LFL 5,8 til.-%). Tätä suuremmilla vetykonsentraatioilla alaraja laskee edelleen, mutta muutokset eivät ole suhteellisesti yhtä merkittäviä.

Van den Schoorin²⁵ ja tutkimusryhmän tuloksiin perustuvissa ennusteissa (kuva 12) kaikkien H₂-CO-seosten syttyvyyden alarajat 600 °C:een lämpötilassa ovat alle 3 til.-%. Yllättäen suurimpaan CO-konsentraatioon (56 til.-% CO, 44 til.-% H₂) perustuva ennuste antaa alhaisimman LFL-arvon (0,75 til.-%). Luultavasti tässä tapauksessa ennuste antaa selvästi liian alhaisen raja-arvon, sillä perusoletuksena syttyvyyden alarajan tulisi nousta kasvavan CO-konsentraation mukana.

Kuvan 13 kaasuseoksissa on vedyn ja hiilimonoksidin lisäksi mukana huomattavasti myös metaania (25 – 40 til.-%). Metaanin syttyvyyden alaraja⁸ huoneenlämmössä on 5,0 til.-%, joten ei ole yllättävää, että H₂-CO-CH₄-seosten syttyvyyden alarajat ovat matalia. Ennusteen mukaan 600 °C:een lämpötilassa 40 til.-% CO-konsentraatiolla syttyvyyden alaraja on 2,7 til.-% ja 25 til.-% CO-konsentraatiolla vain 1,03 til.-%. Ennusteet ovat melko samansuuruisia H₂-CO-seoksiin verrattuna.

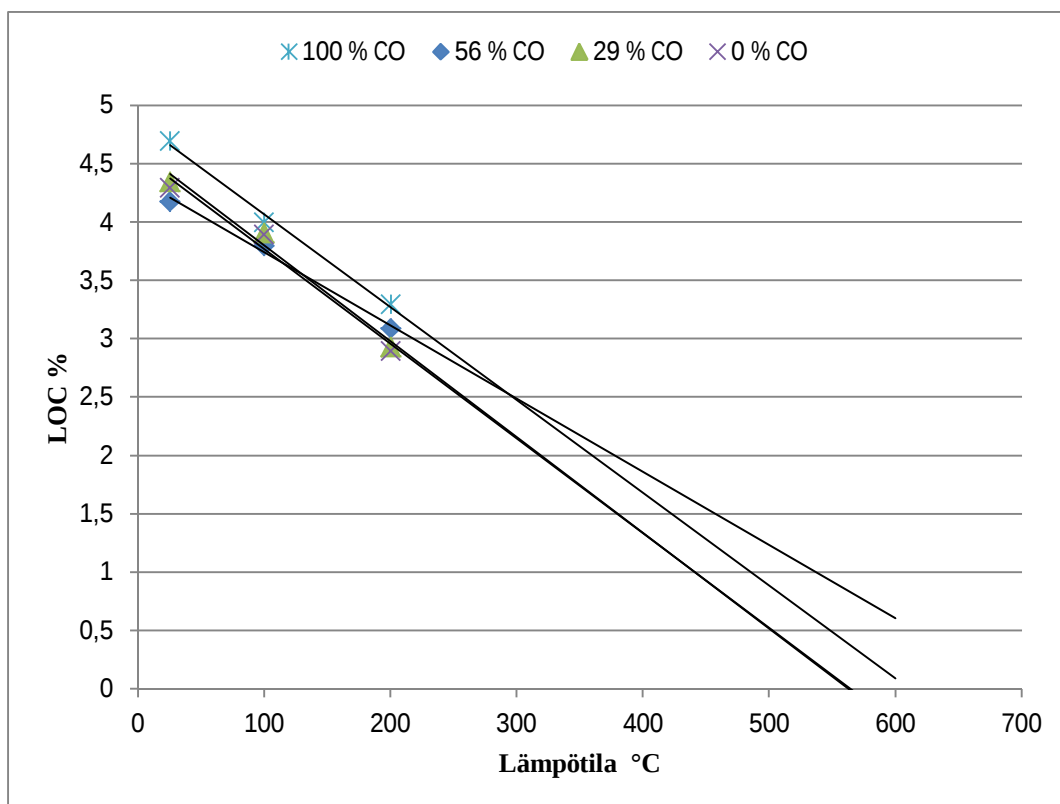
Edelleen on huomioitava, että yllä olevat tulokset perustuvat ennusteisiin, joissa oletetaan syttyvyyden alarajan laskevan lineaarisesti aina 600 °C:een lämpötilaan saakka. Kokeellisesti tutkittua tietoa näin korkeista lämpötiloista ei ollut saatavilla. Eri tutkimusten perusteella tehdyt ennusteet antoivat silti suhteellisen samankaltaisia tuloksia, ja niistä saadaan suuntaa antavaa tietoa kaasuseosten syttyvyyden alarajojen muutoksista lämpötilan noustessa. Ennusteisiin pohjautuvat alarajat ovat huomattavan alhaisia kaikilla H₂-CO-seoksilla, jolloin syttymisen alarajan ylittävä H₂-CO-seos muodostuu hyvin helposti. Vaikka syttymisen alarajojen lasku hidastuisikin mittausalueita korkeammissa lämpötiloissa, ovat syttymisrajat silti matalia ja esimerkiksi Kilchykin²⁴ tutkimuksessa 300 °C:een lämpötilassa mitattu syttymisraja H₂-

CO-seokselle (25 til.-% H₂, 75 til.-% CO) on vain 5 til.-%. Pejrydin²¹ ja Hupan laskelmissa tällainen kaasuseos muodostuu soodakattilan alaosassa ilmakertoimen laskiessa vain vähän alle yhden. Muut edellä esitetyt mittaustulokset H₂-CO-seoksille ovat vielä alhaisempia.

Aikaisemmin oletettiin, että inerttikaasut nostaisivat syttyvyyden alarajoja korkeintaan 2 prosenttiyksikköä erilaisissa H₂-CO-seoksissa. Jos tämä vaikutus lisätään sellaisenaan edellä esitettyihin ennusteisiin, nousevat erilaisten H₂-CO-seosten syttyvyyden alarajat enimmillään vajaaseen 5 til.-%:iin. Jos lisäksi oletetaan, että lämpötila ei vaikuttaisi alarajoja laskevasti yli 300 °C:een lämpötiloissa, nostaisivat inerttikaasut H₂-CO-seosten syttymisen alarajaa silti korkeintaan noin 7 til.-%:iin.

7.4 Happipitoisuus

Kuvaan 14 merkityt arvot ovat mitattuja arvoja Van den Schoorin²⁵ ja tutkimusryhmän tutkimuksesta, jossa tutkittiin LOC-arvon muuttumista lämpötilavälillä 25 – 200 °C. Mitatut LOC-arvot olivat keskenään identtisiä hiilimonoksidin osuuden H₂-CO-seoksesta ollessa 56 til.-% ja 38 til.-%. Kuvassa on tämän vuoksi esitetty vain toinen. Inerttikaasuna tutkimuksessa käytettiin typpeä. LOC-arvot muuttuvat mittausalueella lähes lineaarisesti kaikilla H₂-CO-seoksilla ja arvot ovat hyvin lähellä toisiaan, seossuhteista riippumatta. Toisaalta tässä tapauksessa eri seosten välillä ei ole odotettavissakaan suuria eroja LOC-arvojen välillä, sillä vedyn ja hiilimonoksidin LOC-arvot ovat jo lähtökohtaisesti lähellä toisiaan (taulukko 5). Kaikki tutkimuksessa mitatut LOC-arvot 200 °C:een lämpötilassa ovat alle 3,5 til.-%. Tässä esitettävä pohdinta perustuu silti vain yhteen tutkimukseen ja esitetyissä ennusteissa on hajontaa.



Kuva 14. Lämpötilan (25 – 200 °C) vaikutus vety-hiilimonoksidiseoksen LOC-arvoon Van den Schoorin²⁵ ja tutkimusryhmän tutkimuksessa sekä siihen perustuva ennuste.

Tässä tehtiin oletus, että LOC-arvo muuttuisi lineaarisesti myös yli 200 °C:een lämpötiloissa. Luonnollisesti tämä oletus ei voi täysin pitää paikkaansa, sillä kuten kuvasta nähdään, suurilla vetypitoisuuksilla happipitoisuus laskee nollaan jo ennen 600 °C lämpötilaa. Toisaalta syttyvyyden alarajat ovat ennusteiden perusteella hyvin alhaisia suurilla vetypitoisuuksilla (kuvat 10 – 13), joten syttymiseen vaadittava happipitoisuus on luonnostaan alhainen. Edellä esitetyn oletuksen perusteella 400 °C:een lämpötilassa syttymiseen vaadittava happipitoisuus olisi enää alle 2 til.-% ja 500 °C:een lämpötilassa alle 1,5 til.-%.

Tässä esitetyissä ennusteissa inerttinä kaasuna toimii typpi. Kun hiilidioksidia käytetään typen sijaan inerttikaasuna, on syttymiseen vaadittava minimihappipitoisuus jonkin verran suurempi (taulukko 5). Huoneenlämpötilassa tämä vaikutus hiilimonoksidiin on enimmillään noin 1,5 prosenttiyksikön luokkaa. Oletettavasti vesihöyry toimii vastaavalla tavalla. Jos edellä esitettyyn ennusteeseen lisätään suoraan 1,5 prosenttiyksikköä, olisi LOC-arvo 200 °C:een lämpötilassa enimmillään hieman alle 5 til.-% ja 400 °C:een lämpötilassa korkeintaan 3,5 til.-%. Lämpötilan noustessa 600

°C:een syttymiseen vaadittava happimäärä olisi enää enintään noin 2 til.-%. Tämä on kuitenkin puhtaasti spekulatiivista pohdintaa, eikä välttämättä vastaa todellista tilannetta. Ja kuten edellä todettiin, LOC-arvo ei voi muuttua korkeissa lämpötiloissa lineaarisesti, vaan muutosvauhdin täytyy hidastua.

Tämän pohdinnan perusteella ei aiheen haastavuuden takia voida antaa yksiselitteistä arvoa happipitoisuudelle, jonka alapuolella syttymistä ei tapahdu. LOC-arvot vaikuttaisivat kuitenkin olevan korkeammissa lämpötiloissa hyvin alhaisia ja tässä esitetyn pohdinnan perusteella nollatoleranssi happipitoisuuden suhteen häiriötilanteen sattuessa lienee perusteltua. Käytännössä ainoa tapa selvittää eri tekijöiden vaikutuksia minimihappipitoisuuteen korkeammissa lämpötiloissa olisi kokeellisten mittausten suorittaminen.

8. YHTEENVETO

Räjähtävä kaasupilvi voi muodostua esimerkiksi kun palavaa kaasua pääsee pakenemaan säilytysastiasta tai kun palava neste höyrystyy. Soodakattilassa palavia kaasuja muodostuu pyrolyysin ja koksen palamisen aikana. Normaalitylanteessa nämä kaasut palavat sitä mukaa kun niitä vapautuu kattilaan, mutta esimerkiksi tilanteessa jossa palaminen tapahtuu epätäydellisesti vajaassa ilmamäärässä, saattaa kattilaan kerääntyä räjähdysvaarallinen seos palavia kaasuja.

Tämän selvityksen tavoitteena oli kirjallisuuden avulla tutkia turvallisen savukaasukoostumuksen raja-arvoja (syttymisrajat, minimihappipitoisuus) ja niihin vaikuttavia tekijöitä (mm. lämpötila, inerttikaasut, paine). Selvityksessä pyrittiin löytämään turvallinen yläraja happipitoisuudelle, jonka alapuolella savukaasuräjähdyksiä ei voisi tapahtua. Tavoitteena oli myös tehdä ehdotuksia TLJ-järjestelmien rakentamisen ohjeistukseen löydetyn tutkimustiedon avulla. Aihe osoittautui hyvin haastavaksi ja varsinkin korkeammissa lämpötiloissa ($> 300\text{ °C}$) tuotettu tutkimustieto havaittiin puutteelliseksi. Tämän vuoksi selvityksen tekoon varatun lyhyen ajanjakson aikana ei kyetty tekemään syvällisiä, luotettavia johtopäätöksiä turvallisesta savukaasukoostumuksesta. Tämä raportti antaa kuitenkin tietoa kaasuräjähdyksiin ja niiden voimakkuuteen sekä vedyn ja hiilimonoksidin syttyvyyteen liittyvistä tekijöistä ja sitä voidaan käyttää taustatietona mahdollisissa tulevilla selvityksissä ja myös TLJ-järjestelmien suunnittelussa.

Jotta kaasuräjähdyksiä voisi tapahtua, täytyy muutaman perusedellytyksen täyttyä. Kaasun tulee olla palavaa, sen konsentraation tulee olla syttymisrajojen sisällä ja kaasupilvi (polttoaine-ilmaseos) täytyy muodostua ennen syttymistä. Jos kaasu syttyy välittömästi vapautuessaan, tapahtuu normaali palaminen. Kaasuräjähdyksiä voi tapahtua joko deflagraationa (räjähtävä palaminen) tai detonaationa (voimakas räjähdys). Näistä deflagraatio on selvästi yleisempi kaasuräjähdyksissä. Deflagraatioissa räjähdysten etenemisnopeudet voivat vaihdella jopa kolmella kertaluvulla. Hitaasti etenevä deflagraatio tuottaa vain hyvin pienen ylipaineen, jolloin vahingot ovat vähäisiä. Voimakas deflagraatio voi puolestaan aiheuttaa suuria vahinkoja.

Kaasuräjähdyksien voimakkuuteen vaikuttavat useat eri tekijät ja jo pienetkin muutokset olosuhteissa saattavat vaikuttaa räjähdysten kulkuun merkittävästi. Tämän vuoksi kaasuräjähdyksistä aiheutuvien vaikutusten ennustaminen on hyvin hankalaa.

Kaasuräjähdyksen voimakkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat kaasun tyyppi ja sen konsentraatio kaasupilvessä, hapetin, kaasupilven koko, sytyttimen sijainti ja voimakkuus, tilassa olevat tuuletusaukot ja rakenteelliset esteet sekä erilaiset turvajärjestelmät. Tyypillisesti kovin räjähdyspaine saavutetaan, kun kaasun konsentraatio kaasu-ilmaseoksessa on lähellä stoikiometristä koostumusta.

Soodakattilassa vapautuu palavia kaasuja pyrolyysin ja koksen palamisen aikana, tärkeimmät näistä kaasuista ovat vety ja hiilimonoksidi. Muita palavia kaasuja, kuten metaania ja muita hiilivetyjä esiintyy pienimpinä pitoisuuksina. Pejrydin²¹ ja Hupan laskelmien perusteella vety ja hiilimonoksidi ovat ainoat palavat kaasut, joita esiintyy merkittävinä pitoisuuksina soodakattilan alaosassa. Tässä selvityksessä keskityttiin pelkästään vedyn ja hiilimonoksidin palo-ominaisuuksien selvittämiseen.

Kaasu-ilmaseos palaa ainoastaan jos kaasun konsentraatio seoksessa on alemman ja ylemmän syttymisrajan välillä. Syttymisrajat määritetään kokeellisesti ja ne vaihtelevat huomattavasti eri kaasujen ja kaasuseosten välillä. Kaasujen syttymisrajojen suuruuteen vaikuttavia tekijöitä ovat kaasujen tyyppi ja konsentraatio seoksessa, seoksessa olevat inertit kaasut (esim. N₂, H₂O ja CO₂), happipitoisuus, lämpötila ja paine sekä sytytin. Edellä mainitut muuttujat vaikuttavat eri tavalla erilaisiin kaasuihin ja kaasuseoksiin.

Vaikka eri tekijöiden vaikutuksista vedyn, hiilimonoksidin ja niiden seosten syttyvyyteen löytyy kirjallisuudesta melko runsaasti tietoa, niin varsinkin korkeammissa lämpötiloissa (> 300 °C) saatua tutkimustietoa on saatavilla vain niukasti. Lisäksi useimmiten tutkimuksissa on tutkittu vain yhden muuttujan vaikutuksia kaasujen syttyvyyteen. Tämän vuoksi tutkimustuloksia on hankala soveltaa käytännön teollisuusprosesseihin ja tässä tapauksessa soodakattiloiden olosuhteisiin, joissa syttymisrajoihin vaikuttavat yhtä aikaa useat eri tekijät ja etenkin lämpötila on korkea. Tämän vuoksi tässä selvityksessä ei kyetty luotettavasti arvioimaan kaasuseosten syttymisrajoja ja syttymiseen vaadittavia minimihappipitoisuuksia korkeammissa lämpötiloissa.

Tässä esitetyn aineiston perusteella H₂-CO-seosten syttyvyyden alarajat ja etenkin syttymiseen vaadittavat minimihappipitoisuudet vaikuttavat kuitenkin yleisellä tasolla olevan yllättävän matalia, joten häiriötilanteen sattuessa mahdollisesti muodostuva kaasupilvi syttyisi hyvin helposti.

LIITE 5
YHTEENVETO
KTR: Soodakattilan pinnoitukset, VTT
– raportti 30.8.2012

1	SOODAKATTILAPINNOITUKSET	2
1.1	Johdanto	2
1.2	Ruiskutusmenetelmät	2
1.3	Pinnoitemateriaalien valinta	4
1.3.1	Rautavaltaiset pinnoitteet	6
1.3.2	Nikkelivaltaiset pinnoitteet	7
1.3.3	Kaupalliset pinnoitemateriaalit	8
1.4	Pinnoitteen valmistus	9
1.4.1	Termisellä ruiskutuksella pinnoitettavan pinnan esikäsittely	10
1.4.2	Pinnoitemateriaali	11
1.4.3	Terminen ruiskutus	11
1.4.4	Sulautuvien seosten ruiskutus	11
1.4.5	Vaaditut ominaisuudet ja pinnoitteen testausmenetelmät	11
1.4.6	Pinnoitteen ulkonäkö	12
1.4.7	Tartunta	12
1.4.8	Paksuuden mittaus	12
1.4.9	Vanhojen pinnoitteiden tarkastus ja pintojen korjaus	13
1.4.10	Manipulaattorin käyttö pinnoituksessa	13
1.5	Yhteenveto	13

LIITE 6
YHTEENVETO
YTR: POPE, Itä-Suomen Yliopisto
- pöytäkirja nro 3 4.4.2012



Polttoperäisten päästöjen ja nanohiukkasten haitallisuuden määrittäminen uudella tutkimusmenetelmällä, POPE

Johtoryhmän 3. Kokous

Melania 220, Kuopion Kampus 4.4.2012

1. Kokouksen avaus 9.32
2. Läsnäolijat
 - a. Maija Riitta Hirvonen, UEF
 - b. Pekka Matilainen, Ecocat Oy
 - c. Timo-Pekka Veijonen Stora Enso/ Soodakattilayhdistys
 - d. Juha Timonen, Tulikivi Oyj
 - e. Tarmo Hatunen, MW Power Oy
 - f. Mikko Hoppo, UEF
 - g. Kari Lehtinen, FMI
 - h. Heidi Niskanen, FMI
 - i. Stefanie Kasurinen, UEF
 - j. Ari Leskinen, FMI
 - k. Terhi Kaivosoja, UEF
 - l. Kari Kuuspalo, UEF
 - m. Jorma Jokiniemi, UEF
 - n. Pasi Jalava, UEF
3. Puheenjohtajan ja sihteerin valinta:
Puheenjohtajaksi ehdotettiin Maija-Riitta Hirvosta ja sihteeriksi Pasi Jalavaa. Hyväksyttiin puheenjohtajan ja sihteerin valinta.
4. Esityslistan hyväksyminen:
Muutetaan vuosiluku 2012
Lisätään edellisen kokouksen pöytäkirjan hyväksyminen
5. Edellisen kokouksen pöytäkirjan hyväksyminen: Ei muutoksia, hyväksytään pöytäkirja.
6. Projektin tilannekatsaus:
-Kari Kuuspalo esitti projektin tilanteen Vitrocell-altistuslaitteistoon tehtyjen muutosten osalta. Nämä periaatteessa valmiiseen kaupalliseen laitteistoon tehtävät muutokset ovat vaatineet runsaasti työtä projektin tässä vaiheessa. Muutoksilla saatiin kuitenkin tehtyä Vitrocellistä parempi hiukkasdepositioiden osalta. Aerosoli-inletin lyhentäminen sai aikaan paremman deposition ja pienemmän hiukkasten häviön linjastoon. Ikääntymiskammio ja siitä solualtistukseen johtava näytelinja ovat valmiit.

- Jorma Jokiniemi kävi läpi projektin projektisuunnitelman ja tavoitteet. Käytiin läpi eri päästötilanteet, joita projektissa on tarkoitus tutkia. Myös tuleva aikataulu käytiin läpi tähän saakka on tehty pääosin Laitteiston testausta ja validointia. Seuraavaksi projektissa tutkitaan dieselmoottorista peräisin olevia päästöjä ja niiden käyttäytymistä muutuntakammiossa ja solualtistuksissa. Kattiloiden osalta tehtiin tarkennuksia, hakekattilakokeet tehdään Siilinjärven Vuorelassa sijaitsevassa lämpölaitoksessa (Savon Voima). Jorma Jokiniemi esitteli



myös lyhyesti vitrocellin rakennetta ja käyttöä soualtistuksiin. Sovittiin, että aikataulu soodakattiloiden osalta käsitellään erikseen ja yliopisto tekee tarjouksen lisäkattiloista Soodakattilayhdistyksen toiveiden mukaan. esim soodakattiloiden osalta. Todettiin myös, että tutkimussopimus on hyväksytty ja kaikki osapuolet ovat allekirjoittaneet

- Stefanie Kasurinen esitteli hopeanaohiukkasilla tehtyjen solualtistuskokeiden tuloksia. Hopeahiukkaset aiheuttavat etenkin IL-8 tuotantoa, mutta myös proinflammatorista tulehdusvastetta. Menetelmäkehitys etenee, ja luvassa on kiinnostavia toksikologisia tuloksia pienemmällä hajonnalla, kun laitteisto on saatu paranneltua.
- Seuraavaksi Heidi Niskanen esitteli mallinnustuloksia, joita on tehty Vitrocellin altistusosan putkesta. Myös laitteiston geometria esiteltiin, sekä ongelmat, joita on havaittu jakaumassa. Jakauma on epätasainen, koska imuilma otetaan vain altistuskannen toisesta reunasta. Laitteistoa on muokattu laittamalla suodatin imuilman ja poistoreikien väliin, joka tasaa virtausta aukoissa.

Suunnitelman muutoksia kattiloista kerättävän aerosolin pölytyksen osalta. Pölytytys ei todennäköisesti onnistu alkuperäisen suunnitelman mukaan aerosolien huonon dispergoitumisen yms. osalta. Ehdotus on, että kerätään DGI impactorilla ja uutetaan perinteisellä menetelmällä. Vertailuna näihin voidaan käyttää aikaisempia tuloksia. Pölytystä varten joutuisi keräämään huomattavan pitkään ja riski olisi että ei saada edustavaa näytettä.

Terhi Kaivosoja esitteli tuloksia Bioher projektista päästöjen osalta. Päästöt olivat erilaisia eri polttotilanteiden välillä. Sähkösuodattimella saatiin päästöjä vähennettyä huomattavasti. Pasi Jalava esitteli vastaavia tuloksia toksikologisista vasteista. Tuloksissa havaittiin mielenkiintoinen piirre, jossa sähkösuodattimen jälkeen kerätty näyte oli huomattavasti aktiivisempi kuin enne sitä kerätty. Tuloksissa erilaisista hyvän polton komponenteista näytti siltä, että sinkkioksidi voisi olla näiden havaittujen korkeiden vasteiden taustalla.

-
- Tutkimusaikataulu soodakattiloiden osalta: Sovitaan yhteyshenkilöiden kanssa tarkemmin
- UPM Kymmene Kymi, Kouvola (Kuusankoski); Teija Ahola
- uusi soodakattila, sekalipeä, pesurilla varustettu savukaasujen puhdistus, meesauuni vain tästä tehtaasta
- Metsä Fibre Joutseno, Lappeenranta (Joutseno); Hilikka Hännikäinen
-
- - suhteellisen hyväkuntoinen ylikuormainen kattila, havulipeä.
-
- Stora Enso Sunila, Kotka; Terttu Heinonen
- - kaksi vanhaa ylikuormaista kattilaa, havulipeä
- - tehdas haluaa molempien kattiloidensa pienhiukkasmäärät mitattaviksi
- Mitattavia parametreja esim. hiukkaspäästön pitoisuus, lentotuhka (K, Cd, Ca)
- Perus päästömittaukset ja DGI keräykset, toksikologia ja kemialliset analyysit.
- Selvitetään mittauspaikoilla yhteydet yms. ja tehdään kustannusarvio ja lähetetään soodakattilayhdistykselle. Symo Oy toteuttaa osan keräyksistä ja Itä-Suomen yliopisto



4.4.2012

vastaa suodatinkeräyksistä toksikologiaa varten. Tulosten julkaisemisesta neuvotellaan tehtaiden ja soodakattilayhdistyksen kanssa. Tehtaiden seisokit yms. otetaan huomioon.

- Hakelaitoksen keräykset jätetään ensi talveen, jotta kuormat vastaavat todellista tilannetta lämmityskaudella. Keräykset toteutetaan Savon Voiman Tiprusniemen tai Vuorelan lämpölaitoksessa Siilinjärvellä.

-

7. Muita esille tulevia asioita

- Abstrakteja lähetetään EAC ja AAAR tieteellisiin kokouksiin.
- Avajaistilaisuus 12.6 klo 10-13 Ilmansaasteiden haitallisuuden tutkimuslaitteisto -hanke, Rehtori avaa tilaisuuden, johtoryhmälle ja yhteistyökumppaneille lähetetään kutsut
- Soodakattilayhdistyksen sihteerille Markus Nieminen (@poyry.com) tiedot hankkeesta, pöytäkirjat yms.
- Ecocat osalta vaihdetaan johtoryhmän jäsen Toni Kinnunen -> Pekka Matilainen

8. Seuraava kokous

- vko 40 ke 3.10.2012, 13.00-16.00

9. Puheenjohtaja päätti kokouksen klo. 11.22

Kuopiossa 24.4.2012

Maija-Riitta Hirvonen

Pasi Jalava

LIITE 7
YHTEENVETO
YTR: POPE, Itä-Suomen Yliopisto
– jatkotarjous 23.5.2012

Taulukko 2. Tutkimusaikataulu.

	2012							2013				
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
<i>Kuukausi</i>												
Näytteiden keräykset												
Näytteiden uutto analyyseihin												
Kemialliset analyysit												
Solualtistukset												
Solukuoleman määritykset												
Tulehdus markkereiden analyysit												
Genotoksisuuden määritykset												
Data-analyysit												
Raportointi												

4 KUSTANNUSARVIO

Hankkeen kokonaiskustannukset ovat 135 671 EUR. sisältäen arvonlisäveron.

VÄLITTÖMÄT KUSTANNUKSET **68 500**

Henkilöstökustannukset **46 050**

Välittömät palkka- ja palkkiokustannukset 30 700

Henkilösivukustannukset kokonaiskustannusmallin mukaan 50 % 15 350

Muut kustannukset **22 450**

Aineet ja tarvikkeet 5 600

Matkakustannukset 4 000

Palvelujen ostot 22 877

Muut kustannukset (sis. <10 000 € laitteet)

VÄLILLISET KUSTANNUKSET **31 775**

Yleiskustannukset 69 % 31 775

KOKONAISKUSTANNUKSET **110 302**

Arvonlisävero* 25 369

ARVONLISÄVEROLLINEN ULKOINEN HINTA **135 671**

LIITE 8
YHTEENVETO
SKYREC/LTR: Probe Study of Corrosion in the Economizers of a Kraft
Recovery Boiler
– tarjous 5.9.2012

**Proposal for SKY Rec – Probe Study of Corrosion in the Economizers of a Kraft Recovery Boiler****5 September 2012**

Nikolai DeMartini, Tor Lauren, Emil Vainio, Mikko Hupa

This proposal is for probe studies at a Finnish pulp mill to try and understand the cause of corrosion on the flue gas side of heat transfer tubes in the economizer section of a recovery boiler. The SKY-Rec dew point corrosion study indicated that little to no corrosion of carbon steel will occur in flue gas heat recuperators until the material temperature was below the water dew point in the flue gases from Kraft recovery boiler. No acid dew point was observed, even when there was significant SO_2 present in the flue gas. This is most likely because any H_2SO_4 formed in the flue gas reacts with Na_2SO_4 to form NaHSO_4 . Therefore, the question arose after that work, “what is the source of corrosion in the economizers if it isn’t the acid dew point?”

The dewpoint study indicated that acid dew point corrosion should not occur in the economizers under normal operating conditions due to. One hypothesis is that the corrosion is caused by acidic condensates during shutdowns and water washes. This is a proposal to carry out a probe study at a mill which has observed corrosion in the economizers. Two probes will be put into the boiler at the same time and maintained at the same temperature in the economizer region. The probes will be kept at a temperature above the water dew point, but no higher than 100 °C. One probe would be pulled out before the boiler shutdown while the second probe will be left in the boiler through the boiler shutdown and pulled out one week after the shutdown. Deposits and scales on both probes will be collected after the test and analyzed. Detailed material analysis will be carried out to reveal the extent of corrosion. Collected mill data will include flue gas temperature at the probes as well as on-line mill data for O_2 , CO , SO_2 , and NO_x .

The expectation is that this small probe study can help direct us to understand corrosion in the economizers and that subsequent work could be done to help come up with guidelines that could prevent corrosion in the economizers. The clarification of the cause of corrosion in the economizers would have the added benefit of providing the confidence to maximize the heat that can be utilized from the flue gases through the use of heat recuperators.

The mill where the probe study will be carried out is the Rauma mill. The boiler is to be shut down on Oct 5th. The probes will go in during week 36 to give about 700 h before the first probe is pulled out on Oct 4th. Before the mill starts back up on black liquor, it will fired oil for 3 days. During that time, the dew point will be measured as well as SO_3 .

The cost for the proposed work is 14 900 € + VAT.