

Suomen Soodakattilayhdistys ry

AUTOMAATIOTYÖRYHMÄN KOKOUS III/2009

AIKA 28.10.2009 klo 10.00 – 13.00

PAIKKA Pöyry-talo, Vantaa

LÄSNÄ

Toni Henriksson
Mauri Heikkinen
Ilkka Koivuniemi
Markus Nieminen
Pekka Tarvainen
Heikki Lappalainen

Sunila Oy, Kotka
Pöyry Industry Oy, Vantaa
Oy Metsä-Botnia Ab, Rauma pj
Pöyry Industry Oy, Vantaa, siht.
Inspecta Tarkastus Oy
Andritz Oy

LIITE I

Hajukaasujen polttosuosituksen päivitykseen liittyvä selvitys

LIITE II

Lisäysehdotukset hajukaasujen polttosuosituksen sisällysluetteloon

LIITE III

Muiden työryhmien kuulumiset

JAKELU

Julkaisu: Soodakattilayhdistyksen kotisivuilla
Tiedote: Hallitus, Automaatiotyöryhmä, Sihteeristö



1 POISSAOILOILMOITUKSET

Taneli Mutikainen	Metso Power Oy
Juha Suikki	Efora Oy
Jukka Puhakka	Metso Automation Inc., Tampere
Jami Maijanen	UPM-Kymmene Oyj, Kaukas

olivat estyneitä saapumaan paikalle.

2 EDELLISEN KOKOUKSEN PÖYTÄKIRJA

Edellisen kokouksen pöytäkirja hyväksyttiin muutoksitta.

3 PUHEENJOHTAJAN VALINTA

Puheenjohtajan valinnasta keskusteltiin pitkään mutta valintaa ei suoritettu vapaaehtoisen henkilön puuttuessa. Todettiin että olisi hyvä jos puheenjohtajana toimiminen tukisi henkilön työtehtäviä.

Sihteeri tiedustelee poissaolleen Jukka Puhakan (Metso Automation) kantaa puheenjohtajan valintaan.

Puheenjohtajan tehtäviä hoitaa varapuheenjohtaja Ilkka Koivuniemi, MB
Rauma

4 SEISOKIN VAATIVAT MÄÄRÄAIKAISTESTAUKSET SOODAKATTILALLA

Tavoite, toteutus ja aikataulu

Projektin tavoitteena on selvittää esteitä pidentyneille keskeytymättömille ajoajoille ja on jatkoa vuonna 2007 toteutetulle projektille.

Projekti rajattiin koskemaan seisokin vaativia määräaikaistestauksia soodakattilalla. Työssä selvitetään:

- Mitä määräaikaistestauksia tehtaot joutuvat tekemään seisokissa
- Miksi testataan, kuka asettaa vaatimukset?
- Miten testataan?
- Sähkölaitteiden määräaikaistarkastukset
- Turva-automaatiosta johtuvat määräaikaistestaukset
- Laadukkaasta automaatiosta johtuvat määräaikaistestaukset
- Alustava selvitys tehtaoiden kunnonvalvonnasta (kenttälaitteiden kunnonvalvontajärjestelmä, akustiset kunnonvalvontajärjestelmät värinämittaukset)

Työn tekee Mauri Heikkinen, Pöyry Industry Oy.



Tehdaskysely tehdään vierailemalla noin 5 - 7 tehtaalla ja haastattelemalla talteenottoalueen käytönvalvojaa ja automaatio-/sähkövastaavaa. Tehtaiden yhteyshenkilölle lähetetään ennakoon kyselykaavake. Osalle tehtaista voitaisiin soittaa ja lähettää tehdaskysely.

Aikataulun mukaan projekti valmistuisi kevään 2009 aikana. Nyt kuitenkin päätettiin siirtää tehdasvierailut laman ja Heikkisen työkiireiden takia syksyyn, projektin kuitenkin odotetaan valmistuvan vuoden 2009 aikana.

Projektin tilanne

Heikkinen on lähettänyt kyselykaavakkeen 13 tehtaalle helmikuun 2009 lopulla. Kyselyyn on saatu syksyyn 2009 mennessä vastaus 4 tehtaalta (5 kattilalta).

Seuraava askel tietojen keräämiseksi ovat vierailemalla Kaakkois-Suomen tehtailla (Imatra/Kaukas/Joutseno) sekä puhelinpalaverilla Wisa/Kemi. Näin saataisiin suhteellisen hyvä otos tehtaista (4+5=9 kpl).

Yhteenvedo tiedoista lähetetään työryhmän jäsenille kommentoitavaksi ja hyväksytään vuoden 2009 viimeisessä kokouksessa.

5 SOODAKATTILARAKENNUKSEN SÄHKÖTEKNISET TURVAJÄRJESTELMÄT

Tavoite, toteutus ja aikataulu

Projektin tavoitteena on selvittää tämän hetkinen standardi- ja säädöstilanne sekä vakuutusyhtiöiden asettamat ohjeistukset/vaatimukset seuraavilta osaluilta:

- evakuointijärjestelmät
- paloturvajärjestelmät
- savunpoistojärjestelmät
- kaasunilmaisimet

Projekti toteutetaan standardien ja säädösten osalta opinnäytetyönä Kuopion pelastusopistossa, työn tekee Mika Nevalainen. Projektia varten on perustettu oma työryhmä.

Projektin odotetaan valmistuvan vuoden 2010 ensimmäiseen kokoukseen mennessä.

Projektin tilanne

Työn kommentointi tehdään sähköpostitse. Nevalainen on lähettänyt alustavan version kommentoitavaksi projekti-ryhmälle 6.10.2009. Ryhmän kiireiden takia kommentointi on viivästynyt. Tavoite on saada työ kommentoitua tänä vuonna (2009) ja valmis raportti vuoden 2010 ensimmäiseen kokoukseen. Kokoukseen I/2010 pyydetään Nevalainen esittelemään työtä.

Stipendin loppuosa maksetaan kun työ on projektiryhmän hyväksymä.

6 HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUKSEN PÄIVITYS

Tavoite, toteutus ja aikataulu

Projektin tarkoituksena on arvioida hajukaasujen polttosuosituksen ajanmukaisuutta viime vuosina tapahtuneiden hajukaasuräjähdyksen jälkeen ja selvittää käytettävissä olevat mittaustekniikat sekä kokemukset mittauksista, joilla hajukaasujen turvallinen keräily ja poltto voidaan varmistaa.

Selvitystyö tilattiin Pöyryltä toukokuussa 2009 ja alustava versio on lähetetty kommentoitavaksi heinäkuussa 2009. Raporttia on käsitelty YTR:n kokouksessa III/2009. Selvitystyö on liitteessä I

Raportissa on kerätty tiedot Sunilan, Joutsenon, Rauman, Pietarsaaren, Frey Bentosin ja Veracelin hajukaasuräjähdyksistä sekä verrattu räjähdysten syitä hajukaasujen polttosuositukseen. Lisäksi on listattu ehdotuksia hakesiilon hajukaasusysteemin turvalukituksiksi, kerrottu mitä BLRBAC suosittelee omassa ohjeessaan hakesiilon hönkien käsittelystä sekä selvitetty LEL-analysaattorin toimintaa

Projektin tilanne

Raportissa esitetään seuraavat ehdotukset hajukaasujen polttosuosituksen päivittämiseen:

Ohjeistus hakesiilon höngän keräily- ja käsittelyjärjestelmän turvallisuuden varmistamiseen. Hakesiilon höngät ovat kriittinen keräilykohde, joka vaikuttaa turvalliseen polttoon soodakattilalla.

- Mittaustekniikkaa (LEL- analysaattori) ja turvalukituksia koskevat suositukset keräily- ja käsittelykohteissa
- Lisätään viimeisimmät 2000-luvun vaurioesimerkit kappaleeseen 13
- Suositus sisäpiippujen sijoitukseen yhteisessä savupiipussa

ATR:n osuuteen (mittaustekniikka), kohta 5.4, lisätään esimerkki LEL-analysaattorista. Toni Henrikson kirjoittaa kuvauksen Sunilan LEL-mittauksen käytöstä.

Kommentteja

Hajukaasujen polttosuositus, Turva-automaatiosuosituksen sekä Kattilalaitoksen turvallisuusohjeiden hajukaasuja käsittelevä osuukseen on oltava linjassa keskenään.

Hajukaasujen poltto soodakattilassa hallitaan pääsääntöisesti. Räjähdykset ovat tapahtuneet useimmiten hajukaasujen keräilyssä. Suositus on rajattu soodakattila-alueelle.

Suosituksen päivityksessä havaittiin seuraavia tarpeita:

- Metanolin ja tärpätin yhteispoltto, tällä hetkellä suosituksessa metanoli ja tärpähti poltetaan omilla lansseillaan.
- Suositusta ei laajennettaisi koko keräilyyn mutta otettaisiin kantaa keräilykohteiden turvallisuuden varmistamiseen. Uudet mittaus- ja analyysimenetelmät, jolla voidaan varmistaa turvallista polttoa.
- Käytettävissä oleva mittaustekniikka. Kaasujen pitoisuuksien valvonta kaipaa täydentämistä.
- Suositukset turvalukituksista eri kohteissa.
- Soodakattilan piippu.
- Tapahtuneiden hajukaasuräjähdyksen läpikäyminen hajukaasusuositukseen nähden. Lähes kaikki tapaukset liittyvät tehtaan ylös- tai alasajotilanteisiin.
- Kattilan minimikuorman määrittely polton kannalta.

7 TURVA-AUTOMAATIOSUOSITUKSEN PAINATUS

Tavoite, toteutus ja aikataulu

”Riskien luokittelun kalibrointi eheystasojen määrittämiseksi” - työn päätteeksi päivitetään turva-automaatiosuositus, joka myös käännetään englanniksi.

Projektin tilanne

Päivitetävän turva-automaatiosuosituksen ja tämän hetkisen Kattilalaitoksen turvallisuuskomitean (KLTk) soodakattiloita koskevan ohjeen käytännöt poikkeavat toisistaan ja ne pitää yhdenmukaistaa. KLTk:n soodakattilaohje päivitetään Kestoisuustyöryhmässä vuoden 2009 aikana. Ohjeet ovat nykyisin saatavilla Finanssialan keskusliiton sivuilta www.fkl.fi.

Suositus on lähetetty käännettäväksi FM Global Jim Onsteadille lukuun ottamatta sivuja, jotka käsittelevät pikatyhjennystä ja –pysäytystä ja ovat riskitilassa KLTk:n ohjeiden kanssa. Käännös tarkastetaan ja hyväksytään Automaatiotyöryhmässä.



KLTK ohje on valmistunut. Mauri Heikkinen tarkistaa että turva-automaatiosuositus ja KLTK ohje ovat vastaavat toisiaan. Tämän jälkeen sihteeri lähettää Onsteadille puuttuvat sivut. Molemmat suositukset löytyvät yhdistyksen sivuilta kommentoitavista raporteista.

Kokouksessa nousi esille seuraavat kysymykset koskien KLTK ohjetta:

- Onko KLTK ohjetta päivitettäessä otettu huomioon SFS standardia 12952, vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. Standardi sisältää 17 osaa, vain osa 1 on mainittu lähteissä.

Sihteeri selvittää esille tulleen kysymyksen Reijo Hukkasen kanssa.

Julkaisu ja painatus

Päivitetty ja käännetty Turva-automaatiosuositus julkaistaan ja painetaan Soodakattilayhdistyksen suosituksena sekä suomen että englannin kielellä. Raportin liitteeksi tulee projektissa aiemmin tehty osaprojekti ”Riskien luokittelun kalibrointi eheystasojen määrittämiseksi”.projektit vuodelle 2009.

8 MUIDEN TYÖRYHMIEN KUULUMISET

Sihteeri kertoi muiden työryhmien toiminnasta, liite III.

9 PROJEKTIEHDOTUKSIA TULEVILLE VUOSILLE:

- Prosessidiagnostiikan hyödyntäminen
- Kattilahuone- ja sähkötilailmastointi
- Kunnonvalvontajärjestelmät
- Instrumentoinnin, automaation ja sähkön osaaminen
- Simulointijärjestelmien toimivuus (vertailu oikeaan kattilaan)
- Liuottajaan liittyvät säädöt ja sen yhteydet kattilan säätöön/lipeäkiertoon, lipeäkierron analysaattorit
- Liuotinsäiliö tiheys/TTA in-line –mittaus (tutkimusaiheitoivomus Soodakattilapäivältä)
 - Pekka Jussila on tehnyt aiheesta selvityksen 7/2002 ”Kartoitus liuotinsäiliön instrumentoinnista”.
 - Matti Ore revisioi Jussilan raportin UPM Kymin ja Pietarsaaren osalta. Julkaistaan raportti revisiona, johon on lisätty uusimmat laitokset.
- Lieriön pintasäädön kehittäminen
- Ylemmän tason nuohouslogiikat
- Tulipesän paineen mittaus
- Optimointijärjestelmien käytettävyys ja hyöty
- Soodakattilan ylös- ja alasajo
 - Selvitys ongelmien hallinnasta



10 MUUT ASIAT

Sihteeri Outi Pisto jää äitiyslomalle 19.10.2009. Työryhmän sekä yhdistyksen sihteerin tehtäviä hoitaa lokakuun puolivälistä alkaen varasihteeri Markus Nieminen (markus.nieminen@poyry.com, puh 010 332 2525).

Kokouksia voidaan jatkossa pitää myös puhelimen/internetin (Genesys-ohjelma) välityksellä, jos kokouksen asialista sallii tämän.

11 SEURAAVA KOKOUS

Seuraava työryhmän kokous alustavasti pidetään maanantaina 14.12.2009 Pöyryllä Vantaalla alkaen klo 10. Kokous voidaan tarvittaessa pitää puhelin/internetkokouksena.

Vakuudeksi

Markus Nieminen

LIITE I

RAPORTTI:

**Hajukaasujen polttosuosituksen päivitykseen liittyvä selvitys
Markku Pekkanen, Raimo Nieminen, Tuomas Lehtinen
Pöyry Industry Oy**



Suomen Soodakattilayhdistys ry

Hajukaasujen polttosuosituksen päivitykseen liittyvä selvitys

Copyright © Pöyry Industry Oy

Kaikki oikeudet pidätetään Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman Pöyry Industry Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

Copyright © Pöyry Industry Oy

Esipuhe

Pöyry Industry Oy on Suomen Soodakattilayhdistyksen Ympäristötyöryhmän ja Automaatiotyöryhmän toimeksiannosta keväällä 2009 arvioinut hajukaasujen polttosuosituksen ajanmukaisuutta tapahtuneiden hajukaasuräjähdyksen jälkeen, jotta hajukaasujen turvallinen käsittely voidaan varmistaa myös tulevaisuudessa.

Selvitystyössä on esitetty ehdotuksia SKY:n hajukaasusuosituksen päivittämiseen.

Kiitämme hyvästä ja pitkästä yhteistyöstä ja toivomme, että selvitys täyttää sille asetetut vaatimukset.

Markku Pekkanen
teknologiajohtaja
Pulp & Paper Technology

Raimo Nieminen
Johtava asiantuntija
Pulp & Paper Technology

Tuomas Lehtinen
prosessi-insinööri
Pulp & Paper Technology

Yhteystiedot

PL 4 (Jaakonkatu 3)
FI-01621 Vantaa
Finland
Kotipaikka Vantaa, Finland
Y-tunnus 0625905-6
Puh. +358 10 3311
Faksi +358 10 33 21818

Pöyry Industry Oy

Sisältö**Esipuhe**

1	TYÖN TAVOITE JA SISÄLTÖ	2
2	YLEISTÄ	2
3	HAJUKAASUIHIN LIITTYVÄT RÄJÄHDYKSET JA NIIDEN ANALYSOINTI	3
3.1	Suomi	3
3.1.1	UPM-Kymmene, Pietarsaari, 28.12.2008	3
3.1.2	Oy Metsä-Botnia Ab, Rauma, 2.1.2007	4
3.1.3	Sunila Oy, Kotka, 19.10.2004	5
3.1.4	Oy Metsä-Botnia Ab, Joutseno, 1.4.2004	7
3.2	Ulkomaat	8
3.2.1	Botnia, Uruguay, Fray Bentos pulp mill, 27.2.2009	8
3.2.2	Stora Enso, Veracel	9
4	HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUS	10
4.1	Ohjeistuksen noudattaminen räjähdystapauksissa	10
4.2	Puutteet ja parannusehdotukset	11
4.3	Hakesiilon hajukaasut	11
4.3.1	Turvalukitukset hakesiilon hönkien keräilyn ohjauksessa	12
4.3.2	BLRBAC	13
5	MITTAUSMENETELMÄT	15
5.1	Yleistä	15
5.2	LEL- analysaattorin toimintaperiaate	15
5.3	Tulosten laskeminen	15
5.4	Yhteenveto	16
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	17
7	VIITTEET	18

1 TYÖN TAVOITE JA SISÄLTÖ

Suomen Soodakattilayhdistyksen Ympäristötyöryhmä ja Automaatiotyöryhmä antoi keväällä 2009 Pöyry Industry Oy:lle tehtäväksi arvioida hajukaasujen polttosuosituksen ajanmukaisuutta tapahtuneiden hajukaasuräjähdyksen jälkeen sekä selvittää käytettävissä olevat mittaustekniikat sekä kokemukset mittauksista, joilla hajukaasujen turvallinen keräily ja poltto voidaan varmistaa.

Tiedon lähteinä ovat sellutehtaiden onnettomuustutkintaraportit, soodakattilayhdistyksen sihteeristön kyselyt jäsenitehtaiden yhdyshenkilöille ja Pöyryn arkistoon perustuvat tiedot.

2 YLEISTÄ

Laimeiden hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmissä on 2000- luvun aikana sattunut useampia räjähdyksiä, niin Suomessa kuin ulkomailla. Syyt räjähdysiin liittyvät aina tilanteeseen, jossa laimeat hajukaasut konsentroituvat räjähdysalueen alarajan yli räjähdysvaaralliselle alueelle. Tilanteet liittyvät yleisimmin ylösajotilanteisiin ja niihin liittyviin moniin yhteensattumien summiin. Useimmiten ongelmat liittyvät hakesiiloon tai haihduttamon vahvalipeäsäiliöihin.

Räjähdysalttiit kohteet ovat myös hajupäästöiltään kriittisimpiä. Hajuongelmat lisääntyvät tehtaan ympäristössä, jos nämä kohteet otetaan turvallisuuden vuoksi kokonaan pois laimeiden hajukaasujen keräilystä tai laitetaan turvalukitukset niin alhaiselle tasolle, että ns. häiriöpäästöjen määrä lisääntyy huomattavasti.

Selvitystyö on tarpeellista, jotta saadaan laimeiden hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmä turvallisemmaksi. Ongelmien syyt ovatkin pääasiallisesti keräilyn puolella ja räjähdykset tapahtuvat tai saavat alkunsa usein polttopään puolella. Perussyö on aina jonkun hajukaasukomponentin pitoisuuden nousu yli alemman räjähdysrajan.

3 HAJUKAASUIHIN LIITTYVÄT RÄJÄHDYKSET JA NIIDEN ANALYSOINTI

3.1 Suomi

3.1.1 UPM-Kymmene, Pietarsaari, 28.12.2008

Syyt

Räjähdyksessä piipussa aiheutui usean tekijän yhteisvaikutuksesta. Räjähdyksessä edelsivät ajotilanteet, jotka lisäsivät ohituspiipun kaasuseoksen pitoisuuden syttymis- ja räjähdyspitoisuuksiin. Samanaikaisesti vallitsevat sääolosuhteet työnsivät meesauunin kuumat savukaasut ulostulevien laimeiden hajukaasujen sekaan aiheuttaen syttymisen.

Alla on esitetty pääasialliset syyt räjähdyskseen:

- Haihduttamon laimeat hajukaasut olivat konsentroituneet normaaliajona ja seisokin aikana räjähdyspitoisuuteen
- Polttolipeäsäiliön kaasut johdettiin laimeiden hajukaasujen keräilyyn. Polttolipeäsäiliöstä purkautui voimakkaasti kaasuja 22 tuntia ennen räjähdystä.
- Kuitulinjojen hajukaasupuhallin oli pysäytetty, jolloin laimentavaa vaikutusta kuitulinjojen hajukaasuista ei saatu.
- Meesauunin kuumat (n. 260 °C) savukaasut sekoittuivat vallitsevien sääolosuhteiden johdosta suoraan ulospurkautuneisiin laimeisiin hajukaasuihin, jotka olivat yli alemman räjähdyspisteen. Laimeiden hajukaasujen ohituspiippu ja meesauunin savukaasupiippu olivat samalla tasolla.

Räjähdyksen aiheuttamat vahingot

Räjähdyksessä tapahtui laimeiden hajukaasujen piipussa betonipiipun sisällä ja vaakasuorassa kanavassa ennen yhtymistä betonipiipun pystysuoraan kanavaan.

Vaurioituneet kohteet olivat seuraavat:

- laimeiden hajukaasujen kanava, 120 m pystykanavaa ja 10 m vaakakanavaa
- väkevien hajukaasujen putki, n. 5 m betonipiipun alaosassa
- meesauunin savukaasukanava, n. 10 m vaakasuoraosa
- betonipiipun pohjatasolla vesilukkoastia, pariovet, sähkökaapelit ja kierreportaiden alaosan runko ja kaide
- betonipiipun läpivienti- ja asennusaukkojen pellitykset ja lämpöeristeet
- lentoestevalo ja sen ohjausyksikkö betonipiipun huipulla.

Aineelliset vahingot yhteensä ovat n. 600 000 EUR. Henkilövahinkoja ei sattunut, mutta riski oli ilmeinen.

Jatkotoimenpiteet räjähdysen jälkeen

Onnettomuustutkinnan työryhmän ehdottamat korjaavat toimenpiteet ovat seuraavat:

Seisokkiaikaiset toimenpiteet:

- kuitulinjojen laimeiden hajukaasujen puhallin tulisi pitää käynnissä seisokin aikana ja samalla johtaa laimennusilmaa puhaltimen imupuolelle, jotta varmistetaan, että pitoisuus on tarpeeksi alhainen
- polttolipeäsäiliön kaasut tulee johtaa väkevien hajukaasujen keräilyyn tai haihdutinsarjalle, ei laimeiden hajukaasujen keräilyyn
- polttolipeäsäiliön vahvalipeän lämpötila ja kuiva-aine pudotetaan 117 °C:een ja 67-69 % kuiva-aineeseen seisokkia varten kaasunmuodostumisreaktioiden estämiseksi
- hajukaasupesurin kierrätyspumppua ei tule pysäyttää seisokin aikana
- laimeiden hajukaasujen seisokkiaikaiselle ajolle tulee antaa selvä ohjeistus
- haihduttamon hajukaasupesurin pesukiertonestettä ei tulisi pumpata vuotolipeäsäiliöön, josta kaasut imetään takaisin laimeiden hajukaasujen keräilyyn

Muut suositukset:

- Kartoitetaan metanolin, TRS- yhdisteiden ja tärpätin pitoisuuksia laimeissa hajukaasuissa, lipeissä ja lauhteissa.
- Lisätään laimeiden hajukaasujen keräilyyn pitoisuusmittaus tai virtausmittaus valvontaa varten.
- Laaditaan simulointiohjelma, jolla voidaan luotettavasti määrittää laimennusilmojen määrä eri ajotilanteissa.
- Haihduttamon suljetun laimeiden hajukaasujen keräilyn puhaltimen kapasiteettia tulisi lisätä ja imupuoli varustaa laimennusilman sisäänotolla.
- Laimeiden hajukaasujen ohituspiipun alaosan suunnittelu pitää miettiä uudestaan.
- Puhaltimen käyttö tulisi lopettaa ja ohjata ne imupuolella olevaan omaan piippuun, jos laimeat hajukaasut konsentroituvat räjähdysalueelle.
- Konsulttitoimistoja ja laitevalmistajia aktivoidaan selvittämään ja kehittämään laimeiden hajukaasujen prosesseja. Laimeille hajukaasuille tulisi tehdä poikkeamatarkastelu (HAZOP) kaasujen väkevöitymiselle normaaliajossa ja seisokkitilanteessa.

3.1.2 Oy Metsä-Botnia Ab, Rauma, 2.1.2007

Massatehtaan ja soodakattilan ylösajon yhteydessä hajukaasukanavassa syttyi tulipalo, joka vaurioitti soodakattilan etuseinää ja kanavaa n. 2 m. Palo sai mahdollisesti alkunsa kattilan takatulesta, jolloin hajukaasukanavan pohjalle muodostunut ”sakka” syttyi palamaan.

Kestoisuustyöryhmä antoi seuraavat aiheet, joihin olisi kiinnitettävä huomiota onnettomuuden jälkeen:

- Pesurien toiminta on saatava kuntoon, jotta taataan hyvä pesutulos. Nesteenjako, pisanerotus ja pesurin jälkeinen lämpötila on tarkastettava jokaisessa pesurissa.
- Laimeiden hajukaasujärjestelmän laimennuksen hallinta tarkastettava
- Ennen esilämmitintä oltava pisanerotus

- Hajukaasujen polttosuosituksen mukaan esilämmittimen lämpötilan nousu on oltava vähintään 40 °C
- Polttosuosituksen mukaisesti hajukaasujen koostumus mitattava säännöllisesti
- Kanavat on tarkastettava ja puhdistettava säännöllisesti
- Pesureiden ja esilämmittimien lämpötilatasot ja lukitukset on selvitettävä HAZOP-tarkastelun yhteydessä yhdessä hajukaasujärjestelmän toimittajan kanssa.

Aiheutuneet vahingot

Tulipalossa vaurioituivat kanavaa n. 2 m ja soodakattilan etuseinä, jotka uusittiin seisokissa. Samalla kanava pestiin puhtaaksi. Vaurion aiheuttama kattilan seisokkiaika oli 12 tuntia. Onnettomuudessa ei aiheutunut henkilövahinkoja.

Jatkotoimenpiteet räjähdysen jälkeen

Laimeiden hajukaasujärjestelmän parannuksiin saatiin investointirahaa vaurion jälkeen ja vuoden 2008 seisokissa tehtiin seuraavia parannustoimenpiteitä:

- Laimeiden hajukaasujen puhallin uusittiin
- Ilman esilämmitystä tehostettiin lisäämällä tuoreilmalle oma lämmönvaihdin, jolloin laimeiden hajukaasun lämpötilaa saatiin nostettua
- Keräilyjärjestelmän kapasiteettia kasvatettiin
- Polttoon liittyvät lukitukset tarkistettiin
- Liuottajan höngät otettiin mukaan polttoon laimeiden hajukaasujen mukana.

3.1.3 Sunila Oy, Kotka, 19.10.2004

Syyt

Sellutehtaan ylösajossa pääsi hakesiilosta räjähdysrajan sisäpuolella olevia pitoisuuksia tärpätti- ja hajukaasuyhdisteitä, jotka syttyivät räjähdysmäisesti soihdussa. Palorintama eteni takaperin hajukaasupuhaltimelle, jossa tapahtui toinen räjähdys.

Räjähdys aiheutui usean tekijän yhteisvaikutuksesta hakesiilossa, jossa laimeiden hajukaasujen turvajärjestelmällä ei pystytty hallitsemaan poikkeuksellisia olosuhteita. Turvajärjestelmä toimii hyvin normaaleissa käyttötilanteissa, mutta poikkeustilanteissa, joiden vaikutuksia ei täysin tunneta, ne eivät ole riittäviä. Muiden keräilyn piirissä olevien säiliöiden osalta laimeiden hajukaasujen muutokset ovat hitaampia, joten näihin muutoksiin tehtaan turvajärjestelmät ovat olleet riittäviä.

Räjähdysen syntyyn vaikuttaneet yksittäiset seikat ovat seuraavat:

- Hakkeen pitkä pasutus hakesiilossa (mp-kiikin jumiutuminen)
- Hakesiilolta tulevan hönkälinjan lämpötilamittauksen viive
- LEL-analysaattorin viive
- laimeiden hajukaasujen keräilypuhaltimen imupuolella olevan laimennusventtiilin toimimattomuus
- Keittämön laimeiden hajukaasujen keräilyventtiilin automaattinen uudelleenavautuminen LEL- analysaattorin mittauksen perusteella
- Kuristuslevy keittämön laimeiden hajukaasujen hönkäpiipussa

- Soihdun sammuminen

Tutkijaryhmän mielestä pääsyyt räjähdykseen olivat seuraavat:

- Tavanomaista korkeammat TRS- ja VOC-pitoisuudet hakesiilossa ja sen kaasuissa käynnistyksen yhteydessä
- Laimennusilman määrä ei ollut riittävä
- Liiallinen luottaminen LEL-analysaattoriin ja sen toimintaperiaatteesta johtuva viive ja lukitukset.

Poikkeuksellisen korkeisiin TRS- ja VOC-pitoisuuksiin todettiin seuraavat pääsyyt:

- Hakepatjan sisällä on ollut mahdollisesti väkevöitynyt kerros, johon oli lauhtunut TRS- ja VOC-yhdisteitä
- Paisuntahöyryn TRS-pitoisuudet olivat tavanomaista korkeammat
- Hajukaasupesuri lauhduttaa pääasiassa vesihöyryä, jolloin hajukaasujen osuus ilmamäärässä kasvaa. LEL-analysaattori oli sijoitettu ennen lauhdutusta, jolloin mitattava pitoisuus on pienempi.

Laimennusilman määrä on ollut riittävä normaaliajotilanteissa ja ne perustuvat vuosina 1998 ja 2000 tehtyihin mittauksiin. Mittaukset eivät kuitenkaan kata poikkeustilanteita. Laimennusilmaa lisätään kolmessa kohtaa laimeiden hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmässä:

- Hakesiilon ja muiden säiliöiden hönkäputken kautta hajukaasupuhaltimen aiheuttama alipaine imee laimennusilmaa eri keräilykohteista. Järjestelmä ei kuitenkaan toimi, jos systeemi paineistuu, jolloin kaasu puskee sieltä ulos. Hakesiilon tapauksessa laimennusilmalyhteeseen oli lisätty kuristuslevy.
- LEL- hajukaasuanalysaattori avaa laimennusventtiiliä hajukaasupuhaltimen imupuolella, jos pitoisuus nousee yli 30 % alemmasta LEL-rajasta
- Laimeat hajukaasut johdetaan soihtuun, jossa tarvittava lisäilma laimentaa hajukaasuja

Räjähdyksen aiheuttamat vahingot

Räjähdyksessä rikkoutuivat soihtu, puhaltimet ja putkisto soihdulta laimeiden hajukaasujen pesurille saakka.

Henkilövahinkoja ja tulipaloa muualla tehdasalueella räjähdys ei aiheuttanut. Räjähdyksen aiheuttamien heitteiden ja voiman johdosta mahdollisuudet henkilövahinkoihin olivat kuitenkin olemassa. Arvioitu omaisuusvahinko on n. 400 000 EUR.

Jatkotoimenpiteet räjähdysen jälkeen

Tutkijaryhmän ehdottamat toimenpiteet vastaavan onnettomuuden ehkäisemiseksi ovat:

- Hakesiiloa ei oteta keräilyn piiriin ennen kuin hajukaasujen rikastumiseen liittyvät mekanismit tunnetaan tarkkaan
- Hakesiilon ajotapaa ja sen valvontaa kehitetään
- Muutosten yhteydessä laimeiden hajukaasujen käsittely ja siihen liittyvät turvajärjestelmät tarkastellaan kokonaisuutena
- Laimennusilman riittävyys poikkeustilanteissa varmistetaan
- Suojajärjestelmä rakennetaan turva-automaation periaatteiden mukaisella tavalla
- Laimeiden hajukaasujen pitoisuuksien seuranta parannetaan ja lukitusrajat tarkistetaan (analyysointin kehittäminen ja sijoitus sekä mahdollinen kahdentaminen)
- Poikkeustilanteet tunnistetaan ja ohjeistetaan
- Vaarojen tunnistaminen ja riskien arviointi toteutetaan järjestelmällisesti
- Valvontaa yhtenäistetään.

3.1.4 Oy Metsä-Botnia Ab, Joutseno, 1.4.2004

Syyt

Hakesiilolla oli häiriöitä, johtuen hakekuljettimen pysähtymisestä ja paisuntahöyryn joutumisesta siilon hönkäjärjestelmään. Hakesiilon hönkät kytkettiin laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmään valkolipeäpesurin kautta v. 2002 lopussa massatehtaan käynnistymisen jälkeen. Kytkentä tehtiin, koska hakesiilo oli suuri yksittäinen hajuhaitta tehtaalla. Häiriön aikana hakesiilon hönkien määrä ja pitoisuus nousivat voimakkaasti, jolloin väkevää tärpättä, metanolia ja TRS-yhdisteitä sisältävää palavaa kaasua on päässyt soodakattilan tertiääri-ilmajärjestelmään.

Räjähdysen jälkeisissä hajukaasumittauksissa todettiin, että hakesiilon poistokaasu on ylittänyt alemman räjähdysrajan pitoisuuden, jolloin kaasu on voinut syttyä soodakattilasta takaperin tulleen liekistä tai puhaltimen aiheuttamasta kipinästä. Tärpättiliekin etenemisnopeus on 150 m/s, kun nopeus tertiääri-ilmasuuttimissa on noin 85 m/s.

Räjähdysen aiheuttamat vahingot

Soodakattilan tertiääri-ilmajärjestelmässä tapahtuvassa räjähdyksessä vaurioituivat hajukaasujen siirtopuhallin, kaasukanavaa n. 15 m, 9 kpl kattilan suuttimia, kanavien ja puhaltimien tukirakenteita, kaksi lämmönvaihdinta, pisanerotin, kaksi säätöpeltiä, syöttövesilinjan sulkuventtiili, automaatiolaitteita ja osa rakennuksen ikkunoista.

Räjähdyksestä ei aiheutunut henkilövahinkoja, mutta mahdollisuudet niihin olivat olemassa.

Jatkotoimenpiteet räjähdysten jälkeen

Hakesiilojen höngät kytkettiin pois laimeiden hajukaasujen keräilystä, kunnes räjähdykseen johtaneet syyt on selvitetty.

Pöyryn tekemässä teknisessä selvityksessä suositeltiin, ettei hakesiilon poistokaasua vietäisi laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmään. Raportissa kuitenkin todettiin, että jos hönkä hajusyistä halutaan sinne viedä, niin hakesiilon hönkälinja tulee varustaa tärpättilauhduttimella ja pesurilla, jossa kaasu jäähdytetään kylmällä vedellä. Lisäksi alemman räjähdysrajan mittaus ja ohitus vaaratilanteissa olisi suositeltavaa.

3.2 Ulkomaat

3.2.1 Botnia, Uruguay, Fray Bentos pulp mill, 27.2.2009

Syyt

Sellutehtaan käynnistyksen yhteydessä hakkeen syöttö keittimelle pysähtyi mustalipeäsuodattimien ongelmien takia. Tämän jälkeen hakesiilon pinta nostettiin tasolle 95 % ja hake pasutettiin tuorehöyryllä, jolloin hakesiilon pintalämpötila näytti 90 °C. Puoli tuntia pysäytyksen jälkeen hakkeen syöttö keittimelle käynnistettiin uudelleen, jolloin myös paisuntahöyryä lisättiin hakesiiloon, koska väkevien hajukaasujen systeemi ei kyennyt pitämään riittävää alipainetta keräilylinjassa hajukaasujen polttokattilalle. Valmiiksi pasutettu hakepatja ei pystynyt lauhduttamaan ja absorboimaan pasutushöyryä, jolloin se pääsi hakepatjan läpi nostaen nopeasti hakesiilon yläosan lämpötilaa ja edelleen laimeiden hajukaasujen keräilysteemiin. Lämpötilalukitus hakesiilon hönkien lauhduttimien jälkeen saavutti lukitusrajan > 55 °C, jolloin kaasut ohjautuivat ohitusputkeen. Ennen tätä turvalukitusta kaasuja pääsi n. 40 sekunnin ajan laimeiden hajukaasujen keräilyyn aiheuttaen räjähdysten n. 1.5 minuuttia paisuntahöyryventtiilin avaamisen jälkeen pasutushöyryventtiilin avaamisesta. Räjähdys tapahtui lähellä hajukaasukattilan poltinta keräilyputkistossa.

Jatkotoimenpiteet räjähdysten jälkeen

Ennen tehtaan uudelleenkäynnistämistä tehtiin seuraavat toimenpiteet:

- Paisuntahöyryventtiilin avautumisnopeutta hidastettiin (5%/min välillä 0-10%), jotta pasutushöyryä pääsee käynnistyksen yhteydessä vain hallittava määrä.
- Hakekuljetin siiloon täytyy olla käynnissä vähintään viisi minuuttia ennen kuin pasutushöyryventtiili hakesiilolle voidaan avata. Näin varmistetaan, että tuoretta haketta on hakesiilossa lauhduttamassa pasutushöyryä.
- Hakesiilon lämpötilan noustessa yli 90 °C avautuu lauhduttimen jäähdytysvesiventtiili heti 100 % auki.

Tarkemmat selvitykset ovat edelleen käynnissä ja muut tarpeelliset varotoimenpiteet tullaan tekemään tulosten selvityksessä.

3.2.2 Stora Enso, Veracel

Syyt

Stora Enson tehtaalla Brasiliassa on käynyt kaksi räjähdystä käynnistyksen jälkeen. Ensimmäinen räjähdys liittyy hakesiiloon ja toinen paineelliseen polttolipeäsäiliöön.

Paisutushöyryä ajettiin hakesiiloon tehtaan seisokin aikana, jolloin väkevä hajukaasu pääsi laimeiden hajukaasujen keräilyyn hakepatjan läpi tai metanoli oli väkevöitynyt patjaan ja vapautui. Paisutushöyrylle ei ollut lauhdutusta, vaan se oli johdettava hakesiiloon. Räjähdys tapahtui soodakattilalla laihakaasukanavistossa. Soodakattilan sekundääri- ilmamäärää oli manuaalisesti pienennetty.

Toinen räjähdys liittyi paineelliseen polttolipeäsäiliöön, joka räjähti, kun sen kierrätyspumppu jätettiin käyntiin seisokissa ja hajukaasuyhdisteitä alkoi muodostua säiliön sisällä voimakkaasti. Säiliössä ei ollut varoventtiiliä eikä sitä ollut liitetty väkevien hajukaasujen keräilyyn.

Jatkotoimenpiteet räjähdysten jälkeen

Hakesiilon väkevien kaasujen räjähdys laimeassa keräilyjärjestelmässä johti siihen, että tehdas investoi pasutushöyryn kiehuttimeen (reboileriin), jolloin hake pasutetaan puhtaalla höyryllä. Tämä keittämön parannus poisti ongelmat liittyen laimeiden hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmään. Kiehuttimen höyryn käyttö hakesiilossa pitää laimeiden hajukaasujen konsentraation aina alhaisella tasolla. Myös varapolttosysteemin hankintaa harkittiin hajuongelmien takia, mutta kiehutin ratkaisi pahimman häiriöpäästölähteen ongelman, joten siitä luovuttiin.

Polttolipeäsäiliöt liitettiin väkevien hajukaasujen keräilysteemiin ja säiliöön asennettiin varoventtiili.

4 HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUS

4.1 Ohjeistuksen noudattaminen räjähdystapauksissa

Alla on lueteltu taulukkoon hajukaasuräjähdysten syitä ja vertailtu niitä SKY:n hajukaasujen polttosuositukseen. Taulukosta 4-1 käy ilmi, että suurimpiin osiin räjähdyskiin johtavista syistä polttosuositus on ottanut kantaa.

TAULUKKO 4-1

Räjähdysten syyt ja vertailu hajukaasujen polttosuositukseen

Syyt räjähdykseen	Hajukaasujen polttosuositusten noudattaminen
UPM, Pietarsaari – Haihduttamon laimeat hajukaasut konsentroituneet normaaliajon ja seisokin aikana räjähdyspitoisuuteen Sunila Oy, Kotka – Tavanomaista korkeammat TRS- ja VOC-pitoisuudet hakesiilossa ja sen kaasussa käynnistyksen yhteydessä Oy Metsä-Botnia Ab, Joutseno Botnia, Uruguay Stora Enso, Veracel – Häiriö hakesiilossa, jolloin hönkien määrä ja pitoisuus nousi voimakkaasti	– Kappale 4.3.1 Alas- ja ylösajotilanteet:” Erityistä huomiota laimeiden hajukaasujen konsentraatioihin on kiinnitettävä alas- ja ylösajotilanteiden aikana. Usein soodakattiloiden hajukaasuräjähdykset ovat tapahtuneet juuri laimeiden hajukaasujen järjestelmille, joissa seisokki- tai häiriötilanteissa on konsentraatio päässyt nousemaan liian suureksi. Eräs tyypillinen ongelma on ollut täpärin kerääntyminen putkistoon seisokin aikana ja sen höyrystyminen käynnistyksen yhteydessä.” – Kappale 5.1:”laimeiden hajukaasujen konsentraatio pidetään koko ajan alle räjähdysrajan ja konsentraation nousu tulee estää. Kun laimeiden hajukaasujen poltto otetaan tehtäällä käyttöön, konsentraatiot linjoissa ja eri keräyspisteissä pitää mitata <u>erityisesti käynnistysten ja prosessihäiriöitten yhteydessä</u> , jotta varmistettaisiin laimeiden hajukaasujen konsentraation pysyminen alle räjähdysrajojen <u>kaikissa olosuhteissa</u> ”. Erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, että hakesiilon höngissä häiriötilanteissa hajukaasujen konsentraatio ei nouse liian korkeaksi. Hakesiilon häiriötilanteessa ei sen hönkäkaasuja saa johtaa laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmään.
UPM, Pietarsaari – Polttolipeäsäiliön kaasut johdettiin laimeiden hajukaasujen keräilyyn	– Kappale 7:” Väkevien hajukaasujen lähteet ovat mm. haihduttamon tyhjökaivon lauhduttamaton kaasut, stripperin ja metanolitislauksen kaasut, <u>sekä paineistetun lipeän väkevöinnin kaasut (polttolipeäsäiliön)</u> ”.
UPM, Pietarsaari – Kuitulinjojen laimeiden hajukaasujen puhallin oli pois päältä	– Kappale 9.3:”Hajukaasujen käsittelyyn liittyvä laitteisto suositellaan pidettäväksi käytössä myös seisokin aikana.
Sunila Oy, Kotka – Laimennusilman määrä ei ollut riittävä	– Kappale 5.5 Varasilmayhde:” Laimeiden hajukaasujen järjestelmän osana käytetään usein varasilmayhdeä, jossa hajukaasujen joukkoon lisätään ilmaa. Jos laimeiden hajukaasujen ”laimeus” riippuu varasilmayhteen toiminnasta, on erityistä huomiota kiinnitettävä siihen, etteivät käyttäjät voi sulkea laimennusilman tuloa. Jollei varasilmayhteestä tule laimentavaa ilmaa riittävästi, on olemassa vaara, että laimea hajukaasu muuttuu räjähtäväksi kaasuseokseksi.”
Sunila Oy, Kotka – Liiallinen luottaminen LEL-analysaattoriin ja sen toimintaperiaatteesta johtuva viive ja lukitukset	– Soodakattilayhdistyksen suosituksessa ei ole erikseen mainintaa jatkuvatoimisista LEL-analysaattoreista ja sen toimintaperiaatteista ja mahdollisista lukituksista

4.2 Puutteet ja parannusehdotukset

Hajukaasujen polttosuositus sisältää hyvin perustietouden, jotka tulee ottaa huomioon hajukaasujen poltossa soodakattilalla. Yksityiskohtaiseen keräilyyn liittyviin asioihin polttosuositus ei ota kantaa, mutta toteaa esimerkiksi, että erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, että hakesiilon höngissä häiriötilanteissa hajukaasujen konsentraatio ei nouse liian korkeaksi. Hakesiilon häiriötilanteessa ei sen hönkäkaasuja saa johtaa laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmään. Samoin kappaleessa 4.3.1. todetaan että erityistä huomiota laimeiden hajukaasujen konsentraatioihin on kiinnitettävä alas- ja ylösajotilanteiden aikana. Usein soodakattiloiden hajukaasuräjähdykset ovat tapahtuneet juuri laimeiden hajukaasujen järjestelmille, joissa seisokki- tai häiriötilanteissa on konsentraatio päässyt nousemaan liian suureksi.

Alla on esitetty ehdotuksia hajukaasujen polttosuosituksen päivittämiseen:

- Ohjeistus hakesiilon höngän keräily- ja käsittelyjärjestelmän turvallisuuden varmistamiseen. Hakesiilon höngät ovat kriittinen keräilykohde, joka vaikuttaa turvalliseen polttoon soodakattilalla.
- Mittaustekniikkaa (LEL- analysaattori) ja turvalukituksia koskevat suositukset keräily- ja käsittelykohteissa.
- Lisätään viimeisimmät 2000-luvun vaurioesimerkit kappaleeseen 13.
- Sisäpiippujen sijoittelu ja korkeuden määrittely otettava suunnittelussa huomioon

4.3 Hakesiilon hajukaasut

SKY:n polttosuositus ei ota tarkemmin kantaa hakesiilon hajukaasuihin liittyvään keräilyyn ja turvalukituksiin. Polttosuositus toteaa laimeita hajukaasuja käsittelevässä kappaleessa 5.1, että ”erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, että hakesiilon höngissä häiriötilanteissa hajukaasujen konsentraation ei nouse liian korkeaksi. Hakesiilon häiriötilanteessa ei sen hönkäkaasuja saa johtaa laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmään.” Suositus on rajoittunut soodakattila-alueelle ja siinä oletetaan, että laimeiden hajukaasujen pitoisuus on suositusten mukainen (taulukko 5-3, s. 19) alle 10 % LEL rajasta. Hakesiiloon liittyvät turvalukitukset ovat tyypillisesti osa keittämön automaattiosysteemiä, jolloin myös ohjaus tapahtuu sieltä.

Keitin ja hakesiilon tyyppi määrittyy laitteistontoimittajan mukaan. Alla pari laite-esimerkkiä, joissa räjähdyksiä on tapahtunut:

- Lo-solids- keitin ja Diamondback- hakesiilo
- CompactCooking- keitin ja ImpBin- hakesiilo

Kiehuttimen (Reboiler) asentaminen keittämöön on parantanut monessa tapauksessa hajutilannetta ja turvallisuutta laimeiden hajukaasujen keräily ja käsittelyjärjestelmässä. Kiehuttimella tehdään keittimen paisuntahöyrystä puhdashöyryä, jolla pasutetaan hake, jolloin hakesiilon höngät pysyvät tasaisesti laimeina ja ne voidaan turvallisesti johtaa lauhduttimen kautta laimeiden hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmään.

4.3.1 Turvalukitukset hakesiilon hönkien keräilyn ohjauksessa

Viimeisimmät 2000-luvun räjähdyskset ovat liittyneet pääasiallisesti hakesiilon hönkiin, jotka ovat konsentroituneina päässeet laimeiden hajukaasujen keräilyyn. Alla on lueteltu ehdotuksia hakesiilon hönkien turvalukituksista, jotka toteutetaan yleensä keittämön automaatiojärjestelmään. Nämä perustuvat kokemuksiin viimeisimmistä projekteista ja osa näistä on räjähdysten jälkeisiä täydennyksiä turvallisuuden parantamiseksi:

TAULUKKO 4-2

Hakesiilon hajukaasusysteemin lukitussuosituksia

Lukitus	Lukituksen tarkoitus
Hakesiilon pinnan tulee olla alarajan yläpuolella	Estää paisutushöyryn pääsyn väkevänä laimeiden hajukaasujen keräilyyn
Lämpötila mitataan hakesiilon päällä ja lauhduttimen jälkeen, jolloin korkea lämpötila kääntää kaasut pois laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmästä.	Indikoi keittämön paisutushöyryn pääsyä hakepatjan läpi, jolloin estetään väkevän kaasun pääsy laimeiden hajukaasujen järjestelmään. Lämpötilalla on oltava riittävän alhaiset rajat ja lukituksen oltava tarpeeksi nopea.
Hakesiilon yläpinnan lämpötila alle alarajan	Indikoi, että hakkeen paisutushöyryn osuus hakkeen syötöstä on liian pieni, jolloin vaarana on TRS, metanoli ja tärpähtiyhdisteiden akkumuloituminen hakepatjaan räjähdysvaaralliselle alueelle
Hakesiilon höngän virtaus on yli alarajan puhaltimen jälkeen	Indikoi tukoksesta linjassa tai syklonissa sekä vesilastista puhaltimessa. Takaa riittävän laimennusilmamäärän
Hakesiilon yläpään paine tulee olla alipaineen puolella	Takaa riittävän laimennusilmamäärän laimeiden hajukaasujen keräilyyn
Siirtopuhaltimen jälkeinen paine tulee olla alle ylärajan	Indikoi mahdollisesta tukoksesta tai vesilastista keräilylinjassa
Siirtopuhaltimen jälkeinen paine tulee olla yli alarajan	Indikoi liian pienestä laimennuksesta ja nopeudesta linjassa
Siirtopuhaltimen tärinän taso on korkea	Indikoi mahdollisen kipinälähteen
Hakesiiloon tulevan paisuntahöyryn venttiilin avautumisnopeutta hidastetaan välillä 0...10 %	Hallitaan paremmin paisuntahöyryn annostelu hakesiiloon käynnistykseen yhteydessä
Hakesiilon kuljetin käynnissä tietyn ajanjakson ennen kuin paisutushöyryventtiilin voi avata keittämöltä	Varmistaa, että tuoretta haketta on siilossa absorboimassa paisutushöyryn keittämöltä.

4.3.2 BLRBAC

BLRBAC on päivittänyt ohjeensa ”Recommended good practice for the thermal oxidation of waste streams in a black liquor recovery boiler” lokakuussa 2008, jolloin on lisätty kappale 8 ”Guidelines for thermal oxidation of chip bin NCG.” Kappale käsittelee hakesiilon hönkien erillispolttoa ja sen turvallisuutta. Kappaleessa luetellaan riskit koskien hakesiilon hönkien keräilyyn ja käsittelyyn. Suurin riski kohdistuu hakesiiloihin, joissa käytetään keittämön paisutushöyryä havupuuhakkeen pasutukseen.

Ohjeistus sisältää seuraavat hakesiilon kaasujen polttoon liittyvät ohjeistukset:

- Turvallisuus ja riskit
- Keräily ja käsittely
 - siirto puhaltimen avulla
 - siirto ejektorin avulla
 - poltto suoraan polttopaikassa tai sekoitettuna muun laimean hajukaasun kanssa
- Säätö ja lukitukset

Ohje suosittelee hakesiilon hönkien johtamista polttoon suoraan polttoon omana linjanaan ja omien suuttimien läpi. Tällöin hajupäästöt pienenee oleellisesti ja kaasu ei vaaranna häiriötilanteessa muuta laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmää. Polttopaikan läheisyyteen on lisätty myös liekinestin, jolla estetään liekin leviäminen putkistoa pitkin keräilyn alkupäähän.

Kaasun siirto voidaan tehdä joko puhaltimen tai ejektorin avulla, joista molemmista on lueteltu siirtoon liittyvät edut ja haitat. Höyryejektorin merkittävänä etuina olisi höyryn antama laimennus ja se ettei ejektoriin liity kipinävaaraa. Puhaltimen käytössä suositellaan laimennusilman käyttöä puhaltimen imupuolelle jäähdytyksen jälkeen

Alemman räjähdysrajan (LEL)- analysaattorin käyttöä BLRBAC suosittelee, jos siirtoon käytetään puhallinta ja hakesiiloon tuodaan keittämön paisuntahöyryä. Ohjeistus toteaa, että LEL- analysaattori voi parhaimmillaan ja oikein käytettynä ja kalibroituna antaa tarkemman kuvan kaasun luonteesta, kuin muut käytetyt menetelmät. Sijoituspaikkana on esitetty siirtopuhaltimen jälkeistä linjaa.

Alla on lueteltu ohjeistuksen suosittelemia turvalukituksia ennen hakesiilon hönkien viemistä soodakattilaan polttoon (puhallinta käytetty siirtoon):

- Kattilasuoja kunnossa
- Kattilan höyryn tuotto yli 30 % (MCR)
- Likaislauhteen pumppaussäiliön pinta alle ylärajan
- Puhaltimen tärinätaso alle ylärajan
- Hakesiilon pinta yli alarajan
- Hakesiilon yläpinnan lämpötila alle ylärajan
- Hakesiilon yläpinnan lämpötila yli alarajan
- LEL- analysaattorin mittalukema (%) alle ylärajan (jos käytössä)
- Hakesiilon höngän
 - virtaus on yli alarajan
 - jäähdyttimen jälkeinen lämpötila alle ylärajan

- paine polttoon yli alarajan
- paine polttoon alle ylärajan

Seuraavat ohjauslukitukset kääntävät hakesiilon kaasut poltosta pois ohitukseen:

- Kattilasuoja laukeaa
- Hakesiilon höngän
 - paine alle alarajan tai yli ylärajan
 - virtaus alle alarajan
 - jäähdyttimen jälkeinen lämpötila yli ylärajan
- Hakesiilon ylälämpötilan äkillinen nousu (äkillinen muutos)
- Höngän lämpötila suuttimilla liian korkea
- Siirtopuhaltimen tärinätaso liian korkea
- LEL- analysaattorin mittalukema (%) yli ylärajan (jos käytössä)
- Kattilan höyryn tuotto alle 30 % (MCR)
- Likaislauhteen pumppaussäiliön pinta yli ylärajan
- Venttiili auki toiseen polttopaikkaan tai ohitukseen

5 MITTAUSMENETELMÄT

5.1 Yleistä

Johtuen laimeiden hajukaasujen aiheuttamista räjähdyksistä viime vuosien aikana, mittausmenetelmät, joilla voidaan seurata jatkuvatoimisesti kaasun käyttäytymistä eri ajotilanteissa, ovat tulleet kiinnostaviksi. Yleensä räjähdykset liittyvät tilanteisiin, jolloin prosessi ei ole normaalissa ajotilanteessa, kuten alas ja ylösajotilanteet, jolloin kaasu pääsee konsentroitumaan yli alemman räjähdysrajan. Laimien hajukaasujen keräilyjärjestelmä pyritään suunnittelemaan siten, että alemmaa räjähdysrajaa (LEL) ei ylitetä. Kuitenkin keräilyn piirissä saattaa olla kohteita, jotka tietyssä ajotilanteessa voivat väkevoitua jopa väkevien hajukaasujen tasolle. Hyvänä esimerkkinä on hakesiilo, johon johdetaan paisuntahöyry keittämöltä. Hakesiilo toimii tässä tapauksessa laimeiden ja väkevien hajukaasujen erottavana rajapintana, jolloin tietyissä tilanteissa (esim. alhainen hakepinta) päästää väkevän hajukaasun laimeiden hajukaasujen keräilyyn. Tällaisessa tilanteessa, jossa väkevoitunut hajukaasu keräillään yhdessä muun laimean hajukaasun mukana polttoon, olisi jatkuvatoiminen LEL- analysaattori paikallaan. Analysaattorin tarkoitus olisi antaa mahdollisimman aikainen varoitus kaasun koostumuksen lähestyessä räjähdysrajaa. Tyypillinen hälytysraja on 20–30 % LEL-arvosta.

5.2 LEL- analysaattorin toimintaperiaate

LEL- analysaattori mittaa erikseen sekä TRS- yhdisteitä että VOC (Volatile Organic Compounds)- yhdisteitä ja vertailee tuloksia yhdisteiden alempaan räjähdysrajaan. Yleisesti periaatteena on termisesti hapettaa TRS- ja VOC- yhdisteet rikkidioksidiksi, hiilidioksidiksi ja vedeksi ja määrittää TRS- ja VOC yhdisteet palamisreaktioiden avulla.

Näyte keräillään sondin avulla lämmitettyä näytelinjaa pitkin näytetekoteloon, jossa laimennettu kaasunäyte ensin kulkee referenssi kyvetin kautta analysaattoriin, jossa hajurikki (TRS)- ja hiilivety-yhdisteet (VOC) poltetaan täydellisesti rikkidioksidiksi (SO_2) ja hiilidioksidiksi (CO_2). Täydellinen palaminen varmistetaan riittävällä laimennusilmalla, viipymäajalla ja lämpötilalla. Rikkidioksidin ja hiilidioksidin konsentraatio määritetään tämän jälkeen IR- detektorilla. Mitattu tieto prosessoidaan palamisreaktioihin perustuen TRS- ja VOC- yhdisteiksi. Tyypillisesti VOC- yhdisteet lasketaan täpärinä ja TRS- yhdisteet dimetyylisulfidina. Valvomoon näytölle LEL-mittaus näytetään yleensä prosenttiosuutena LEL-rajasta. Laitteella voidaan myös mitata vain toista seoskaasua (TRS tai VOC), niiden summaa ja tarvittaessa massavirtaa.

5.3 Tulosten laskeminen

Palamisreaktioiden perusteella voidaan määrittää mooliosuuksien avulla erikseen TRS-yhdisteiden (metyylimerkaptaanin (CH_3SH), dimetyylidisulfidin ($(\text{CH}_3)_2\text{S}_2$), dimetyylisulfidin ($(\text{CH}_3)_2\text{S}$) tai rikkivedyn (H_2S)) ja VOC- yhdisteiden (täpärin ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$), metanolin (CH_3)) konsentraatio. Tulokset voidaan siten laskea vertailemalla niitä yhdisteen alempaan räjähdysrajaan. TRS- yhdisteissä käytetään tyypillisesti

dimetyylisulfidia vertailuyhdisteenä. Sillä on alin räjähdysraja (22 000 ppm = 2,2 %) ja se on tyypillisesti myös yleisimpiä hajukaasujen yhdisteistä. Rikkidioksidi voidaan muuntaa reaktioyhtälöiden avulla dimetyylisulfidiksi olettaen, että yksi mooli dimetyylisulfidia hapettuu yhdeksi mooliksi rikkidioksidia. VOC- yhdisteissä vertailuyhdisteenä käytetään tärpähtiä, jolla on alhaisin räjähdysraja (8000 ppm = 0,8%). Tärpähti voidaan muuttaa vastaavasti reaktioyhtälöiden avulla olettaen, että yksi mooli tärpähtiä vastaa 10 moolia hiilidioksidia. LEL- valvonnassa on turvallisinta käyttää tärpähtiä vertailuyhdisteenä ja olettaa, että kaikki tärpähti hapettuu hiilidioksidiksi, vaikka se hieman yliedustaa todellista tilannetta. Alla on esitetty tyypillinen tilanne, jossa laimeiden hajukaasujärjestelmän suunnittelussa hyvää tapaa noudattaen on käytetty tärpähtille LEL- rajaa 30 %. Tällöin tärpähtin konsentraatio ei saa olla yli $0,3 \times 8000 \text{ ppm} = 2400 \text{ ppm}$ (= 0,24 %) laimean hajukaasun keräily- ja käsittelysystemissä.

$$LEL (\%) = \frac{0.3\% (= 3000 \text{ ppm})}{0.8\% (= 8000 \text{ ppm})} \times 100\% = 30\% \text{ LEL}$$

Vaikka LEL- analysaattori ei anna todellista arvoa tärpähtin tai dimetyylisulfidin pitoisuudesta, se on riittävän tarkka LEL- rajan valvontaan ja ohjaukseen.

5.4 Yhteenveto

Alla on lueteltu kokemuksia liittyen LEL- mittaukseen:

- LEL- mittauksella on mahdollista seurata räjähdysvaarallisten aineiden koostumusta prosessin eri ajotilanteissa riittävällä tarkkuudella. Täytyy muistaa, että hälytysraja on syytä asettaa riittävän alas, koska kaasun konsentraatio nousee yleensä nopeasti
- LEL- analysaattorin analysoiman hiilidioksidin perusteella voidaan määrittää tärpähtin (VOC) konsentraatti ja sen prosenttiosuus LEL-rajasta (8000 ppm) ja vastaavasti rikkidioksidin perusteella voidaan määrittää dimetyylisulfidin (TRS) pitoisuus ja sen osuus räjähdysrajasta (22 000 ppm).
- Laimeiden hajukaasujen lauhtumattomien kaasujen haihtuvat hiilivety-yhdisteet koostuvat pääasiassa tärpähtistä, metanolista ja etanolista. Turvallisinta on muuttaa kaikki muodostunut hiilidioksidi tärpähtiksi ja vertailla sitä sen alarajaan
- LEL- analysaattorin päätarkoitus on ilmoittaa ennakoivasti kasvavasta pitoisuudesta laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmässä, jolloin puhutaan alueesta 20-100 % LEL. Analysaattori ei mittaa tarkasti alle 100 ppm:n pitoisuuksia
- Mittausvirheen minimoimiseksi näytteenottolinjan täytyy olla eristetty ja lämpösaatettu, jotta hajukaasuyhdisteiden lauhtumista ei tapahdu ennen analysointia.
- LEL- analysaattorin mittausta paikka on harkittava tarkkaan, jotta sillä olisi mahdollisimman hyvä ennakoitavuus.
- LEL-analysaattori itsessään ei takaa turvallista laimeiden hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmää.

YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Perussyy laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmässä tapahtuneisiin räjähdyksiin on ollut aina jonkun hajukaasukomponentin (tärpätti, metanoli, dimetyylisulfidi) pitoisuuden nousu yli alemman räjähdysrajan ja edelleen syttyminen korkeasta lämpötilasta tai staattisesta kipinästä. Tapahtuneiden räjähdysten perusteella voidaan todeta, että ne ovat tapahtuneet yleensä käynnistysten tai seisokkitilanteiden yhteydessä. Suurin yksittäinen syy laimeiden hajukaasukeräilyn konsentroitumiseen on ollut hakesiilon häiriöt käynnistuksen yhteydessä ja polttoliipeäsäiliön väkevät hajukaasut, jos ne ovat sekoittuneet laimeiden hajukaasujen järjestelmään.

Laimeiden hajukaasujen järjestelmä pyritään suunnittelemaan siten, että laimennusilman riittävyys kaikissa tilanteissa on riittävä. Lisäksi turvalukitukset keräilykohteissa on oltava toimivat. Viimeaikaisten räjähdysten perusteella suunnittelu ei kuitenkaan ole ollut riittävä kaikissa tilanteissa. Esimerkiksi hakesiilon höngistä johtuvat räjähdyskerrat ovat lisänneet turvalukituksia hakesiilon toiminnan ympärille jokaisen räjähdyskerran jälkeen. Myös kiehutin (reboiler) keittämön paisutuskaasuille ja puhdashöyryn valmistukseen hakkeen pasutuksessa, on otettu käyttöön monella tehtaalla. Näillä tehtailla ei hakesiilon hönkien konsentroitumisongelmia ole sen jälkeen ollut.

Hajukaasujen polttosuositus sisältää hyvin perustietouden, jotka tulee ottaa huomioon hajukaasujen poltossa soodakattilalla. Yksityiskohtaiseen keräilyyn liittyviin asioihin polttosuositus ei ota kantaa. Alla on esitetty ehdotuksia hajukaasujen polttosuosituksen päivittämiseen:

- Ohjeistus hakesiilon höngän keräily- ja käsittelyjärjestelmän turvallisuuden varmistamiseen. Hakesiilon höngät ovat kriittinen keräilykohde, joka vaikuttaa turvalliseen polttoon soodakattilalla.
- Mittaustekniikkaa (LEL- analysaattori) ja turvalukituksia koskevat suositukset keräily- ja käsittelykohteissa
- Lisätään viimeisimmät 2000-luvun vaurioesimerkit kappaleeseen 13
- Sisäpiippujen sijoittelu ja korkeuden määrittely otettava suunnittelussa huomioon

Jatkuvatoimisten analysaattoreiden mittausten menetelmät ovat kehittyneet viime vuosien aikana. Vaikka jatkuvatoiminen laimeiden hajukaasujen mittaaminen ei ole pakollista Suomen sellutehtailla, ovat alemman räjähdysrajan (LEL) analysaattorit tuoneet mahdollisuuden seurata riittävällä tarkkuudella laimeiden hajukaasujen konsentraatiota prosessin toiminnan aikana eri ajotilanteissa. LEL- analysaattorin käytön aikana on kuitenkin muistettava, että sijainti on harkittava tarkkaan ja hälytysraja on asetettava riittävän alhaiselle tasolle (tyypillisesti 20–30 % yhdisteen LEL- tasosta). Tärkeää on myös muistaa, että LEL- analysaattori itsessään ei varmista turvallista laimeiden hajukaasujen keräilyä ja käsittelyä. Tehtailla tulisi olla tiukat ja selkeät toimintaohjeet tilanteille, jossa LEL- analysaattori antaa hälytyksen, esimerkiksi mitä tehdään ensimmäiseksi, minne kaasut ohjataan tai miten hajukaasua laimennetaan. Liiallinen luottaminen LEL- analysaattoriin voi johtaa vaaratilanteisiin. Lukitusten liittäminen LEL- analysaattoriin tulisi harkita tarkkaan tapauskohtaisesti, jotta välttyttäisi liian automatiikan tuomista riskeistä.

Ongelmana monessa räjähdystapauksissa on ollut kaasun nopea konsentroituminen ylösajon tai prosessimuutoksen seurauksena. Tämä on otettava huomioon mietittäessä turvalukituksia häiriökohteisiin ja valittaessa LEL- mittauksen sijaintia. Automaation tulisi ennakoita tietyistä prosessin parametreista tuleva konsentraatiopiikki ja toimia

etukäteen. Yhtenä esimerkkinä voitaisiin mainita äkillisen lämpötilan nousun tietyllä aikagradientilla hakesiilossa, sillä on hakesiilon kaasuista johtuvia räjähdyksiä, joissa lämpötilalukitusraja ei ole ehtinyt tarpeeksi nopeasti mukaan kääntämään hajukaasuja ohitukseen.

7

VIITTEET

Pekkanen M., Laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmän selvitys, Pöyry Industry Oy, 2004.

Parviainen K., Winberg K., Nordbäck K., Pietilä T., Mattila L., Heikkinen T., Öhman H., Onnettomuustutkintaraportti, UPM Pietarsaari, Sellutehdas, Räjähdys laimeiden hajukaasujen piipussa 28.12.2008.

Pisto O., Automaatiotyöryhmän kokous II/2008. Muistio 16A0913-B0324, 28.4.2008

Partanen J., Palmén M., Munukka A., Onnettomuustutkintaraportti Dnro 4647/06/2004, Räjähdys Sunila Oy:n laimeiden hajukaasujen järjestelmässä 19.10.2004.

Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee (BLRBAC), ” Recommended Good Practice for the Thermal Oxidation of Waste Streams in Black Liquor Recovery Boilers, 2008.

Vakkilainen E., Hajukaasujen polttosuositus. Suomen Soodakattilayhdistys, 2005.

Tamminen A., Online LEL- Analyzer for DNCG System Control, Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee (BLRBAC) 2005 Spring Meeting Atlanta, Georgia.

LIITE II

MUISTIO:

**Lisäysehdotukset hajukaasujen polttosuosituksen sisällysluetteloon
Tuomas Lehtinen, Pöyry Industry Oy**

Päiväys 22.10.2009

Sivu 1 (3)
Tuomas Lehtinen

ALUSTAVAT LISÄYSEHDOTUKSET HAJUKAASUJEN POLTTOSUOSITUKSEN SISÄLLYSLUETTELOON

1 YLEISTÄ

Hajukaasujen polttosuosituksen päivitykseen liittyvässä selvityksessä esitettiin seuraavat johtopäätökset:

- Ohjeistus hakesiilon höngän keräily- ja käsittelyjärjestelmän turvallisuuden varmistamiseen. Hakesiilon höngät ovat kriittinen keräilykohde, joka vaikuttaa turvalliseen polttoon soodakattilalla.
- Mittaustekniikkaa (LEL- analysaattori) ja turvalukituksia koskevat suositukset keräily- ja käsittelykohteissa
- Lisätään viimeisimmät 2000-luvun vaurioesimerkit kappaleeseen 13
- Sisäpiippujen sijoittelu ja korkeuden määrittely otettava suunnittelussa huomioon

Raporttia, 162000311-E0001, voidaan käyttää pohjana seuraavaan vaiheeseen, jossa hajukaasujen polttosuositusta päivitetään.

Alla on esitetty ehdotus hajukaasujen polttosuosituksen, 16A0913-E0031 rev. A, sisällysluetteloon.

2 HAKESIILON HÖNGÄN KÄSITTELYJÄRJESTELMÄ

Lisätään sisällysluetteloon kappale 7, jonka rakenne vastaa kappaletta 5 ja 6.

7	Hakesiilon höngän käsittelyjärjestelmä
7.1	Koostumus ja määrä
7.2	Lämmitys/jäähdytys
7.3	Hakesiilon hönkien polton logiikka
7.3.1	Hakesiilon hönkien syötön edellytykset
7.3.2	Hakesiilon hönkien syötön keskeytys
7.3.3	Kapasiteettirajoitus
7.4	Puhallin
7.5	Kanavat
7.5.1	Kanavamateriaali
7.5.2	Virtaus
7.5.3	Maadoitus
7.6	Lauhteenpoisto
7.6.1	Lauhteenpoistolinjojen koko
7.6.2	Lauhteenpoistoyhteitten sijoitus
7.6.3	Vesilukot
7.7	Pesuri
7.8	Venttiilit
7.8.1	Venttiilien rakennemateriaali
7.8.2	Sulkulaitteet
7.9	Ohitus
7.10	Pisaraneroitin
7.11	Liekimestin
7.12	Räjähdytyslevy
7.13	Alipainesuoja
7.14	Ylipainesuoja
7.15	Pitoisuusmittaus

Hakesiilon höngkiä syötetään soodakattilaan esimerkiksi sekoitettuna muihin kattilaan johdettaviin laimeisiin hajukaasuihin. Toinen mahdollisuus on syöttää hakesiilon höngät omien erillisten suutinten kautta polttoon.

Käsitellään koostumus ts. todetaan mahdollisesti korkea tärpättipitoisuus. Tärpätin pesu ja riittävän laimennusilman määrä on tärkeää.

Käydään lyhyesti läpi myös tuorehöyryn käyttö pasutukseen, kuten kiehuttimen (reboiler) käyttö.

Kappaleessa käydään läpi turvalukituksia (esim. kappale 7.3.1 ja 7.3.2) ja jatkuvatoimista pitoisuusmittausta, LEL-mittaus (kappale 7.15).

3 TURVALUKITUKSET JA MITTAUSMENETELMÄT HAJUKAASUJEN KÄSITTELYJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELUSSA

Turvalukituksia sisältävä ja mittausmenetelmiä käsittelevä kappale voidaan lisätä kappaleeseen 10 (Erikoisohjeet hajukaasulinjojen suunnittelussa). Tehdään yhteistyössä automaatiotyöryhmän ja ympäristötyöryhmän kanssa.

4 SISÄPIIPPUJEN SIJOITTELU JA KORKEUDEN MÄÄRITTELY SUUNNITTELUVAIHEESSA

Lisätään kappaleeseen 5.10 Ohitus seuraava lause:

- Tilanteessa, jossa laimeiden hajukaasujen ohituspiippu tuodaan yhteiseen piippuun mm. kuumien savukaasujen kanssa, on sen sijoittelu ja korkeus on otettava suunnittelussa huomioon.

Lisätään oma kappale: Sisäpiippujen sijoitus kappaleeseen 10 (Erikoisohjeet hajukaasulinjojen suunnittelussa).

5 ESIMERKKEJÄ VAURIOISTA

Lisätään raportissa käsitellyt uusimmat 2000-luvulla tapahtuneet vauriot kappaleeseen 13 (Esimerkkejä vaurioista)

LIITE III

ESITYS:

**Työryhmien kuulumiset
Markus Nieminen, SKY sihteeri**

OTR kuulumiset

Yhdistyksen tulevia tapahtumia

- Soodakattilapäivä 29.10.2009 Sokos Hotel Flamingo
 - Ohjelma ja kutsut lähetetty
 - Ilmoittautuneita: 74 henkilöä (27.10.2009)
 - Juhlavuoden reppuja osallistujille
- Konemestaripäivät 2010
 - Varkaus 10-11.2.2010
 - Aikaisemmin järjestetty aina tammikuussa

LTR kuulumiset

Minuuttisondi-projekti (1/2)

10 %



20%



30%



33%



38%



43%



Minuuttisondiprojekti (2/2)

- Minuuttisondi
 - Tavoitteena menetelmä jolla carry-over (arvio) saataisiin nopeasti selville, ei tarvittaisi ilmajäähytteistä sondia
 - Projekti on valmis, suomenkielinen yhteenvetoraaportti, kuvasarja ja laskenta-excel julkaistaan kotisivuilla
 - Koulutusluento Konemestaripäivillä 2010
 - Vertaamalla kattilassa ollutta minuuttisondia kuvasarjaan, voi arvioida peittävyysasteen ja syöttämällä mittausajan (10 – 30 s) laskupohjaan -> carryover määrä g/Nm^3 dfg
 - Vain hetkellinen arvo (10 – 30s)
 - Olosuhteet vaihtelevat kattilan eri puolilla, sondi syvyys kattilassa 1m
 - Perustuu silmämääräiseen arvioon

Emävesi-projekti (1/8)

Kymi 1,5 h



Rauma 45 min



Työvaiheet

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

Sirra



4. Kalsiumsakan erottaminen (labrassa) **Menossa**
 - selvitetään miten hyvin saadaan Ca erotetuksi
 - kokeillaan apuaineita (viherlipeä, Na_2CO_3 (?))
 - vaihdellaan aika ja annosteluja
 - analyysit (KCL)
5. Öljy + ligniinikerroksen käsittely **Menossa**
 - 5.1 Ligniinin liuottaminen lipeällä
 - valkolipeä ja NaOH
 - selvitetään vaadittavia olosuhteita (aika, lämpötila, annostelut)
 - 5.2 Lämpö (ja paine)-käsittely
 - saadaanko yhtenäinen öljykerros syntymään?
 - autoklavointi (T -> P)
 - vaihdellaan lämpötila ja aika (max 180 °C ?)
 - auttaako mö-lisäys?

LTR lisäys: Komponenttianalyysit lämpökäsittelystä MÖ:stä laadun huononemisen selvittämiseksi

Sirra



Emävesiprojekti (4/8)

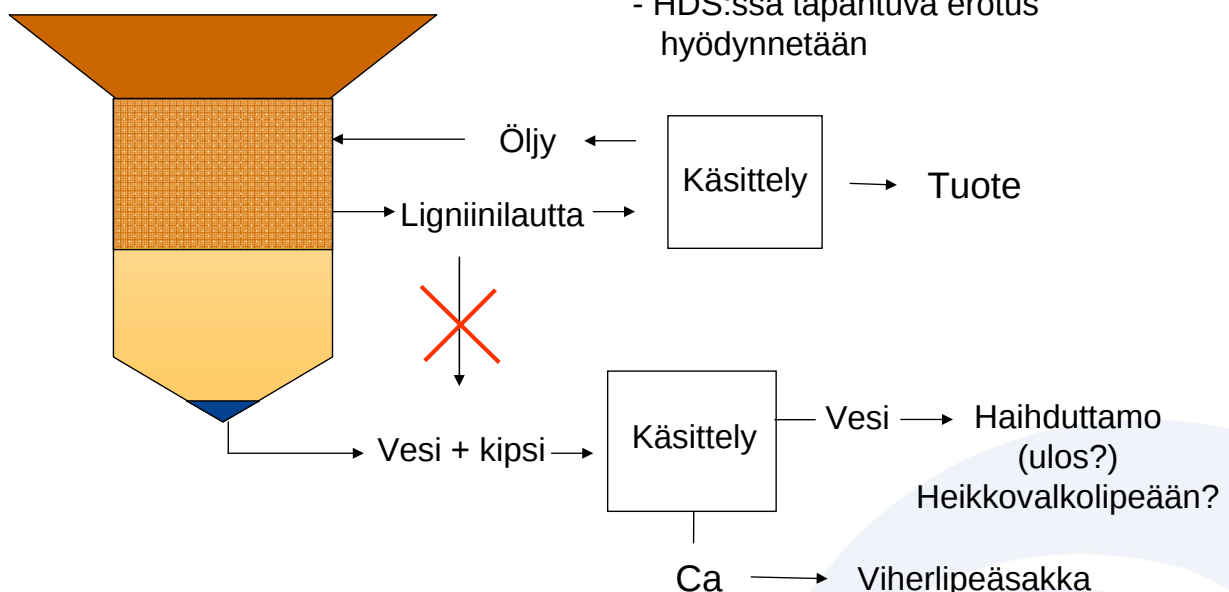
- Aikariippuvuuden mittaukset (2m korkea selkeytin) suoritettu Raumalla (HDS) ja Kymillä (HDS). Selkeyttimestä otettiin näytteitä eri korkeuksilta.
- Ligniinilautan rakennetta on tutkittu mikroskoopilla ja havaittiin ligniinipölyä öljypallukoiden pinnalla, estää pallukoita valumasta yhteen ja pienentää saantoa.
- Kalsiumsakan erottamista mittaputkesta otetuista näyteistä kokeiltiin viherlipeällä. Kirkaalle emävesiseokselle sopiva määrä viherlipeää olisi 50 l/m³ ja emävesikipsiseokselle 83 l/m³. Aikaa saostuminen vaatii 1-2 tuntia.
- Ligniinpölyn erottamiseksi öljypallukoiden pinnalta on kokeiltu kahta vaihtoehtoista käsittelyä: ligniini liuotetaan tai pallorakenne rikotaan.
 1. Ligniini liukeni onnistuneesti valkolipeään ja syntyi mustalipeää. Mäntyöljy muuttui takaisin suovaksi ja muodostui yhtenäinen suopakerros.
 2. Ligniinilauttaa käsiteltiin autoklaavissa 180 °C, 3,5 h ja 10 bar. Muodostui yhtenäinen öljykerros ja puuomainen "öljyhiekka", joka koostui ligniinistä, kipsistä ja öljystä.
- Analyysien tuloksia odotetaan VTT:ltä
- Taloudellisia laskelmia seuraavaan kokoukseen



Emävesi-projekti (5/8)

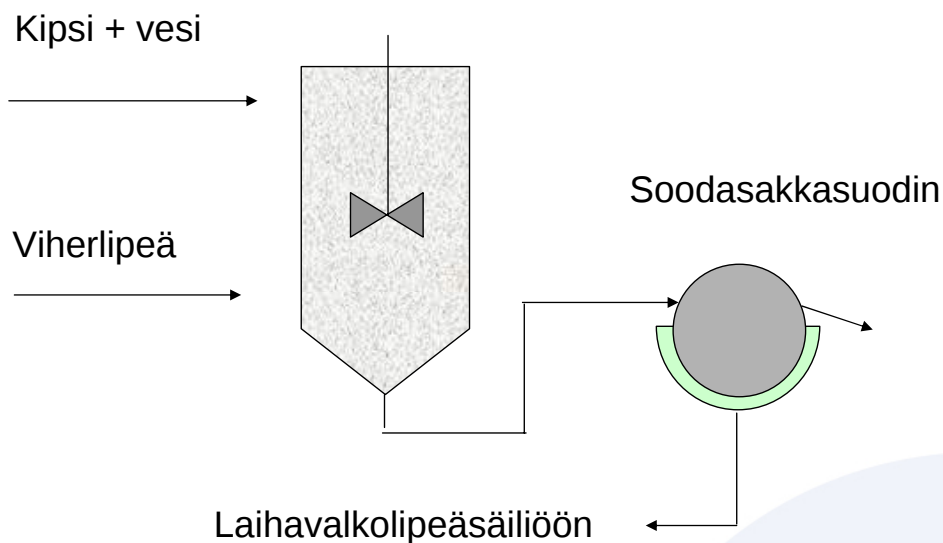
Emäveden jatkokäsittely: Muutokset prosessissa

Ensisijainen periaate:
Ligniinilautta ja vesi+kipsiosa
erilleen (ei yhdistetä kuten nyt)
- HDS:ssä tapahtuva erotus
hyödynnetään



Emävesi-projekti (6/8)

Kipsi + vesiseoksen käsittely



Haittoja valkoliipeän tuotannossa?
Haihdutussäästö!

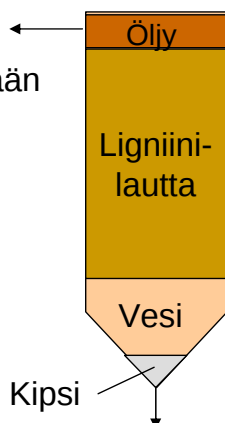
Sirra



Emävesi-projekti (7/8)

Ligniini-lautan käsittely

Palautus HDS:ään



Palautus
kipsin erotukseen

Edullista antaa sen seistä
rauhallisissa oloissa

Pelkkä seisottaminen
saa merkittävän osan
öljystä erottumaan
(vaihtelee)

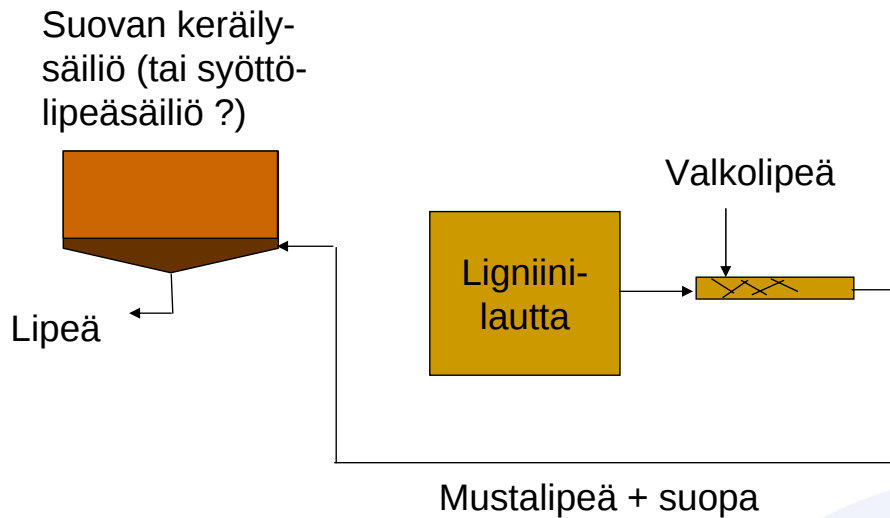
Vaihtoehtoja:
1. Lipeäliuotus
2. Painekeumennus

Osa vedestä ja kipsistä
erottuu tässä

Sirra



Ligniini-lautan käsittely: Ligniinin liuottaminen valkolipeällä



Öljy palautuu suopamuotoon ja ligniini liukenee muodostaen uudestaan mustalipeää. Liuennut ligniini menee haihduttamolle.

Sirra



LTR Projektiehdotuksia

- LTY diplomityö: Sellutehtaan lipeäsäiliöiden optimaalinen koko – toiminnan simulointi
- LTY diplomityö: Höyrytasojen optimaaliset paineet
 - Sellutehtaan painetaso valinnat perustuvat melko vanhoihin valintoihin. Matalapainehöyryn paineen ja välipainehöyryn paineen arvot vaikuttavat sellutehtaan sähköntuotantoon. Matalampi paine merkitsee enemmän sähköä. Toisaalta matalampi paine merkitsee isompia höyrylinjoja ja vastaavasti isompia investointikustannuksia. Samoin esimerkiksi sellun kuivauksen investointi (kapasiteetti) riippuu valitusta vastapaineesta.
 - Miten hyvin tuloksia voidaan hyödyntää kaikilla tehtailla vai onko projektista hyötyä vain tehtaalle joka osallistuu projektiin.
 - Esa Vakkilainen lähettää tarkemman tarjouksen projektista
- Vierasaineet kemikaalikierrossa
 - Ongelmia on syntynyt kun biolietettä, jossa paperitehtaan jätevesiä, on sekoitettu mustalipeään ja ajettu haihduttamolle. Epäpuhtaudet (alumiini, pii ja natrium) ovat reagoineet keskenään tukkien haihduttamon yksiköitä.
 - Alumiinin poisto biolietteestä mahdollista?
 - Kuinka paljon biolietettä voidaan turvallisesti sekoittaa mustalipeään ilman ongelmia?



NOx-projekti

- Oulun ja Wisaforestin soodakattiloiden ja meesauunien typpiyhdisteiden virrat selvitettiin typpianalyysien ja taseiden Åbo Akademin toimesta. Mukana myös aikaisemmin mitatut MB:n viisi tehdasta.
- TKK:n harjoitustyönä tehtiin yhteenveto vuoden tehtaiden 2007 ympäristöhallinnolle raportoimien päästötietojen (VAHTI-tietokanta) pohjalta täydennettynä eräillä kattiloiden spezifisillä tiedoilla. Jatkuvatoimiset mittaukset lisätty harjoitustyöhön
- Åbo Akademin yhteenvetoraportti typpitaseiden ja harjoitustyön tiedoista, joka täydentää aikaisemman ÅA NOx-raportin tietoja
- NOx-yhteenvedosta pidetään esitys Soodakattilapäivillä 2009. Esityksen pitää Niko DeMartini.

Hajukaasusuosituksen päivitykseen liittyvä selvitys

- Selvityksessä esitetään seuraavat ehdotukset hajukaasujen polttosuosituksen päivittämiseen:
 - Ohjeistus hakesiilon höngän keräily- ja käsittelyjärjestelmän turvallisuuden varmistamiseen. Hakesiilon höngät ovat kriittinen keräilykohde, joka vaikuttaa turvalliseen polttoon soodakattilalla.
 - Mittaustekniikkaa (LEL- analysaattori) ja turvalukituksia koskevat suositukset keräily- ja käsittelykohteissa
 - Lisätään viimeisimmät 2000-luvun vaurioesimerkit kappaleeseen 13
 - Suositus sisäpiippujen sijoitukseen yhteisessä savupiipussa
- Varsinaisen suosituksen päivittäminen aloitetaan uusien kappaleiden (hakesiilon höngät, mittaustekniikka) sisällysluettelon tekemisellä. Pöyry tekee sisällysluettelon seuraavaan ATR:n kokoukseen mennessä



Projektiehdotukset 1/3

- Pienhiukkastutkimus
 - Pienhiukkastutkimus on ollut pitkään YTR:n projektiehdotuksissa, keväällä 2009 yhdistys on sai tarjouksen Kuopion yliopistolta pienhiukkasten toksisuuden selvittämiseksi. Tekijät Jorma Jokiniemi ja Maija-Riitta Hirvonen ovat aikaisemmin tutkineet puun pienpolton hiukkasten vaikutuksia. Loppuraportti ladattavissa osoitteesta: <http://www.biomasspm.fi/>
 - Soodakattilan hiukkaset pääasiassa vesiliukoista glaubersuolaa Na₂SO₄, haitallisuus verrattuna esimerkiksi diesel-moottorissa syntyviin hiukkasiin on selvittämättä.
 - Jokiniemeltä on pyydetty uutta tarjousta, projektin toteuttamiseksi osissa:
 - osa 1. Arvio metsäteollisuuden pienhiukkaspäästöistä nykyisen tietämyksen perusteella ja selvitys tarvittavista mittauksista hiukkasten haitallisuuden selvittämiseksi
 - osa 2. Sähkösuodattimen läpäisevien hiukkasten jakaumat ja koostumukset vanhalla sekä uudella kattilalla
 - osa 3. toksisuuskokeet



Projektiehdotukset 2/3

- Päästömittauspäivä

- Ajatus tehtaiden päästölaskentaketjun tarkastuksista tuli esille kun YTR:ssä käsiteltiin Åbo Akademin tekemiä tyypitaseita; Wisaforestin helmikuun 2009 mittauksista saatu NO_x-päästö 1.19 kgNO₂/ADt on huomattavasti suurempi kuin VAHTI-raportista saatu vuosipäästö 0.8 kgNO_x/ADt. Mittaukset olivat aivan oikein mutta Wisan NO_x-luku oli todellisuutta pienempi johtui kuivien ja kosteiden savukaasujen virheellisestä käytöstä muunnoslaskennassa.
- Tällöin pohdittiin minkälaisia mahdollisuuksia on tukea tehtaita varmistamaan että päästölaskennat suoritetaan oikein. Todellisuutta pienempien päästöjen julkaisemisesta on haittaa koko toimialalle.
- Yhteistyössä Metsäteollisuus ry:n kanssa
- Tilaisuus on siirretty keväällä 2010, todennäköisen osallistujakadon takia. Marraskuun 2009 kokoukseen tehdään tilaisuudesta alustava ohjelmarunko.



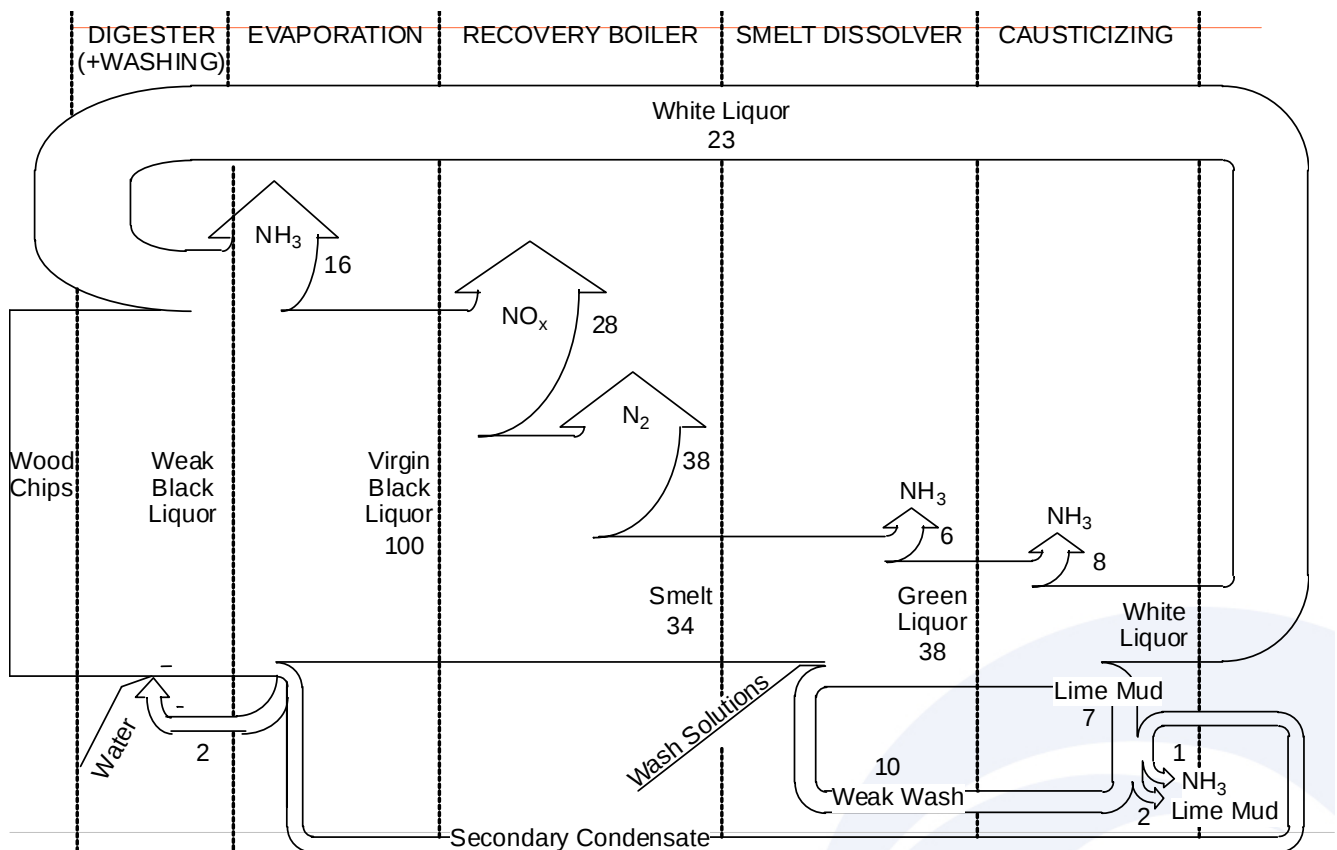
Projektiehdotukset 3/3

- Ammoniakki / natriumsyanaattiprojekti

- Projektin ajatuksena on selvittää sellutehtaan ammoniakkipäästöjä
- Osa polttoliipeän tyyppästä (~30 %) tulee ulos soodakattilasta sulan mukana natriumsyanaattina (NaOCN)
- Natriumsyanaatti muuntuu hitaasti ammoniakiksi kaustisoinnissa ja haihduttamalla
- Minkälaisia mahdollisuuksia on kerätä ammoniakki höngistä ja syöttää se jätevedenpuhdistamolle
- Projektitarjous marraskuun kokoukseen Åbo Akademiasta
- laboratoriotekokset, ammoniakkin haihtuminen viherlipeä/valkolipeä
- tehdasmittaukset, Kymi / Imatra



N in the Chemical Recovery Cycle



Kymäläinen et al. JPPS 1999

6



KTR / SKYREC kuulumiset

WP1: Uudet soodakattilakonseptit sähköntuotannossa

- **S1: Soodakattilan polttoainevalikoiman laajentaminen**
 - **Tavoite, toteutus ja aikataulu:** Työssä selvitetään eri biopolttoaineiden sekoittamisen vaikutusta mustalipeän palamiseen. Työssä vahvan mustalipeän joukkoon sekoitetaan (10 % ja 20 %) eri biopolttoaineita (kuorta, haketta, turvetta ja biolietettä) ja tutkitaan seoksien palamista (1100 °C, O₂ = 3%) Åbo Akademien pisarauunissa.
 - Työ toteutetaan vuonna 2009.
 - **Projektin tilanne:** Työ on valmistunut ja hyväksytty SKYREC-projektin johtoryhmässä. Projektin loppuraportti sekä videot palamiskokeista on julkaistu yhdistyksen kotisivuilla SKYREC-raporteissa.
- **S3: Soodakattila läpivirtauskattilana – konseptitarkastelut**
 - **Tavoite, toteutus ja aikataulu:** Työssä tehdään esiselvitys mahdollisuuksista toteuttaa soodakattila läpivirtauskattilana ja samalla nostaa merkittävästi sähköntuotannon hyötysuhdetta.
 - Työ tilattu Lappeenrannan Teknilliseltä yliopistolta, työn vastuullisena johtajana toimii Esa Vakkilainen. Työn on tarkoitus valmistua tammikuun 2010 loppuun mennessä.

WP2: Tulistetun höyryn lämpötilan kohottaminen

T3: Korroosiokemia korkeilla höyryarvoilla

- **Soodakattilan savukaasupuolen korroosiokemia korkeilla höyryarvoilla pelkistävässä olosuhteissa - laboratoriomittaukset**
 - **Tavoite, toteutus ja aikataulu:** Työssä tutkitaan pelkistävien olosuhteiden vaikutusta tulistinkorroosioon samantyyppisillä suoloilla ja teräksillä kuin SoTu II – projektissa on aiemmin tehty.
 - Kokeet suoritetaan laboratorioskokeina Åbo Akademissa. Työn on tarkoitus valmistua vuoden 2009 loppuun mennessä.
 - **Projektin tilanne:** Laboratorioskokeet ovat aikataulussa.
- **Tulistinputkimateriaalien korroosiotutkimus soodakattilalla**
 - **Tavoite, toteutus ja aikataulu:** Tulistinmateriaalien kenttätutkimus on tilattu VTT:ltä. Kokeet on tarkoitus tehdä syksyn 2009 aikana. Työn tekee Markku Orjala.
 - **Projektin tilanne:** Valmistelut on aloitettu mutta projektin tilanne on epäselvä. Sihteeri on informoinut Orjalaa käytettävistä materiaaleista ja pyytänyt Orjalaa hankkimaan ne suoraan Sandvikilta ja Sumitomolta. Vesijäähdytteisen sondin turvajärjestelmästä kaivataan Orjalalta lisätietoja.

WP3: Soodakattilan höyrynpaineen nostaminen

- *TP3: Tulipesämateriaalit korkeapaineisessa soodakattilassa*
 - **Tavoite, toteutus ja aikataulu:** Tutkimuksessa pyritään määrittämään eri materiaalien korroosionopeus yhdessä ennalta valitussa lämpötilassa. Kokeet tehdään Joutsenon soodakattilan tulipesässä ja pyritään toteuttamaan niin, että kaikkien materiaalien pintalämpötilan keskiarvo on tavoitelämpötila $\pm 10^\circ \text{C}$. Sopimus kattaa neljä materiaalikoetta ja vain onnistuneista kokeista on luvattu laskuttaa.
 - Kokeet suoritetaan kesään 2010 mennessä.
 - **Projektin tilanne:** Ensimmäiset materiaalikoetet Joutsenon tehtaalla on tehty kahdesti, mutta ne ovat epäonnistuneet. Toinen koe keskeytyi 750 h jälkeen ilmapuhaltimen lakattua toimimasta sähkönsyötön katketessa. Sähkökatko tapahtui, koska pistorasian vikavirtasuojia oli lauennut laitteessa tapahtuneen vuotovirran takia.
 - Uutta koetta varten vikavirtasuojia ohitetaan ja tehdään puhaltimen pysähtymisestä hälytys valvomoon. Lisäksi mietitään varajäähdytysjärjestelmän rakentamista laitteeseen. Uusi koe aloitetaan mahdollisimman pian.
 - Kestoisuustyöryhmän puheenjohtaja on keskustellut Karjusen kanssa epäonnistuneiden kokeiden laskutuksesta. Mahdollisesti ainakin sondin kokoamisen kustannuksia maksettaisiin. VTT:n kanssa on neuvoteltava uusien koepalojen valmistuksen kustannuksista, sopimus VTT:n kanssa kattaa neljän kokeen koepalojen valmistuksen ja analysoinnin.

WP3: Soodakattilan höyrynpaineen nostaminen

- *TP2: Tulipesän lämpökuorman vaikutus kattilan mitoitukseen*
 - **Tavoite, toteutus ja aikataulu:** "Soodakattilan keon lämmönsiirto-ominaisuudet – jäähtymisnopeuden simulointi" –niminen työ on tilattu Esa Vakkilaiselta. Työn on tarkoitus valmistua elokuun loppuun mennessä.
 - **Projektin tilanne:** Projektista on valmistunut Tanja Pentinsaaren (LTY) diplomityö "Muutosilmiöt soodakattilakeossa". Työ julkaistaan yhdistyksen raporttina.

WP4: Kattilaveden ja höyryn laadun varmistaminen

- *V1: Olemassa olevan tiedon analysointi ja hyödyntäminen*
- **Veden laadun ja kattilakemikaalien vaikutus soodakattiloiden lisäveden, höyryn sekä lauhteen laatuun**
 - **Tavoite, toteutus ja aikataulu:** Työssä tehdään TOC-taseen mittausta Laminating Papersin tehtaalla Kotkassa. Työn tekee Teollisuuden Vesi Oy kevään 2009 aikana.
 - **Projektin tilanne:** Projektin loppuraportti on julkaistu yhdistyksen kotisivuilla SKYREC-raporteissa.
- **TOC-poistomenetelmät ja niiden soveltuvuus soodakattiloiden lisäveden valmistukseen**
 - **Tavoite, toteutus ja aikataulu:** Teollisuuden Vesi Oy:ltä on tilattu työ ”TOC-poistomenetelmät ja niiden soveltuvuus soodakattiloiden lisäveden valmistukseen”, joka on käynnistynyt syyskuun alussa. Työssä tehdään kirjallisuusselvitys TOC:n poistoon tarkoitetuista kaupallisista menetelmistä sekä tutkitaan ioninvaihtoa ja orgaanista kuormitusta. Työn on tarkoitus valmistua marraskuun loppuun mennessä 2009.
 - **Projektin tilanne:** Työ on aloitettu ja etenee aikataulussa.

WP4: Kattilaveden ja höyryn laadun varmistaminen

- **Soodakattilalaitoksen lisäveden orgaanisen aineen vähentäminen**
 - **Tavoite, toteutus ja aikataulu:** Tutkimuksessa selvitetään kolmen samaa pintavettä raakavetenään käyttävän laitoksen prosessin, kemikalioiden ja aktiivihiilikäsittelyn vaikutusta kemiallisesti puhdistetun veden laatuun, TOC:n vähenemiseen ja käyttökelpoisuuteen lisäveden ja myös paperin valmistusprosessiin. Työ on tilattu diplomityönä Oulun yliopistolta ja sen on tarkoitus valmistua toukokuun loppuun mennessä 2010.
 - **Projektin tilanne:** Diplomityöntekijä Tero Luukkonen on aloittanut työn asemapaikkanaan Stora Enso Oulun tehdas.
- *V4: Kalvon muodostuminen autoklaavikokeissa*
 - **Tavoite, toteutus ja aikataulu:** Projektissa selvitetään in-situ ja ex-situ mittauksin vedenlaadun vaikutusta hiili-/niukkaseosteisen teräksen pinnalle muodostuvan magnetiittipassiivikerroksen muodostumiseen ja sen suojauskykyyn/pysyvyyteen. Tutkimuksessa saadaan tietoa myös amiinien sekä luonnon orgaanisen aineksen termisen hajoamisen nopeudesta. Työ on tilattu VTT:ltä ja sen on tarkoitus valmistua huhtikuun loppuun mennessä 2010.
 - **Projektin tilanne:** VTT on aloittanut projektin valmistelut ja on ehdottanut seuraavia amiineja tutkittavaksi:
 - sykloheksyyliamiini
 - 2-amino-2-metyyli-1-propanoli
 - morfoliini