SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Konemestaripäivä 2002

UMP-Kymmene Oyj, Kaukas/
Scandic Hotel Patria, Lappeenranta

24.1.2002

Raportti 2/2002

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY

KONEMESTARIPÄIVÄ 2002

UPM-Kymmene Oyj, Kaukas
torstai 24.1.2002

OHJELMA

klo	
09.00	**Ilmoittautuminen ja aamukahvi (ilmoittautua voi myös tehtaalla klo 9.45)** ***Scandic hotelli Patria, Lappeenranta***
09.30	**Siirtyminen Kaukaalle** ***Linja-autokuljetus***
10.00	**Tilaisuuden avaus** ***Voimapäällikkö Hannu Kytö, UPM-Kymmene Oyj, Kaukas***
10.30	**Vetyhyökkäys ja kattilavesinormit** ***Timo Karjunen, Boildec Oy***
11.00	**Aracruzin soodakattilan kapasiteetin nosto** ***Jukka Nyyssönen, Andritz-Ahlstrom Oy***
12.00	**Tauko**
12.10	**Sunilan lipeälinjan tehonnosto** ***Matti Salmela, Kvaerner Pulping Oy***
12.45	**Lounas, kahvi**
13.45	**Soodakattilavaurioita Pohjoismaissa vuonna 2001** ***Sebastian Kankkonen, Jaakko Pöyry Oy***
14.00	**Hajukaasujen poltto- ja keräilyohje** ***Esa Vakkilainen, Jaakko Pöyry Oy***
14.45	**Kahvi**
15.00	**Kaukaan tehdaskierros** ***Jukka Kiuru, UPM-Kymmene Oyj, Kaukas***
17.00-19.00	**Sauna** ***Scandic hotelli Patria, Lappeenranta***

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

ADDRESS
P.O. BOX 4
(Jaakonkatu 3)
FIN-01621 VANTAA
FINLAND

TELEPHONE
+358 9 894 71

TELEFAX
+358 9 878 7163

19.30-21.00 **Päivällinen**
Scandic hotelli Patria, Lappeenranta

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

ADDRESS
P.O. BOX 4
(Jaakonkatu 3)
FIN-01621 VANTAA
FINLAND

TELEPHONE
+358 9 894 71

TELEFAX
+358 9 878 7163

Eija Turunen 21.1.2002

KONEMESTARIPÄIVÄ 24.1.2002

UPM-Kymmene Oyj, Kaukas
Scandic Hotel Patria, Lappeenranta

Yritys	Osallistujat	Konemesta-ripäivä 24.1.2002	Päivällinen 24.1.2002
Isännät:			
UPM-Kymmene Oyj, Kaukas	Kiuru Jukka	x	x
UPM-Kymmene Oyj, Kaukas	Kytö Hannu	x	x
Luennoistijat:			
Boildec Oy, Vantaa	Karjunen Timo	x	x
Andritz-Ahlstrom Oy, Varkaus	Nyyssönen Jukka	x	-
Kvaerner Pulping Oy, Tampere	Salmela Matti	x	x
Jaakko Pöyry Oy, Vantaa	Kankkonen Sebastian	x	x
Jaakko Pöyry Oy, Vantaa	Vakkilainen Esa	x	x

KONEMESTARIPÄIVÄ 24.1.2002

UPM-Kymmene Oyj, Kaukas
Scandic Hotel Patria, Lappeenranta

Yritys	Osallistujat	Konemestari-päivä 24.1.2002	Päivällinen 24.1.2002
Alstom Finland Oy, Vantaa	Alakoski Pekka	x	x
	Dyster Hanna	x	x
	Sipolainen Pekka	x	x
	Tanninen Pentti	x	x
Andritz-Ahlstrom Oy, Kotka	Heinola Ari	x	x
	Lehtinen Markku	x	x
	Mattelmäki Esko	x	x
	Pynnönen Petri	x	x
	Teittinen Markku	x	x
	Tikka Petri	x	x
Andritz-Ahlstrom Oy, Varkaus	Hakkarainen Aimo	x	x
	Hämäläinen Lauri	x	x
	Ijäs Niko	x	x
	Koivisto Lasse	x	x
Andritz-Ahlstrom Oy, Helsinki	Alapuranen Sirpa	x	x
	Lumela Jukka	x	x
Andritz-Ahlstrom Oy, Imatra	Savolainen Jukka	x	x
IF Teollisuusvakuutus Oy, Helsinki	Airiola Sami-Jussi	x	x
	Lumme Janne	x	x
Inspecta Oy, Kuopio	Hassinen Toivo	x	x
Inspecta Oy, Lappeenranta	Juvonen Kari	x	x
Jaakko Pöyry Oy, Vantaa	Kohlmann Jens	x	x
	Parviainen Kari		x
	Turunen Eija	x	x

KONEMESTARIPÄIVÄ 24.1.2002

UPM-Kymmene Oyj, Kaukas
Scandic Hotel Patria, Lappeenranta

Yritys	Osallistujat	Konemestari-päivä 24.1.2002	Päivällinen 24.1.2002
Kvaerner Pulping Oy, Tampere	Ekholm Jari	x	x
	Huovinen Risto	x	x
	Isoniemi Markku	x	x
	Kylänpää Jouko	x	x
	Miettunen Juha	x	x
	Nickull Staffan	x	x
	Rautiainen Marko	x	x
	Salmi Kalle	x	x
	Seppänen Risto	x	x
Kymi Paper Oy, Kuusankoski	Rantanen Raine	x	x
Laminating Papers Oy, Kotkan tehtaat	Takala Matti	x	x
Oy Metsä-Botnia Ab, Joutseno Pulp	Veitola Jukka	x	x
	Vesterinen Tuomo	x	x
	Viinikainen Jorma	x	x
Oy Metsä-Botnia Ab, Kaskisten tehdas	Kenttälä Jorma	x	x
	Skrifvars Kenneth	x	x
	Tuokkola Timo	x	x
Oy Metsä-Botnia Ab, Kemin sellu-tehdas	Huuska Tapio	x	x
	Posti Pekka	x	x
Oy Metsä-Botnia Ab, Rauman teh-das	Alamaa Matti	x	x
	Korri Erkki	x	x
Oy Metsä-Botnia Ab, Äänekosken tehdas	Malinen Esko	x	x
	Nousiainen Ismo	x	x
Metso Automation Oy, Tampere	Koskinen Jukka	x	x
	Loukiala Mauri	x	x
	Puhakka Jukka	x	x
Pohjola, Helsinki	Åström Thomas	x	x

KONEMESTARIPÄIVÄ 24.1.2002

UPM-Kymmene Oyj, Kaukas
Scandic Hotel Patria, Lappeenranta

Yritys	Osallistujat	Konemestari-päivä 24.1.2002	Päivällinen 24.1.2002
Pohto Oy, Lappeenranta	Nikkanen Samuli	x	x
Stora Enso, Enocell Oy	Matilainen Juha	x	x
Stora Enso Oyj, Heinolan Fluting-tehdas	Sihto Harri	x	x
	Luoto Hannu	x	x
Stora Enso Oyj, Imatran tehtaat	Hirvonen Tapani	x	x
	Hämäläinen Tapani	x	x
	Peltola Seppo	x	x
Stora Enso Oyj, Fine Paper, Oulun tehdas	Hukkanen Reijo	x	x
	Parttimaa Tenho	x	x
Stora Enso Oyj, Fine Paper, Var-kaus	Hiltunen Jouko	x	x
	Kankala Lassi	x	x
Stora Enso Oyj, Veitsiluodon sellutehdas	Eskola Esa	x	x
	Kerttula Kari	x	x
Sunila Oy, Sunila	Arvilommi Tero	x	x
	Lundén Petri	x	x
	Peräkylä Marko	x	x
UPM-Kymmene Oyj Kaukas, Lappeenranta	Mielonen Taito	x	x
	Seppänen Ari	x	x
	Virtanen Olavi	x	x
UPM-Kymmene Oyj Pietarsaaren tehtaat	Stara Stefan	x	x
	Söderbacka Henrik	x	x
	Wikström Lars-Martin	x	x
UPM-Kymmene Oyj, Tervasaari Valkeakoski	Pohja Erkki	x	x

VETYHYÖKKÄYS JA KATTILAVESINORMIT

Timo Karjunen
Boildec Oy

VETYHYÖKKÄYS JA KATTILAVESINORMIT

Timo Karjunen
Boildec Oy

1 JOHDANTO

Viime vuosien aikana on soodakattiloissa tapahtunut kaksi vakavaa vuotoa, joiden aiheuttajana on ollut tulipesäputkien sisäpuolinen korroosio. Nämä tapahtuivat Toftessa Norjassa 30.9.2000 ja Kotkassa 6.4.2001. Molemmat vuodot suuntautuivat tulipesään aiheuttaen tulipesäräjähdyksen. Kummassakaan tapauksessa vuodosta tai räjähdyksestä ei seurannut henkilövahinkoja, mutta materiaalivahingoista ja tuotannon menetyksestä aiheutuneet kustannukset olivat huomattavat.

Sekä Toftessa että Kotkassa vuodon syyksi todettiin putkimateriaalin haurastuminen metallin sisään kertyneiden kaasujen vaikutuksesta. Kaasujen oletetaan syntyneen niin, että osa sisäpuolisen korroosion yhteydessä vapautuneesta vedystä on kulkeutunut metallin sisään ja reagoinut teräksen sisältämän hiilen kanssa muodostaen metaania, joka on kerääntynyt kupliksi raerajoille ja pinnoitteen ja perusaineen väliselle rajapinnalle. Ilmiötä kutsutaan vetyhyökkäykseksi.

Vetyhyökkäykset ovat harvinaisia soodakattiloissa, mutta muissa kattiloissa vetyhyökkäyksiä tapahtuu suhteellisen taajaan. Esimerkiksi viimeisen kuuden vuoden aikana on vetyhyökkäyksiä tapahtunut ainakin 15:ssa kattilassa.

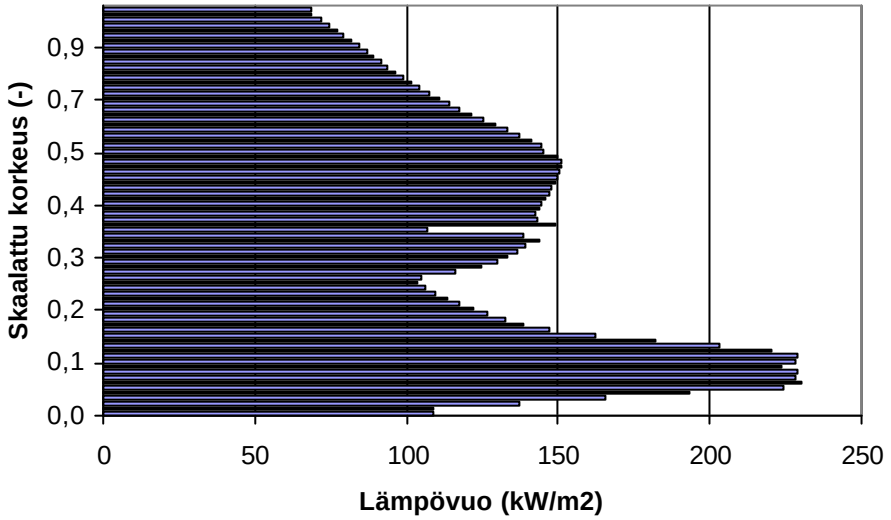
Tapahtuneiden soodakattilavaurioiden johdosta käynnisti Soodakattilayhdistyksen kestoisuusryhmä vuonna 2001 hankkeen vetyhyökkäysten syntyyn johtavien tekijöiden selvittämiseksi. Hanke toteutettiin kahdessa osassa, joista ensimmäisessä tehtiin yhteenvedot vesikemian vaikutuksista vetyhyökkäyksen syntyyn vaurioista kärsineillä kattiloilla ja suomalaisilla soodakattiloilla noudatetusta vesikemiasta ja valvontamenetelmistä. Nämä yhteenvedot teki Sinikka Kurkela. Hankkeen toisessa osassa, jonka tulokset on esitelty tässä esitelmässä, tarkasteltiin vetyhyökkäyksen syntyyn vaikuttavista tekijöistä kattilan lämpökuormaa ja kattilaputkien sisäpuolisia kerrostumia sekä tapaa, jolla vetyhyökkäykset on huomioitu kattilavesisuosituksissa.

2 LÄMPÖKUORMAN VAIKUTUS VETYHYÖKKÄYKSEEN

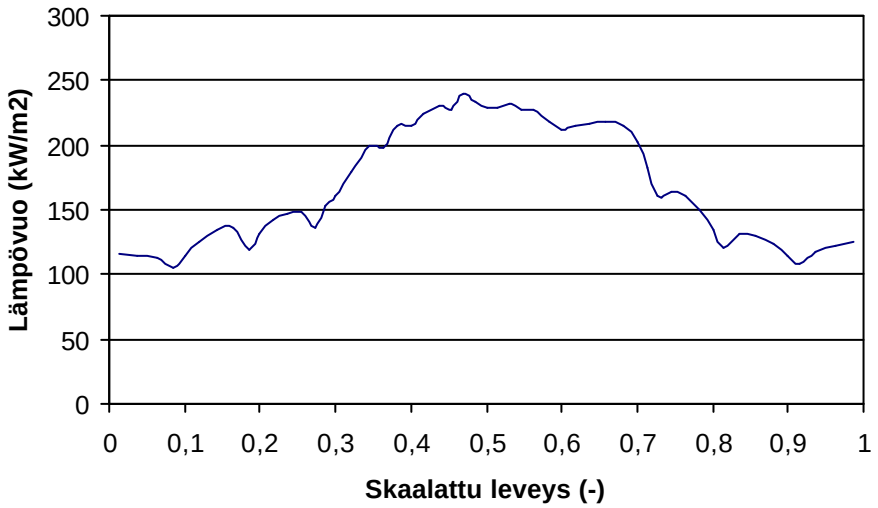
Vetyhyökkäysten on todettu olevan tavallisimpia niissä osissa kattilaa, joissa putkiin kohdistuva lämpökuorma on suurin, ts. tulipesän seinä- ja nokkaputkissa. Ilmeisin selitys vetyhyökkäysten keskittymiselle näihin osiin kattilaa on, että ko. putkien lämpötilat ovat korkeimpia, joten korroosio etenee nopeimmin. Tätä selitystä tukee sekin, että vetyhyökkäykset ovat olleet suhteellisen harvinaisia matalapaineisissa kattiloissa.

Soodakattilan lämpökuorma tulipesän alueella voidaan määrittää sekä laskennallisesti että mittauksin. Tiettävästi yhdelläkään soodakattilalla ei lämpökuormia ole kuitenkaan mitattu, sen sijaan laskennallisia arvioita on tehty. Työkaluja yksityiskohtaisten laskennallisten analyysien tekoon ovat kehittäneet sekä Kvaerner että Andritz-Ahlstrom. Laskentatulosten perusteella soodakattiloiden tyypillinen keskimääräinen lämpökuorma tulipesän nokan alapuolisiin seiniin on luokkaa 90 kW/m^2 maksimikuormien ollessa jopa 2.5-kertaa suurempia. Laskentatulosten tarkkuus ei mittaustuloksien puuttuessa ole arvioitavissa, joten tuloksia voidaan pitää lähinnä suuntaa-antavina.

Esimerkki laskentamallien tuloksista on esitetty kuvissa 1 ja 2. Laskelmat on tehty kuvaten kattilaa, jolla kuiva-ainekuorma pohjan pinta-alaa kohti on 0.22 kg/s/m^2 ja kuiva-ainepitoisuus 80 %. Esimerkkitapauksessa maksimilämpökuorma etuseinällä on 239 kW/m^2, mutta sivuseinällä ylittyy paikoin 250 kW/m^2.



Kuva 1. Lämpövuot etuseinän keskellä hieman primääritason alapuolelta nokan tasolle. Korkeus on skaalattu jakamalla todellinen korkeus nokan ja primääritason etäisyydellä (1 = nokan taso). (Heikkilä, 2001)



Kuva 2. Lämpövuot etuseinällä vaakasuuntaisella tasolla, joka on primääri-ilmatason ja sekundääri-ilmatason välillä (samalla korkeudella kuin maksimilämpövuo kuvassa 1). Leveys on skaalattu jakamalla todellinen etäisyys vasemmasta seinästä koko seinän leveydellä. (Heikkilä, 2001)

Soodakattilayhdistyksen tekemään kyselyyn saatujen vastausten perusteella suomalaisten soodakattiloiden höyrystimien tehot tulipesän nokan alapuolista seinäpinta-alaa kohden laskettuna ovat 69 – 95 kW/m^2 (10:ssä 15:sta kyselyyn vastanneesta kattilassa 85 - 95 kW/m^2) (Lehtinen, 2001). Kattiloiden lämpökuormissa ei näin laskettuna ole kovin suuria eroja, esim. Kotkan kattilan lämpökuorma on keskimääräinen.

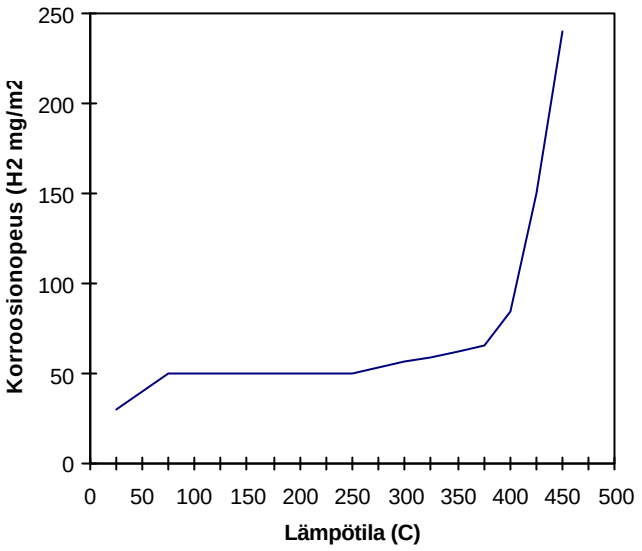
3 KATTILAPUTKIEN LÄMPÖTILA

Soodakattiloilla tehtyjen mittausten (Barna et al., 1988, Keiser et al., 2001) mukaan tulipesän seinäputkien keskikohdan lämpötilat ovat normaalisti 10 - 40°C ko. kattilan painetta vastaavaa höyrystymislämpötilaa korkeampia. Nämä mittaustulokset kuvaavat ilmeisesti tilannetta kattiloilla, joilla putkien sisäpuoliset kerrostumat ovat ohuita. Kerrostumat heikentävät lämmönsiirtoa putkesta veteen, joten kattiloilla, joilla kerrostumat ovat paksuja, seinäputkien lämpötila voi olla jatkuvasti huomattavastikin em. korkeampi. Pahimmillaan, kun kattilavedessä on epäpuhtauksia, kuten kalsiumia ja silikaattia, jotka kiteytyvät kerrostumaan pintaan, kerrostuman sisälle jää runsaasti lämmönsiirtoa hidastavaa höyryä ja kerroksen johtokyky laskee lähelle höyryn johtokykyä. Huokoinen, 100 mikrometriä paksu kerrostuma saattaa nostaa putken lämpötilaa jopa 40 - 120°C lämpökuorman ollessa 200 kW/m^2.

Joillakin kattiloilla on todettu lämpötilojen olevan ajoittain huomattavasti korkeampia, luokkaa 450 - 500°C. Lämpötilat olivat korkeimpia ohitusputkien alamutkissa. Korkeat lämpötilat viivaavat siihen, että ko. putkissa tapahtuu nk. lämmönsiirtokriisi, jossa putken pinnalle muodostuu lämmönsiirtoa heikentävä höyrykalvo. Lämmönsiirtokriisin sijoittumisella nimenomaan ohitusputkiin on ilmeisesti syynä se, että ilma-aukkojen läheisyydessä palaminen on voimakkaampaa kuin muualla tulipesän alaosassa. Lämmönsiirtokriisin tapahtuminen ohitusputkien alemmassa mutkassa aiheutuu puolestaan epäedullisesta lämmönsiirtopinnan suunnasta. Nosteen vaikutuksesta höyry pyrkii alemmassa mutkassa nousemaan kuumaan pintaan kiinni, joten lämmönsiirtokriisiin tarvittava lämpövuo on ko. kohteessa alhaisempi kuin pystysuoralla putkella tai ohitusputken ylämutkassa.

4 PUTKIEN LÄMPÖTILAN VAIKUTUS VETYHYÖKKÄYKSEEN

Lämpötilan vaikutusta vetyhyökkäysten syntyyn on tutkittu lähinnä autoklaavikokeissa. Kokeissa on mm. havaittu, että nikkelikloridia sisältävässä vedessä hiiliteräksen korroosionopeus kasvaa nelinkertaiseksi lämpötilan noustessa 200°C:sta 300°C:een ja kahdeksankertaiseksi lämpötilan noustessa edelleen 400°C:een (Potter et al., 1965). Kokeissa saatiin aikaiseksi myös vetyhyökkäys, kun lämpötila on 400°C, mutta ei matalammissa lämpötiloissa. Korroosion on todettu nopeutuvan lämpötilan ylittäessä 400°C myös kokeissa, joissa nikkelikloridin sijasta vedessä oli suolahappoa (kuva 3).



Kuva 3. Hiiliteräksen korroosionopeus happamassa HCl-liuoksessa (pH = 3) lämpötilan funktiona (paine 230 bar) (Effertz, 1990).

Autoklaavikokeiden tulokset viittaisivat siihen, että vetyhyökkäys mahdollistuu, kun putken seinämän lämpötila on luokkaa 400°C. Mikäli tätä lämpötilaa pidetään rajana vetyhyökkäykselle, voidaan arvioida, kuinka paksu oksidikerros tarvitaan, jotta vetyhyökkäys olisi mahdollinen.

Jos esimerkiksi oletetaan, että lämpövuo tulipesän seinään on 200 kW/m^2 ja seinäputkien sisäpinnalla olevan kerrostuman lämmönjohtavuus on 0.5 W/mK (Ruotsissa tehdyn tutkimuksen mukaan keskimääräinen arvo soodakattiloiden sisäpuolisten kerrostumien lämmönjohtavuudelle), niin kerrostuman aiheuttama lämpötilan nousu on 40°C jokaista 100 µm kohden. Kattilassa, jonka käyttöpaine on 60 bar ja veden höyrystymislämpötila 276°C, putkien lämpötila nousee yli 400°C, kun kerrostuman paksuus on 235 µm ja kiehumisen aiheuttamaksi lämpötilan nousuksi oletetaan 30°C. Jos taas kattilan käyttöpaine on 100 bar ja höyrystymislämpötila 311°C, niin putken lämpötila nousee yli 400°C, kun kerrostuman paksuus on 150 µm.

Kotkassa lieriöpaine vaurion aikaan oli 80 bar ja veden höyrystymislämpötila 295°C, joten em. laskentapa antaisi ”suurimmaksi sallituksi” kerrostumapaksuudeksi 190 µm. Kotkassa putkien sisäpuoliset kerrostumat olivat vauriokohdan lähellä paikoin 300 µm luokkaa, joten on mahdollista, että kerrostumien vaikutuksesta seinäputkien lämpötila on Kotkassa noussut tasolle, jolla korroosio happamissa olosuhteissa on nopeaa.

5 KATTILAN LIKAANTUMISEN VAIKUTUS VETYHYÖKKÄYKSEEN

Vetyhyökkäyksen aiheuttamille vaurioille on ominaista, että ne tapahtuvat kattiloilla, joissa putkien sisäpuoliset kerrostumat erityisesti tulipesän alueella ovat suhteellisen paksuja. Kuten edellä todettiin, paksun sisäpuolisen kerrostuman takia putkien lämpötila voi olla huomattavasti normaalia korkeampi, jonka vuoksi putkien korroosio saattaa tällaisilla kattiloilla olla tavallista nopeampaa.

Paksu kerrostuma mahdollistaa myös veden väkevöitymisen, joka edesauttaa vetyhyökkäyksen syntymistä. Veden kiehuessa toimii kerrostuma "tislaamona", joka pidättää osan vedessä olevista haihtumattomista aineista. Jos haihtumattomat aineet ovat pääasiallisesti happamia, voi vesi kerrostumassa olla hapanta samaan aikaan kun kattilavesi muutoin on emäksistä. Vetyhyökkäys voi siten tapahtua, vaikka kattilaveden pH-mittauksen mukaan olosuhteet olisivat normaalit.

Väkevöityminen tehostuu putkien sisäpuolisen kerrostuman paksuuntuessa ja lämpökuorman kasvaessa. Kattilan lämpökuorman mitoituksen määräävät muut seikat, joten väkevöitymisen vaikutuksia on pyritty hallitsemaan rajoittamalla putkien sisäpuolisen kerrostuman paksuutta, jota koskevia suosituksia on antanut mm. CE (taulukko 1). Amerikkalaiseen tapaan suositus on annettu käyttäen yksikkönä kerrostuman massaa pinta-alayksikköä kohden. Massa on määritettävissä punnituksen ja lasikuulapuhalluksen tai kemiallisen pesun avulla.

Taulukko 1. CE:n käsikirjassa esitetty kattilan likaisuusluokittelu sisäpuolisten kerrostumien määrän (mg/cm^2) perusteella.

Kattilatyyppi	Likaisuusaste		
	Puhdas	Likainen	Hyvin likainen
Paine > 113 bar	< 15	15 - 40	> 40

Kerrostuman tiheys vaihtelee tavallisesti 2500 – 5150 kg/m^3 välillä (huokoisuus 0 – 50 %), joten kerrostuman määrä on muutettavissa mikrometreissä ilmoitetuksi paksuudeksi käyttämällä kerrointa 2 – 4. Taulukon 1 mukaan puhtaana voitaisiin siten pitää kattilaa, jossa kerrostumien paksuus on korkeintaan 30 - 60 µm ja hyvin likaisena kattilaa, jossa kerrostumien paksuus ylittää 80 - 160 µm.

CE:n suositus perustuu lähinnä fossiilisia polttoaineita käyttäviltä kattiloilta saatuihin käyttökokemuksiin. Näillä kattiloilla lämpökuormat ovat usein huomattavasti suurempia kuin soodakattiloilla. Lämpökuorman vaikutus on huomioitu EPRI:n 1993 julkaisemassa suositusluonnoksessa, jonka mukaan alle kriittisen paineen toimivissa kattiloissa, joissa lämpövuo on 200 – 300 kW/m^2, on peittaus on tarpeen, kun kerrostuman määrä ylittää 50 – 80 mg/cm^2. Kun kerrostuman tiheys on 2500 kg/m^3 (huokoisuus noin 50 %), tulisi suositusluonnoksen mukaan kattila siis peitata, kun kerrostuman paksuus on 200 - 320 µm. Jos taasen kerrostuma on tiivis (tiheys likimain sama kuin magnetiitin tiheys 5175 kg/m^3), peittaus tulisi tehdä jo kun kerrostuman paksuus on luokkaa 100 - 160 µm.

Suomessa ei ole julkaistu suosituksia kattiloiden peittauksesta. Käytäntönä on kuitenkin ollut peitata kattilat, kun kerrostuman paksuus on 100 – 300 µm.

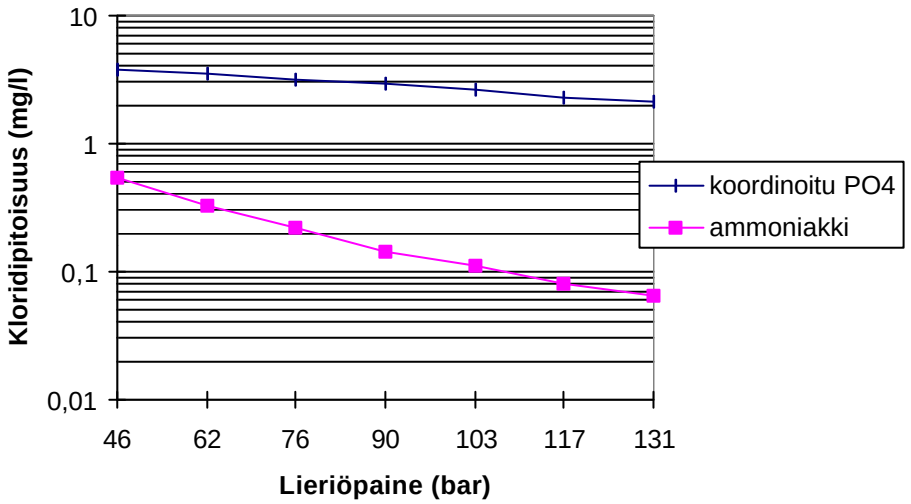
6 VESINORMIT

Kattilalaitosten veden laatua koskevia suosituksia laadittiin useissa maissa 1970- ja 1980-luvuilla tuolloin yleisesti käytetyille ajotavoille ja kemikaaleille. Lieriökattiloissa käytettiin – ja käytetään edelleen - useimmiten nk. alkaalista ajotapaa, jossa kattilaputkien korroosio pyritään minimoimaan pitämällä kattilaveden pH korkeana ja rajoittamalla hapen pitoisuus kattilavedes-

sä mahdollisimman alhaiseksi. Kattilaveden pH:n säätöön käytettiin tavallisesti haihtumattomia alkaleja, lähinnä natriumfosfaatin eri yhdisteitä sekä lipeää. Läpivirtauskattiloissa sekä useissa ydinvoimalaitoksissa käytettiin pH:n säätöön pelkästään haihtuvia alkaleja, kuten ammoniakia, morfoliinia tai sykloheksyliamiinia. Jäännöshapen poistossa yleisesti käytetty kemikaali oli hydratsiini.

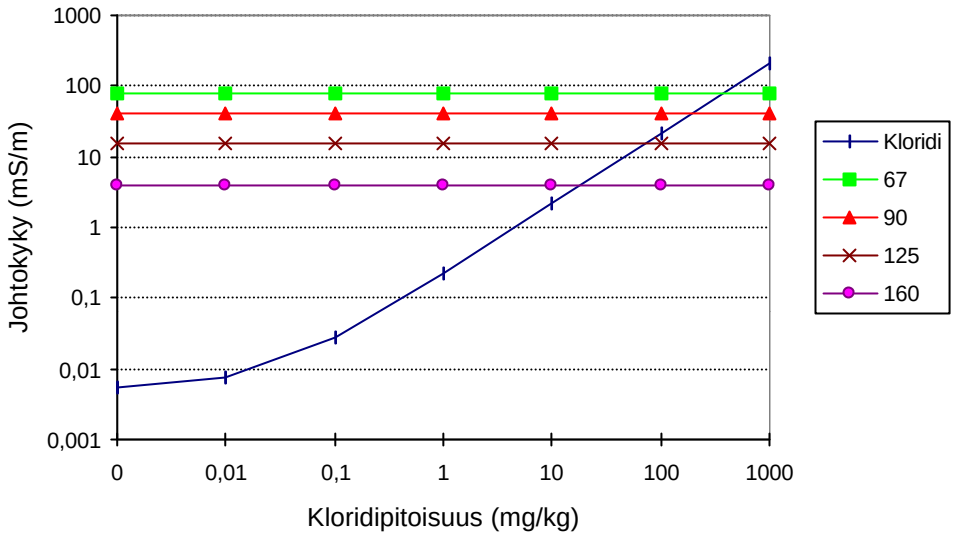
Kattilaveden laatua koskevia suosituksia julkaistiin mm. Englannissa (CEGB ja BSI), Yhdysvalloissa (EPRI ja ABMA), Saksassa (VGB) ja Pohjoismaissa (DENÅ). Suosituksien laadinnassa huomioitiin vetyhyökkäykset varsinkin Yhdysvalloissa ja Englannissa, joissa vetyhyökkäykset olivat suhteellisen tavallisia erityisesti merivettä jäähdytysvetenä käyttävillä voimalaitoksilla. CEGB:n ja EPRI:n suosituksissa asetettiin kattilaveden kloridipitoisuudelle omat suositusarvonsa, joiden mukaan kattiloilla, joilla kattilaveden pH:n säätöön käytetään (riittävinä pitoisuuksina) haihtumattomia alkaleja, kattilaveden maksimikloridipitoisuus paineluokissa 70 – 100 bar on 3 – 6 mg/kg, kun taas pelkästään haihtumattomia alkaleja, kuten ammoniakkia, käyttävillä kattiloilla vastaava maksimikloridipitoisuus on 0.1 – 0.3 mg/kg (kuva 4).

DENÅ:n suosituksissa on vetyhyökkäyksien kannalta tärkeiden epäpuhtauksien määrää rajoitettu epäsuorasti antamalla suositusarvo kattilaveden maksimijohtokyvylle. DENÅ antaa suosituksen neutraloidusta näytteestä mitattavalle johtokyvylle, jonka tulisi olla korkeintaan 15 – 80 mS/m 67 – 125 barin paineluokissa ja 4 mS/m korkeimmassa 160 barin paineluokassa.



Kuva 4. EPRI:n suositus kattilaveden maksimikloridipitoisuudeksi normaalin käytön aikana koordinoitua fosfaatin syöttöä tai haihtuvia kemikaaleja käyttävillä kattiloilla (turbiinissa välitulistus).

Kloridipitoisuuden vaikutusta kattilaveden johtokykyyn voidaan arvioida laskemalla kattilaveden johtokyky olettaen, että vedessä on epäpuhtautena ainoastaan kloridia. Näin tehdyn laskelman tulokset on esitetty kuvassa 5 yhdessä DENÅ:n suosituksen mukaisten johtokykyarvojen kanssa.



Kuva 5. Kloridin vaikutus veden johtokykyyn, kun veden pH on 7, ja DENÅ:n suosituksen mukaiset kattilaveden johtokyvyn maksimiarvot eri paineluokissa.

Kuten kuvasta 5 havaitaan, kloridipitoisuuden ollessa 3 – 6 mg/l, jolla alueella ovat EPRI:n ja CEGB:n suositusten mukaiset maksimipitoisuudet haihtumattomia alkaleja käytettäessä, kloridi nostaa kattilaveden johtokykyä enimmillään noin 1 mS/m verran. Tällainen nousu on havaittavissa, mikäli kattilaveden johtokyky on normaalin ajon aikana luokkaa 4 mS/m, eli korkeimman paineluokan suositusarvon mukainen. Alhaisemmissa paineluokissa kattilaveden johtokyky voi olla huomattavasti suurempi ilman että suositusarvot ylitetään, joten on mahdollista ja jopa luultavaa, että kloridin aiheuttama johtokyvyn lisäys ko. pitoisuuksilla jää havaitsematta.

Kattiloilla, joissa kattilaveden pH:n säädössä käytetään pelkästään haihtuvia alkaleja, amerikkalaisten ja englantilaisten suositusten mukaiset kloridin maksimipitoisuudet kattilavedessä ovat luokkaa 0.1 – 0.2 mg/l. Näillä pitoisuuksilla kloridin vaikutus kattilaveden johtokykyyn on hyvin vähäinen, alle 0.1 mS/m. Tällainen lisäys kattilaveden johtokykyyn on niin vähäinen, että se jää helposti havaitsematta.

7 YHTEENVETO

Vetyhyökkäyksen aiheuttamat vauriot keskittyvät yleensä kohtiin, joissa lämpökuorma on suurin ja putkien sisäpuoliset kerrostumat paksuimmat. Soodakattiloiden lämpökuormat ovat laskelmien mukaan suurimmillaan primääri- ja sekundääri-ilma-aukkojen tasojen välisellä alueella, jossa lämpökuorma voi paikallisesti olla luokkaa 250 kW/m^2. Tällä alueella myös sisäpuoliset kerrostumat ovat tavallisesti paksuimpia.

Autoklaavikokeiden perusteella vaikuttaa mahdolliselta, että olosuhteet vetyhyökkäykselle ovat suotuisat, kun vesi kerrostumassa on hapanta ja kattilan tulipesän putkien lämpötila nousee yli 400°C. Laskelmien mukaan soodakattiloiden putkien lämpötila voi nousta yli 400°C, kun putkien sisäpinnalla olevan kerrostuman paksuus on 150 - 300 µm. Autoklaavikokeissa on nopea korroosio on saatu aikaan myös kun vedessä on ollut neutraalia suolaa ja veden

happipitoisuus on ollut korkea, joten vetyhyökkäys saattaa aiheutua myös muusta syystä kuin happamoivien epäpuhtauksien pääsystä kattilaveteen.

Kattilan putkien sisäpuolisen korroosion estämiseksi on Yhdysvalloissa annettu kattilan sisäpuolisten kerrostumien paksuudelle suositusarvoja, joiden ylittyessä kattila tulisi peitata. Suomessa tällaisia suosituksia ei ole julkaistu, mutta käytäntönä on ollut peitata kattilat, kun oksidikerroksen paksuus on 100 – 300 µm.

Kerrostumien muodostumisnopeudessa on todettu suuria eroja kattiloiden kesken. Peittauskustannusten – ja vaurioiden aiheuttamien kustannusten, mikäli peittausta ei tehdä ajoissa – minimoimiseksi tulisi jokaisella kattilalla selvittää, kuinka nopeasti kattilan sisäpuoliset kerrostumat kasvavat, ja mikäli kasvunopeus on korkea, toteuttaa vesikemiassa muutokset, joilla syöttöveden rautapitoisuutta ja raudan kerääntymistä kattilaan voidaan vähentää. Muutostarpeiden arvioinnissa tulisi huomioida vesikemian vaikutukset mm. turbiinin likaantumiseen sekä lauhde- ja syöttövesijärjestelmän eroosiokorroosioon.

Vetyhyökkäyksien vähentämiseksi otettiin jo 1975 Englannissa käyttöön kattilavesisuositukset, joissa kloridin maksimipitoisuudelle kattilavedessä annettiin omat suositusarvot (2 - 6 mg/kg fosfaattia ja lipeää käyttävillä kattiloilla ja 0.2 mg/kg haihtuvia alkaleja käyttävillä kattiloilla). Myöhemmin mm. EPRI on esittänyt omat suositusarvonsa, jotka ovat likimain vastaavat. Natriumfosfaattia käyttäville kattiloille annetut maksimikloridipitoisuudet lisäävät kattilaveden johtokykyä enimmillään noin 1 mS/m verran, joten tullakseen havaituksi johtokyvyn seurannan perusteella johtokyvyn normaalitason tulee olla suhteellisen matala. Käytännössä tämä tarkoittaa, että kattilaveden laadun tulee vastata DENÅ:n suosituksessa mainittua korkeimman paineluokan vaatimustasoa.

Haihtumattomia alkaleja käyttävillä kattiloilla on periaatteessa mahdollista valvoa syöttöveden ja kattilaveden laatua vetyhyökkäysten eston kannalta riittävällä tarkkuudella jo nykyisinkin käytettyjen happi-, johtokyky- ja pH-mittausten avulla (varsinkin, kun johtokyky mitataan kationinvaihtimen jälkeen). Edellytyksenä kuitenkin on, että mittausten tulokset analysoidaan huolellisesti ja mahdollisten poikkeamien syyt selvitetään. Käyttöhenkilökunnan kannalta tilanteen tekee erityisen hankalaksi se, että johtokyvyn suhteen turvamarginaalit ovat niukat, eli pahimmillaan jo suhteellisen pienetkin muutokset, jotka voivat jäädä helposti huomaamatta, voivat olla merkkejä vaarallisesta epäpuhtausvuodosta vesi-höyrypiiriin. Valvonnan helpottamiseksi on joillakin kattiloilla käytössä myöskin jatkuvatoimisia kloridianalysaattoreita.

Sen enempää DENÅ:n kuin VGB:n tai EPRI:nkään suosituksissa ei ole käsitelty kattiloita, jotka käyttävät muita kuin nk. perinteisiä kattilavesikemikaaleja. Suositusten laadinnan jälkeen on markkinoille tullut useita erilaisilla tuotenimillä suojattuja kattilavesikemikaaliseoksia, joiden aineosana on tavallisesti sekä heikosti että helposti haihtuvia amiineja sekä nk. kalvoa muodostavia amiineja, kuten oktadesylamiinia. Kaikki uudet kemikaalit eivät ole olleet onnistuneita, vaan joukossa on ollut tuotteita, jotka eivät ole olleet korroosiota estäviä, vaan pikemminkin sitä edistäviä. Osasta uusista tuotteista on kuitenkin saatu myös hyviä käyttökokemuksia. Onkin esitetty, että toimivien ja toimimattomien kemikaalien erottamiseksi tulisi amiiniseoksille spesifioida laatuvaatimukset ja kehittää ohjeistus ko. kemikaalien käytölle. Ensimmäisinä tällaiset suositukset tekevät luultavasti EPRI ja VGB. Ennen kuin suositukset saadaan valmiiksi on

jokaisen käyttäjän varmistauduttava itse kulloisenkin amiiniseoksen sopivuudesta. Tämä on tehtävissä analysoimalla vastaavien amiinien käytöstä saadut kokemukset muilta kattiloilta ja perusteellisella koekäytöllä omassa kattilassa.

Kattilavesikemian vaikutukset ja muutostarpeet tulisi analysoida huolella myös tavanomaisempia kemikaaleja käyttävillä kattiloilla. Variaatioita ja yhdistelmiä eri alkalien ja hapenpoistokemikaalien käytössä ja annostuksessa on useita, ja kullakin tavalla on omat etunsa ja haittansa. Tehtaat poikkeavat toisistaan mm. kattiloiden käyttöpaineiden ja –lämpötilojen, vesihöyrypiirin materiaalien sekä vedenkäsittelyn suhteen, joten yhtä, kaikkiin kohteisiin sopivaa vesikemiaa ei ole löydettävissä, vaan kunkin kattilan vesikemia tulisi sovittaa paikallisten olosuhteiden mukaan. Näin on erityisesti soodakattiloissa, joiden käyttöolosuhteet ja vesihöyrykierto voivat poiketa huomattavasti tavallisista voimakattiloista, joille mm. EPRI:n ja VGB:n suositukset on tehty.

LÄHTEET

Barna, J., Radke, E. Comparative Study of Membrane Temperatures and Stresses in Composite Tube Recovery Boilers, 155 – 161, TAPPI Proceedings of 1988 Engineering Conference.

Effertz, P.H., Spröde Rohrreißer in den Verdampferrohren von Naturumlaufkesseln nach undewöhnlich intensiver Heißwasseroxidation, VGB Kraftwerkstechnik, 1, 53 - 59, 1990.

Heikkilä, V-P., Ruohola, T. Kvaerner Pulping, yksityinen tiedonanto, 2001.

Lehtinen, M, Jaakko Pöyry Oy, yksityinen tiedonanto, 2001.

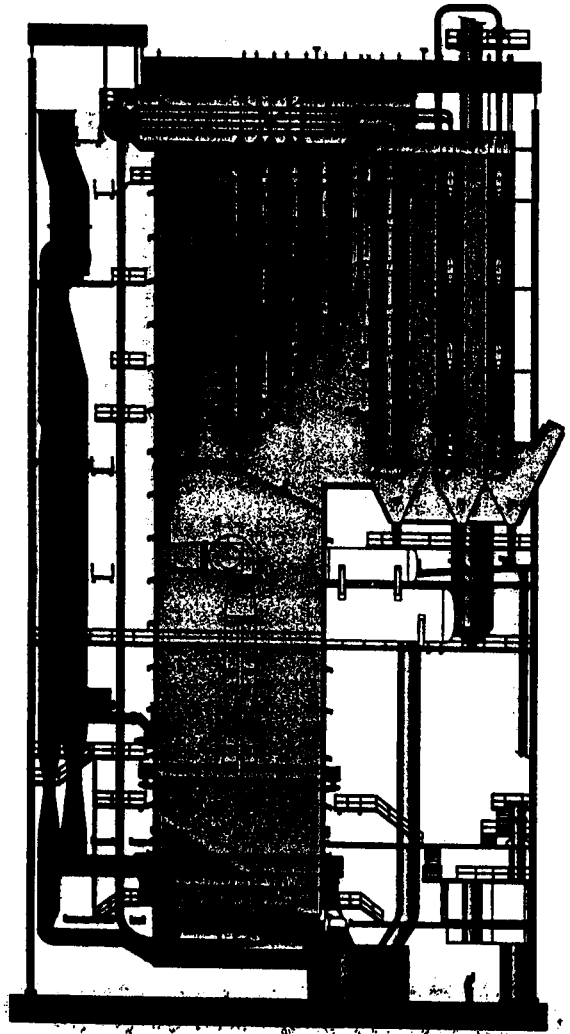
Keiser, J., Singbeil, D., Choudhury, K., Sarma, G., Hubbard, C., Ely, T., Kish, J., Singh, P., Characterization of primary air port cracking in black liquor recovery boilers, 10th International Symposium on Corrosion in the Pulp and Paper Industry, vol 1, 89 – 100, VTT, 2001.

Potter, E., Mann, G. The Fast Linear Growth of Magnetite on Mild Steel in High-Temperature Aqueous Conditions, British Corrosion Journal, 1, 26 - 35, 1965.

ARACRUZIN SOODAKATTILAN KAPASITEETIN NOSTO

Jukka Nyyssönen
Andritz-Ahlstrom Oy

Aracruzin soodakattilan kapasiteetin nosto



Capacity - 2200 t ds/day - 4,850,000 lb ds/day • Steam Flow - 96.0 kg/s - 760,000 lb/hr • Steam Temperature - 455 °C - 850 °F • Steam Pressure - 63 bar - 910 psig

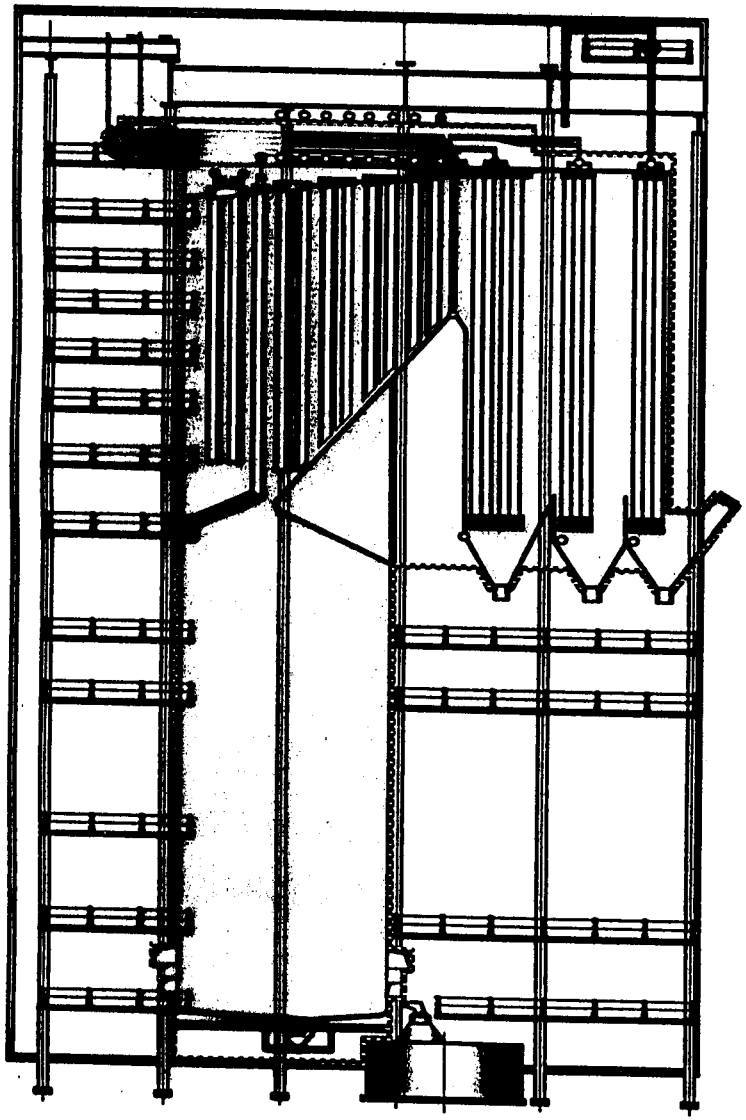
Konemestaripäivät 24.1.2002

Agenda

- **Yleiset tiedot**
  - tekniset tiedot
  - toimituslaajuus
  - aikataulu
  - muut tiedot
- **Asentajan valinta, valintakriteerit**
- **Ahlstromin työmaaorganisaatio**
- **Työn suunnittelu/toteutus (animaatio)**
- **Laatu**
- **Kommunikointi työmaalla**
  - päivittäiset palaverit asiakkaan kanssa
  - päivittäiset palaverit asentajan kanssa
  - viikkoraportointi
- **Aikatauluseuranta**
  - kokonaisaikataulu
  - hitsaukset

  Kriittinen polku, korjaavat toimenpiteet
- **Onnistuneen shut down projektin edellytykset**

Aracruzin soodakattilan kapasiteetin nosto



Konemestaripäivät 24.1.2002

YLEISTÄ
Alkuperäinen kapasiteetti 2200 tka/24 h, 95,7 kg/s, 63 bar, 454 C
Tehon noston jälkeinen kapasiteetti 2900 tka/24 h, 120 kg/s, 63 bar, 450 C
Kuivaaine pitoisuus lipeäruiskulla 77 %
Lisätty kapasiteetin nostoa varten:
- vesiverho
- tulistin
- tarvittavat yhdysputkimuutokset
- lisättiin nuohoimia 20 kpl

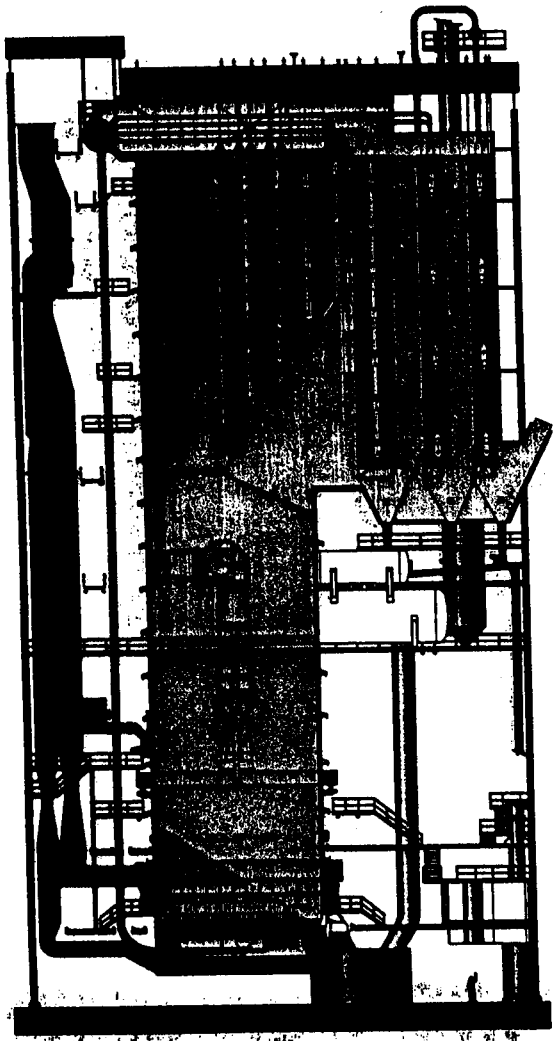
Samalla:
- laskettu huoltotaso alemmaksi
- asennettu liuottajan hönkien keräily- ja polttojärjestelmä

Alkuperäinen designissa huomioitu v. 1996
- lieriön yhteet verholle
- verhojen läpiviennit katossa ja etuseinällä
- tulistimen läpiviennit
- nuohointen (20 kpl) läpiviennit
- tulipesän ja muiden paineosien mitoitus suuremmalle kapasiteetille
- apulaitteiden yms.mitoitus suuremmalle kapasiteetille
- kannatuspalkit tulistimelle ja verholle

Vertikaali-ilma (3-tasoa) lisättiin v. 2001
Aikataulu v. 2000
- ennen seisakkia tehtävät työt alkoivat n. 3.7.2000
- seisakki alkoi 18.8.2000 klo 20.00 (kattila kylmä ja pesty)
- vesipainekoe tehty 31.8.2000 klo 20.11
- ensimmäiset öljytulet 1.9.2000 klo 18.30
- höyrypuhallukset tehty (3 kpl) 2.9.2000 klo 16.00
- öljytulet 2.9.2000 klo 20.00

Paineenalaisia saumoja oli kattilassa yhteensä 1035 kpl

Aracruzin soodakattilan kapasiteetin nosto



Capacity - 2200 t ds/day - 4,850,000 lb ds/day • Steam Flow - 96.0 kg/s - 760,000 lb/hr • Steam Temperature - 455 °C - 850 °F • Steam Pressure - 63 bar - 910 psig

Konemestaripäivät 24.1.2002

YLEISTÄ

Alkuperäinen kapasiteetti 2200 tka/24 h, 95,7 kg/s, 63 bar, 454 C
Tehon noston jälkeinen kapasiteetti 2900 tka/24 h, 120 kg/s, 63 bar, 450 C
Kuivaaine pitoisuus lipeäruiskulla 77 %

Lisätty kapasiteetin nostoa varten:

- vesiverho
- tulistin
- tarvittavat yhdysputkimuutokset
- lisättiin nuohoimia 20 kpl

Samalla:

- laskettu huoltotaso alemmaksi
- asennettu liuottajan hönkien keräily- ja polttojärjestelmä

Alkuperäinen designissa huomioitu v. 1996

- lieriön yhteet verholle
- verhojen läpiviennit katossa ja etuseinällä
- tulistimen läpiviennit
- nuohointen (20 kpl) läpiviennit
- tulipesän ja muiden paineosien mitoitus suuremmalle kapasiteetille
- apulaitteiden yms.mitoitus suuremmalle kapasiteetille
- kannatuspalkit tulistimelle ja verholle

Vertikaali-ilma (3-tasoa) lisättiin v. 2001

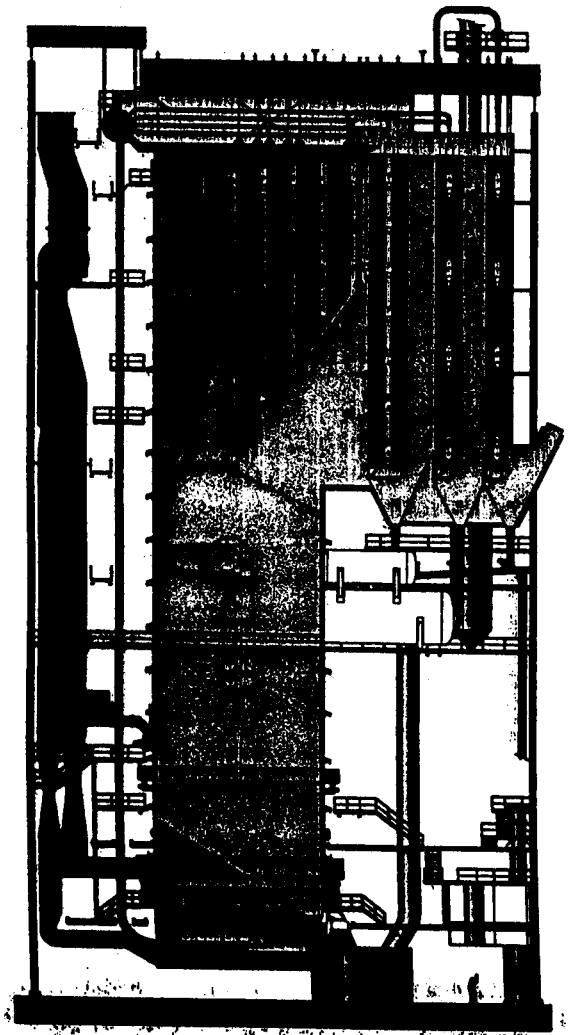
Aikataulu v. 2000

- ennen seisakkia tehtävät työt alkoivat n. 3.7.2000
- seisakki alkoi 18.8.2000 klo 20.00 (kattila kylmä ja pesty)
- vesipainekoe tehty 31.8.2000 klo 20.11
- ensimmäiset öljytulet 1.9.2000 klo 18.30
- höyrypuhallukset tehty (3 kpl) 2.9.2000 klo 16.00
- öljytulet 2.9.2000 klo 20.00

Paineenalaisia saumoja oli kattilassa yhteensä 1205 kpl

ANDRITZ

Aracruzin soodakattilan kapasiteetin nosto



Capacity - 2200 t ds/day - 4,850,000 lb ds/day • Steam Flow - 96.0 kg/s - 760,000 lb/hr • Steam Temperature - 455 °C - 850 °F • Steam Pressure - 63 bar - 910 psig

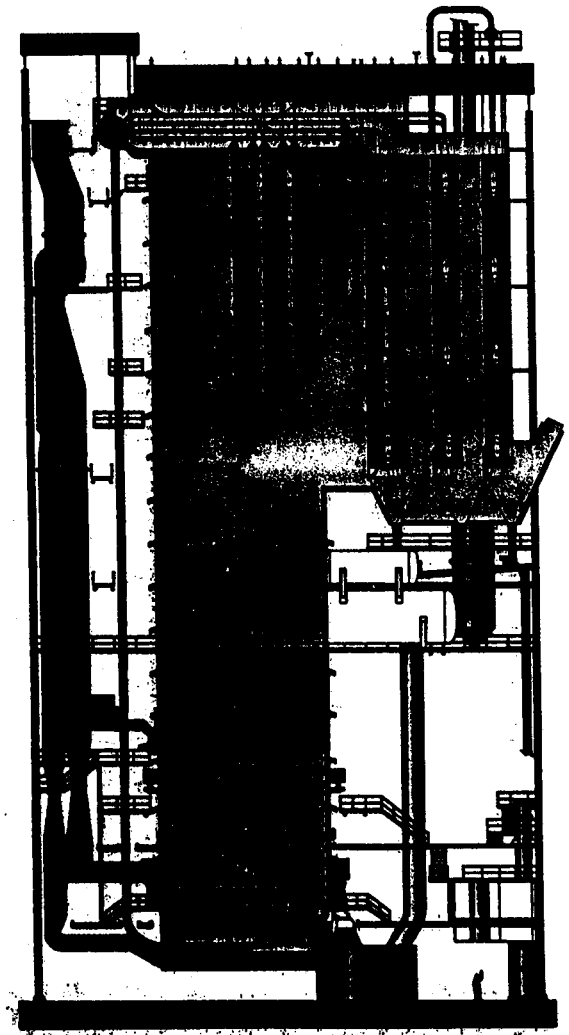
Konemestaripäivät 24.1.2002

- Asentajan valinta, valintakriteerit

Construction Contractor Assessment/ Selection Criterias

- Financial status
- Ongoing sites (audit)
- Bid Data Package quality/completenes
- Scope and work method understanding
- References
- "Horsepower" in relation to scope of work
- Local/global expertize
- Site management experience, resumes
- Labor Union Relations management
- Customer feedback
- "Backcharge history" in previous projects
- Knowledge of equipment and processes
- Safety records and procedures
- Quality systems
- Willingness to agree with proposed contractual terms & conditions
- Relation to competition
- Price competitiveness

Aracruzin soodakattilan kapasiteetin nosto



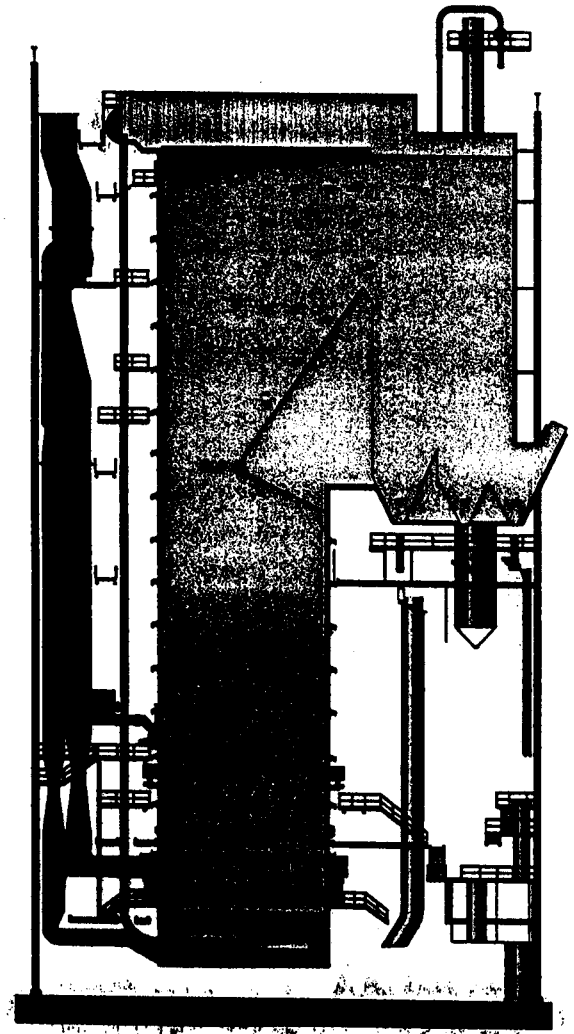
Capacity - 2200 t ds/day • Steam Flow - 96.0 kg/s • Steam Temperature - 455 °C • Steam Pressure - 63 bar
- 4,850,000 lb ds/day - 760,000 lb/hr - 850 °F - 910 psig

Konemestaripäivät 24.1.2002

- Ahlstromin työmaaorganisaatio
- Site Manager (Jukka Nyyssönen)
- Site Quality Manager (Pekka Varneslahti)
- Shift supervisor, day (Jose Roberto Lemos)
- Shift Supervisor, night (Nelson Campos)
- Local Purchasing & Expediting
  E & I (John Thompson, Jari Sopanen)

HUOM! PAIKALLINEN EDUSTUS ORGANISAATIOSSA!

Aracruzin soodakattilan kapasiteetin nosto

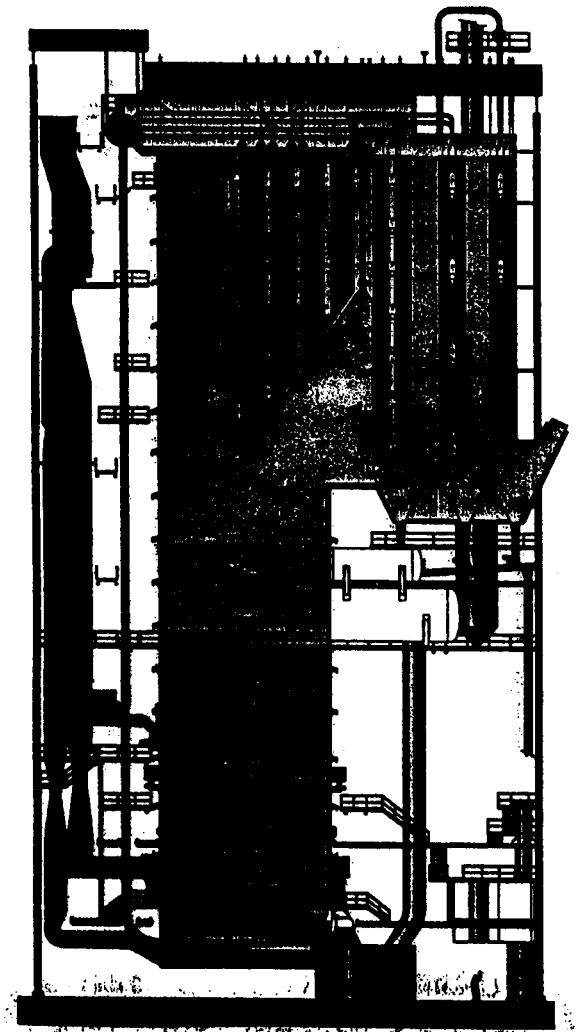


Capacity - 2200 t ds/day - 4,850,000 lb ds/day • Steam Flow - 96.8 kg/s - 768,000 lb/hr • Steam Temperature - 455 °C - 850 °F • Steam Pressure - 63 bar - 910 psig

Konemestaripäivät 24.1.2002

- **Työn suunnittelu/toteutus (animaatio)**
- **Construction Data Package by Contractor**
- Detailed schedules based on milestones
- Detailed Plot Plan
- Resource loaded schedules, manpower charts
- Manhour calculations, manhour breakdown
- Power consumption calculations
- Labor Union relations/ history
- Safety Plan & Risk Assessment/Prevention Plans
- Lifting plans for heavy equipment
- Preassembly plans
- Site organization charts, resumes (CVs)
- Quality System Description, Quality Plans

Aracruzin soodakattilan kapasiteetin nosto



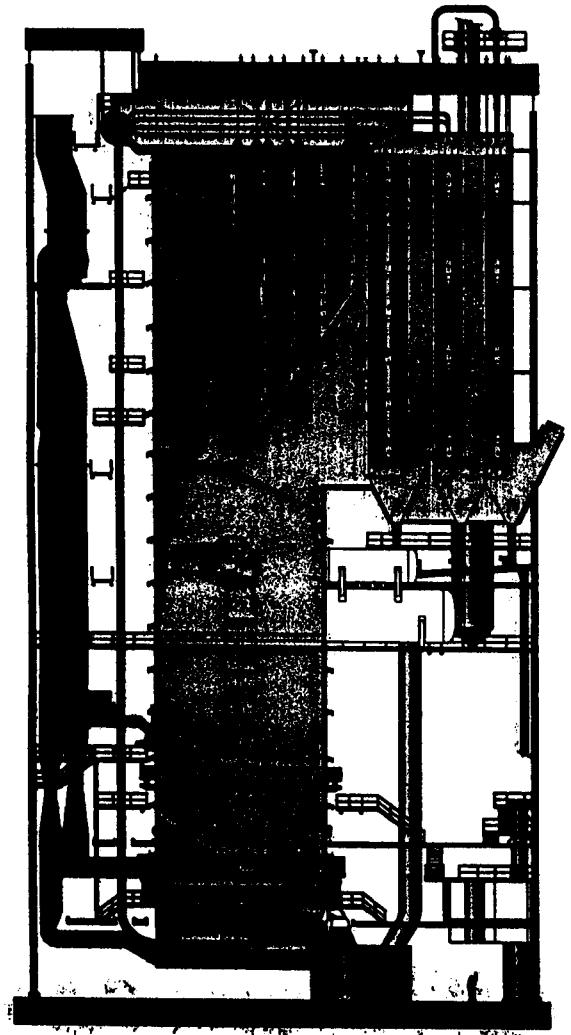
Capacity - 2200 t ds/day • Steam Flow - 96.0 kg/s • Steam Temperature - 455 °C • Steam Pressure - 63 bar
- 4,850,000 lb ds/day - 760,000 lb/hr - 850 °F - 910 psig

Konemestaripäivät 24.1.2002

- Laatu

- asentajan laatujärjestelmän audit
- hitsaajien testaus työmaalla **ennen** seisakin alkua
- jatkuva päivittäinen seuranta/korjaavat toimenpiteet
- NDT edistymisen seurattava hitsauksen edistymää
- korjauksien oltava hallinnassa ja ajoissa
- päivittäiset laatupalaverit ja korjaavat toimenpiteet
- dokumentointi ajoissa

Aracruzin soodakattilan kapasiteetin nosto



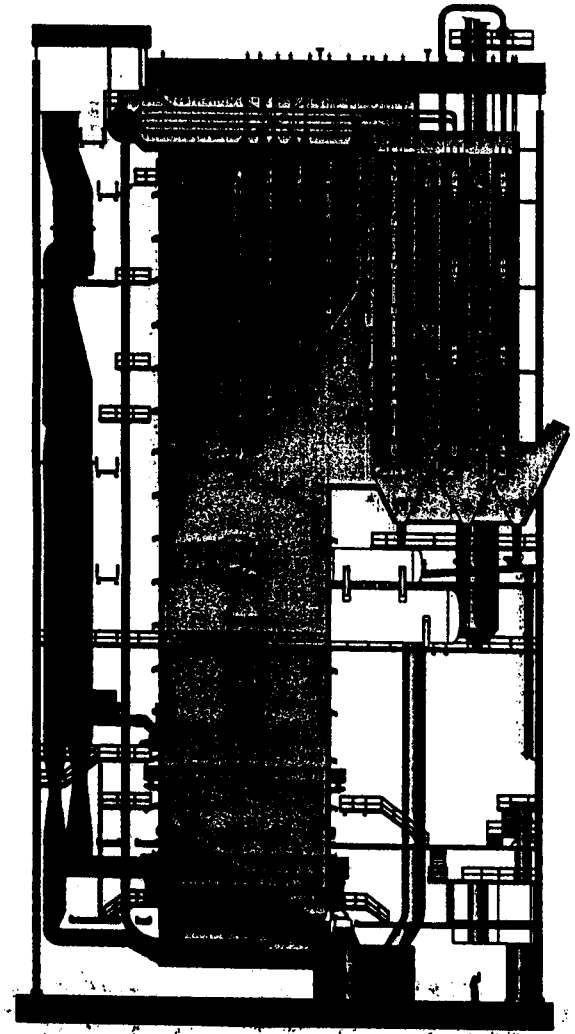
Capacity - 2200 t ds/day • Steam Flow - 96.0 kg/s • Steam Temperature - 455 °C • Steam Pressure - 63 bar
- 4,860,000 lb ds/day - 760,000 lb/hr - 850 °F - 910 psig

Konemestaripäivät 24.1.2002

- **Kommunikointi työmaalla**
- **päivittäiset palaverit: tyypillinenAgenda**
  - •Safety
  - •Quality
  - •Progress/Schedule/3-day look-ahead
  - •Interfacing with Customer/ other contractors
  - •Materials, consumables, tools
  - •Engineering issues
  - •Manpower/labor availability
  - •Rework/EWOs (Extra Work Orders)
  - •Contractual issues
  - •Others (if any)
- päivittäiset palaverit pidetään sekä asiakkaan että asentajan kanssa

Viikkoraportointi: Contents (ks. kalvo)
Päiväkirja (ks. kalvo)

Aracruzin soodakattilan kapasiteetin nosto



Capacity - 2200 t ds/day • Steam Flow - 96.0 kg/s • Steam Temperature - 455 °C • Steam Pressure - 63 bar
- 4,850,000 lb ds/day - 760,000 lb/hr - 850 °F - 910 psig

Kraft Mill Systems

Jny 211.02

Konemestaripäivät 24.1.2002

- Kommunikointi työmaalla: Viikkoraportointi

Contents

A-A's Representatives on Site:	Names
Subcontractors:	Names
Visitors on site:	Names

1. **Overall Progress/Highlights**
2. **Quality**
3. **Safety**
4. **Material deliveries**
5. **Manpower on date**
6. **Customer relations**
7. **Others**

Enclosures:

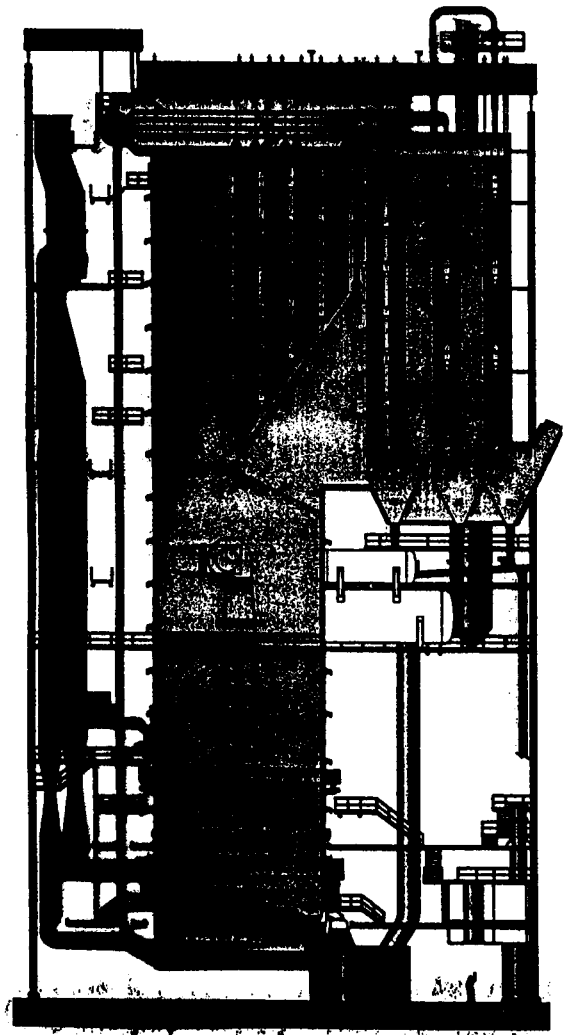
Photos
Meeting Minutes w/ subcontractors
Meeting Minutes w/ customer
Progress curves
Updated schedules
Others

Distribution:

Project Manager
Project Engineer
Project Secretary or Assistant (Project file)
Head of Site Operations
Others as specified

ANDRITZ

Aracruzin soodakattilan kapasiteetin nosto



Capacity - 2200 t ds/day - 4,850,000 lb ds/day • Steam Flow - 96.0 kg/s - 760,000 lb/hr • Steam Temperature - 455 °C - 850 °F • Steam Pressure - 63 bar - 910 psig

Konemestaripäivät 24.1.2002

- Kommunikointi työmaalla: Päiväkirja

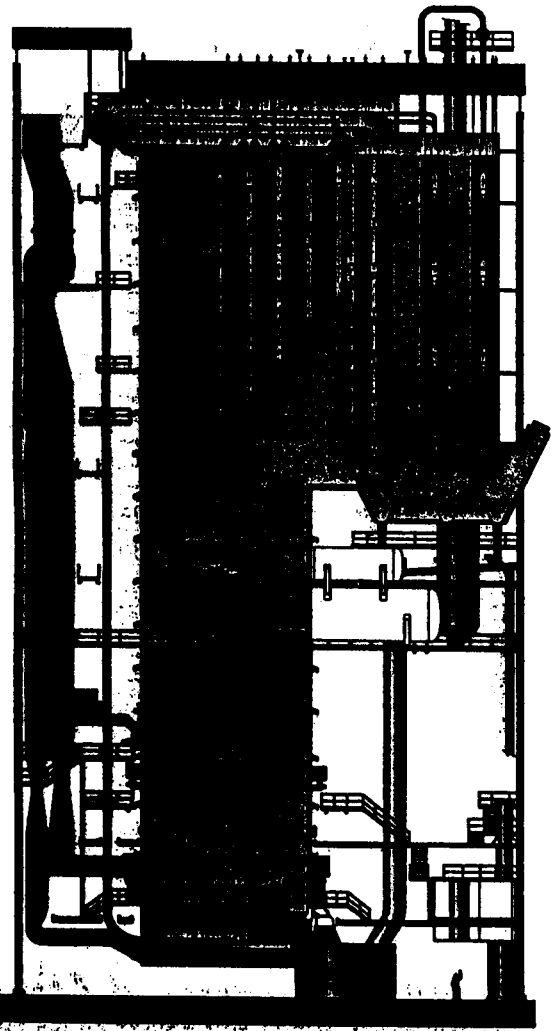
Daily Log-book contents

At least the following notes shall be made on the daily log book:

- start and finish of each major task
- verbal instructions to contractors (when and to whom)
- safety inspections and issues if separate memo is not available
- nonconformities and corrective actions (to be noted to allow proper reporting)
- possible problems on site
- changes, rework
- deviations from agreed schedules, reasons for deviations
- agreements with customer, contractors or others (if separate memo not available)
- material and equipment deliveries, possible deviations compared to shipment schedule
- phonecon notes (e.g. with vendors, project manager etc.)
- visitors on site

After completion of the construction, the daily log book should be sent to home office and properly archived in project files.

Aracruzin soodakattilan kapasiteetin nosto



Capacity - 2200 t ds/day - 4,850,000 lb ds/day • Steam Flow - 96.0 kg/s - 760,000 lb/hr • Steam Temperature - 455 °C - 850 °F • Steam Pressure - 63 bar - 910 psig

Konemestaripälvät 24.1.2002

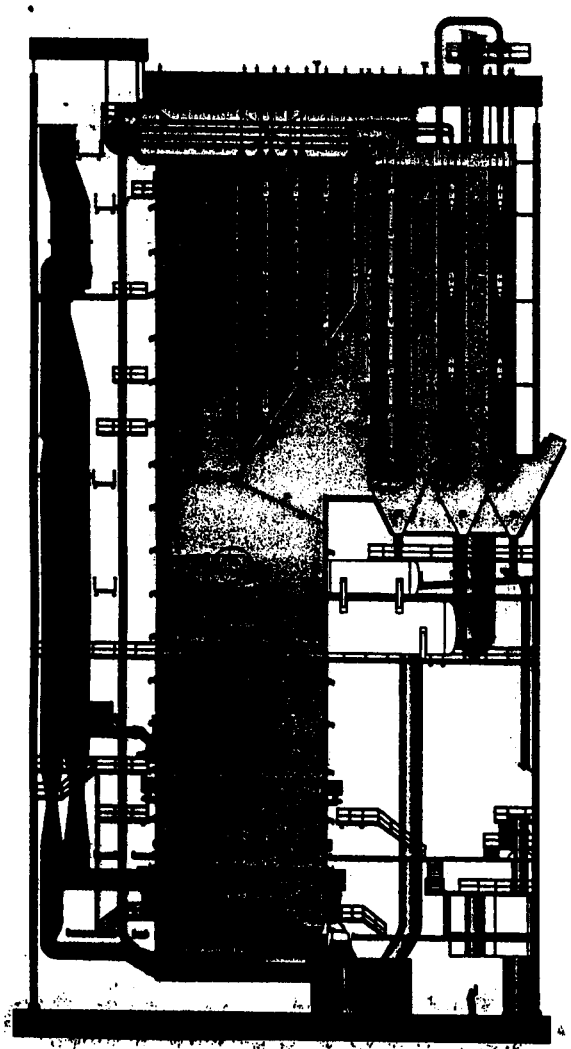
- **Aikatauluseuranta**
- kokonaisaikataulu
- hitsaukset

Kriittinen polku, korjaavat toimenpiteet

-ks. esim. kalvot:

- aikatauluseuranta
- hitsaus edistymä
- Time Recovery Plan

Aracruzin soodakattilan kapasiteetin nosto



Capacity - 2200 t ds/day - 4,850,000 lb ds/day • Steam Flow - 94.0 kg/s - 760,000 lb/hr • Steam Temperature - 455 °C - 850 °F • Steam Pressure - 63 bar - 910 psig

Konemestaripäivät 24.1.2002

- <u>Onnistuneen shutdown projektin edellytykset</u>
- onnistunut asentajan valinta
- hyvin suunniteltu
- osat ajoissa työmaalla
- tehokas työmaan organisaatio
- pre-shutdown work maksimoitava
- shutdown work minimoitava
- päivittäinen aikataulu/laatuseuranta
- välittömät korjaavat toimenpiteet tarvittaessa
- yhteistyö asiakkaan/asentajien ja muiden kanssa

SUNILAN LIPEÄLINJAN TEHONNOSTO

Matti Salmela
Kvaerner Pulping Oy

Sunila Oy, Lipeälinjan tehonnosto

- Kapasiteetti ennen tehonnostoa 1850 tka/vrk
- Tehonnoston tavoite 2000 tka/vrk

- Tehonnostoon tehdyt muutokset
  - Superväkevöitin
    - suola haetaan sarjojen jälkeen 60% k.a lipeällä (70%)
    - tämä lipeä, kidelipeä syötetään esiväkevöittimeen ja sieltä kaksivaiheiseen superväkevöittimeen, Superlipeä väkevöittimestä superlipeäakkuun 500 m^3
    - superlipeäakun jälkeen paisuntasäiliöön 3.2 m^3, suunniteltu kuiva-aine 82% paisuntasäiliöstä polttoon.

Sunila Oy, Lipeälinjan tehonnosto

- SK10 tehonnosto 750 → 900 tka/vrk
- SK11 ei muita muutoksia kuin superlipeäputkisto
- Molemmille kattiloille uudet lipeän syöttöputkistot
  - ei seinäkohtaista säätöa, symmetrinen syöttö ilman paluukiertoa
  - SK10 uusi sekundääritulistin, joka korvaa sekundääri- ja tertiääritulistimen
  - SK10 uusi ilmajärjestelmä
    - vanhasta sekundääristä sivuseinät umpeet, eteen jäi 4 suutinta, taakse 2 ilmasuutinta + 3 säiliöhönkäsuutinta
    - uusi sekundääri-ilmataso 1,5 m primäärin yläpuolelle etu- ja takaseinälle

Sunila Oy, Lipeälinjan tehonnosto

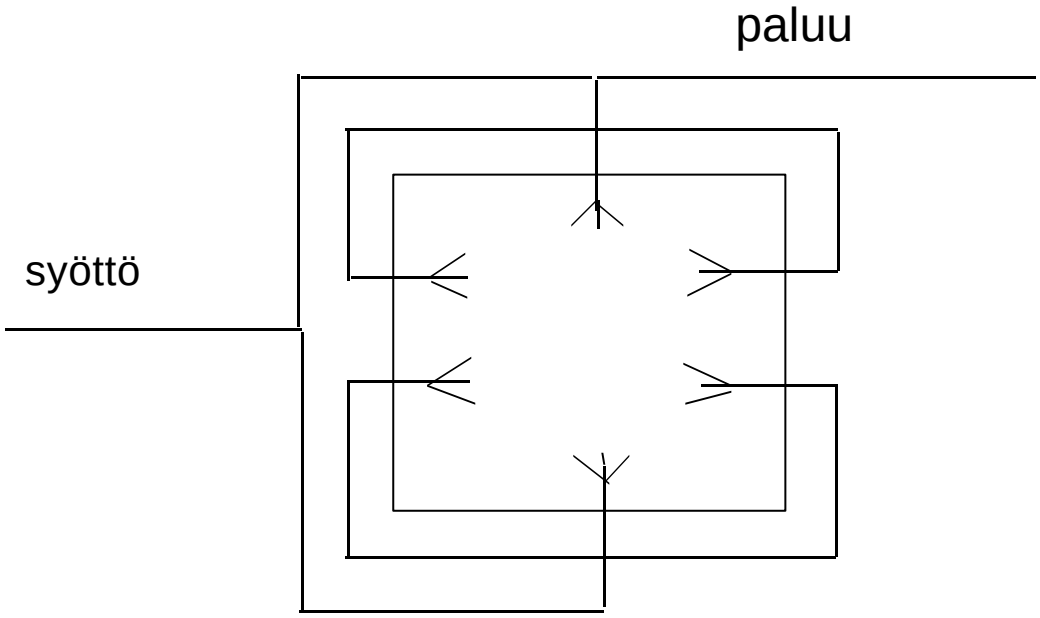
- 5 aukkoa takaseinällä, 4 etuseinällä, a 500 cm^2
- tertiääriin 3 etu- ja 2 takaseinälle, a 500 cm^2, kussakin laimean hajukaasun sisäsuutin, a 180 cm^2
- uusi tertiääri-ilmapuhallin

- Tehtyjen vedenkiertolaskelmien jälkeen SK10:een lisättiin 24 syklonin lisäksi 8 uutta ja 14 höyrynpuhdistimen lisäksi asennettiin 4 uutta. Lisättiin 8 uutta alakiertoputkea syöttämään jokaista seinäkammioiden nurkista.
- Uusia polttolipeäpumppuja toimitettiin 3 kpl, kaikki samankokoisia, molemmilla kattiloilla oma ja yksi yhteinen varapumppu.

– Lisäksi toimitukseen kuului vahvojen hajukaasujen johtaminen hajukaasukattilaan, soihtupoltin varapolttopaikaksi, uusi hönkäpesuri SK10:lle

Sunila Oy, Lipeälinjan tehonnosto

- Symmetrisen lipeän syötön periaate



Sunila Oy, Lipeälinjan tehonnosto

- Käyttöönotto
  - Pesuveden syöttö tulipesään ehkäistiin poikkeuksellisin lukituksin.
  - Yhteisen varapumpun käyttö aiheutti lukituspuolella niin paljon työtä ja testausta, että ehkä oma varapumppu molemmille kattiloille olisi tullut halvemmaksi.
  - Pelkästään polttolipeän syötön uusiminen aiheuttaa lukituspuolella paljon työtä ja testausta.
  - Symmetriseen, normaalisti paluukierrottomaan lipeän syöttöön totuttiin suhteellisen pian.

Sunila Oy, Lipeälinjan tehonnosto

- Käyttökokemuksia
  - SK11 suurin jatkuva kuorma kohosi 1100 → 1250 tka/vrk vain lipeäputkiston muutoksilla
  - SK10 suurin jatkuva kuorma kohosi 750 → 900 tka/vrk
  - Höyryn tuotanto kasvoi verrattuna samaan kuormaan ennen muutosta noin 10%,
    - pienemmät savukaasuhäviöt
    - puhtaammat lämpöpinnat
  - Kattiloiden aukipysyvyysongelmat poistuivat.

Sunila Oy, Lipeälinjan tehonnosto

- Kuiva-aine polttoon keskim. 80.5%
- Lipeä puhdasta havulipeää, viskositeetti polttolämpötilassa 500 - 570 mPas
- Paisuntasäiliö ei toiminut suunnitellulla tavalla.
- Rikki ei irronnut superlipeästä ennakoidulla tavalla, hajukaasumäärät odotettua pienempiä.

Sunila Oy, Lipeälinjan tehonnosto

- Onnistuneen tehonnostoprojektin edellytykset
  - Hyvä yhteistyö asiakkaan käyttö- ja kunnossapito-henkilöstön sekä projektin eri toimittajaosapuolten välillä.
    - Asiakkaalla syvää tietoa uusittavasta prosessista
    - Toimittajalla laajaa tietoa
  - Säätö- ja lukitusmuutokset toiminnassa olevassa laitoksessa vaativat panostusta
    - Säätöjärjestelmien virittäminen uusiin prosessiolosuhteisiin tärkeimpiä onnistuneen projektin tekijöitä.

Sunila Oy, Lipeälinjan tehonnosto

- Missä mielestäni onnistuttiin hyvin:
  - SK11 säätöjärjestelmineen toimii hyvin, kun ottaa huomioon perussäätöjärjestelmän ja DCS-järjestelmän iän sekä vanhojen Tampella nuohoimien tehottomuuden.

HAJUKAASUJEN POLTTO- JA KERÄILYOHJE

Esa Vakkilainen
Jaakko Pöyry Oy

HAJUKAASUJEN POLTTO JA KERÄILYOHJE

TkT, Esa Vakkilainen
Jaakko Pöyry Oy

1 TAUSTA

Hajukaasujen poltto soodakattiloissa on yleistymässä. Suomen Soodakattilayhdistys ei ota kantaa siihen missä hajukaasujen poltto pitäisi suorittaa. Hajukaasujen poltto soodakattilassa lisää onnettomuusriskejä ja hajukaasujen käsittely aiheuttaa työturvallisuusongelmia. Koska hajukaasuja kuitenkin poltetaan, niin yhdistyksen jäsenistö on kaivannut selkeää ohjetta sellutehtaan hajukaasujen keräilyyn ja polttoon soodakattilalla. Taustana on huoli turvallisuudesta ja kokonaisprosessin toimivuudesta.

Ohjetta on laatinut Suomen Soodakattilayhdistyksen Ympäristötyöryhmä puheenjohtajanaan Pekka Posti Oy Metsä-Botnia Ab, Sihteerinä Sebastian Kankkonen Jaakko Pöyry Oy ja jäseninään Aimo Hakkarainen Andritz-Ahlstrom Oy, Jouni Hiltunen Stora Enso Fine Paper Oy, Markku Isoniemi Kvaerner Pulping Oy, Kari Parviainen Jaakko Pöyry Oy, Matti Tikka Kymi Paper Oy, Esko Talka Oy Keskuslaboratorio-Centrallaboratorium AB ja Juha Tolvanen Alstom Power Finland Oy. Ohje saataneen voimaan 2002.

2 SUOSITUKSEN LAAJUUS

Tämä suositus koskee hajukaasujärjestelmiä soodakattilalla ja siihen liittyvillä laitteilla. Hajukaasujen keräilykohteisiin ja keräilytapoihin sekä niihin liittyviin laitteisiin ei oteta kantaa. Suositus ei myöskään yritä yhtenäistää hajukaasujärjestelmien rakennetta eikä pakottaa samanlaisiin laitteisiin tai prosessiratkaisuihin. Sen sijaan esitetään perustietoutta jota tulee käyttää suunnittelun, valmistuksen ja käytön apuna.

Soodakattila vaatii käyttöympäristönä erittäin luotettavat ja turvalliset järjestelmät. Laitteiden laatuun ja niiden oikeaan käyttöön kannattaa investoida. Sellutehtaalla lyhyetkin häiriöistä aiheutuvat käyttöseisokit maksavat usein enemmän kuin niiden eston tarvitsema investointi. Hajukaasujen poltto lisää soodakattilan käyttöön monimutkaisuutta ja palavien myrkyllisten kaasujen käsittely tuo onnettomuusriskejä. Ssuosituksen ohjeiden noudattaminen pienentää kyseisiä riskejä ja vaaratilanteita.

Suositus ei ota kantaa hajukaasujen keräilyn ja polton järjestelmien vaatimaan käyttäjäkoulutuksen sisältöön. Ennen kuin uusia laitteita aletaan käyttää ja ennen kuin uudet työntekijät alkavat hajukaasujen polttolaitteilla työskennellä on asianmukainen koulutus ja työhön perehdyttäminen suoritettava.

Suositus ei ota kantaa hajukaasujärjestelmien laitteiden mekaanisiin huolto- ja kunnossapitotoimintoihin. Sen sijaan suosituksessa on otettu kantaa tarkastusväliin ja -tapaan.

Eräillä tehtailla, myös Suomessa metanoli ja tärpätti yhteispoltetaan. Tämä suositus käsittelee vain tapauksia joissa sekä metanoli että tärpätti erotetaan ja käsitellään koko prosessin ajan erillään.

Suositusta laadittaessa on noudatettu huolellista valmistelutapaa ja yritetty kuulla sekä tehtaiden, laitetoimittajien että vakuutuslaitosten mielipiteitä hajukaasujen poltosta. Suositus lähtee myös siitä olettamuksesta että hajukaasujärjestelmän laitteet ensisijaisesti täyttävät ne vaatimukset, jotka Suomen voimassa olevat lait ja oikeussäännökset mm. työsuojelulaki sekä palavia nesteitä ja kaasuja koskevat lait ja asetukset, määräävät tai valvovat viranomaiset asettavat. Hajukaasulaitteistojen oletetaan myös olevan kaikin puolin ensiluokkaisia, asianmukaisia ja käyttövarmoja sekä rakenteeltaan tarkoituksenmukaisia ja lisäksi käytettyjen aineiden ja työn moitteettomuuden suhteen ensiluokkaisia. Vastuu hajukaasujärjestelmän toimivuudesta ja prosessiratkaisuista on laitteiden suunnittelufirmoilla. Vastuu hajukaasujärjestelmän oikeasta ja huolellisesta käytöstä on laitoksen käyttäjillä. Soodakattilayhdistys suosittelee että ennen järjestelmän hankkimista toimittaja ja loppukäyttäjä käyvät yhdessä läpi vaaranarvioinnin vaatimat tiedot. Soodakattilayhdistys on raporttisarjassaan julkaissut raportin 11/2001 ”Soodakattilalaitoksen vaaranarviointi”.

Ennen kaikkea huolimatta siitä mitä tässä esitelmässä tai tulevassa suosituksessa on sanottu on ensisijaisesti noudatettava lakeja, asetuksia ja viranomaisten antamia määräyksiä ja ohjeita.

3 HAJUKAASUJEN POLTON VAIKUTUKSET SOODAKATTILAN PÄÄSTÖIHIN

Hajukaasujen poltto soodakattilassa saattaa vaikuttaa soodakattilan emissioihin.

Hajukaasujen poltto alentaa soodakattilan tuhkasuolan karbonaattipitoisuutta ja pHta. Jos hajukaasujen mukana tulipesään sisään syötettävä rikkimäärä on niin suuri ettei savukaasujen mukana sähkösuodattimille tulevassa tuhkasuolassa olevan karbonaatin korvaantuminen sulfaatilla poista kaikkea rikkiä jää loppu rikki SO_2ksi.

Olisi hyvä että ennen kuin hajukaasujen poltosta soodakattilassa päätetään, tutkitaan kysymystä monipuolisesti, mm. analysoidaan sähkösuotimen suolanäytteitä sen seikan selvittämiseksi, mikä on kattilan kyky ottaa vastaan lisärikkikuormaa.

3.1 Vaikutukset soodakattilan rikkipäästöihin

Hajukaasujen sisältämä lisärikki nostaa aina soodakattilan tuhkan sulfaattipitoisuutta, alentaa sen pHta, ja jollei riittävää puskurivaraa ole, aiheuttaa kattilan SO_2 päästötason nousun. Rikkipäästöä voidaan pienentää alentamalla mustalipeän sulfiditeettia ja nostamalla polttolipeän kuiva-ainetta.

Käytännössä on havaittu että kun väkeviä hajukaasuja poltetaan vähintään 72 %:n polttolipeän kuiva-aineessa ja täydellä lipeäkuormalla, niin rikkipäästöjen voidaan arvioida olevan häiriöttömässä ajossa vähäiset.

Laimeita hajukaasuja poltettaessa rikkipäästön voidaan ajatella nousevan jos polttolipeän kuiva-aine on 68 % tai sen alle.

Jos hajukaasuja poltetaan osakuormilla pitää tapauskohtaisesti analysoida sähkösuodintuhkan pH ja karbonaattipitoisuus sekä savukaasujen SO_2-pitoisuus. Jatkuvasti osakuormalla ajava kattila tarvitsee korkeammat kuiva-aineet kuin nimelliskuormalla tai sen yli ajava kattila häiriöttömän käytön ylläpitämiseksi.

3.2 Vaikutukset soodakattilan NO_X päästöihin

Varsinkin väkevät hajukaasut sisältävät typpiyhdisteitä. Nämä typpiyhdisteet ovat pääosin ammoniakkia joka erottuu haihduttamolla mustalipeästä. Osa tästä typestä on muodostunut soodakattilan sulan mukana liuotinsäiliöön tulleesta typestä reaktioilla kaustisointialueella ja on kiertänyt keiton kautta takaisin soodakattilaan.

3.2.1 Laimeiden hajukaasujen vaikutus

Laimeiden hajukaasujen pitoisuus soodakattilan syötettävästä kokonaisilmasta on tyypillisesti 5 .. 15 % koko ilmamäärästä. Typpi laihoissa hajukaasuissa on pääasiassa ammoniakkia. Ammoniakkipitoisuuden kuivissa kaasuissa voidaan olettaa olevan luokkaa 10 ppm (kuiva). Voitaisiin olettaa että noin 30 % ammoniakista konvertoituu NO:ksi. Jos NO taso on luokkaa 100 ppm niin kattilan typpioksidipäästöjen lisäys on silloin

$$NO_x = \frac{(100 + 0{,}3 * 0{,}1 * 10)}{100} - 1 \leq 1\%$$

Mitattavaa vaikutusta ei käytännössä ole havaittu.

3.2.2 Väkevien hajukaasujen vaikutus

Väkevien hajukaasujen pitoisuus soodakattilan syötettävästä kokonaisilmasta on tyypillisesti 0.2 .. 3 % koko ilmamäärästä. Typpi väkevissä hajukaasuissa on pääasiassa ammoniakkia. Ammoniakkipitoisuuden kuivissa kaasuissa voidaan olettaa olevan luokkaa 2000 ppm (kuiva). Voitaisiin olettaa että noin 30 % ammoniakista konvertoituu NOksi. Jos NO taso on luokkaa 100 ppm niin kattilan typpioksidipäästöjen lisäys on silloin

$$NO_x = \frac{(100 + 0{,}3 * 0{,}01 * 2000)}{100} - 1 \approx 5\%$$

Mitattava vaikutus on käytännössä ollut selvästi alle 2 ppm.

3.3 Vaikutukset soodakattilan TRS päästöihin

Moderneissa kattiloissa, joissa on riittävä sekoitus ja hajukaasujärjestelmä toimii suunnitellulla, tavalla ei kattilan TRS kuorma merkittävästi lisäänny, mikäli hajukaasut syötetään vyöhykkeelle, jossa lämpötila on vähintään 900 ^{o}C.

Jos kattilan ylimmälle ilmatasolle syötetään laimeita hajukaasuja on mahdollista että jonkin verran hajukaasuista kulkeutuu reagoimatta kylmiä seinänvieriä pitkin

Mitattava vaikutus on käytännössä ollut joitakin ppm:n kymmenesosia.

3.4 Vaikutukset soodakattilan tukkeentumiseen

Tyypillisesti hajukaasujen polttoa kattilassa on tehty vain jos tuhkasuola on kyennyt sitomaan hajukaasujen mukana vapautuvan rikin.

Jos hajukaasujen mukana tuleva rikkimäärä on niin iso että poltto synnyttää SO_2 päästöä, niin kattilan tukkeentumis- ja korroosioalttius happamien tuhkasuolojen takia (alhainen pH) lisääntyy.

3.5 Vaikutukset soodakattilan muuhun toimintaan

Moderneissa kattiloissa, joissa on riittävä sekoitus ja riittävä kuiva-aine, sekä kun hajukaasujärjestelmä toimii suunnitellulla tavalla, ei vaikutuksia soodakattilan muuhun toimintaan ole havaittu. Esimerkiksi muutoksista reduktioon ei ole raportoitu.

Hajukaasun polton aiheuttama sulfaatin lisääntyminen tuhkasuolassa nostaa tuhkasuolan määrää. Jos tuhkan kuljettimet ovat kattilan toimintaa rajoittava tekijä, pitää tämä huomioida hajukaasujärjestelmiä toteutettaessa. Lisärikki voi aiheuttaa myös sähkösuotimen tukkeutumisongelmia.

Hajukaasujen polton aloittaminen pienentää yleensä tehtaan kokonaisrikkipäästöjä. Tämä vaikuttaa tehtaan kemikaalitaseisiin ja pyrkii nostamaan sulfiditeettia. Rikkitase tehtaalla pitääkin aina miettiä uudestaan.

4 HAJUKAASUJÄRJESTELMIEN RISKIT JA KORROOSIO

Seuraavassa on lueteltu eräitä hajukaasujen polttojärjestelmillä havaittuja riskejä ja ongelmatilanteita. Tyypillisiä riskejä hajukaasun polttojärjestelmissä ovat räjähdysvaara (ylipaine tulipesässä), myrkytysvaara, lauhteenpoisto-ongelmat ja korroosio/eroosio.

Lisäksi hajukaasujen poltto voi aiheuttaa prosessiongelmia kuten rikkipäästöä kattilasta, ekojen ja keittopintojen tukkeutumista ja polttohäiriöitä

4.1 Hajukaasujen karkaaminen työskentelytilaan

Hajukaasuja voi vuotaa liitoksista, venttiileistä, vesityksistä tai vauriokohdista laitteiston ulkopuolelle. Varsinkin väkevissä hajukaasuissa on orgaanisten rikkiyhdisteiden ja rikkivedyn pitoisuus niin korkea että myrkytysvaara on olemassa. Jos vuoto tapahtuu kattilahuoneeseen tai muuhun tilaan voidaan koko huone joutua tuulettamaan.

Hajukaasuja on vuotanut lähinnä silloin, kun hajukaasujen keräily ei toimi keräilykohteissa tai säiliöillä esimerkiksi kunnossapitotöiden vuoksi.

Koska väkevien hajukaasulinjat ovat ylipaineisia ejektorin jälkeen soodakattilarakennuksessa, voi soodakattilarakennukseen muodostua kaasuräjähdysvaara ja joillakin huonosti tuuletetulla alueella voi olla kaasumyrkytysvaara.

Sallittu TRS-pitoisuus sisätiloissa on 10 ppm H_2S:ksi muutettuna Sosiaali- ja Terveysministeriön ohjeen ”Työpaikan ilman epäpuhtauksien enimmäispitoisuudet” mukaisesti.

Monilla tehtailla on henkilökunnalla kannettavia TRS-mittareita. Yleensä tehtailla on käytössä vilkkuvia hälytysvaloja, jos TRS-pitoisuus ilmassa on liian korkea.

Kun hajukaasulinjoilla tai -laitteilla tehdään korjaus- tai huoltotöitä täytyy ko. työkohteilla saada erityislupa työn suorittamiseksi. Tehtailla joilla hajukaasun polttoa tehdään on oltava voimassa olevat ohjeet siitä miten tällainen lupa annetaan ja mitä vaaditaan jotta voidaan työskennellä hajukaasun polton laitteiden ja linjojen kanssa.

4.1.1 Tuuletus/Höyrytys

Hajukaasulinjat kuten muutkin lipeäosaston linjat vaativat huolellisen tuuletuksen tai höyrytyksen ja rikkipitoisten kaasujen mittauksen ennen kuin niiden sisällä voidaan työskennellä.

Tuuletus on aina johdettava ulkoilmaan.

4.1.2 Haju

Hajukaasujen sisältämät orgaaniset komponentit ovat nenällä havaittavissa jo erittäin pieninä pitoisuuksina. Sen vuoksi on pienintäkin toistuvaa vuotoa pyrittävä välttämään.

Hajuaisti turtuu suuremmissa pitoisuuksissa, joten pelkkään nenään ei saa luottaa. Tilanne voi muodostua hengenvaaralliseksi jollei asianmukaisia suojatoimia aina käytetä. Hajukaasuja sisältävien laitteiden parissa työskentelevän on aina tutustuttava laimeitten – ja väkevien hajukaasujen käyttöturvallisuustiedotteisiin.

4.2 Lauhteen poisto-ongelmat

Jos hajukaasulinjastossa vesi pääsee kondensoitumaan, on olemassa sulavesiräjähdysvaara, mikäli tämä vesi pääsee soodakattilaan.

Vesityksiin tulisi kiinnittää erityistä huomiota ja ne pitää järjestää linjoihin kattavasti.

4.2.1 Vesilukon kuivaminen

Yleinen ongelma sellutehtaalla on vesilukon kuivaminen. Vesilukon kuivumista edistää hajukaasujen lämmitys lauhtumislämpötilaa korkeammalle. Vesilukkoihin on kuivumisen estämiseksi aina johdettava riittävä tuorevesivirta ja ne on varustettava virtausvahdeilla.

Vesilukkojen kuivuminen on pyrittävä estämään myös seisokkien aikana.

4.2.2 Vesilukon tukkeutuminen

Yleinen ongelma sellutehtaalla on vesilukon tukkeutuminen. Hajukaasujen mukana kulkeutuu pieniä määriä lipeävaahtoa. Vaahto kertyy kanaviston alimpiin kohtiin kuten vesityksiin. Jos putkien halkaisija ei ole riittävän suuri, voi putkisto tukkeutua kokonaan.

4.2.3 Vesitystaskun tukkeutuminen

Yleinen ongelma hajukaasujärjestelmissä on ajoittainen runsas lauhdemäärä. Vesitystaskut joissa voi esiintyä runsaasti lauhdetta on varustettava yläpinnan hälytyksellä.

4.3 Räjähdysvaarat hajukaasulinjoissa

Väkevän hajukaasun kuljetus ja poltto toteutetaan siten että kaasu ei ole missään tilanteessa räjähtävää. Räjähdysvaara syntyy jos väkevän hajukaasun joukkoon vuotaa ilmaa. Joissain tapauksissa räjähdysvaara voi syntyä kun hajukaasuissa olevaa vesihöyryä lauhdutetaan pois. Väkevien hajukaasujen konsentraatio pidetään korkealla huolehtimalla tiiviydestä ja riittävästä virtauksesta.

Laimean hajukaasun kuljetus ja poltto toteutetaan niin että kaasun konsentraatio on laimeampi, kuin sellainen konsentraatio mikä voi räjähtää. Laimeiden konsentraatio onkin pidettävä tarpeeksi matalana huolehtimalla ilmalaimennuksesta ja virtauksesta kaikissa olosuhteissa.

Erityistä huomiota laimeiden hajukaasujen konsentraatioihin on kiinnitettävä alas- ja ylösajotilanteiden aikana. Usein soodakattiloiden hajukaasuräjähdykset ovat tapahtuneet juuri laimeiden hajukaasujen järjestelmille, joissa seisokki- tai häiriötilanteessa on konsentraatio päässyt nousemaan liian korkeaksi. Eräs tyypillinen ongelma on ollut tärpätin kerääntyminen putkistoon seisokin aikana ja sen höyrystyminen käynnistyksen yhteydessä.

Lisäksi syttyminen vaatii syttymisenergiaa. Maadoituksin, rakentein ja laitevalinnoin yritetään kipinän syntyä mahdollisuuksien mukaan estää.

4.3.1 Tupakointikielto

Hajukaasujen käsittelyalueella on tupakointi ja muu avotulenteko kielletty. Tästä syystä on hajukaasulinjat ja tupakointipaikat sijoitettava erilleen toisistaan. Kriittiset alueet tulee varustaa asianmukaisin varoituskilvin.

4.4 Kaasuräjähdys kattilassa

Hajukaasut ovat polttoaineen, hapen ja inertin kaasun (typpi, vesihöyry) seos. Kuten aina polttoaineita käsitellessä on vaara että tulipesässä tapahtuu kaasuräjähdys. Kaasuräjähdys saadaan aikaan jos polttoainetta johdetaan tulipesään ilman että se välittömästi palaa ja sen jälkeen seos saa niin paljon energiaa että se syttyy.

4.5 Sulavesiräjähdys kattilassa

Merkittävä riski soodakattilassa on sulavesiräjähdyksen vaara. Sulavesiräjähdyksellä tarkoitetaan kuuman kemikaalikeon kanssa kosketuksiin joutuvan veden erittäin nopeaa höyrystymistä. Höyrystymisen aiheuttama paineaalto rikkoo tulipesän ja aiheuttaa yleensä vesi/höyryvuodon kattilahuoneeseen.

Sulavesiräjähdys voidaan saada aikaan johtamalla esimerkiksi hajukaasujen kanavistoon lauhtunutta vettä tulipesään. Veden tulon estämiseksi pyritään laimeat hajukaasut

tuomaan kattilaan paljon niiden kastepistettä kuumempana ja rakentamaan hajukaasulinjat niin että niissä on riittävät lauhteenpoistot ja kallistukset.

4.6 Korroosio-ongelmat

Hajukaasujen rikkipitoiset lauhteet ovat syövyttäviä ja korrodoivia. Vuoto aiheuttaisi vaaratilanteita hajukaasujen sisältämien myrkyllisten komponenttien johdosta.

Eräissä tapauksissa on epäilty laimeiden hajukaasujen polton aiheuttavan korroosiota tertiääri-ilma-aukoissa, mutta varmuutta hajukaasujen osuudesta korroosioon ei ole todennettu.

Oikeilla materiaalivalinnoilla voidaan korroosio-ongelmien olettaa olevan vähäisiä.

5 TÄRKEITÄ HUOMATTAVIA ASIOITA

Uudessa ohjeessa tullaan ottamaan kantaa moniin sellaisiin asioihin, joista jäsenistön keskuudessa vallitsee ainakin kaksi erilaista mielipidettä. Kyseisistä asioista on pantu maileja soodakattilayhdistyksen jäsenfoorumille.

5.1 Laimeiden hajukaasujen puhallin

Onko laimeiden hajukaasujen puhallin on pantava omaan ”huoneeseensa”, jos se on kattilarakennuksessa tai sisällä muissa tehdastiloissa."

- Kyllä – näin estetään tavanomaisesta vuotopaikasta puhaltimen ympäristöstä vaarallisten kaasujen vuoto kattilahuoneeseen
- Ei – aiheutetaan vain lisäkustannusta

5.2 Laimeiden hajukaasujen maksimilämpötila

Pitäisikö laimeille hajukaasuille määritellä miten korkealle lämpötila lämmityspatterin jälkeen saa nousta, eli olisiko yläraja määriteltävä?

- Kyllä – kaikki määriteltävissä oleva on standardoitava
- Ei - hajukaasuja ei lämmitetä tarpeettomasti

5.3 Sekoitussäiliön höngät

Kuuluvatko soodakattilan sekoitussäiliön höngät laimeisiin vai väkeviin hajukaasuihin?

- laimeisiin – perinteisesti johdettu
- väkeviin - syntyy vain väkeviä

5.4 Metanolin tiheyden mittaus

Sodahuskommittén on esittänyt että jos metanolia poltetaan soodakattilassa pitää tiheydelle olla mittaus ja tiheydestä myös lukitus. Tämä siksi ettei poltettaisi vettä. Pitääkö tiheyden mittaus olla.

- Kyllä – näin estetään mahdollinen veden joutuminen pesään
- Ei – koska voidaan polttaa turvallisesti muutenkin

5.5 Tukiliekki väkevien hajukaasujen poltossa

Väkevien hajukaasujen polttimelle soodakattilassa on ehdotettu

- kuormarajaa (poltetaan vain 'isolla' kuormalla)
- lukituksia (häiriöiden sattuessa pois soodakattilan pesästä)

Kysymys kuuluu tarvitaanko edelleen tukiliekkiä? Siis sitä että pääliekin varmistamiseksi poltetaan n. 10 % apupolttoainetta, jota valvotaan liekinvartijalla.

- Kyllä – ainoa mahdollisuus valvoa liekinvartijalla
- Ei – koska voidaan polttaa turvallisesti muutenkin

5.6 Suutinmateriaali laimeille hajukaasuille

Tulisiko päättää ja määrätä että laimeiden hajukaasujen suuttimet ovat jotain tiettyä (parempaa?) ainetta kuin tavalliset tertiäärisuuttimet. Itse kanavamateriaalista ei nyt ole kysymys vaan pesän kanssa kosketuksiin joutuvasta suutinosasta.

- Kyllä – koska korrodoiva kaasu
- Ei – koska kattilan materiaalit määritellään muualla

5.7 Laimeiden puhaltimen materiaali

Pitäisikö laimeiden hajukaasujen poltossa vaatia että puhaltimet ovat ns. kipinöimätöntä mallia?

- Kyllä - estetään vaaratilanteita, tästä syystä on jo vahinkoja tapahtunut
- Ei - nostaa puhaltimen hintaa, laimeiden ei pitäisi olla räjähtäviä koskaan missään tilanteessa.

6 POIKKEAMAT MUIDEN OHJEIDEN KÄYTÄNTÖÖN

Suomen soodakattilayhdistys on pyrkinyt pääosin noudattamaan eräissä muissa maissa laadittuja suosituksia ja ohjeita hajukaasujen poltosta soodakattilalla. Kuitenkin seuraavat asiat poikkeavat muissa suosituksissa esitetyistä.

6.1 Poikkeamat BLRBACn ohjeisiin

Soodakattilayhdistyksen ohjeet poikkeavat BLRBACn ohjeista ainakin seuraavissa kohdin

- Laimeille hajukaasuille ei vaadita ’kipinöimättömän’ puhaltimen käyttöä. Uskotaan että laimeiden järjestelmässä käsitellään ainoastaan laimeita hajukaasuja.
- Laimeille hajukaasuille ei vaadita puhaltimen paineitten mittausta. Paine ja virtaus ennen polttoa riittävät.
- Laimeille hajukaasuille ei vaadita automaattisen sulkuventtiilin lisäksi käsikäyttöistä sulkuventtiiliä, rajakytkimet riittävät.

6.2 Poikkeamat Sodahuskommittén ohjeisiin

Soodakattilayhdistyksen ohjeet poikkeavat SHKn ohjeista ainakin seuraavissa kohdin

- Laimeiden hajukaasujen linjaa ei tarvitse varustaa sulkuventtiilillä joka on suljettavissa kattilahuoneen ulkopuolelta.
- Väkevien hajukaasujen poltinta ei tarvitse varustaa liekinvalvonnalla. Riittää että kattilan kuorma on riittävä.
- Väkevien hajukaasujen lanssiin ei suositella ilmapuhallusta.
- Pakollisia paineenmittauksia hajukaasulinjoissa on vähemmän.
- Metanoli ja tärpättilanssia ei huuhdella ilmalla.

Lisäksi metanolin tai tärpätin polttoa ei tarvitse pysäyttää jos jokin seuraavista ehdoista on voimassa

- Kattilan CO päästö on huomattavan korkea (yli 1000 ppm yli 1 min)
- Kattilahuoneen rikkipitoisuushälytys laukeaa

7 YHTEENVETO

Suomen Soodakattilayhdistyksen jäsenistö on kaivannut selkeää kannanottoa sellutehtaan hajukaasujen keräilyyn ja polttoon. Taustana on huoli turvallisuudesta ja kokonaisprosessin toimivuudesta.

Hajukaasujen syttymis- eli räjähdysalue jakaa hajukaasut laimeisiin, eli pitoisuudeltaan alle räjähdysalueen, ja väkeviin, eli pitoisuudeltaan yli räjähdysalueen.

Laimeiden hajukaasujen poltossa on ilmennyt runsaasti ongelmia ja väkevien hajukaasun poltolla on kuten muillakin polttokaasuilla riskinsä, mikä on herättänyt tarpeen ohjeelle. Ruotsissa ja Pohjois-Amerikassa ohje on jo olemassa vaikka väkevien hajukaasujen poltto on siellä huomattavasti harvinaisempaa kuin Suomessa. Hajukaasujen poltolle on olemassa eri koulukuntia mikä on herättänyt hämmennystä ja paljon keskustelua aiheesta.

Väkevien hajukaasujen poltto soodakattilassa on tullut vasta 1990-luvulla voimakkaasti kiinnostuksen kohteeksi. Laimeita hajukaasuja on poltettu soodakattilassa jo aiemmin.

Soodakattila on ohjeistettu monin eri tavoin. Hajukaasujen poltto soodakattilassa vaatii oman suosituksensa, jotta hajukaasujen hävitys voidaan tehdä soodakattilassa turvallisesti. Lainsäädäntö ei juurikaan tunne hajukaasuja, niitä koskevat lähinnä kemikaalilain yleiset periaatteet. Tämän suosituksen tarkoituksena on mahdollistaa hajukaasujen turvallinen poltto soodakattilassa.

KIRJALLISUUSVIITTEITÄ

Meddelande från Sodahuskommittén: Riktlinjer angående utrustning och säkerhetssystem för destructionseldning av starka luktgaser, metanol och terpentin i sodapannor, B16, Sept. 1997

Meddelande från Sodahuskommittén: Recommendationer angående eldning med tillsatsbränslen samt destruction av industriella restproducter i sodapannor, C 9, Sept. 1997

Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee: Recommended good practice for the thermal oxidation of waste streams in a black liquor recovery boiler. Oct. 6, 1999

Allen, Travis, 2001, NCG Handling, incineration concerns drive need fro safe system design. Pulp&Paper, April 2001. pp. 39 – 41.

Compilation of 'Air Toxic' Emission Data for Boilers, Pulp Mills and Bleach Plants; NCASI Technical bulletin no. 650, June 1993

Grace, T.M.: Klabin / Monte Alegre recovery boiler explosion. Föredrag vid Sodahuskonferensen '99, ÅF-IPK AB 1999

Huuska, T.: Esitelmä Konemestaripäivillä 2000. Soodakattilayhdistyksen raportti 1/2000

Hokynar, S.: Sulfaattisellun valmistuksessa syntyvät hajukaasut ja niiden räjähdysrajat. TKK, Diplomityö 1999

ISO 10156:1996 Ed.2, TC58/SC2: Gases and mixtures – Determination of fire potential and oxidizing ability for the selection of cylinder valve outlets.

Jaakko Pöyry Oy:n arkistotietoa.

Janka, K., Haaga, K., Tamminen, A., Wallin, E.: Advanced Recovery Boilers Reduce Odor Gases Cost-Efficiently; SPCI 1999 s.531-535

Karjunen, T.: Kaasuräjähdykset soodakattiloissa vesivuotojen aikana. Soodakattilayhdistyksen raportti 7/1999.

Kankkonen, S., Pekkanen, M.: Soodakattilassa poltettavat ainevirrat. Soodakattilayhdistyksen raportti 2/2000

Modernin sulfaattisellutehtaan haihtuvat kaasumaiset yhdisteet, Osaprojekti 1 Haihtuvien kaasumaisten yhdisteitten määrittäminen, Loppuraportti. VTT Kemiantekniikka, Ympäristötekniikka. 45 p.

Mäntyniemi, Jussi, Isoniemi, Markku ja Harila, Pauli, Biosludge and NCG incineration in a recovery boiler. 1995 International Chemical Recovery Conference. pp. B57 – B61.

Sosiaali- ja Terveysministeriön päätös (979/1997) kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä.

Sosiaali- ja Terveysministeriön päätös (1058/1999) kemikaalien luokitusperusteista ja merkintöjen tekemisestä annetun sosiaali- ja terveysministeriön päätöksen muuttamisesta.

Työpaikan ilman epäpuhtauksien enimmäispitoisuudet (enimmäispitoisuusohjeet). Sosiaali- ja terveysministeriön vahvistamat teknilliset turvallisuusohjeet N.o 11. Sosiaali- ja terveysministeriö 1972.

Venermo, Mikko, 1992, Upgrading of the odour control system of a kraft pulp mill by pre-evaporating the black liquor. Diplomityö, TKK Espoo. 94 p.

SOODAKATTILAVAURIOITA POHJOISMAISSA VUONNA 2001

Sebastian Kankkonen
Jaakko Pöyry Oy

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

24.1.2001

Sebastian Kankkonen

SOODAKATTILAVAURIOITA POHJOISMAISSA VUONNA 2002

1 YLEISTÄ

Sulfaattisellutehtaita on Pohjoismaissa Suomen (18 tehdasta) lisäksi myös Ruotsissa (23 tehdasta) sekä Norjassa (2 tehdasta). Lisäksi norjalainen Borregaardin tehdas muuttaa sulfiittiprosessinsa lähivuosina natriumpohjaiseksi.

Soodakattiloita Pohjoismaissa on tällä hetkellä yhteensä 56 kappaletta, joista 22 Suomessa.

2 VAURIOT SUOMESSA VUONNA 2001

Suomessa tapahtui vuonna 2001 yhteensä 18 Soodakattilayhdistykselle (15.1.2002 mennessä) raportoitua vauriota ja yksi raportoitu laitehäiriö.

Vauriot jakaantuivat seuraavasti:

7 tulipesävauriota

4 tulistinvauriota

3 keittopintavauriota

3 ekovaurio

1 lieriövaurio

1 liuottajaräjähdys

Ajallisesti vauriot jakautuivat seuraavasti:

Tulipesä	501 h
Keittopinta	130 h
Liuottaja	86 h
Eko	61 h
Tulistin	46 h

Sulavesiräjähdyksiä oli kaksi kappaletta: Laminating Papers Kotkassa tulipesässä (vauriot 5 ja 6/2001) sekä Metsä-Botnia Rauman tehtaalla liuottajassa (vaurio 18/2001). Kotkassa tapahtui myös kaasuräjähdys sulavesiräjähdyksen jälkeen. Kotkassa suoritettiin kattilan pikapysäytys.

Seisokkiaika oli yhteensä 824 h eli runsas kuukausi. Tästä Kotkan osuus oli noin 500 h, eli ilmat tätä tapausta seisokkitunteja olisi ollut huomattavasti aiempaa vähemmän.

Tarkemmat tiedot vaurioista ovat löydettävissä yhdistyksen kotisivuilta. Sivuilla löytyy kaikki raportoidut vauriot 1970-luvun alusta lähtien.

Liitteissä 1 on esitetty vauriotilastot vuodesta 1986 – 2001.

3 VAURIOT RUOTSISSA VUONNA 2001

Ruotsin soodakattilat ovat Suomalaisia kattiloita selvästi vanhempia ja pienempiä. Siellä on vuoden aikana (aikavälillä 11/2000 – 11/2001) tapahtunut yhteensä 13 raportoitua vauriota joista yksi luokiteltiin vakavaksi. Vaurioita on aiempaa vähemmän, jonkin verran myös vesipuolella ilmeisesti paremman vedenkäsittelyn johdosta.

Vauriot jakaantuivat seuraavasti:

5 tulistinvauriota

3 sulavuotoa (kaikki samalla tehtaalla)

1 verhoputkivauriota

1 keittopintavaurio

1 ekovaurio

1 kompoundputkisärö

Vakavaksi tapaukseksi luokiteltiin Kappa Kraftliner Piteåssa sattunut tapaus jossa lipeäruiskun lusikka oli kokonaan hävinnyt. Tällöin mustalipeä suihkusi sumuttamattomana virtana suoraan pesään. Pesä jäähtyi ja sulavirtaus ränneistä väheni. Jotta kekoa saataisiin pienemmäksi käynnistettiin öljypolttimet, hetken kuluttua sulaa virtasi jo liiankin runsaasti. Ilmeisesti pesässä oli paljon palamatonta joka hetken päästä nosti keon lämpökuormaa.

Jälkeenpäin arvioitiin että ruiskun vaurio havaittiin puolen tunnin kuluessa lusikan irtoamisesta.

Seisokkiaika oli yhteensä noin 15 vrk eli noin 360 h.

4 VAURIO NORJASSA VUONNA 2001

Norjassa on kaksi sellutehdasta, ja vuonna 2001 tapahtui Peterson Linerboard Moss:in tehtaalla 19.1.2001 liuottajasäiliön räjähdys.

Tehtaalla oli ollut aiemmin ongelmia liuottajan pinnanmittauksen kanssa, impulssiputki tukkeutui vähän väliä. Operaattori huomasi pinnan olevan noin metrin normaalia alempana vaikka mittarit näyttivät normaalilukemia. Operaattori meni valvomoon ja lisäsi laihalipeän syöttöä, ja noin kahden minuutin kuluttua kuuluin kaksi pamahdusta. Lipeänpoltto keskeytettiin.

Räjähdykset aiheuttivat seuraavat vauriot:

Liuottajasäiliön luukku oli vaurioitunut

2 rännin rassia vääntyi

Toinen putkisto vääntyi

Valaisin oli hajonnut

Sulaa oli roiskunut lattialle

Itse liuottaja oli säilynyt vaurioitta. Ilmeisesti alhainen pinta oli heikentänyt virtausta ja sulaa oli keräytynyt paikallisesti liikaa. Vastaavanlaisen vaurion välttämiseksi liuottajaan on nykyään asennettu kaksinkertainen jatkuvatoiminen pinnanmittaus.

<u>Liitteet:</u>

Vaurioiden lukumäärä vauriotyypeittäin Suomessa vuosina 1986 – 2001

Keskeytysaika Suomessa vuosina 1986 – 2001

Vaurioiden keskeytysjakauma Suomessa vuonna 2001

HAJUKAASUJEN POLTTO- JA KERÄILYOHJE

Esa Vakkilainen
Jaakko Pöyry Oy

TEHDASESITTELY, UPM-KYMMENE OYJ, KAUKAS

UPM-KYMMENEN KAUKAAN TEHTAAT

Toiminta nykyisellä Kaukaan tehdasalueella Lappeenrannassa alkoi vuonna 1892, kun Mäntsälässä Kaukaankosken rannalla vuodesta 1873 lähtien toimineen rullatehtaan tuotanto siirrettiin Parkkarilan tilan alueelle Saimaan rannalle. Syy tehtaan siirrolle oli raaka-aineen saannin turvaaminen: lankarullat valmistettiin koivusta. Puisia lankarullia Kaukaalla valmistettiin vuoteen 1972 saakka. Nykyisin Kaukaan tehdasalueella Lappeenrannassa valmistetaan paperia, sellua, puukemikaaleja, sahatavaraa, sahatavarajalosteita ja vaneria. Alueen laitokset muodostavat tehokkaan integraatin, jossa sekä puuraaka-aine että tuotettu energia käytetään tehokkaasti ja monipuolisesti hyväksi. Tehdasalueen koko on noin 300 ha, kun mukaan lasketaan myös vesivarastoalueet.

Alueen tuotantolaitokset käyttävät puuta vuosittain lähes 5 miljoonaa m3. Alueella työskentelee UPM-Kymmenen eri yksiköiden palveluksessa noin 2300 henkilöä.

Tehtaiden ympäristövaikutuksia minimoidaan huomioimalla toiminnan vaikutukset ympäristöön niin jokapäiväisessä toiminnassa kuin myös investointeja suunniteltaessa. Tehtaiden jätevedet puhdistetaan uudenaikaisessa vuonna 1992 valmistuneessa biologisessa jätevedenpuhdistamossa. Vuonna 1996 valmistuneelle, uudistetulle sellutehtaalle hankittu laitteisto on myös uusinta teknologiaa sekä tuotannollisesti että ympäristönsuojelullisesti.

Kaukas

UPM-Kymmene Oyj:n Kaukaan yksikköön kuuluvat Kaukaan paperitehdas ja sellutehdas sekä lisäksi energia- ja työterveyshuolto, puunhankinta-, tekniikka ja palvelut sekä suojeluosasto, jotka palvelevat kaikkia alueella toimivia UPM-Kymmenen yksiköitä. Kaukaan henkilöstömäärä on noin 1450 henkilöä.

Kaukaan paperitehdas

Kaukaan paperitehdas valmistaa päällystettyjä hiokepitoisia aikakauslehtipaperilajeja: kertapäällystettyä UPM Cote -LWC-paperia ja kaksoispäällystettyä UPM Star -MWC-paperia. Näiden lajien pääraaka-aineet ovat kuusihioke, valkaistu havusellu ja päällystyspasta, joka valmistetaan erilaisista luonnonmineraaleista, kuten kaoliinista ja kalsiumkarbonaatista.

Tehtaan ensimmäinen linja otettiin käyttöön vuonna 1975, toinen linja vuonna 1981. Vuonna 1989 valmistui viimeisin laajennus, jolloin käynnistyi tehtaan kolmas päällystyskone. Nykyisin tehtaalla on hiomo, kaksi paperikonetta, kolme päällystyskonetta, viisi superkalanteria, neljä pituusleikkuria ja automatisoitu pakkauslinja. Vuotuinen kokonaiskapasiteetti on 570 000 tonnia.

Paperitehtaan asiakkaita ovat kustantajat ja painotalot eri puolilla maailmaa. Päämarkkina-alue on läntinen Eurooppa, mutta uskollisia, pitkäaikaisia asiakkaita Kaukaalla on myös Japanissa, USA:ssa, Brasiliassa ja

Argentiinassa. Tehtaan kokonaismyynnistä noin 10 % menee kotimaisille asiakkaille. Kaukaan valmistamia paperilajeja käytetään aikakauslehdissä, postimyyntiluetteloissa ja mainospainotuotteissa.

Kaukaan sellutehdas

Sellun valmistus Kaukaalla alkoi vuonna 1897. Nykyisen, vuoden 1996 joulukuussa käynnistyneen uudistetun sellutehtaan tuotantokapasiteetti on 680 000 tonnia sulfaattisellua. Tehdas on kaksilinjainen: toinen linjoista valmistaa koivusellua ja toinen korkeatasoista armeerausmassaa mäntykuitupuusta ja sahahakkeesta.

Lähes koko tehtaan sellutuotanto toimitetaan UPM-Kymmene-konsernin Suomessa ja muissa Euroopan maissa toimiville paperitehtaille. Tehtaan suurin asiakas on naapurissa toimiva Kaukaan paperitehdas, jonne sellu toimitetaan kuivaamattomana pumppumassana.

Kemiallinen tehdas

Osana sellutehdasta toimii puukemikaaleja uuttava kemiallinen tehdas. Sen tuotteita ovat raakamäntyöljy, neutroili ja sitosteroli. Sitoserolia ja neutroileja käytetään raaka-aineena kosmetiikka-, lääke- ja elintarviketeollisuudessa. Sitosteroli on mm. kolesterolia alentavassa margariinissa Benecolissa käytetyn sitostanolin raaka-aine.

PUUTEOLLISUUS

Schauman Wood Oy, Kaukaan vaneritehdas

Schauman Wood Oy on UPM-Kymmenen Puuteollisuus-toimialan levytuotteisiin erikoistunut tytäryhtiö. Yhtiön Kaukaan vaneritehdas valmistaa korkealaatuista koivu- ja koivuviilupintaista vaneria, jota työstetään ja jalostetaan tehtaalla asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Tuotteet ovat joko pinnoittamattomia tai fenolihartsipitoisella kalvolla tai maalilla pinnoitettuja levyjä, jotka usein paloitellaan ja työstetään suoraan loppukäyttökohteeseen asennettaviksi elementeiksi. Pääosa tuotannosta on pinnoitettuja tuotteita.

Kaukaalla valmistettu vaneri soveltuu moniin eri käyttötarkoituksiin: varastojen, konttien ja kuljetusajoneuvojen lattiapinnoitteeksi, betonointilevyksi rakennustyömaille, peräkärryjen ja rekkojen seinärakenteisiin, kylmäkuljetusaluksien ja nesteytettyä kaasua kuljettavien laivojen lastitilojen verhoukseen sekä rakennusteollisuuden erilaisiin kohteisiin. Pääasiallinen markkina-alue on Länsi-Eurooppa. Suurimmat vientimaat ovat Englanti, Saksa, Tanska, Benelux-maat ja Ranska. Euroopan ulkopuolisista maista ovat USA, Japani ja Etelä-Korea myös huomattavia markkinoita.

Vaneria Kaukaalla on valmistettu vuodesta 1926 lähtien. Nykyisin tehtaan vuosikapasiteetti on 70 000 m3 vaneria. Tehtaalla työskentelee 430 henkilöä.

Yhtyneet Sahat Oy, Kaukaan saha

Yhtyneet Sahat Oy on osa UPM-Kymmenen Puuteollisuus-toimialaa, jonka tehtaat tuottavat sahatavaraa ja sahatavarajalosteita. Yhtiön Kaukaan saha valmistaa sahatavaraa 500 000 m3 vuosittain. Se on erikoistunut mäntysahatavaran tuotantoon. Sahaustoiminta nykyisellä paikalla Kaukaan tehdasalueella alkoi 1950-luvun lopussa. Tällä hetkellä sahalla on töissä runsas 200 henkilöä.

Sahatavaraa käytetään huonekaluteollisuudessa sekä puusepänteollisuuden ja rakennusteollisuuden erilaisissa kohteissa. Sahan asiakkaita ovat sekä suuret teollisuuslaitokset että puutavaratukkuliikkeet. Tuotteista 90 % markkinoidaan EU-alueelle, mutta asiakkaita on myös Pohjois-Afrikan ja Kauko-Idän maissa. Kaukaan höyläämö jalostaa sahatavaraa rakentamiseen sekä ovi- ja ikkunateollisuuden tarpeisiin. Tuotteet soveltuvat sekä sisustamiseen että käytettäväksi ulkorakenteissa. Suurimmat markkina-alueet ovat Suomi, Saksa ja Irlanti. Höyläämöllä työskentelee noin 40 henkilöä.

Kaukaan tutkimuskeskus

UPM-Kymmenen Paperiteollisuuteen kuuluvassa Kaukaan tutkimuskeskuksessa tehdään graafista tutkimusta, massa- ja prosessitutkimusta, päällystys- ja tuotetutkimusta sekä kemiallisia analyysejä sekä ympäristönsuojeluun liittyviä mittauksia ja analyysejä. Tutkimuskeskuksessa työskentelee noin 90 henkilöä.

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

1/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 2001, 25.1.2001
Oy Metsä-Botnia Ab Äänekosken tehtaat/
hotelli Alexandra, Jyväskylä; esitelmät
16A0913-110, 00-A221-16A/E21

2/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Kattilavuotojen valvonta ja ohjeistus,Karjunen, Timo
21.2.2001 (16A0913-E0022)

3/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilan uudet materiaalit –projekti; 1. ja 2. väliraportti
TKK/ Saarinen Pekka, VTT/ Hänninen Hannu, TKK/ Pohjanne Pekka
22.2.2001 (16A0913-E0023)

4/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattiloiden päästölaskelmien tehdaskartoitus
Jaakko Pöyry Oy/Lehtinen Markku
26.2.2001 (16A0913-E0024)

5/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2000 16
8.3.2001(16A0913-E0025)

6/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Kartoitus hajukaasujen keräily- ja polttosuosituksen laatimista
Jaakko Pöyry Oy/Sebastian Kankkonen
5.3.2001 (16A0913-E0026)

7/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Vuosikokous 2001, 29.3.2001, UPM-Kymmene Oyj, Tervasaari, Valkeakoski,
Pöytäkirja (16A0913-E0027)

8/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Lehtinen M.; BLRBAC kevätkokous 2.-4.4.2001, Atlanta
Matkaraportti (16A0913-E0028)

9/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Kemikaalikierron likaantumisongelmat. Seminaari 22.5.2001 KCL.
Kesseli H, Metso Paper; Nurminen K, Kvaerner Pulping Oy, Svensson C, Savcor Process Oy, Hupa M, Åbo Akademi, Salmenoja K, Kvaerner Pulping Oy, Engdahl H, Andritz-Ahlstrom Oy, Järvinen R, KCL. Toim. Niemelä K, KCL. (16A0913-E0029)

10/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 2001, 11.10.2001, Best Western Hotel Haaga, Helsinki, esitelmät
16A0913-E0030

11/2001 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilalaitoksen vaaranarviointi
Soodakattilayhdistyksen Kestoisuustyöryhmä/Vaaranarviointityöryhmä
18.10.2001 (16A0913-E0032)

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

1/2002 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilalaitosten käyttämät kemikaalit, jatkuvatoimiset analysaattorit, veden laatutiedot ja sovelletut laatuarvot
Kurkela Sinikka
15.1.2002 (16A0913-0033)

2/2002 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 2002, 24.1.2002
UPM-Kymmene Oyj, Kaukas/Scandic Hotel Patria, Lappeenranta, esitelmät
(16A0913-0034)