



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Konemestaripäivä 2007

**Kulttuurikeskus, Kemi
Oy Metsä-Botnia Ab, Kemin tehdas,
Hotelli Cumulus Kemi**

25.1.2007

Raportti 1/2007



KONEMESTARIPÄIVÄ 2007

OHJELMA

Kulttuurikeskus, Kemi
Oy Metsä-Botnia Ab, Kemin tehdas
Hotelli Cumulus, Kemi
torstai 25.1.2007

klo

09.00	Ilmoittautuminen <i>Kulttuurikeskus, Marina Takalonkatu 3, Kemi</i>
09.45	Tilaisuuden avaus <i>Kimmo Pelander, tuotantopäällikkö, Oy Metsä-Botnia Ab, Kemi</i>
10.00	Kaukaan soodakattilan vauriot <i>Jukka Savolainen, UPM-Kymmene Oyj, Kaukas</i>
10.30	Kahvitauko
11.00	Soodakattilan sähkön ja lämmön tuoton maksimointi. Esimerkkinä Östrand <i>Jan Storbacka, Andritz Oy</i>
11.30	Ruotsin vauriot 2006 <i>Sven Lahti, Inspecta Sweden AB</i>
12.00	Lounas
13.00	Työturvallisuuden merkitys kattilaremonttien aikataulujen kiristytessä <i>Jukka Rikkinen, Metso Power Oy</i>
13.30	Voimalaitoksen jälkiannostuskemikaalien haitat ja niiden ehkäisy <i>Teuvo Rantamäki, Suomen KL-Lämpö Oy</i>
14.00 ->	Kahvi ja tutustuminen Metsä-Botnian Kemin tehtaaseen
17.00 -19.00	Sauna <i>Hotelli Cumulus</i>
19.30 -21.00	Päivällinen <i>Hotelli Cumulus</i>

KAUKAAN SOODAKATTILAN VAURIOT

**Jukka Savolainen,
UPM-Kymmene Oyj, Kaukas**

KAUKAAN SOODAKATTILAN VAURIOT

SOODAKATTILAYHDISTYKSEN KONEMESTARIPÄIVÄ

Kemi, 25.01.2007

Jukka Savolainen, UPM-Kymmene Oyj.

TAUSTA: VAURIOT, TUTKIMUKSET, TOIMENPITEET

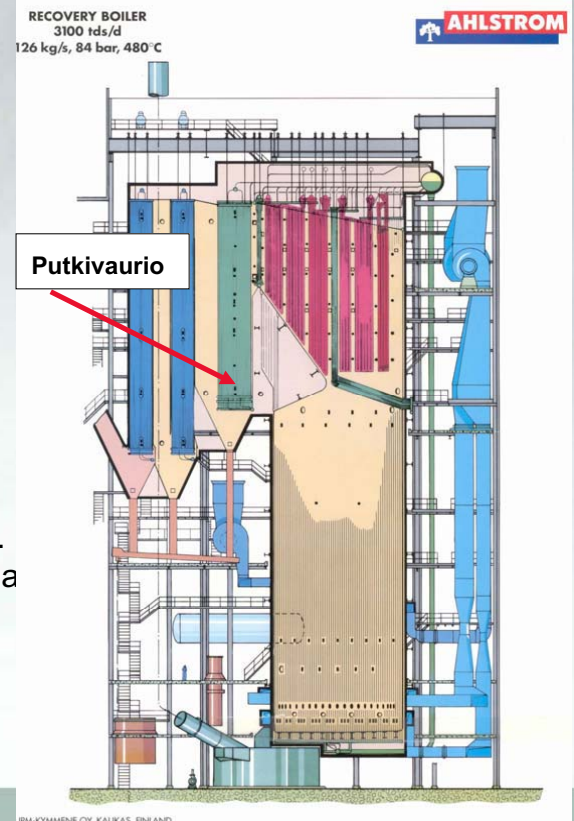
- Vesikemian kartoitus ja vertailu 2002, 2005 ja 04/2006.
- Vuodot keittopintaputkessa 01/2005 ja tulipesäputkessa 03/2006.
- Syöttöveden ja höyryn vetymittaukset 2002, 02/2005, 05/2006 ja 11/2006.
- Vesien rautapitoisuuksien kartoitus 02/2005, vesikiertotutkimus 01/2006, vesikemian ja kemikaalien tutkimus 03/2006, lauhdekartoitus 05/2006.
- Vaurioputkien tutkimukset 2005 ja 2006.
- Kesäkuussa 2005 laaja tutkimus: näytepaloja tulipesäputkista ja keittopinnalta, kammioden tarkastuksia, kerrostumien analysointia ja poistoa, putkipaksuuksien mittausta, perusaineen ultraääni-tarkastuksia sekä visuaasia tarkastuksia.
- Syyskuussa 2005 kahdeksan näytepalaa keittopinnalta.
- Maaliskuussa 2006 mittaukset tulipesän oikealta seinältä, vaurioseinäputken endoskoopitarkastus ja vaurioputken analysointi.
- Syyskuussa 2006 laaja tulipesän tarkastus. Löytyi runsaasti putkiston sisäpuolista kerrostumaa ja korroosiota. Kuparia. Tulipesäputkia vaihdettu 300 m, seisokki 6 viikkoa.
- Peittäus, magnetiittikalvonajo sekä vesikemian ja analysoinnin muutoksia.



VAURIO TAMMIKUU 2005

VAURIO TAMMIKUU 2005

- Putken sijainti
 - n. 0.3 m keskilinjasta vasemmalle
 - Keittopinnan takaosan etummaisiin putki
- Vauriokohta
 - n. 4 m korkeudella jakotukista putken toiselta puolelta (evien väli) kämmenen kokoinen pala irronnut. Toiseksi alimman nuohoimen alapuolella savukaasujen poiskulkuaukon kohdalla (ei takaseinää).
 - Putken sisäpuolinen ohentuma n. 1-3 m matkalla, sen jälkeen normaalivahvuus sekä ylä- että alapuolella ja viereisissä putkissa.
 - Savukaasun lämpötila vauriokohdan alueella on n. 450-550°C ja kylläisen vesi/höyryseoksen lämpötila on n. 295-315°C.



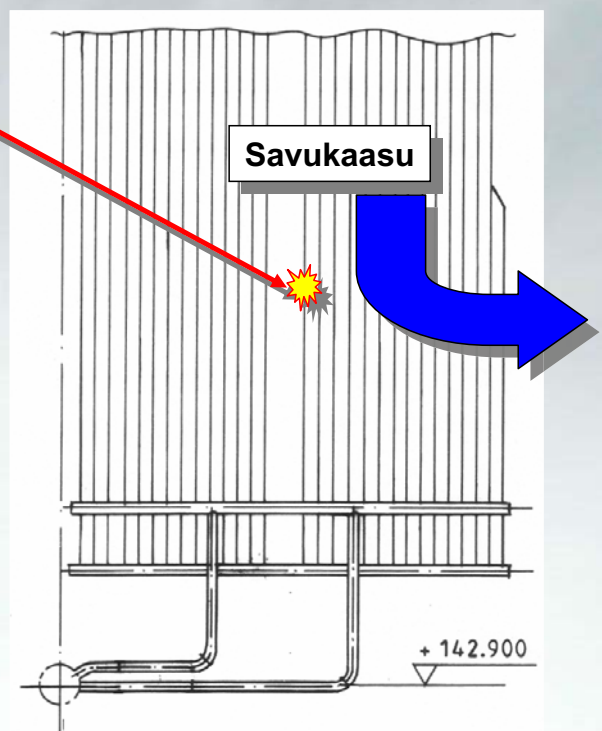
UPM - Kaukaan soodakattilan vauriot (Konemestaripäivä 25.1.2007)

VAURIO TAMMIKUU 2005

- Vaurioitunut keittopintaputki
- Kattila oli ennen vauriota lähes täydessä kuormassa. Syöttövedtä meni n. 145 kg/s ja höyryä tuli ulos n. 5 kg/s vähemmän. Kattila pysähtyi ilman ennakko-oireita lieriön alapintalukituksesta ja syöttöveden ja höyryn ero ehti kasvaa hyvin nopeasti yli 50 kg/s:iin.

Putkivaurio

Savukaasu



UPM - Kaukaan soodakattilan vauriot (Konemestaripäivä 25.1.2007)

- VAURIOITUNUT KEITTOPINTAPUTKI



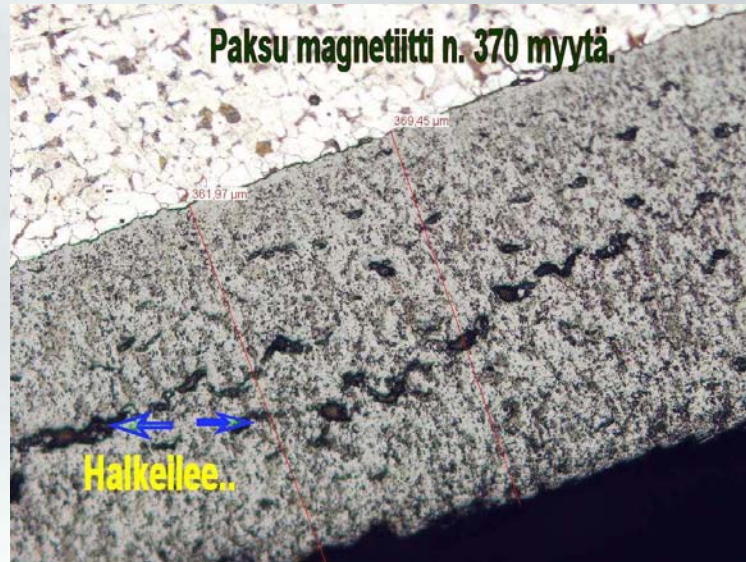
UPM - Kaukaan soodakattilan vauriot (Konemestaripäivä 25.1.2007)

7

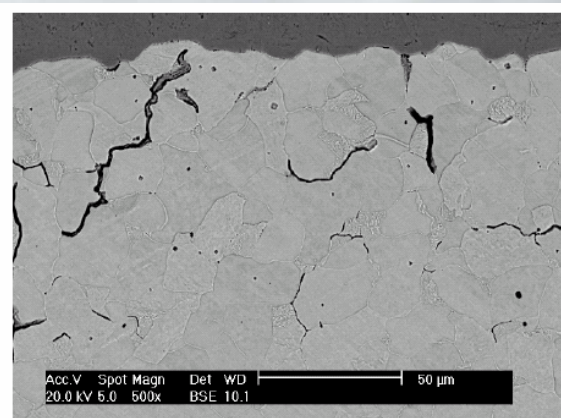
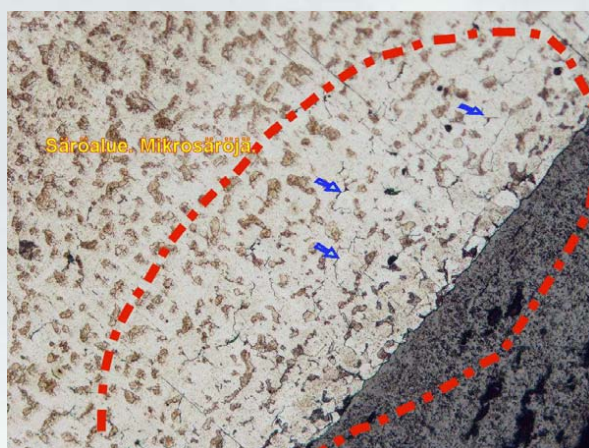
- VAURIOITUNEEN KEITTOPINTAPUTKEN ANALYYSI:

- Värin ja magnetiitin paksuuden perusteella putki on ylikuumennut, mutta lämpötila ei ole riittänyt aiheuttamaan rakennemuutoksia. Lämpötila on jäänyt alle 500°C.
- Magnetiittikerros on erittäin paksu: 370 µm. Paksuuntuessaan halkeillut ja irronnut "hiutaleina", jolloin seinämä ohentunut.
- Putkessa sisäisiä raerajasäröjä. Kyseessä on vetyhyökkäys. Hiilenkato näkyy jonkin asteisena.
- Magnetiitin kasvun alkusyy epäselvä. Vesipuolen ilmiöstä alkusysäys.
- Ko. keittopinta-alueella ei pitäisi olla korkeita lämpötiloja paksunkaan magnetiitin kanssa.

Paksu, huokoinen ja halkeillut magnetiitti. (L. Koivisto 17.2.2005, kuva 2)

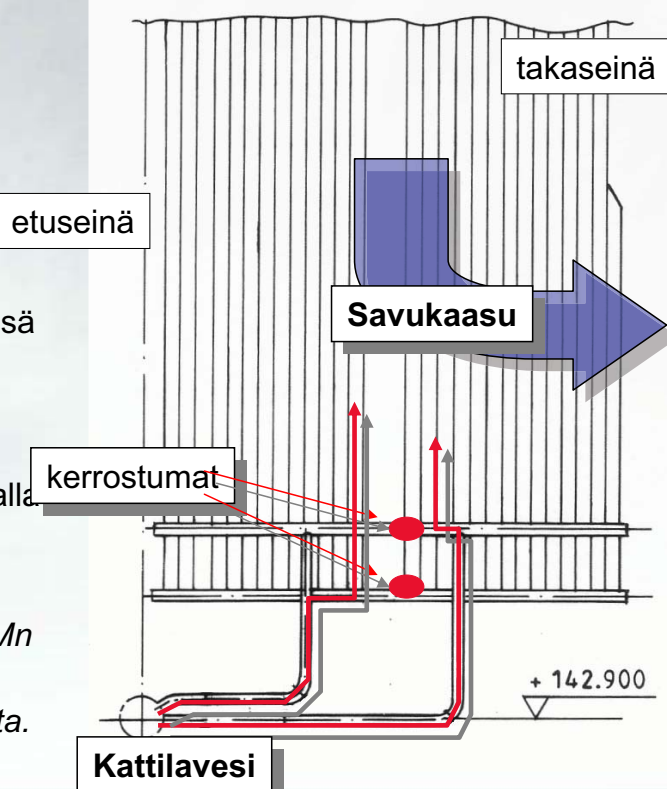


Säröalue ja mikrosäröjä SEM-kuvassa.
(L. Koivisto 17.2.2005, kuvat 5 ja 6)



■ KEITTOPINTAPUTKIEN SISÄ-PUOLISEN KERROSTUMAN SIJAINTI JA KOOSTUMUS:

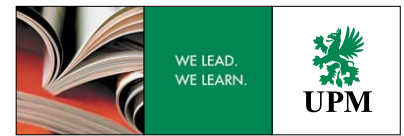
- Keittopinnan paneelien jakokammioissa sivusuunnassa kattilakeski-osassa n. 2 m:n alueella takaseinän puoleisessa osassa nuohoussolan puoleisessa päädyssä 25-75% tuke.
- Virtausvastusta 1-2 putkessa per paneeli.
- Vaurioitunut putki oli tällä pahimmalla alueella.
- Kerrostuman koostumus:
 - Fe 97%, Cr 0.3%, Cu 1.6%, Mn 0.8%, Ca 0.2%, P 0.1%.
 - Lähes kokonaan epäorgaanista.



■ KESÄKUUN 2005 NÄYTEPALAT (keittopinta):



VAURIO TAMMIKUU 2005



UPM - Kaukaan soodakattilan vauriot (Konemestaripäivä 25.1.2007)

13

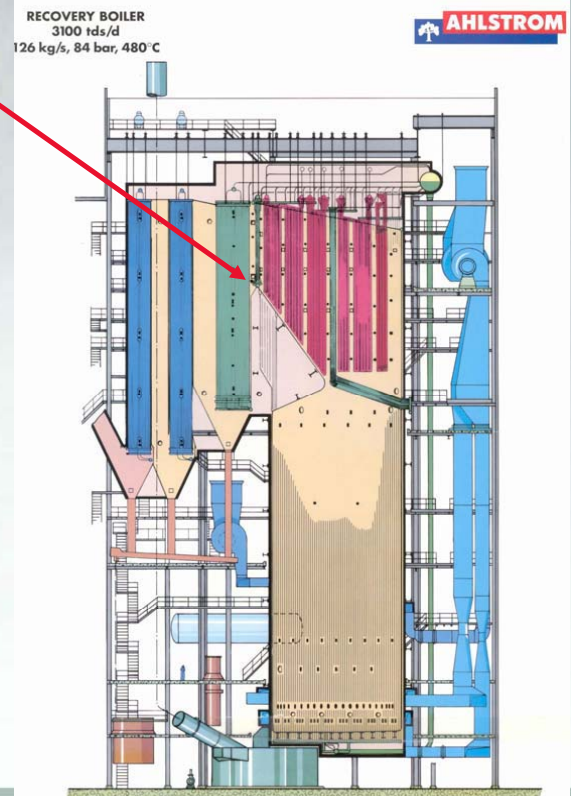


VAURIO KESÄKUU 2005

VAURIO KESÄKUU 2005

- Vaurioitunut putki 06/2005
- Hilaputkiston jakokammion vasemmassa laidassa havaittiin vuoto koeponnistuksessa
- Keittopinnan etuseinän laitimaiset putket on käännetty sivuseinille ja kammioon on jäänyt tästä ylimääräinen 100 mm yhde molempiin päihin
- Pätkät sakkaa täynnä ja syöpyneet ulkopuolelta
- Molemmat vaihdettiin (toinenkin oli ohentunut)

Putkivauriot



UPM - Kaukaan soodakattilan vauriot (Konemestaripäivä 25.1.2007)

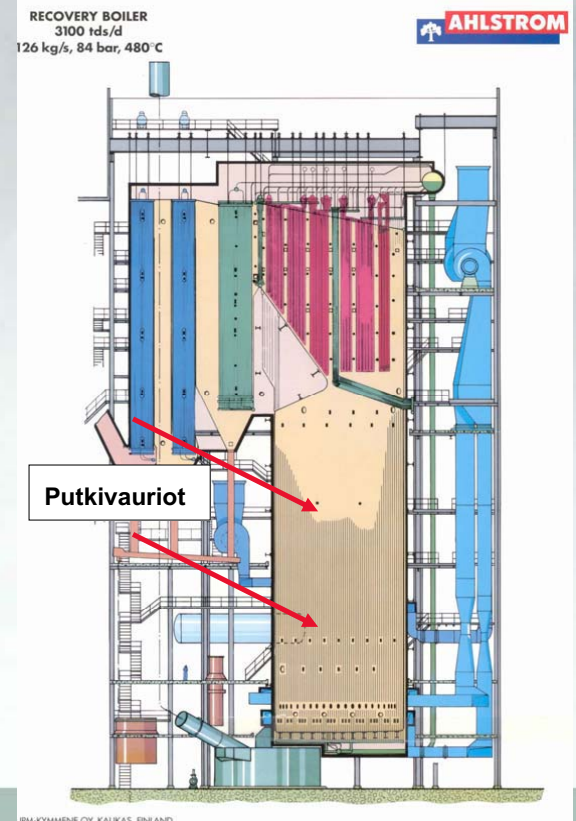
UPM-KYMMENE OY KAUKAS, FINLAND

15

VAURIO MAALISKUU 2006

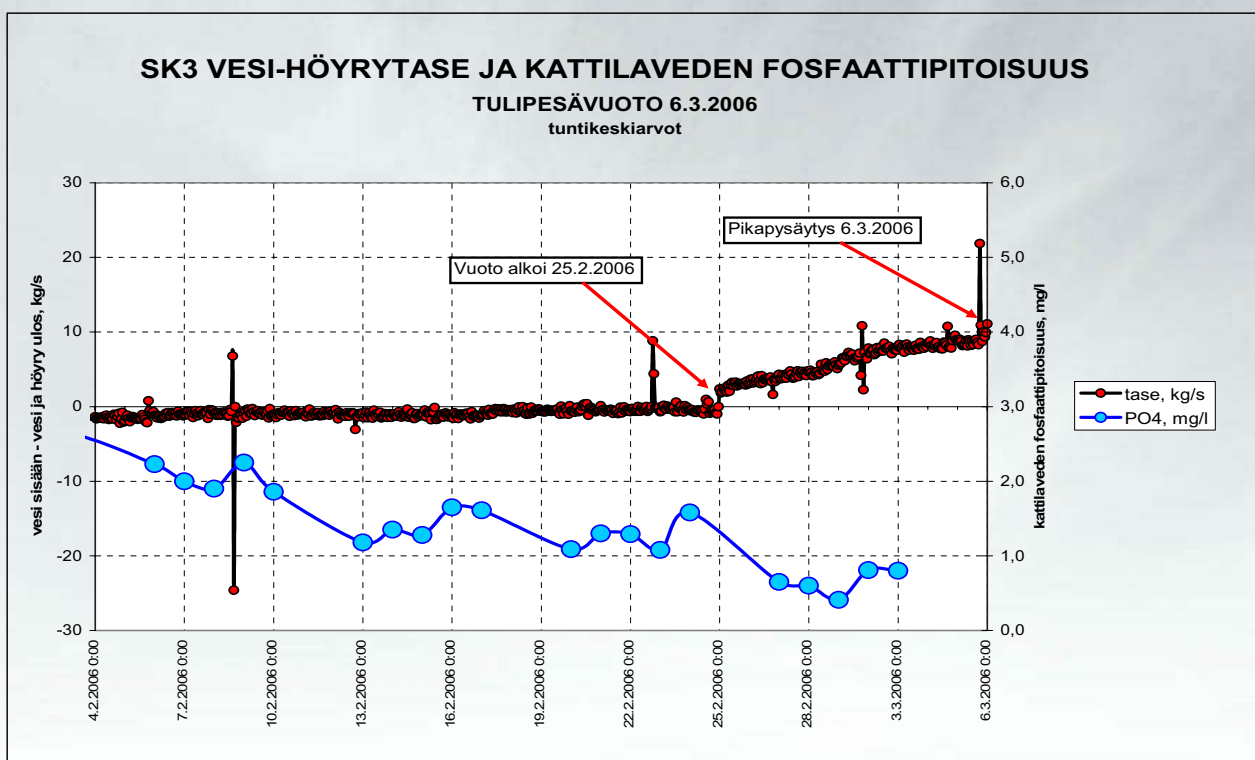
VAURIO MAALISKUU 2006

- Kattilassa oli havaittu kattilaveden fosfaattipitoisuuden laskua ja savukaasupuhaltimien likaantumista muutaman päivän ajan maaliskuun ensimmäisellä viikolla 2006.
- Sunnuntaina 5.3.2006 kattilan vesi-höyrytaseen laskenta oli alkanut heitellä. Taselaskenta oli tuolloin reaaliaikainen. Nuohoushöyryn virtausmuutokset ja lieriön pinnansäätö-heilahtelut aiheuttavat taselaskentaan häiriötä niin, että hetkellinen tasearvo heiluu huomattavasti. Tämän vuoksi laskennan hälytysraja oli 10 kg/s. Tämä oli alkanut hälytellä sunnuntaina 5.3.2006 ja asiaa alettiin tutkia. Vuotoa ei oltu ehditty varmistaa, vaikka viimeiset tuntikeskiarvotkin osoittivat (jälkeenpäin tutkittuna) jo 10 kg/s:n eroa.
- Yöllä n. 00:55 kattilan vesipinta hävisi lieriöstä ja kattila pysähtyi alapintalukituksesta. Vesipintaa yritettiin ensin saada takaisin syöttövetä lisäämällä, mutta vesi-höyrytaseen eron kasvettua yli 100 kg/s:n ja kun kattilan tulipesästä alkoi kuulua jymähtelyä, tehtiin **pikapysäytys ja pikatyhjennys**. Kattila tyhjeni suunnitellusti noin 20 minuutissa päälaskuputkien pikatyhjennysputkien tasolle eli n. 2,5 metriin (pohjasta) asti. Kattilalta ei valvomoon asti kuulunut enää jymähtelyä. Kattilahuoneessa liikkumisesta pidätyttiin 10 tuntia pikapysäytyksestä.



UPM - Kaukaan soodakattilan vauriot (Konemestaripäivä 25.1.2007)

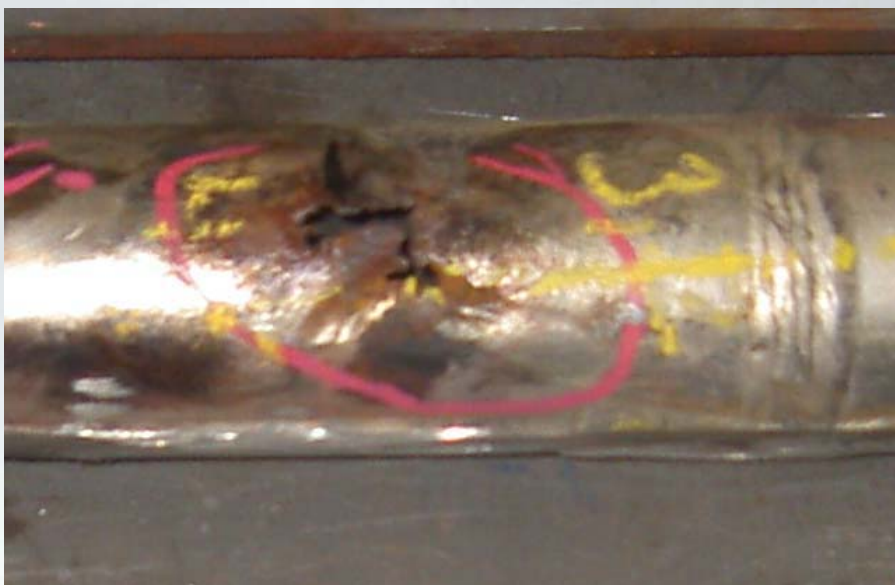
VAURIO MAALISKUU 2006



UPM - Kaukaan soodakattilan vauriot (Konemestaripäivä 25.1.2007)

- TULIPESÄN VAURIOPUTKEN SIJAINTI JA VAURIOKOHDAT (03/2006)
 - Putken sijainti
Tulipesän oikea seinä 43. putki takaa (yht. 164) eli n. 3.3 m takaseinästä
 - Vauriokohdat
 - Alempi reikä n. 100 mm alkuperäisen compound/musta-rajasauman alapuolella, n. 10 m pohjasta.
 - Putken sisäpuolinen ohentuma n. 100 mm matkalla, sen jälkeen normaalivahvuus sekä ylä- että alapuolella ja viereisissä putkissa.
 - Ylempi reikä n. 150 mm nykyisen compound/musta-rajasauman yläpuolella, n. 22 m pohjasta.
 - Putken ulkop. ohentuma n. 150 mm matkalla. Pullistuma, joka revennyt.
 - Savukaasun lt. vaurioalueilla on n. 900-1100°C.
 - Kylläisen vesi/höyryseoksen lämpötila on n. 295-315°C.
 - Veden keskim. virtausnopeus kiertolaskelmien perusteella 1.5-3.0 m/s. Höyryn osuus ulostulossa 35-45 til-% ja 5-6 m-%.

- VAURIOPUTKI, 03/2006, ALEMPI REIKÄ:



■ VAURIOPUTKI, 03/2006, YLEMPI REIKÄ:

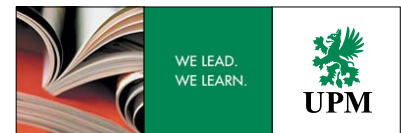


■ VAURIOITUNEEN TULIPESÄPUTKEN TUTKIMUKSET

- Andritz, Lasse Koivisto / TTY, Kati Rissa:
 - *Mustan putken (ylempi vuoto) vaurio on ylikuumentumisen aiheuttama.*
 - *Compound-putken sisäpuolen magnetiittikerros on paikallisesti kasvanut ja aiheuttanut korkean metallin lämpötilan sekä syönyt sisäpintaa säröilemällä (terminen väsyminen). Korkean lämpötilan seurauksena myös ulkopinta syöpynyt ja säröillyt.*
 - *Compound-putken sisäpinnan kerrostumassa on paljon kuparia ja paikoitellen myös runsaasti rikkiä. Ei merkkejä vetyhyökkäyksestä.*
- Inspecta, Sari Mäkinen:
 - *Musta putki (ylempi vuoto) on kärsinyt ylikuumentumisen aiheuttamista mikrorakennemuutoksista ja muutoksista kovuudessa. Vaurio on tapahtunut ylikuumentumisen takia.*
 - *Compound-putki (alempi vuoto) ohentunut sisäpuolisen korroosion takia.*
 - *Em. vaurion syynä vääränlaisen vesikemian aiheuttama vetysäröily. Epäpuhtauksina kupari, rikki ja kloori.*

TARKASTUKSET JA VAURIOT 09/2006

TARKASTUKSET JA VAURIOT 09/2006



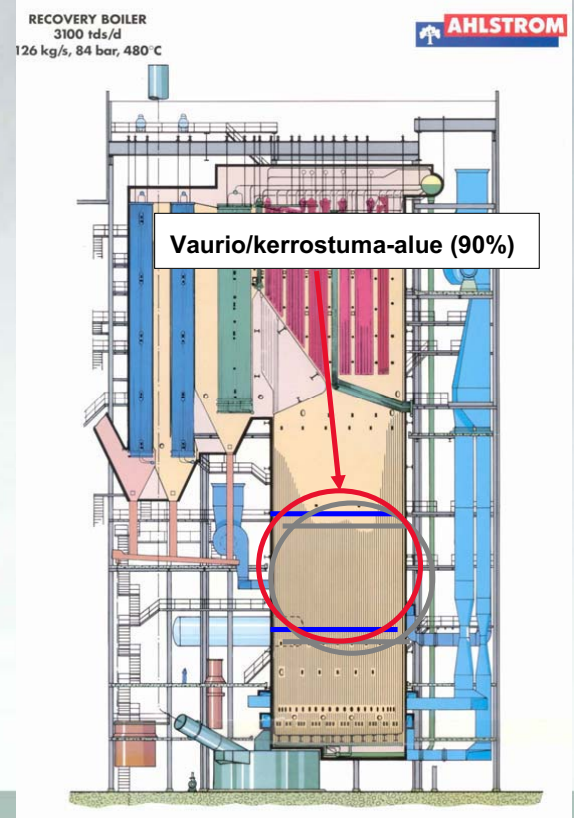
- Tulipesäputkien ulkopuolinen sekä lieriön ja kattilan kammioiden sisäpuolinen visuaalinen tarkastus
 - Kammioissa oli sakkakerrostumia ja metallilastuja, mutta ei samassa määrin kuin kesäkuussa 2005.
- Putkipaksuuksien mittaukset
- Tunkeumanestetarkastukset kattilan aukkojen ohituksille ja pohjan pyörrevirtatarkastus
- Tulipesäputken sisäpuolisen kerrostuman analysointi
 - 22,1% kuparia, 1,4% mangaania, 1,3% kalsiumia, 1,1% fosforia sekä pieniä määriä magnesiumia, alumiinia ja piitä. Rautaa oli 73,5%. Kerrostumasta oli siis noin neljäsosa "ylimääräistä" epäpuhtautta ja varsinkin kuparin suuri määrä oli hälyttävä. Koepeittaus laboratoriossa, jonka perusteella peittäusmenetelmää muutettiin.
- Koepalat kattilaputkistosta
- Kattilaputkien perusaineen ultraäänitarkastus
 - runsaasti kerrostumaa, korroosiota ja vaihdettavaa putkea.

- SYYSSEISOKKI 2006 TYYPILLISIÄ KERROSTUMIA TULIPESÄPUTKISSA:



TARKASTUKSET JA VAURIOT 09/2006

- Runsaasti ultralla huonoiksi luokiteltuja kohtia.
 - Muutamaputki irrotettiin ja löytyi runsasta sisäpuolista kerrostumaa ja korroosiota.
 - Neljä putkea laitettiin välittömästi tutkimuksiin, mutta jo silmämääräisen tutkimuksen, kerrostuman koostumus-analysoinnin ja aikaisempien vaurio-tapausten perusteella kaikki vastaavat osat päätettiin vaihtaa.
- Kerrostuma- ja vauriokohdat pääosin kahdella tulipesän vaakasaumalla.
 - Alempi 10 m:n korkeudella, alkuperäisellä compound/musta-rajasaumalla.
 - Ylempi nykyisellä compound/musta-rajasaumalla 22 m.
 - Myös saumojen väliseltä alueelta löytyi hieman huonoa putkea, muttei juurikaan muualta.
 - Compound-rajan nosto 1999, jolloin asennettiin uudet, asennuspaikalla peitatut compound-paneeliseinät.
 - Yli 90% nyt kerrostuman tai vaurioiden takia vaihdetuista putkista oli tällä välillä.
- Vaihdettua putkea tuli yhteensä noin 300 metriä ja vaihdettuja pätkiä noin 300 kappaletta.

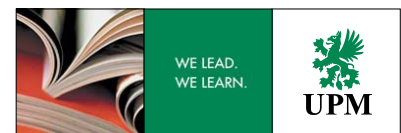


- Tutkituista kuudessatoista koepalasta löydettiin tulipesäputkista runsaasti kerrostumaa ja korroosiota.
 - Kerrostumissa runsaasti kuparia.
 - Pienempiä määriä kalsiumia ja fosforia.
- Magnetiittikerros ei ollut hyvä tulipesässä eikä keittopinnalla.
- Tulipesän alueelta tutkittu 11 putkea
 - Kahdesta löytyi merkkejä hiilenkadosta eli alkavasta vetyhyökkäyksestä.
 - Säröjä tai haurautta ei kuitenkaan löydetty yhdestäkään tutkitusta putkesta.
- Tutkituksi tuli noin 3% kaikista vaihdetuista putkista
 - Tällä otannalla voidaan olettaa, että ilmiö löydettiin ajoissa eikä vauriomekanismi vielä ollut ehtinyt edetä yhtä pitkälle koko tulipesässä kuin maaliskuun 2006 tulipesävuodon vaurioputkessa.
 - Muutkin (eli 97%) tarkastuksissa löydetyistä kerrostumaa sisältävistä putkista, joissa ilmiö mahdollisesti oli ehtinyt edetä pidemmälle kuin laboratoriossa tutkituissa putkissa, tuli vaihdettua.

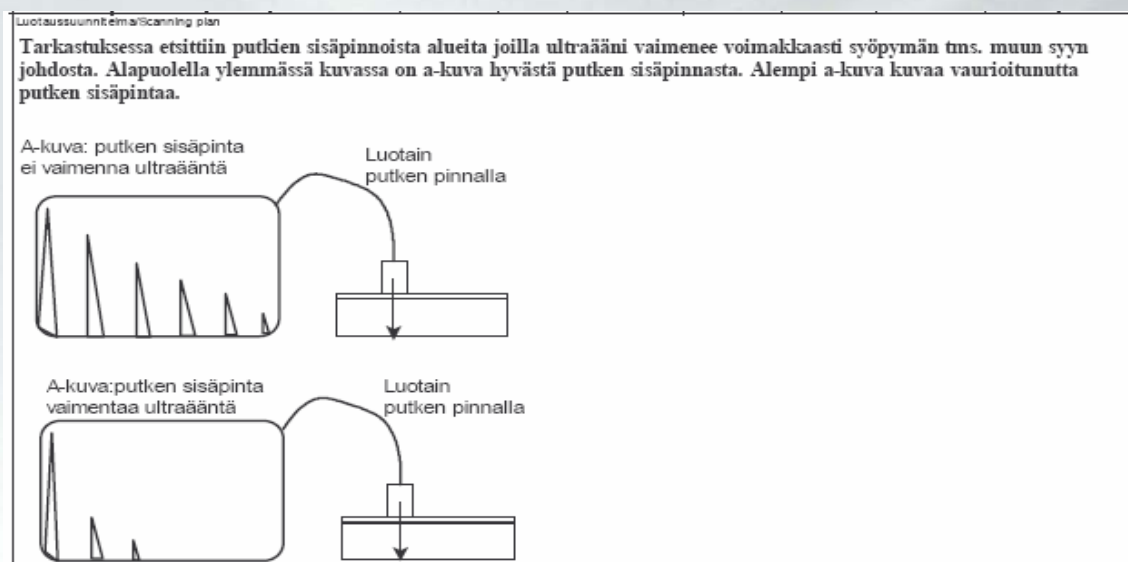
- Kerrostumien ja vaurioiden sijaintiin löytyy pääosin selitys saumojen ja mutkien toimimisesta virtauksen epäjatkuvuuskohtina, joihin epäpuhtaudet ensimmäisinä ydintyvät.
 - Kerrostuman leviämislle kahden toisistaan kaukana olevan saumarivin välille ei löydy luontevaa selitystä.
 - Näyttää siltä, että epäpuhtaudet pystyvät kiinnittymään myös suoralle, saumattomalle putken osalle.
 - Myöskään alempana tulipesässä olevien saumojen (aukkojen ohitukset yms.) puhtaus ei selity luontevasti. Näistä osa on kuumemmissa oloissa tulipesän puolella kuin löydetty vauriokohdat.
- Suoralle putkelle tarttumiseen on mahdollisesti vaikuttanut jo aiemmin saumoihin kertyneet epäpuhtaudet.
 - Tässäkin tapauksessa ilmiön ymmärtämiseen tarvittaisiin putken sisäisen virtauksen ja kiehumisen dynamiikan tuntemista tai mallintamista.

PUTKIEN PERUSINEEN ULTRAÄÄNITARKASTUKSET

PUTKIEN PERUSINEEN ULTRAÄÄNITARKASTUKSET



- Menetelmä perustuu ultraäänikaiun vaimenemiseen äänen kulkiessa useita kertoja putken ulko- ja sisäpinnan välillä. Vaimenemista seurataan laitteen näytölle tuodusta käyrästä. Kun putken sisäpuoli (tai putkimateriaali itse) on epänormaalisissa kunnossa, ei kaiku tule jatkokerroilla samanvahvuisena takaisin kuin ensimmäisellä kerralla vaan vaimenee voimakkaammin kuin terveellä putkella. Tätä vaimenemista tulkitaan näytöltä.



- Tarkastettiin pohja ja tulipesän seinät 23 m:iin asti 100%:sti, yhteensä noin 16,8 km. Ko. menetelmä osoitti "huonoksi" n. 160 m ja kun lisättiin hieman vaihdettavaa putkea, tuli vaihdetuksi n. 300 m putkea eli 1.8% compoundalueen putkista.
- Kaiun vaimenemista joudutaan tulkitsemaan ja siinä on "harmaa alue", jolla tulkinta on vaikeaa. Kaiku ei ole täysin terve, muttei vaimenekaakaan samoin kuin huonossa putkessa.
- Jokaisen vaihdetun putken pätkän kohdalta tarkastettiin putken sisäpuoli endoskoopilla molempiin suuntiin noin 6 m:n matkalta eli yhteensä noin 4 km:n matkalta, mikä on noin neljäsosa ko. alueen kokonaisputkimäärästä.
 - Endoskooppitarkastuksilla löytyi neljätoista kappaletta sisäpuolista kerrostumaa omaavia kohtia, joita ei ollut ultraäänellä löydetty, taikka ei ollut tulkittu huonoiksi.
 - Kattilan pohjalla alue, joka ei täysin terve, mutta kaiku ei kunnolla vaimentunutkaan. Tältä alueelta tarkastettiin endoskoopilla 5 putkea pohjan syöttöputkien kautta sekä tutkittiin lisäksi yksi koepala laboratoriossa. Ei kerrostumia ja tutkittu putki täysin terve. Alue tarkastettiin peittauksen jälkeen uudelleen ultralla ja nyt putket näyttivät täysin terveiltä.
- Menetelmällä löydetään putkien sisäpinnalta kerrostumia ja vaurioalueita, mutta menetelmä ei ole sataprosenttisen varmaa kumpaakaan suuntaan.
 - Huonoiksi tulkituissa kohdissa oli sisäpuolista kerrostumaa myös silmämääräisesti.
 - Kohtia, joissa putken sisäpinnalla ei ollut kerrostumaa, mutta putken rakenteessa silti jotain vauriota, ei tullut esiin.



VAURIOIDEN SYYT JA YHTEENVETO

- Vaurioiden syy on kaikki tehdyt tutkimukset yhteenvetäen kattilaputkiston sisäpuolinen, vesikemian aiheuttama korroosio.
- Korroosiota ovat aiheuttaneet epäpuhtaudet, joista selvästi suurimpana ja haitallisimpana erottuu kupari. Kuparin lähteeksi on puolestaan tarkentunut kuivauskone-1:n kaappiosan lauhde. *Ko. lauhde kanaaliin 05/2006 alkaen ja vuotoja korjattu kuivauskoneella. Kuparisuodin asennetaan 02/2007.*
- Toinen korroosiota edistänyt ja ns. vetyhyökkäyksen mahdollistanut tekijä on ollut kattilaveden liian korkea pH, joka on johtunut lauhteen pehmennyssuodattimien elvytyskemikaalista karanneen vapaan natriumin muodostamasta NaOH:sta kattilavedessä. *Elvytyskemikaali vaihdettu ammoniumkloridiksi 10/2007, jolloin pH ja natrium saatu kohdalleen.*
- Kolmas vaurioihin vaikuttanut syy on kattilaveden muut epäpuhtaudet (mm. Ca) ja neljäs kattilan kammioihin kertynyt sakka. *Lauhdesysteemiä ja kammioiden puhalluksia on tutkittu ja tehty parannuksia.*

KANNATTAA TARKASTELLA MUILLAKIN LAITOKSILLA:

- Perusaineen ultraäänitarkastusmenetelmä on käyttökelpoinen ainetta rikkomaton menetelmä kattilaputkien sisäpuolisten kerrostumien tai vaurioiden etsimiseen, muttei anna täyttä varmuutta.
- Kuparianalyysit kannattaa tehdä lauhteista ja syöttövedestä, vaikkei parhaan tiedon mukaan tehtaalla olisi kuparilaitteita käytössäkään. Pieni - mutta haitallinen - määrä kuparia ei näy johtokykymittauksissa tarpeeksi selvästi.
- Kuparilaitteisiin lauhdepiirissä tulee kattilapuoella suhtautua erittäin varovaisesti. Riittävä analysointi, vuotojen minimointi ja tarvittaessa kuparin suodatus lauhteesta ovat keinoja estää kuparin pääsy kattiloihin.
- Kattilan kammioiden säännöllisistä puhalluksista sakan poistamiseksi on pidettävä huolta.
- Mahdollisten lauhteen pehmennyssuodattimien elvytyskemikaalia on harkittava, jos lauhteessa on natriumia. Myös muita natriumin lähteitä on ja sen pitoisuuden analysointi on paikallaan, vaikka johtokykymittaukset olisivatkin olemassa.
- Vuodonvalvontasysteemejä on syytä kehittää, jotta mahdollisimman äkkiä saadaan tieto alkavasta vuodosta ja myös sen paikasta. Pelkän vesi-höyrytaseen rinnalle on tuotavissa tietoa vesikemikaali-, savukaasu- ja akustisista mittauksista.
- Koepaloja kattilan putkistosta kannattaa tutkituttaa aina, kun se on mahdollista. Esimerkiksi kunnossapitotöissä jostakin syystä irrotettuja putkia kannattaa hyödyntää.

WE LEAD.
WE LEARN.

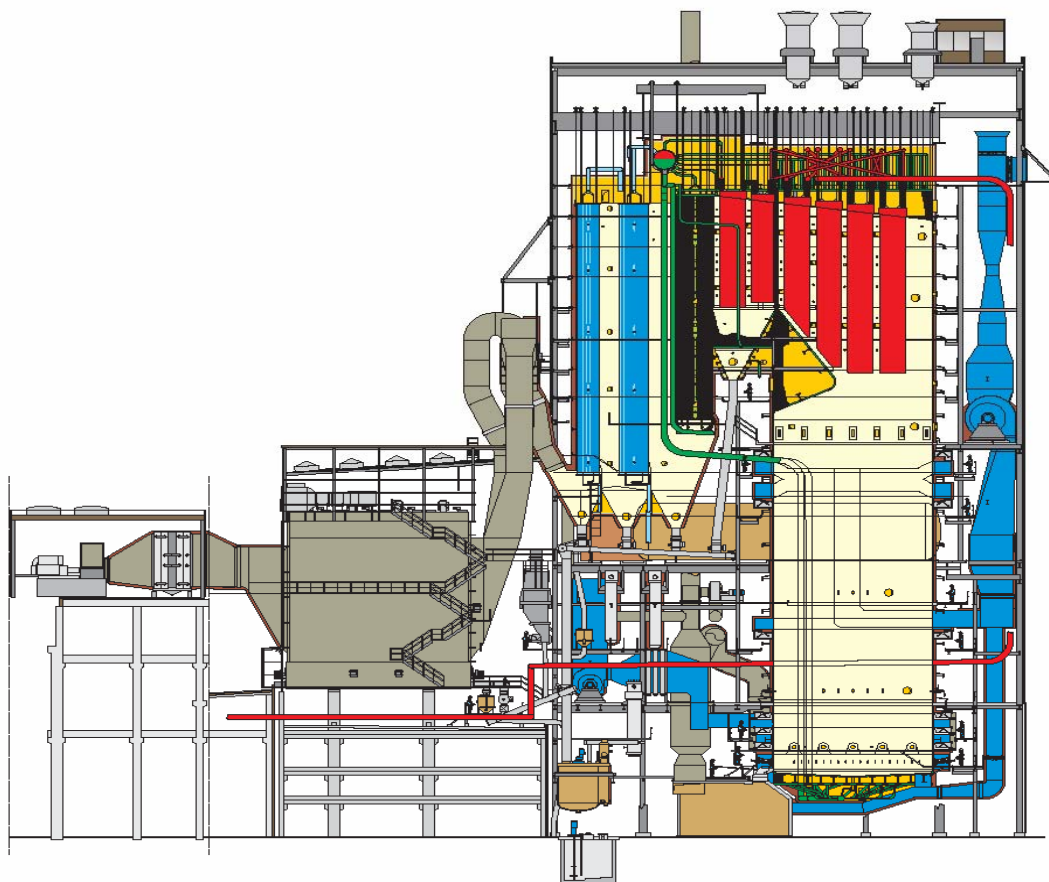


**SOODAKATTILAN SÄHKÖN JA LÄMMÖN TUOTON MAKSIMOINTI
ESIMERKKINÄ ÖSTRAND**

**Jan Storbacka,
Andritz Oy**

10.01.2007
1 (10)

ÖSTRAND UUSI SOODAKATTILA SP 6

SCA Östrand, Sweden
RECOVERY BOILER

10.01.2007
2 (10)

SCA ÖSTRANDIN SP6 - PROJEKTI

TAUSTA

Tehtaan vanha soodakattila no.5 käynnistyi 1982 suunnitteluarvoilla 60 bar(e) ja 450 °C ja kapasiteetti oli noin 1500 tka/24h. Vuoteen 2003 mennessä Östrandin sellutuotanto oli kasvanut melkein 400.000 vuositonniin vastaten noin 2100 tka/p kattilakuormaa. Soodakattilasta oli muodostunut selvä tuotannon pullonkaula.

Viimeisinä vuosina oli havaittu vesilieriön korroosiota ja kaksilieriökeittopinnan laskuputkia oli jouduttu vuoteen 2003 mennessä tulppaamaan noin 11 % kokonaismäärästä. Lähivuosina olisi jouduttu vaihtamaan kaikki keittopinnan putket tai siirtymään yksilieriöratkaisuun. Lisäksi oli edessä tulistimien vaihto. Korvausinvestointitarve nousi hyvin isoksi, seisakkaika olisi ollut pitkä ja soodakattilan kapasiteettiä ei pystytty mainittavasti nostamaan.

Östrandin sähköntuotannosta vastasi tällöin kaksi radiaaliturbiinia vuosilta 1959 sekä 1981, jotka yhdessä tuottivat noin 28 MW (220 GWh). Sulfaattiprosessi oli kehittynyt näiden turbiinien asennusten jälkeen, ja koko vastapainepohjaa ei käytetty optimaalisesti hyödyksi.

ESIPROJEKTI

Esiprojektin tavoitteena oli:

- Löytää joustava ratkaisu Östrandin tulevalle kehitykselle
- Maksimoida sähköntuotantoa
- Vähentää (rikki)emissioita

Jotta tehtaan joustava kehitys olisi turvattu arvioitiin, että tuotantoväli 420.000 – 800.000 vuositonnia olisi katettava. Tämän arvion ratkaiseva osa oli soodakattilan laajennusmahdollisuudet. Tälle tuotantovälille mitoitettiin myös turbiini/generaattori.

Sähkötuotannon nostamiseksi pyrittiin soodakattilassa mahdollisimman korkeisiin höyryarvoihin ja optimaaliseen soodakattila/turbiinikytkentään. Östrand päätyi maailmanlaajuisen tutkimuksen ja referenssivierailujen jälkeen pyrkivänsä höyryarvoihin 515 °C ja runsaaseen 100 bariin.

10.01.2007
3 (10)

Esiprojektin tuloksena oli, että käyttämällä mahdollisimman korkeita höyryarvoja ja rakentamalla sellainen kattila/turbiini laitoskytkentä missä tähtäin oli sähkötuotannon optimointi, Östrand pystyy lähes kaksinkertaistamaan sähköntuotannon. Tähän kasvuun vaikuttivat:

- Turbiinin optimointi vallitsevaan vastapainetasoon (+48 %)
- Höyryarvojen nosto (+28 %)
- Turbiinin välipainehöyryjen käyttö soodakattilalaitoksessa (+17 %).

Positiiviseen investointipäätökseen vaikutti lisäksi suuresti ns. vihreät sähkösertifikaatit. Laajennettavissa oleva soodakattila ja turbiinilaitos turvasivat tuotannon joustavan kasvattamisen aina 800.000 vuositonniin asti. Rikkiemissioita pystyttiin vähentämään rakentamalla hajukaasujen keräilyjärjestelmiä ja polttamalla ne soodakattilassa.

SOODAKATTILALLE ASETETUT VAATIMUKSET

- Laajennettavissa oleva kattila 2200 – 4400 tka/24h
- Minimikuorma ilman tukipolttoa 1600 tka/24h.
- Höyryarvot 515 °C, 105 bar(e)
- Höyrytuotannon maksimointi käyttämällä välipainehöyryjä
- Best Available Technology (BAT)
- Parannettu työympäristö
- Varmennettu lämminvestituotanto.
- Autokaustisointi boraatilla

SP6-PROJEKTIN LAAJUUS

SP6-Projektin toteuttamispäätös tehtiin SCA:n konsernihallituksessa syksyllä 2004. Projektin kustannusarvio oli noin 1.600 MKr ja käsitti:

	Toimittaja
Uusi soodakattila Haiduttamon kapasiteetin nosto Väkevien hajukaasujen poltto ja soihtu	ANDRITZ
Turbiini ja generaattori	SIEMENS
Ohjausjärjestelmä	ABB
Laimeiden hajukaasujen keräily	KVAERNER
Veden suolanpoistolaitos	KRÜGER AQUAPUR

Turbiini G3

55 MW 420.000 vuositonnin kuormalla (max 75 MW)

Generaattori 112 MVA.

Lauhdeperä valmius

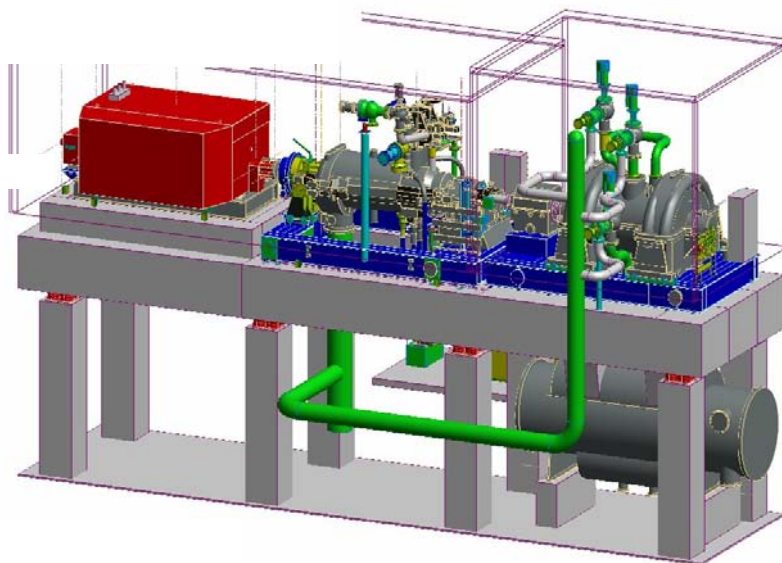
Korkeapainehöyry 105 bar(e)

Lisähöryyhde 56 bar(e)

Välipainehöyry Vaihteleva: 27 bar(e), 16 bar(e), 7 bar(e)

Turbiiniohjattu: 11,5 bar(e)

Vastapaine 3,5 bar(e) ohjataan ulkoisesti



10.01.2007
5 (10)

SOODAKATTILAN TOIMITUSPROJEKTI

AIKATAULU

Pitkän tarjousprojektin jälkeen, jossa erilaisia teknisiä ratkaisuja punnittiin monta kertaa, SCA Östrand ja Andritz Oy allekirjoittivat sopimuksen 7.10.2004.

Teräsrakenteen asennus alkoi marraskuun puolivälissä 2005 ja koeponnistusvalmius saavutettiin huhtikuussa 2006. Testaukset suoritettiin syksyn 2006 aikana, ja soodakattila käynnistettiin ja kytkettiin tehdasverkkoon lokakuun alussa 2006. Koekäytön jälkeen laitos luovutettiin asiakkaalle marraskuun alussa.

TOIMITUSLAAJUUS

Andritzin toimitukseen kuului kaikki suunnittelu, valmistus, toimitus, asennus, koestus ja käyntiajo. Toimituslaajuus käsitti kaikki kattilalaitoksen rakennukset, kattilan apulaitteineen, hajukaasujen polttolaitteet, öljyjärjestelmän polttimiseen, syöttövesisäiliön ja pumpput, prosessipumpput, sähkö- ja instrumentoinnin, poltinhjauksen ja turvajärjestelmät, prosessiputkituksen ja LVI-järjestelmän.

TEKNISET TIEDOT

Soodakattila on mitoitettu 3300 tka/24h kapasiteetille, 80 % lipeän kuiva-aineella, joka vastaa noin 524 tonnia/h höyrytuotantoa. Muiden tehdasosastojen rajoitusten vuoksi ajetaan alussa noin 2500 tka/24h kuiva-aineella 73 %, höyrytuotannon ollessa noin 386 tonnia/h.

Lisäksi on varauduttu kapasiteetinnostoon 4400 tka/24h mitoittamalla suurin osa oheislaitteista ja putkistosta tälle kuormalle. Kattila laajennetaan siirtämällä toista sivuseinää ja asentamalla kolmas suodinkammio.

Höyryarvot ovat 105 bar ja 515 °C.

Kattilan tulipesän mitat ovat; leveys 11.3 m ja syvyys 13.5 m, josta muodostuu 152 m² poikkipinta. Korkeus nokkaan on 39 m ja kokonaiskorkeus 55 m. Laajennetun tulipesän dimensiot ovat leveys 15 m, syvyys edelleen 13.5 m vastaten 202 m² pohjapinta-alaa.

Tulipesän pohja on dekantoiva ja valmistettu kokonaan Sanicro 38 putkista. Sulakourujen lukumäärä on aluksi 5 kappaletta myöhemmin 7 kpl.

Johtuen korkeasta höyryn lämpötilasta (515 °C), on osa viimeisestä tulistimesta valmistettu X10 / Sanicro 28 materiaalista.

10.01.2007
6 (10)

SOODAKATTILA, UUDET OMINAISUUDET

HERB

Vaikka soodakattilan päätehtävänä edelleen on toimia kemiallisena reaktorina, niin yhä enemmän huomiota on viime aikoina alettu kiinnittää mahdollisuuksiin tuottaa yhä enemmän energiaa ja varsinkin sähköenergiaa. Tähän tarkoitukseen tähtäävät eri kehitys- ja tutkimushankkeensa Andritz on koonnut yhteisen HERB-otsikon alle (High Efficiency Recovery Boiler).

Huomattava osa tämän ohjelman ideoista perustuu ajatukseen kierrättää lämpövirtoja, jotka jo ovat suorittaneet työtä eli tuottaneet sähköä, suurelta osalta voimakattilapuolen esimerkkien pohjalta.

Seuraavassa muutama Östrandissa toteutettu mahdollisuus maksimoida sähköntuotantoa soodakattilalaitoksessa.

Palamisilman esilämmitys

Vanhemmissa soodakattilalaitoksissa primääri- ja sekundääri-ilmojen lämpötilat ovat tyypillisesti 100 – 150 °C ja tertiääri-ilma on normaalisti lämmittämätön. Östrandissa ilmapatterit on suunniteltu lämmittämään kaikki palamisilma 190 °C asteeseen.

Käytännössä kaikki palamisilmaan lisätty energia muuntuu kokonaisuudessaan lisääntyneeseen höyryntuotantoon eli savukaasuhäviöiden kasvu on marginaalinen. Korkeapainehöyryn määrä turbiinille kasvaa Östrandin tapauksessa 2 – 4 %. Tärkeätä on myös käyttää monta välipainehöyrytasoa (Östrandissa 5 vaihtoehtoa), jottei tuhlaata korkea-arvoista höyryä kylmän ilman lämmittämiseen.

Syöttöveden esilämmitys

Syöttövetä voidaan lämmittää syöttövesisäiliössä, ennen ekoja ja ekojen välissä. Tätä sovelletaan Östrandissa monessa vaiheessa käyttäen eritasoisia välipainehöyryjä.

Tehokas syöttöveden esilämmitys edellyttää riittävän alhaista savukaasun lämpökapasiteettivirtaa suhteessa syöttöveden vastaavaan, siis korkeata kuiva-ainetta, alhaista ilmakerrointa ja riittävän korkeata höyrypainetta.

Syöttöveden lämpötilan nosto, eritoten ennen ekoja, aiheuttaa savukaasulämpötilan nousun, jolloin savukaasuhäviöt kasvavat. Lopputulos on kuitenkin energiataloudellisesti positiivinen. Jos savukaasun sisältämää energiaa vielä voidaan ottaa talteen, niin tämä kasvattaa tietysti syöttöveden esilämmityksen kokonaistaloudellisuutta.

Savukaasujäähdytys

Savukaasun lämpötilan noin 15 °C asteen nousu vastaa noin yhden prosentin höyrytuotantoa Östrandin tapauksessa. Tämä energia otetaan kuitenkin talteen ns. savukaasujäähdyttimillä.

Talteenotettu energia on kuitenkin varsin matala-arvoista eikä sitä voida täysin hyödyntää sähköntuotannon lisäämiseksi. Normaalisti sopivia käyttökohteita kuitenkin löytyy. Östrandissa on suuri lämminvesitarve, joka turvataan tällä savukaasulämmöllä, muita kohteita voisi olla esim. ilman esilämmityksen ensimmäiset vaiheet, make-up veden lämmitys, kaukolämpötuotanto, biomassan kuivatus tai LVI-kojeet.

Savukaasujäähdytin eroaa normaalista soodakattilan ekonomaiserista siinä, että se on sijoitettu sähkösuotimien jälkeen, jolloin se voidaan rakentaa paljon tiiviimmäksi paketiiksi. Tukkeutumisriski huomioidaan kuitenkin edelleen ja jäähdyttimet on varustettu höyrynuohoimilla ja lämmönsiirtoputkina käytetään ovaaleja putkia.

Höyryn lämpötila ja paine

Korkeapaineisen höyryn lämpötila ja paine on Östrandissa lähestymässä voimakattilan höyryn arvoja.

Korroosioriski rajoittaa höyryn tulistusta soodakattilassa. Ratkaisevia tekijöitä ovat mustalipeän K- ja Cl-pitoisuus, redusoitu rikkivirtaus tulistimiin (sekä kaasua että kiinteässä muodossa), lämpökuorman rajoitukset kuumimmassa tulistimessa sekä materiaalivalinnat. Korkeimmissa paineissa on siirryttävä kestävimpiin ja usein kalliimpiin materiaaleihin myös tulipesän osalta.

Östrandissa ollaan tulipesän kohdalta tämän päivän normaalien compoundmateriaalien kestävyysrajamailla ja myös kuumin tulistin on osittain valmistettu compoundmateriaalista.

Ulkopuolinen nuohoushöyry

Östrandissa käytetään ulkopuolista turbiinista otettua välipainenuohoushöyryä eikä kuten normaalisti ensimmäisen tulistinvaiheen jälkeistä ns. sisäistä nuohoushöyryä. Tämä ulkoinen nuohoushöyry on siis jo käytetty tuottamaan sähköä.

Tärkeintä nuohouksessa on kuitenkin pyrkiä vähentämään nuohoustarvetta, oli sitten käytössä sisäistä tai ulkoista nuohoushöyryä.

Muuta HERB kohteita

Muuta huomioitavaa sähköntuotannon lisäämiseksi on mm:

- Korkea kuiva-aine
- Energiankäyttö / tuhlaus
- Muita energianlähteitä esim. liuottajan hönkäpesuri

LAAJENNUS SIVUSEINÄÄ SIIRTÄMÄLLÄ

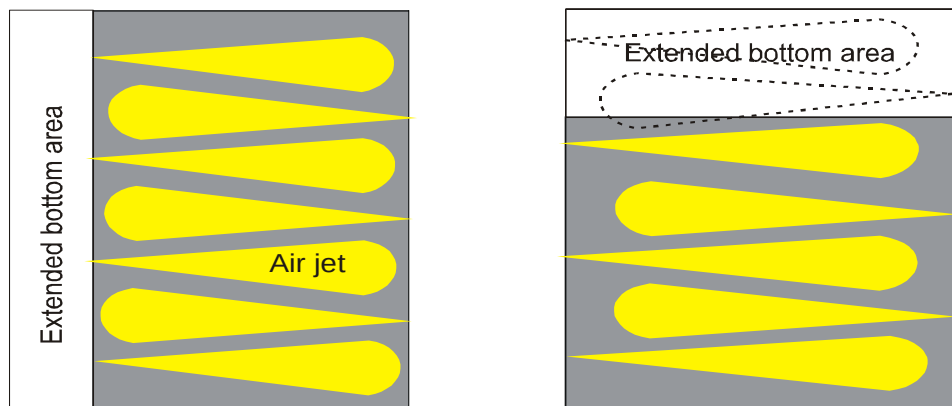
Suhteellisen tavallisesti asetettu vaatimus nykyaikaiselle soodakattilalle on helppo laajennusmahdollisuus eli kapasiteetin nostomahdollisuus. Tämä huomioidaan suunnittelussa tavallisesti varaamalla tilaa kattilarakennuksessa ja ylimitoittamalla apulaitteilla ja putkia.

Suuri kuorma-alue aiheuttaa mitoitusongelmia, jotka kasvavat höyryarvojen mukana. Liian iso tulipesä tietää vaikeuksia ylläpitää tarpeeksi korkeata lämpötilaa tulipesän alaosissa palamisen ja reduktion ylläpitämiseksi, toisaalta liian pieni pesä tarkoittaa, että 'carry-over' ja tukkeutumisriski lisääntyy. Tämä hoidetaan laajentamalla tulipesä kuormatasoa nostettaessa.

Perinteisesti tulipesää on laajennettu siirtämällä etuseinää. Östrandissa on ratkaistu laajennus hiukan eri lailla eli siirtämällä sivuseinää.

Ilma/lipeä sekoittuminen (palaminen)

Palamisilman tunkeutuvuus ja ilmasuihkujen nopeudet ovat avaintekijöitä tulipesän palamisprosessissa. Nämä suureet mitoitetaan ilma-aukkojen koolla ja määrällä sekä suunnitellaan huomioiden kattilakapasiteetti ja etäisyys vastakkaiseen seinään.



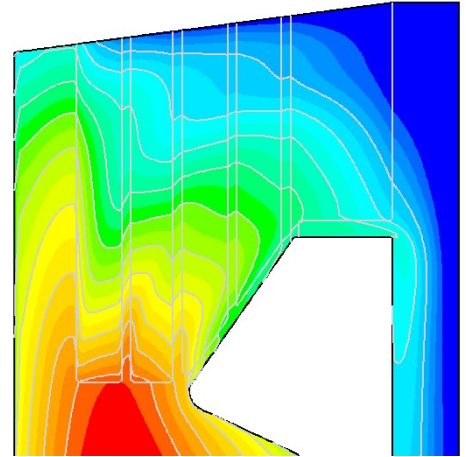
Andritzin vertikaalisessa ilmasysteemissä kaikki sekundääri- ja tertiääri ilma-aukot on sijoitettu etu- ja takaseinille pystyriveissä. Tulipesää laajennettaessa sivuseinää siirtämällä etäisyys vastakkaiseen seinään pysyy muuttumattomana ja ilma-aukkojen määrä lisääntyy kapasiteettinoston suhteessa lisäämällä pari pystyriviä, eli ilma-aukkojen koot ovat oikeita molemmilla kuormilla.

10.01.2007
9 (10)

Savukaasun virtausprofiilit

Nokan koko ja hilaputkien pituus määrittävät suureksi osaksi savukaasun virtausprofiilit tulipesän yläosassa. Sivuseinän siirrossa nämä suhteet voidaan säilyttää ja savukaasuvirtaukset on mahdollista pitää optimaalisena molemmilla kuormilla. Östrandissa tämä seikka on erityisen tärkeä jotta 515 °C tulistus voidaan saavuttaa myös pienillä kuormilla.

Verrattuna vanhempiin kattiloihin on Östrandissa myös sijoitettu ensimmäiset tulistinvaiheet hilaputkien taakse savukaasun virtausvastuksen kasvattamiseksi ja täten tulistustehokkuuden parantamiseksi.



Tulistinputkien höyrynopeudet

Korkeissa höyryn lämpötiloissa on erityisen tärkeää säilyttää riittäviä höyrynopeuksia tulistinputkissa jäähdytyksen varmistamiseksi. Sivuseinän siirrolla tapahtuvassa laajentamisessa tulistinpaneeleiden määrä nousee suurin piirtein samassa suhteessa kuin höyrymäärä lisääntyy eli höyrynopeudet/painehäviöt pysyvät samoina sekä ennen että jälkeen kapasiteetinnostoa.

10.01.2007
10 (10)

Muita erityispiirteitä

Boraatin syöttö

Boraattia voidaan käyttää tehtaissa missä kaustisointilaitos on tuotannon pullonkaulana.

Östrandin soodakattilassa on boraatinsyöttövalmius. Tätä varten Andritz on yhteistyössä SCA:n ja Åbo Akademin kanssa tehnyt boraattikokeita sekä laboratorio-olosuhteissa että täydessä skaalassa Östrandin vanhassa soodakattilassa. Nämä testit 'boraattilipeän' ominaisuuksien selvittämiseksi jatkuvat uudessa kattilassa.

Toistaiseksi kokeet osoittavat, ettei boraatti oleellisesti vaikuttaisi korroosio-ominaisuuksiin mutta tukkeutuminen saattaa olla ongelmallisempi puoli.

Lipeäaukot

Kaksi lipeäaukkotasoa on asennettu Östrandin kattilaan tarkoituksena:

- laajentaa täyden tulistuksen kuorma-aluetta säätämällä tulipesän lämpötilaprofiilia.
- vähentää lämpökuormaa tulipesän alaosissa suurilla kuormilla.
- vaiheistettu poltto antaa mahdollisuuksia vähentää NOx-emissioita.

Automaattiset rassausräjäkkeit

Östrandin soodakattilassa on automaattiset primääri- ja sekundääriporttien rassausräjäkkeit kuten myös lipeäaukoissa.

Uutena kohteena on tässä kattilassa myös lipeäaukkojen automaattiset rassausräjäkkeit.

RUOTSIN VAURIOT

**Sven Lahti,
Inspecta Sweden AB**

Konemestaripäivä 2007

Ruotsin ja Norjan
Soodakattilavauriot

Sven B Lahti
Inspecta AB
2007-01-25



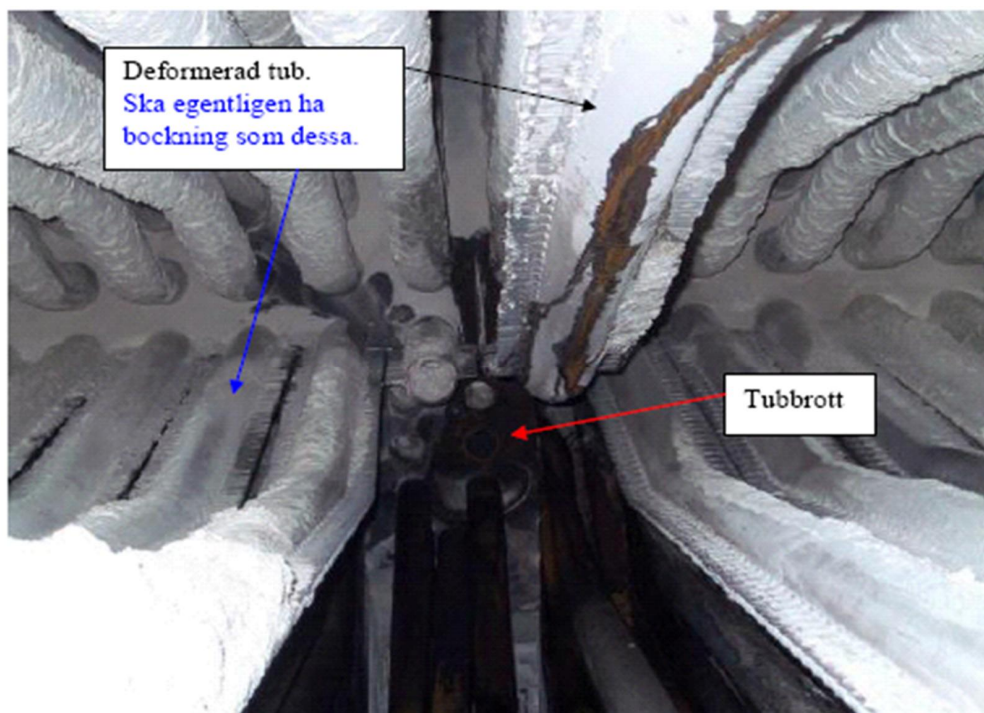
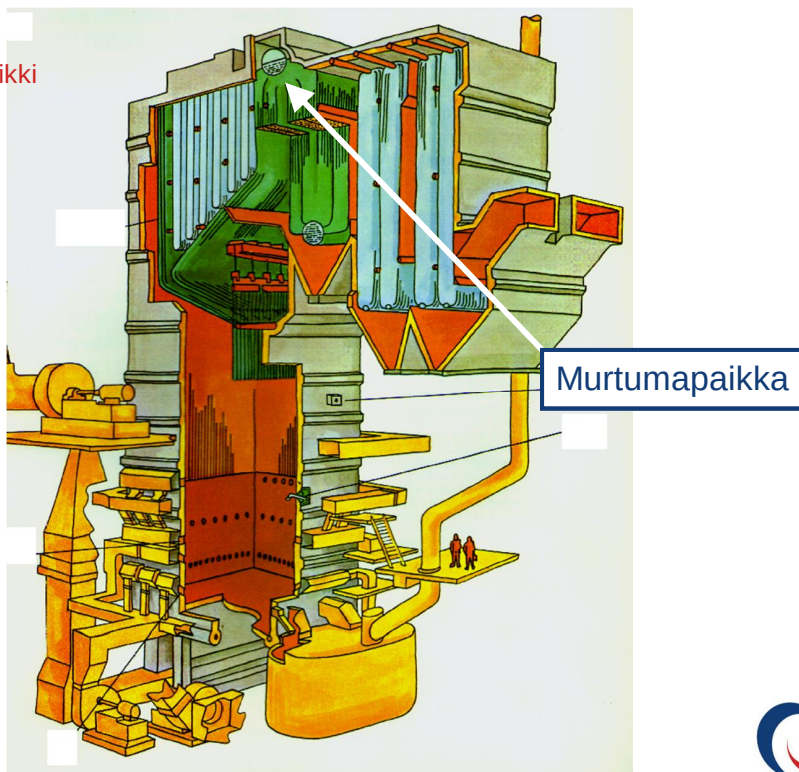
Konemestaripäivä 2007 – Soodakattilavauriot 2006

• 05-19-20	DCS-häiriö (ylikuormitus)	Skoghall	E	-
• 06-01	Ekonomaiserivuoto	Husum	D	48t
• 06-02	Tulistinvuoto (koepainessa)	Husum	E	S
• 06-03	Vuoto varoventiliin laipassa	Husum	E	S
• 06-04	Sulavuoto pohjassa	Munksund	E	106t
• 06-05	<i>Haiduttamovaurio</i>	<i>Skoghall</i>	-	S
• 06-06	Säröjä sularänneissä	Mörrum	E	S
• 06-07	DCS-häiriö (pimeät kuvaruutut)	Mönsterås	E	-
• 06-08	DCS-häiriö (pimeät kuvaruutut)	Korsnäs	E	-
• 06-09	Vuoto Dolezaliin putkessa	Korsnäs	D	15t
• 06-10	Nuohoushöyryn puhalusputki poikki	Skutskär	E	0t
• 06-11	Tulistinvuoto	Munksund	D	e.t.
• 06-12	Vuoto seinäputkessa	Norrsundet	E	S
• 06-13	Mekaaninen vaurio pohjaputkessa	Munksund	E	S
• 06-14	Tulistinvuoto	Kappa	E	S
• 06-15	Säröjä sulanaukonputkessa (Sanicro38)	Kappa	E	S
• 06-16	Keittoputki poikki	Iggesund		e.t.
• 06-17-18	Sulavuoto (rännin vierestä)	Iggesund		e.t.
• 06-19	Keittoputki poikki	Vallvik		34t
• 06-20	Alalieriö: Korroosio ulkopinnalla	Iggesund		





Keittoputki poikki





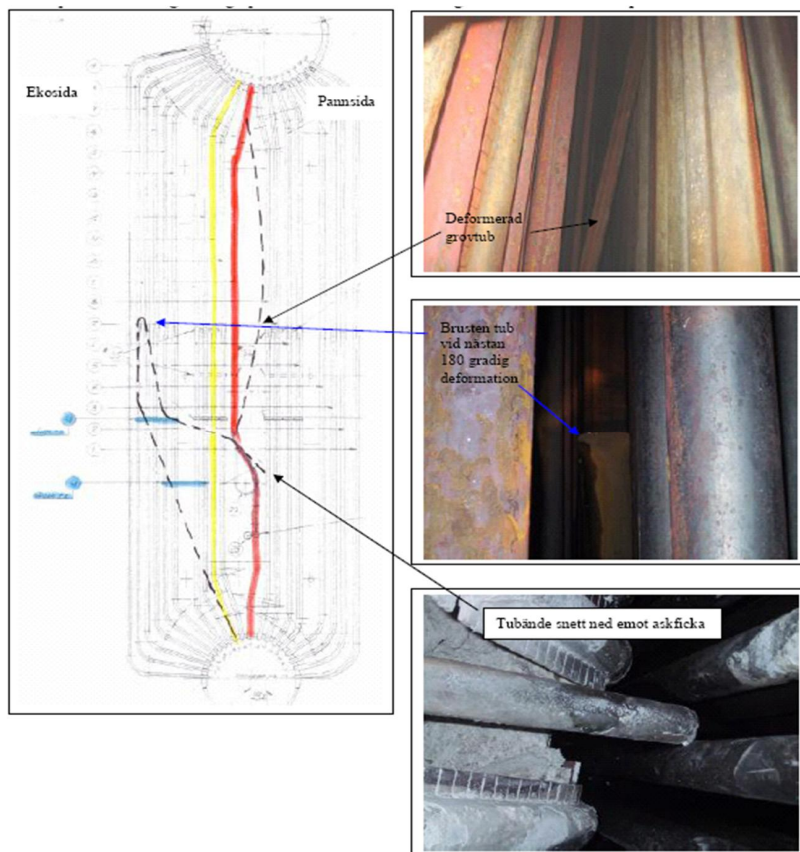




Bild 2 Brotttyta. Tydlig deformation och godsfortunning till vänster, se pil.



Bild 3 Makrofoto av brottyta. Brottet har startat i det godsfortunnade området till höger (se markering med pil). Större delen av brottytan utgörs av ett restbrott.

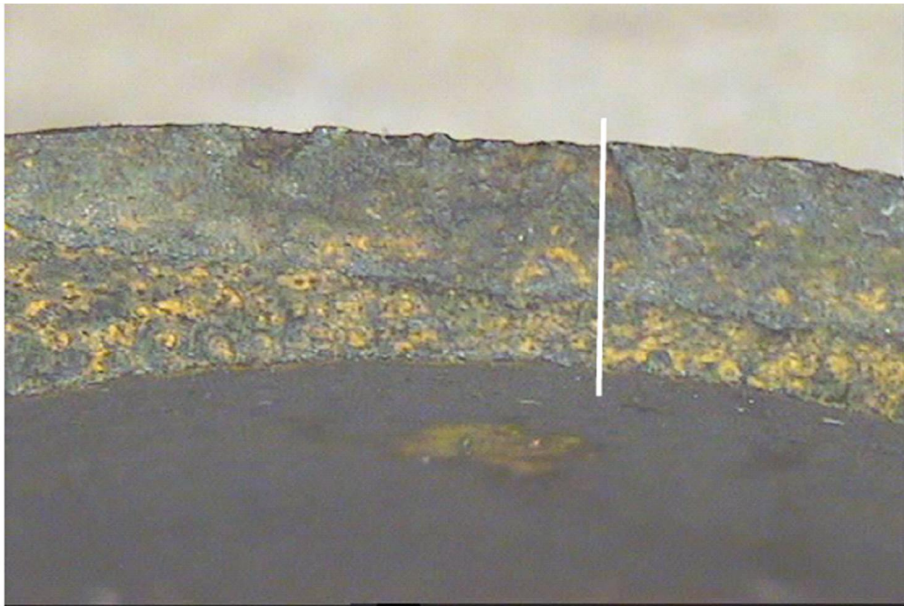


Bild 4 Start av brottyta. En sprickutbredningsfront täcker ca 2/3 delar av godstjockleken (den övre, släta, delen i figuren) och resterande del utgörs av restbrott. Område för tvärsnitt är markerat med vit linje.

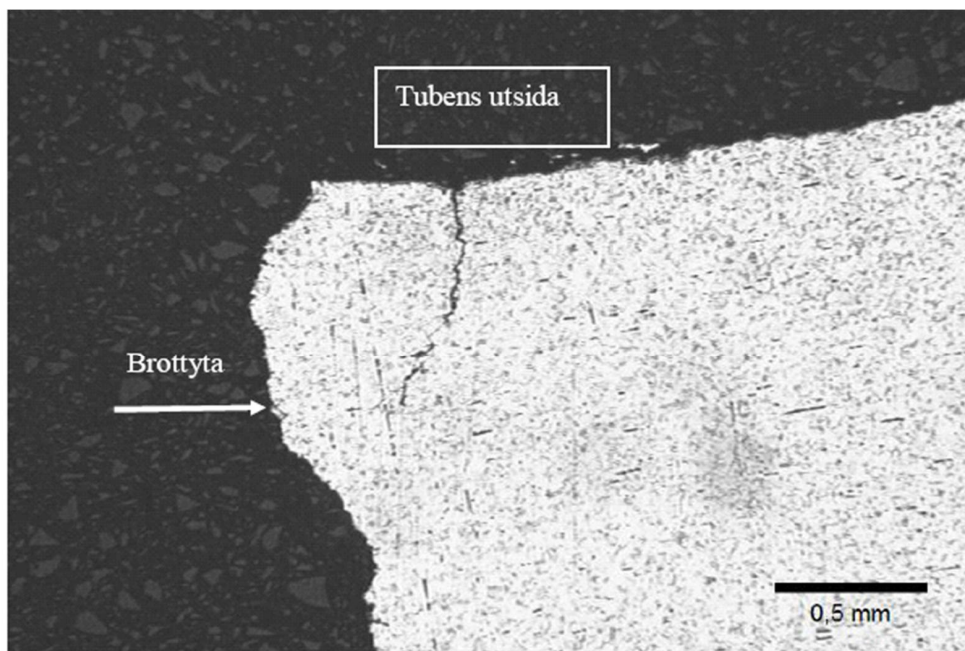


Bild 6 x25 Spricka intill brottytan. Denna tillväxer från tubens utsida (överst i figuren).

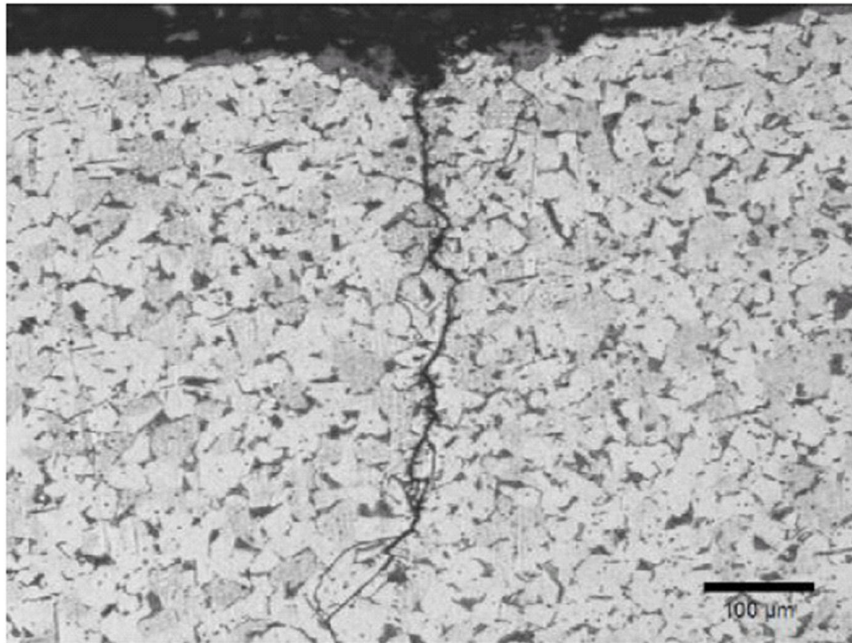


Bild 7 x100 Sprickan är huvudsakligen transkristallin, med en del interkristallina förgreningar.

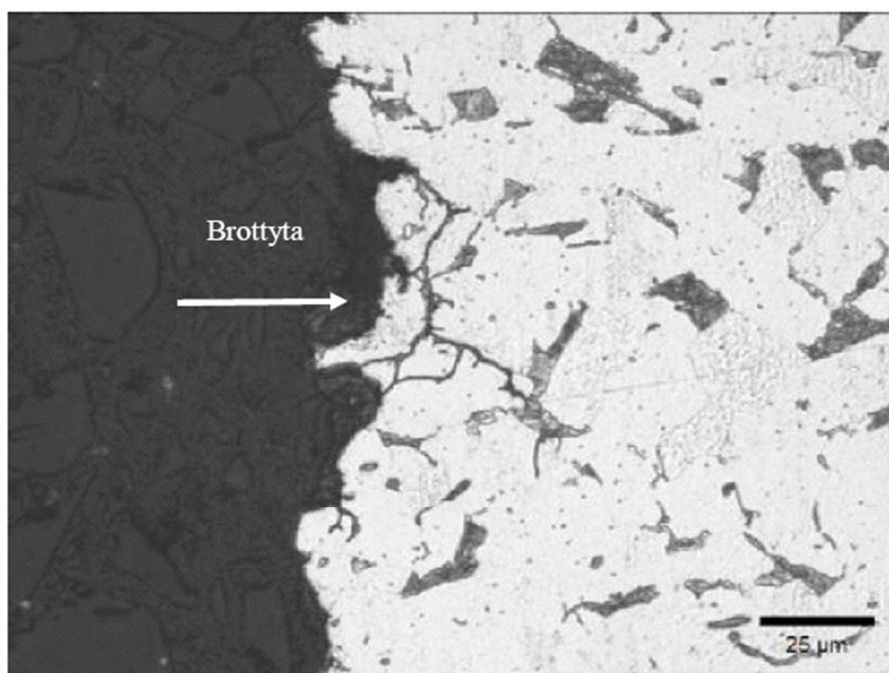


Bild 10 x400 Små interkristallina sprickförgreningar intill brottytan. Sprickorna är fyllda med oxid (ljusgrått).



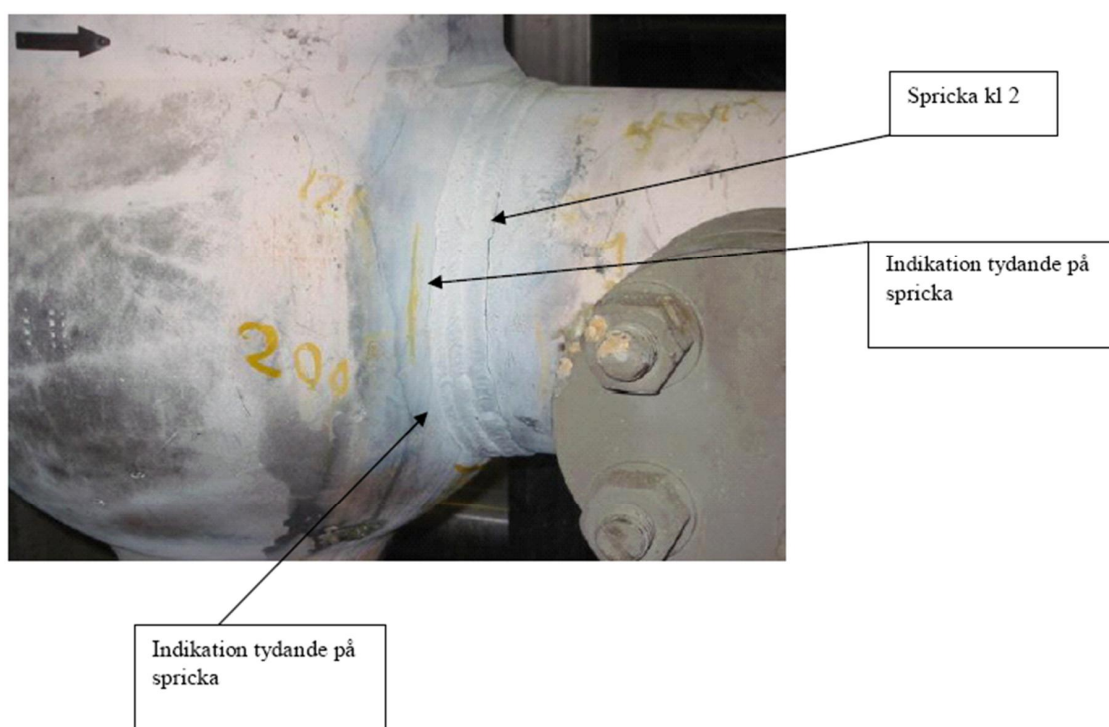
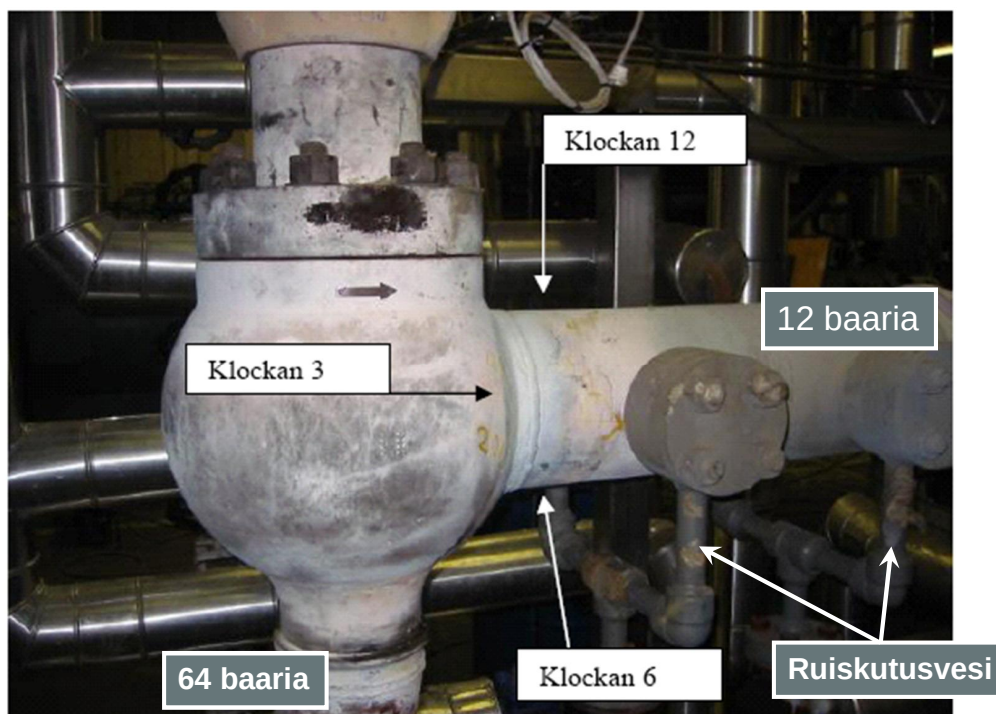
Syy:

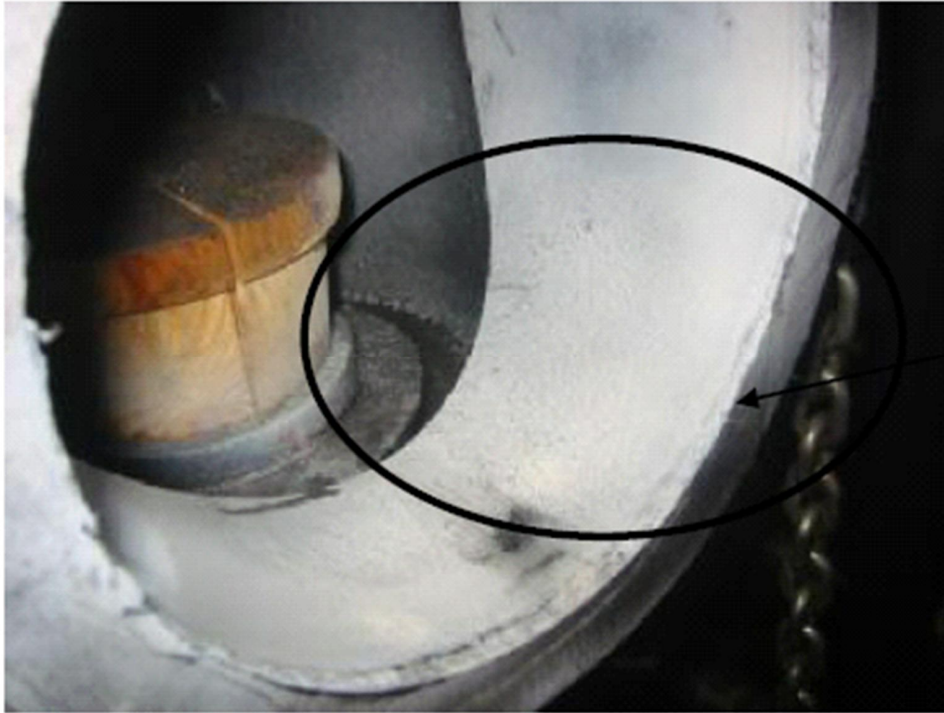
Vanha: Jännityskorroosio (vedenvuotosta)
Lopuksi: Mekaaninen kuorma



Säröinen säätöventtiili

Höyry: 65/12 baaria; 480/220°C





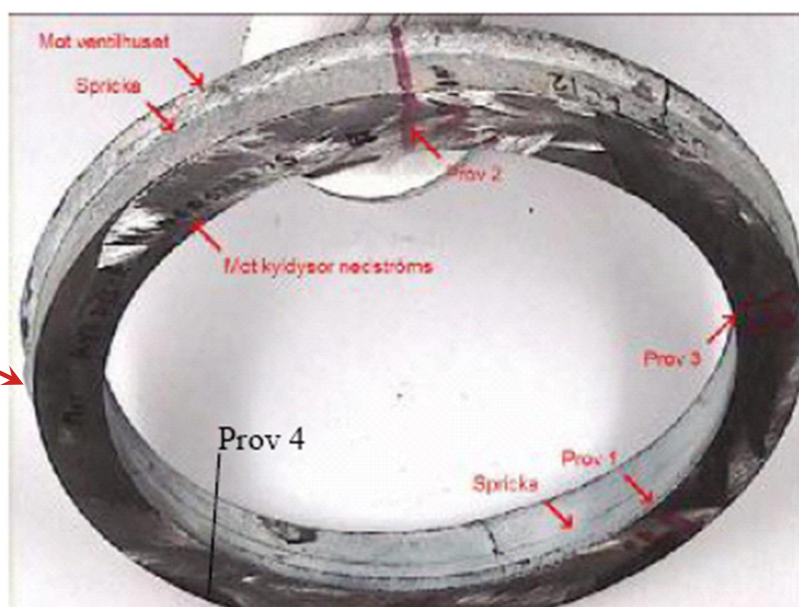
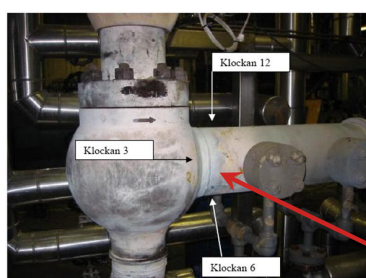
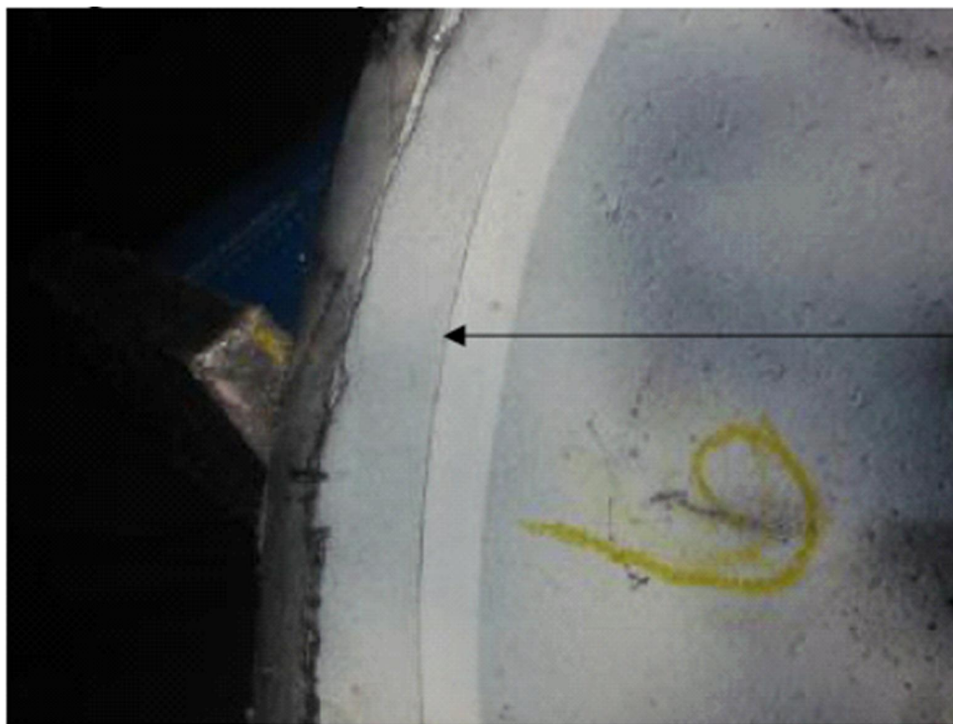


Bild 2, Undersökt ring. Lägen för undersökta tvärsnitt markerade.

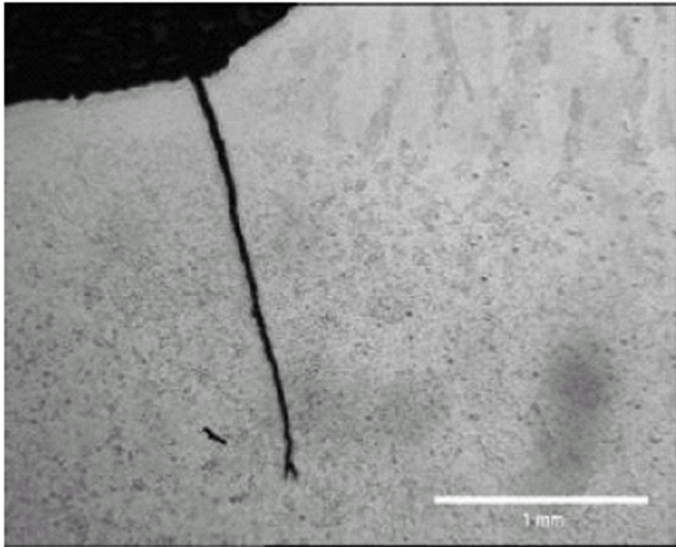


Bild 6, Prov 1. Spricka från utsidan.

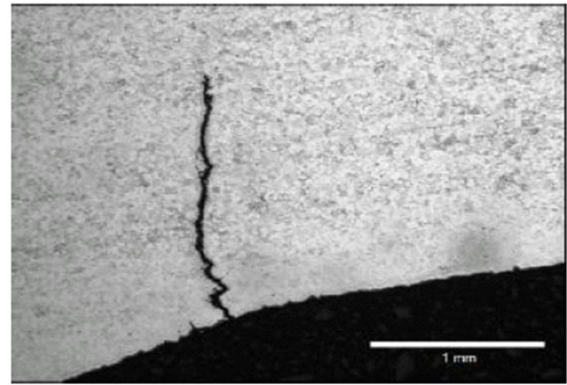


Bild 4, Prov 1. Spricka från insidan.

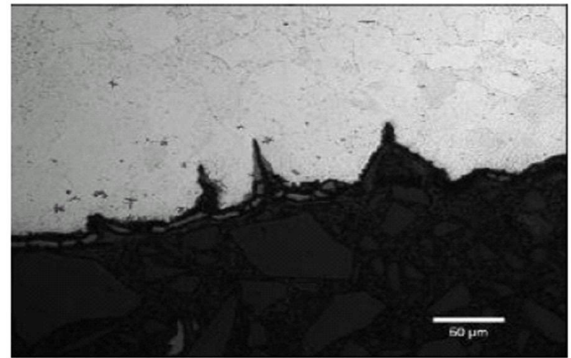


Bild 5, Prov 1. Mikrosprickor från insidan.



Syy:

Sisäpinta: Terminen väsyminen

Ulkopinta: Mekaaninen väsyminen



Koepala pesästä

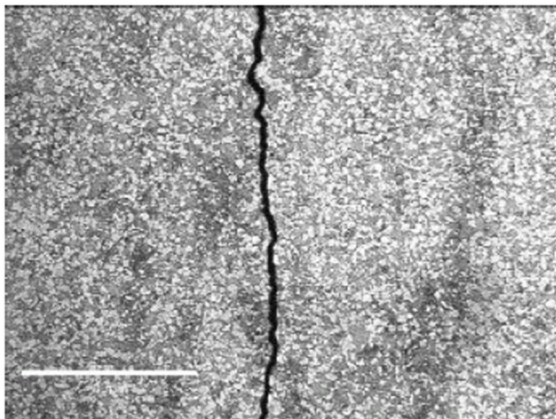


Bild 10, Tvärsnitt genom båtprov. Exempel på rak och ogrenad spricka.

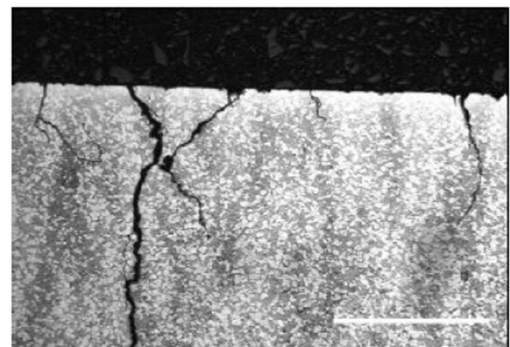


Bild 8, Tvärsnitt genom båtprov. Sprickor från insida.

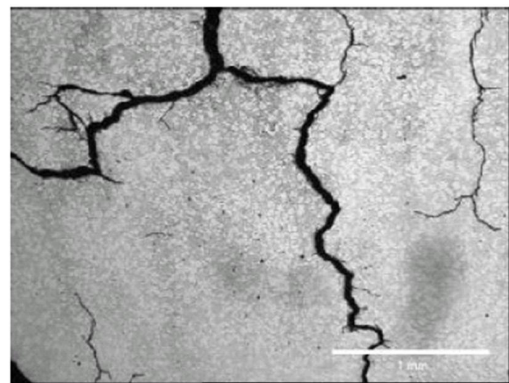


Bild 9, Tvärsnitt genom båtprov. Exempel på krokiga och förgrenade sprickor.

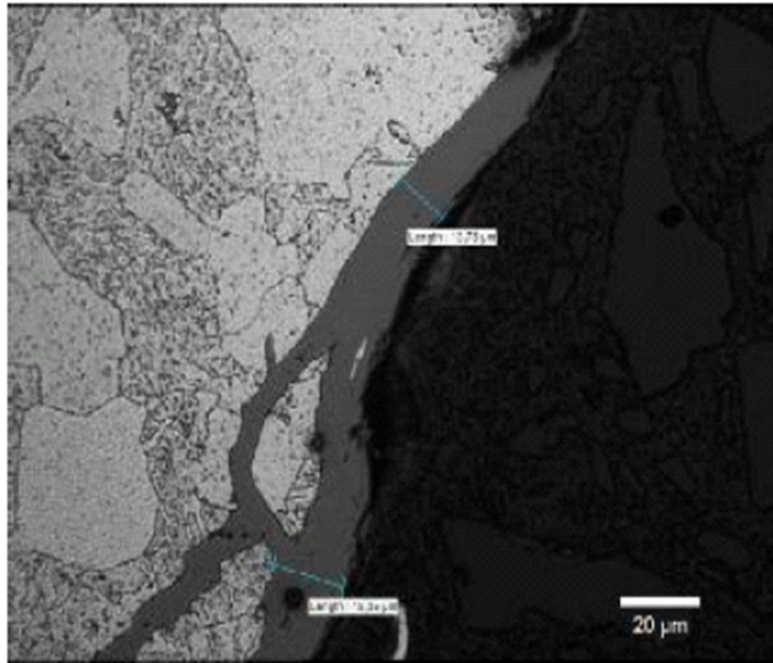


Bild 12, Tvärsnitt. Representativt utseende hos oxid i spricka nära ytan.



Syy:

Terminen väsyminen



www.inspecta.com



**TYÖTURVALLISUUDEN MERKITYS KATTILAREMONTTIEN
AIKATAULUJEN KIRISTYESSÄ**

**Jukka Rikkinen,
Metso Power Oy**

Työturvallisuuden suunnittelu kattilaremonttien aikataulujen kiristytessä.

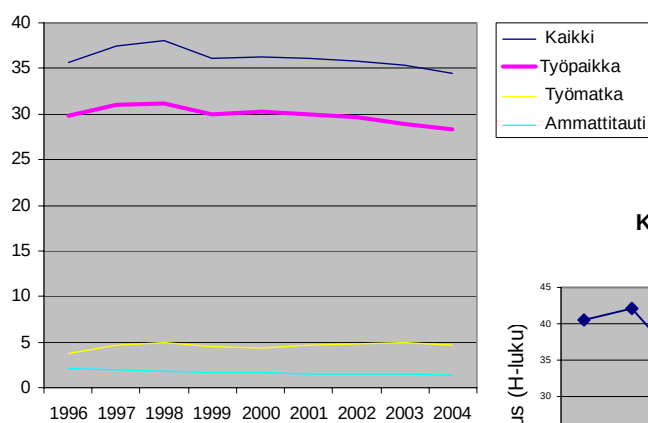
Jukka Rikkinen

25.01.07

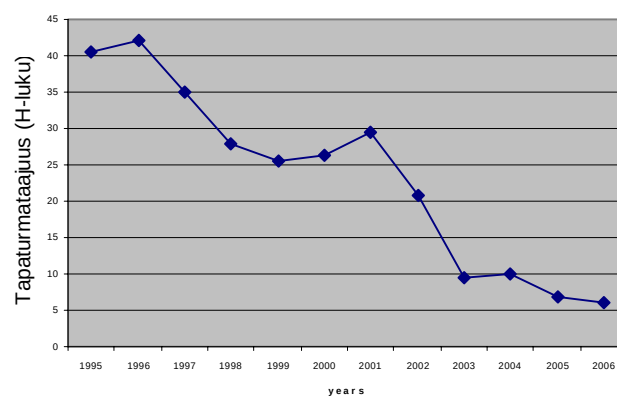


Tapaturmataajuuskehitys

Työtapaturmataajuus Suomessa /milj työtuntia



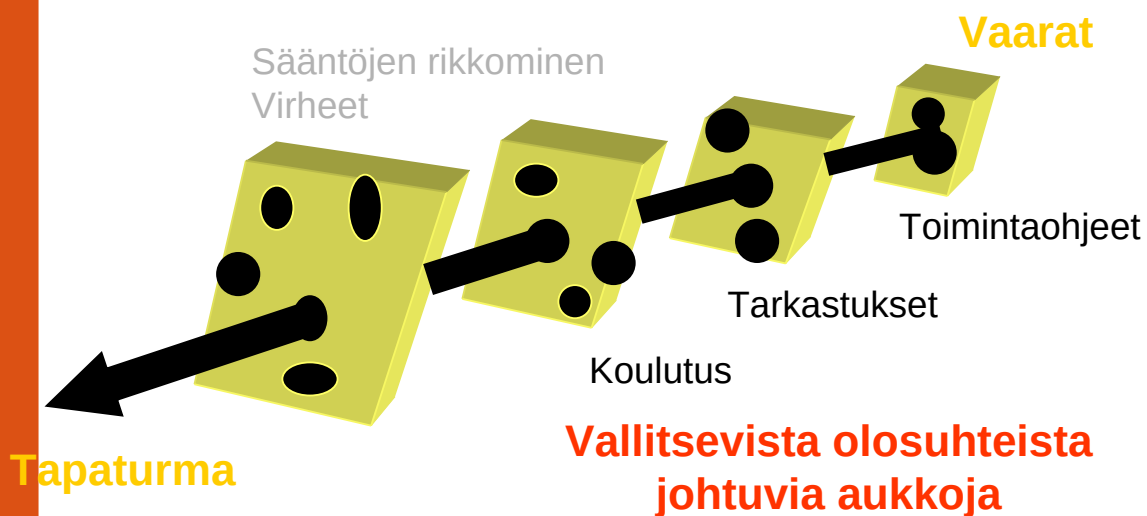
Kvaerner Oy H-value /100 0000h



98%
kaikista tapaturmista
johtuu ihmisten
tekemistä
toimenpiteistä /
valinnoista

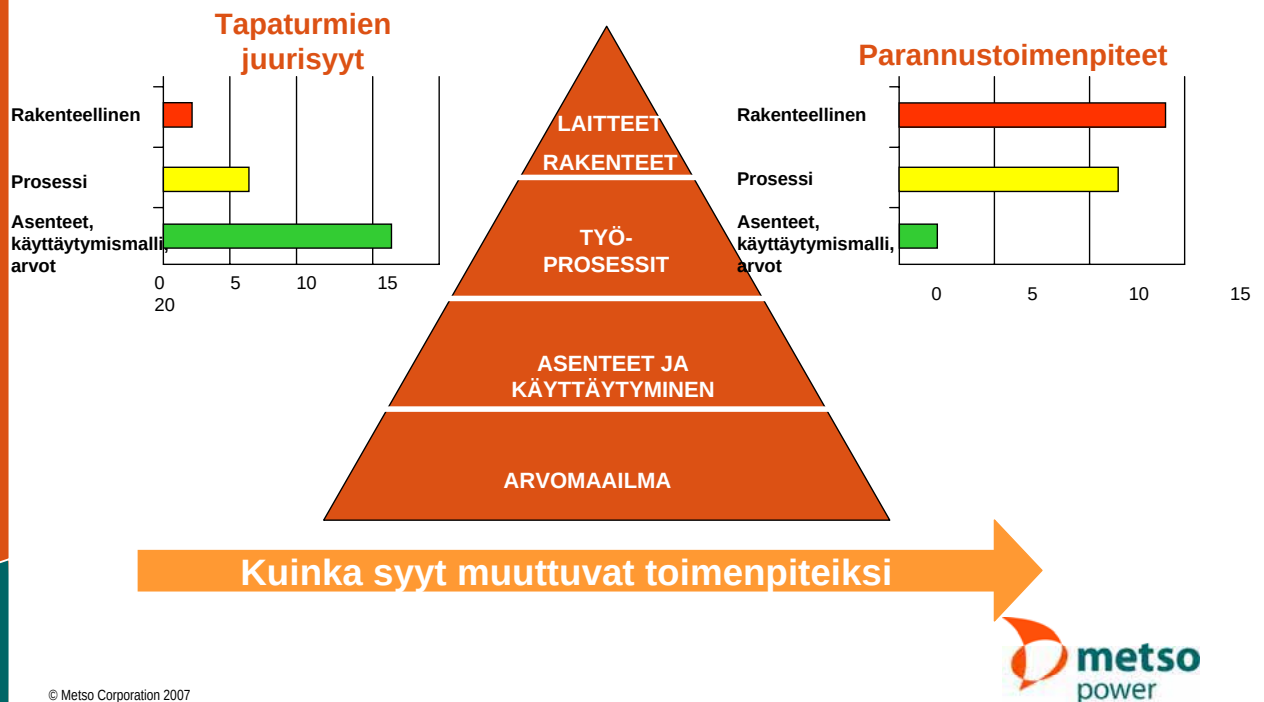
Tapaturmien torjunta

Käyttäytymisestä
johtuvia aukkoja



Käydään käsiksi asian perustuksiin...

Kuinka valitsemme HSE-parannuskohteet



5

© Metso Corporation 2007



Työturvallisuus kattilaremonteissa

- Ennakkosuunnittelua
- Vaarojen kartoitusta tiedostamista
 - vaarojen poistamista tai toteutumisen estämistä.
- Työmaan ja työjärjestyksen suunnittelua.
- Yhteistyötä
- Työmaan koordinoitua.
- Valvontaa.

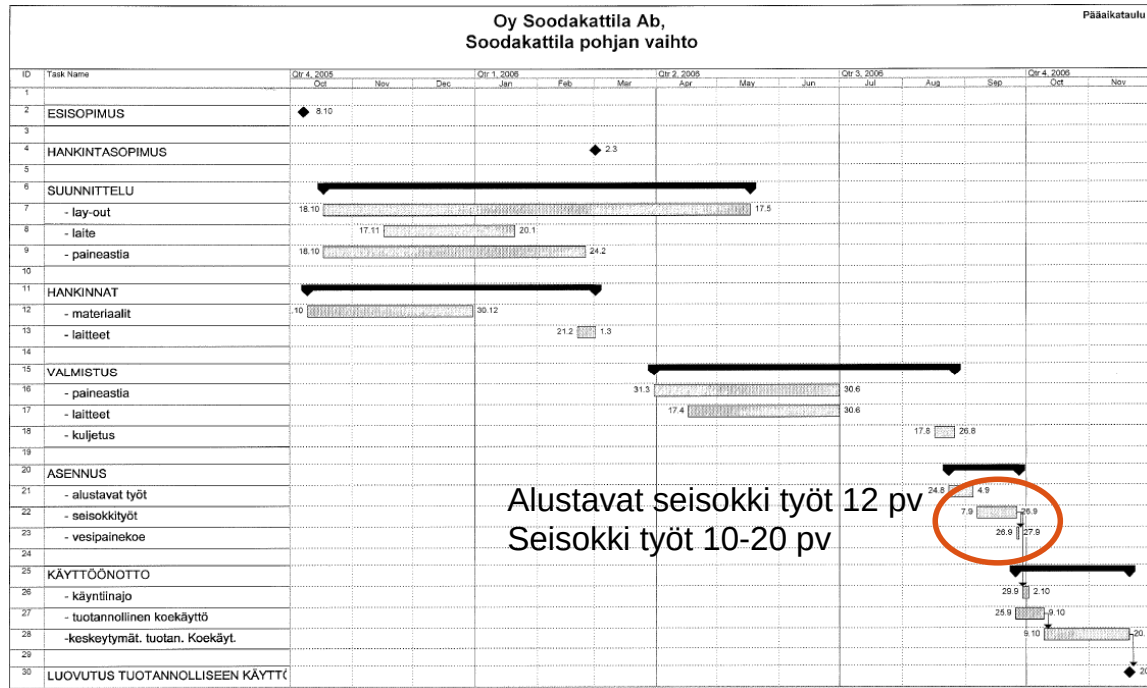
=> Tavoitteena tehdä työ laadukkaasti ilman ennalta arvaamattomia viivytyksiä.

6

© Metso Corporation 2007



Tyypillinen remontti aikataulu

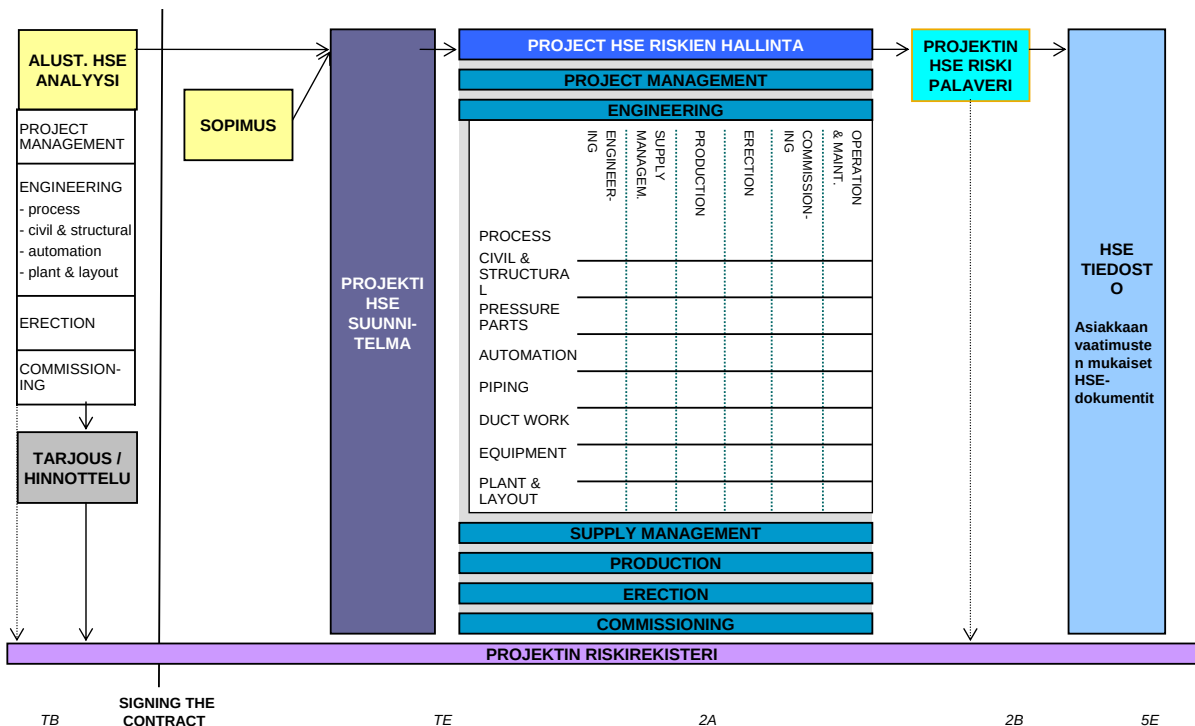


7

© Metso Corporation 2007



Projektin HSE-suunnittelu



8

© Metso Corporation 2007



Pienillä asioilla saavutetaan merkittäviä tuloksia

- Vuonna 2004 Metso Powerin Lapuan tehtaalla 24 silmätapaturmaa, joista 4 kpl johti sairauspoissaoloon.
- 2004 suojalasipakko tehdashallissa.
- Vuonna 2006 Metso Powerin Lapuan tehtaalla 2 silmätapaturmaa joista kumpikaan ei aiheuttanut sairauspoissaoloa

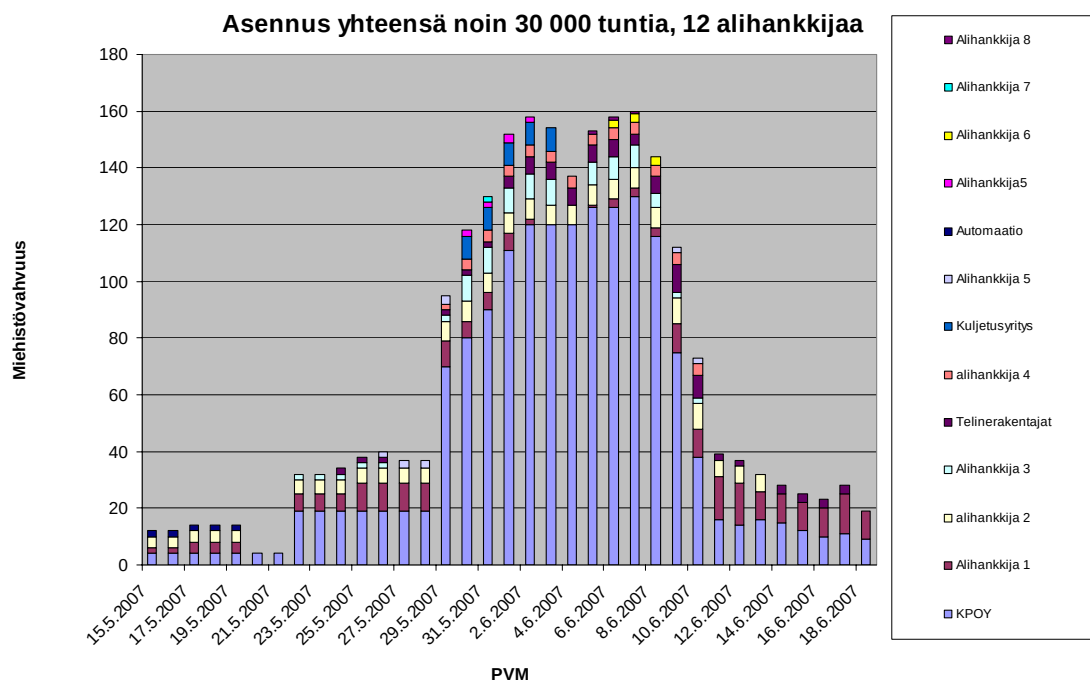




© Metso Corporation 2007



Tyypillinen “ison” kattilaremontin miehitysjakauma



© Metso Corporation 2007



TYÖMAIDEN TAPATURMATYYPPEJÄ

13

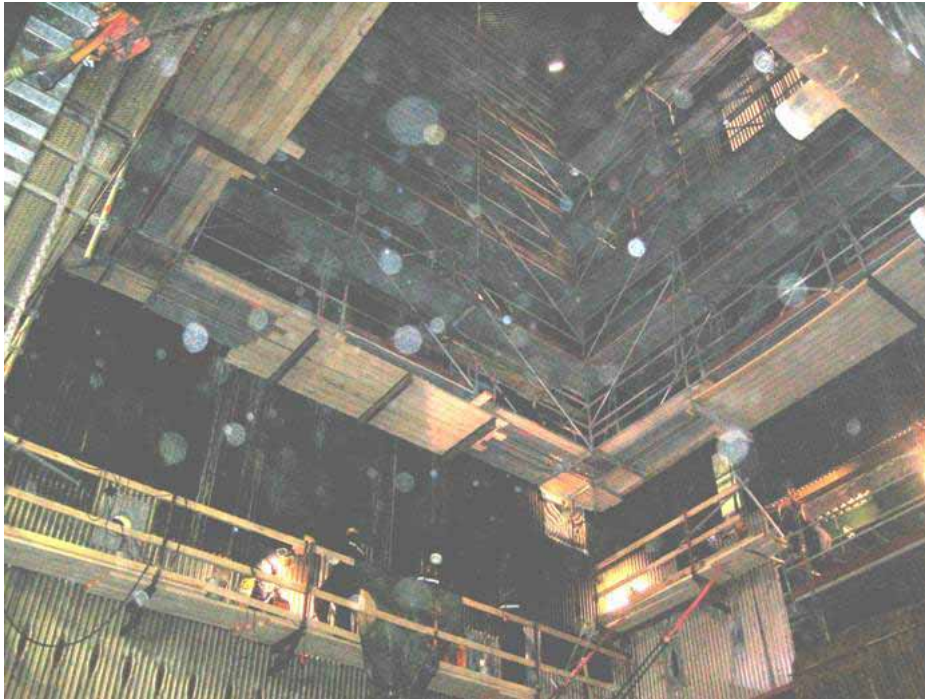
© Metso Corporation 2007



14

© Metso Corporation 2007





Järjestys ja siisteys

- Esimerkki kuvia KPOY:n kesän 2004 työmailta



HSE hälytys – LTI XX site 14.07.04

Country: Finland

Date: 14.07.04

Incident/Outcome:

Tehdessään aukkoa korjattavan kattilan seinäelementtiin työntekijä astui telineissä olleeseen aukkoon



© Metso Corporation 2007

Key finding:

- Kompastui telineen sivuttaistukeen
- Putosi osittain nousuaukkoon
- Sivuttaistuki tulisi olla kulkutason alapuolella, ei yläpuolella.
- Suojaamaton nousuaukko.
- Telineitä ei ollut tarkastettu.

Lessons learned and key message

- Telineet on aina tarkastettava ennen käyttöönottoa
- Nousuaukot on suojattava esim. suljettavilla kansilla, ettei niihin pääse vahingossa putoamaan.



17

HSE- hälytys – Läheltäpiti- radioaktiivista säteilyä projektityömaalla

Paikka: Neuva Aldea Projekti

Maa: Chile

Päiväys: 15.12.2005

Tapahtuman kulku ja lopputulos: säteilylähde hitsausauma-kuvauksista oli jäänyt säilytysastian ulkopuolelle. Rakennustyömies löysi sen ja laittoi taskuunsa.



Oleelliset havainnot:

- Säteilylähde voimakas IRQ 192 säteilylähde.
- Säteilylähde 2 tuntia työntekijän hallussa.
- Tullessaan riittävän lähelle KP henkilökuntaa alkoivat KP:n säteilyannosmittarit hälyttää.
- Pian hälytyksen saatuaan KP:n työmaapäällikkö paikallisti säteilylähteen ja evakuoiti koko alueen.
- KP:n henkilökunta tai alihankkijat eivät saaneet merkittäviä säteilyannoksia.

Tapahtumasta opittavissa:

- Asiakkaan tutkimukset tapahtumasta kesken.
- KP kenttähenkilökunnalle tarvitaan lisää säteilyannosmittareita.



T5201e01/2 © Metso Corporation 2007

Page 3 of 5

Date: Oct 2004
Template approved by M. Moss

18

HSE Alert – Työtapaturma kulmahiomakonetta käytettäessä

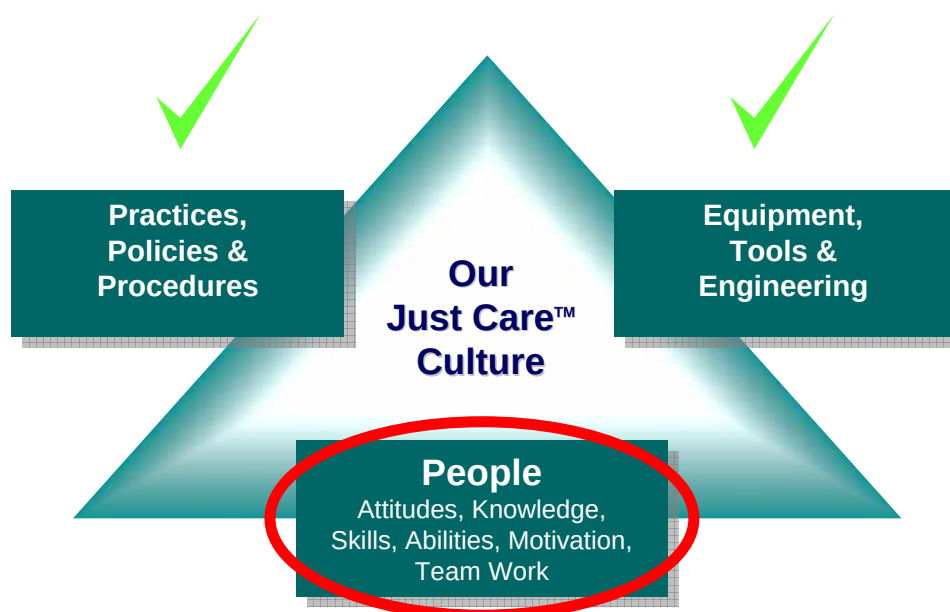


19

© Metso Corporation 2007



Merkittävin parannusmahdollisuus

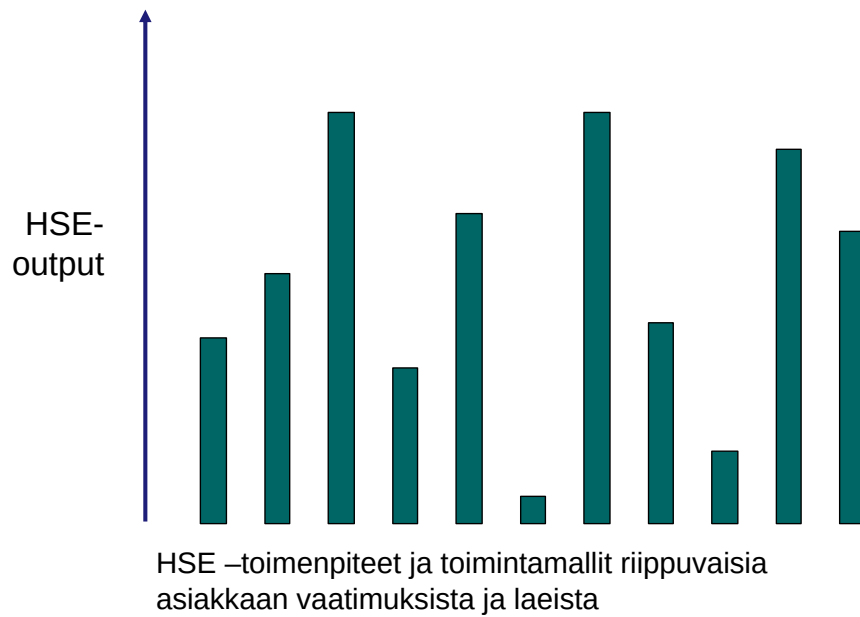


20

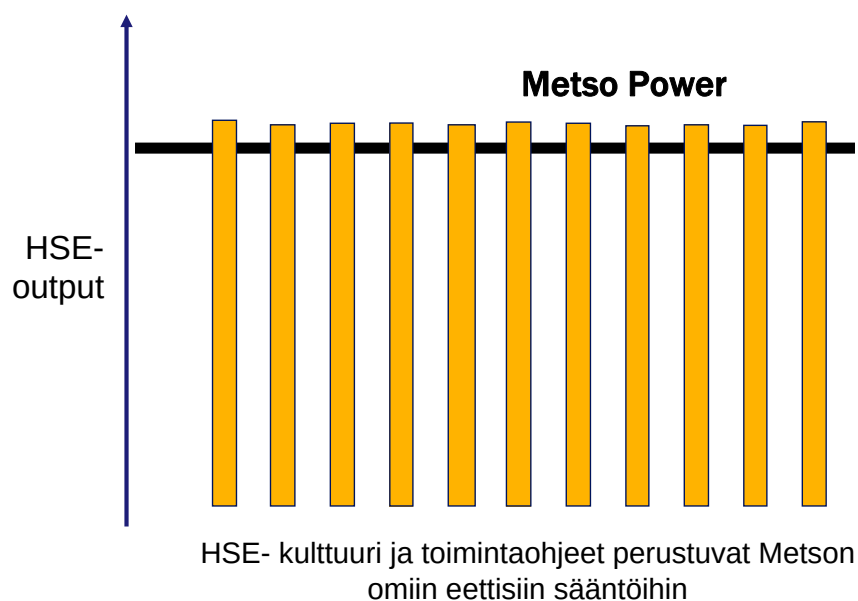
© Metso Corporation 2007



Johtavia vai seuraajia?



Johtaja (kuten teollisuus edellyttää johtavalta toimittajalta)



**VOIMALAITOKSEN JÄLKIANNOSTUSKEMIKAALIEN HAITAT
JA NIIDEN EHKÄISY**

**Teuvo Rantamäki,
Suomen KL-Lämpö Oy**

Voimalaitoksen jälkiannostuskemikaalien haitat ja niiden ehkäisy

1. Voimalaitoksen vedenkäsittely

Vedenkäsittelyllä pyritään turvaamaan laitoksen häiriötön käyttö ja varmistamaan laadullisesti riittävä höyryntuotanto kaikissa olosuhteissa. Vedenkäsittelyn voidaan katsoa koostuvan seuraavista osa-alueista: lisäveden valmistus, terminen kaasunpoisto, jälkiannostus, ulospuhallus, lauhteen puhdistus sekä veden/höyryn laadunvarmistus.

Vedenkäsittelyllä vaikutetaan vesi-höyryjärjestelmään siten, että suojaavan magnetiittikerroksen syntyminen metallin pinnalle on hallittua ja tarvittaessa uusiutuvaa. Lyhyesti sanottuna olosuhteet luodaan sellaisiksi, että haitallisia kerrostumia ei synny, korroosio on minimissään ja kriteerit täyttävän höyryn tuotanto on mahdollista.

2. Jälkiannostus ja vesikemia

Jälkiannostus tarkoittaa vesi/höyryjakeisiin syötettävien kemikaalien annostelua. Se millaista kemikaliointitapaa (ns. ajotapa) ja mitä kemikaaleja käytetään, määräytyy useista tekijöistä, joista tärkeimmät ovat: kattilan paine ja rakenne, käytetyt materiaalit, kattilan kytkentä, höyryn laatuvaatimukset, lauhteen käsittely ja käyttäjän mieltymykset.

Useimmissa laitoksissa Suomessa käytetään tällä hetkellä ns. alkalista ajotapaa ja jälkiannostukseen fosfaatteja, haihtuvia alkaleja ja hapensidontakemikaaleja tai kalvoa muodostavia amiineja. Suomen kaikissa soodakattiloissa on käytössä yksinomaan yllä kuvatuunlainen ns. alkalinen ajomalli ko. kemikaalein toteutettuna.

Ns. fosfaattikäsittelyssä haihtumaton fosfaattiliuos annostellaan syöttövesilinjaan tulistuksen säätöön käytettävän ruiskutusveden oton jälkeen. Hapenpoistokemikaali ja haihtuvat alkalit annostellaan syöttövesisäiliöön ja mahdollisesti vastapainehöyrylinjaan ja/tai lauhdelinjaan.

Kalvoa muodostavien amiinien annostelupaikat ovat yhteneväiset em. kemikalioiden kanssa. Fosfaattiannostelua ei suositella käytettäväksi ns. kalvoamiinien kanssa.

Käytössä ja markkinoilla on useita erilaisia kemikaliointikombinaatioita erityisesti haihtuvien alkalien ja hapenpoistokemikaalien osalta. Seuraavassa tarkastellaan jälkiannostukseen käytettävien kemikaalien aiheuttamia haittoja ja kuinka niitä voidaan minimoida tai estää.

3. Haihtuvat alkalit

Haihtuvia alkaleja on käytössä useita ja valintamahdollisuuksia jo käytössä olevien lisäksi vielä enemmän. Yleisimmin käytössä olevat alkalit ovat seuraavat: ammoniakki (NH_3), morfoliini, aminometyylipropanoli (AMP), sykloheksyyliamiini (CHA), dietyyliaminoetanol (DEAE), etanoliamiini (ETA) ja metoksypropyyliamiini (MOPA).

Haihtuvan alkalin valinnassa tärkeitä seikkoja ovat mm. emäsvakio (K_b), ekvivalenttipaino, terminen kestävyys sekä jakaantumiskerroin. Valinnassa pitää myös huomioida käytössä olevat materiaalit, lauhdejärjestelmän happi- ja hiilidioksiditase sekä kemikaalin annostelupaikat.

Haihtuvien alkalien reaktiot happojen kanssa voidaan esittää seuraavasti [1]:

1. amiini + epäorgaaninen happo $\rightarrow$ amiinisuolet

$$\text{R-NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{R-NH}_2 \cdot \text{HCl}$$
2. amiini + orgaaninen happo $\rightarrow$ amidi + vesi

$$\text{R-NH}_2 + \text{R}'\text{-COOH} \rightarrow \text{R-NH-CO-R}' + \text{H}_2\text{O}$$
3. ammoniakki + happo $\rightarrow$ ammonium suola + vesi

$$\text{NH}_4\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$$

3.1. Ammoniakin käytön haitat ja niiden ehkäisy

Ammoniakin jakaantumiskerroin, eli aineen pitoisuuksien suhde höyryssä ja vedessä ilmanpaineessa on n. 10 ja 35 bar:n paineessa n. 5 eli ammoniakki pyrkii pysymään höyryfaasissa ja ns. kostean höyryn alueella lauhtuvat vesipisarot saattavat olla happamia ja aiheuttaa ongelmia (eroosiokorroosio) mm. turbiinin matalapaineosassa. Mikäli ko. ongelma on havaittu, ammoniakin lisäksi olisi syytä käyttää alkaloivia amiineja, jotka lauhtuvat jo kostean höyryn alueella [2].

Ammoniakin haju on erittäin pistävä ja voimakas. Sen käsittely ja annostelu vaatii erityistoimenpiteitä sekä käyttäjiltä että itse annostelu- ja siirtolaitteistoilta. Ammoniakki liuottaa kuparimetalleja riippuen lämpötilasta, happipitoisuudesta, suolapitoisuudesta ja pH:sta. Mikäli käytetään ammoniakkia ja lauhdejärjestelmässä tiedetään olevan kuparimetallia, pH:n yläraja lauhteessa on 9,3 [3].

3.2. Amiinien käytön haitat ja niiden ehkäisy

Amiinit ovat orgaanisia yhdisteitä, joiden molekyylipaino vaihtelee n. 80 ja 120 välillä. Yhdisteet sisältävät hiiltä, vetyä ja typpeä. Joutuessaan kattilaolosuhteisiin (paine ja lämpötila) tapahtuu aina ko. orgaanisten yhdisteiden hajoamista mm. orgaanisiksi hapoiksi ja hiilidioksidiksi olosuhteista riippuen. Amiinit itse ja hajoamistuotteet ovat haihtuvia yhdisteitä ja lähtevät höyryn mukaan ja sieltä edelleen lauhdejärjestelmään. Höyryn laatua seurataan johtokykymittauksin (suora- ja ns. epäsuora mittausta). Amiinit ja niiden hajoamistuotteet vaikeuttavat tulosten tulkintaa ja joissakin tapauksissa saattavat peittää alleen neutraalisuolan aiheuttaman kationisen johtokyvyn nousun. Mikäli epäsuoranjohtokyvyn mittauksessa esiintyy ko. ongelmaa, pitäisi annostelumääriin kiinnittää huomiota tai pyrkiä korvaamaan osa amiinista ammoniakilla.

Amiinit vaikuttavat heikentävästi lauhdejärjestelmän ionivaihtohartsien toimintaan saastuttaen hartseja ja lyhentäen niiden käyttöikää. Oikealla hartsivalinnalla, hartsien kunnostuspesuilla ja oikeantyyppisen (laatu/määrä) amiinin valinnalla voidaan hartsien käyttöikää ja toimintaa kuitenkin oleellisesti parantaa [4].

Happamien hajoamistuotteiden aiheuttama korroosio mm. lauhdejärjestelmässä on ilmeistä, mutta mikäli pitäydytään kohtuullisissa annostelumäärissä ja huolehditaan siitä, ettei lisäveden tai lauhteiden mukana tule mitään ylimääräistä orgaanista kuormaa kattilaan esim. humuksen tai prosessikemikaalien muodossa, riittää alkalinen oma neutralointikyky neutraloimaan hajoamistuotteet.

4. Hapenpoistokemikaalit

Syöttövesisäiliön kaasunpoistotornissa/stork-tyyppisessä kaasunpoistimessa lisävedestä ja lauhteesta poistetaan liuenneita kaasuja. Vesikemian kannalta näistä tärkeimpiä ovat happi, ammoniakki ja hiilidioksidi. Termisen kaasunpoiston jälkeen syöttövesisäiliöön syötetään hapenpoistokemikaalia, joka reagoi ns. jäänöshapen kanssa. Kemikaalit ovat pelkistäviä tuotteita ja niillä on myös metallipintoja passivoivia vaikutuksia [5].

Soodakattiloissa käytetyt hapenpoistokemikaalit ovat hydratsiini, karbohydratsidi, metyylietyyliketoksiimi, ns. azamina ja DEHA.

Kemikaali	Kaava	mol.paino	mg / mgO ₂	LD-50	Karsinogeenisuus
Hydratsiini	N ₂ H ₄	32	1,0	60	R45, aiheuttaa syöpäsairauden vaaraa
Karbohydratsidi	CH ₆ N ₄ O	90	1,4	>5000	ei
MEKO	C ₄ H ₉ NO	87	5,4	2300–3700	R40, epäillään aiheuttavan syöpäsairauden vaaraa
Azamina	C ₄ H ₄ N ₆ O	152	2,0	>5000	ei
DEHA	C ₄ H ₁₁ NO	89	1,2	2190	ei

Kemikalioille on yhteistä se, että ne reagoivat hapen kanssa ja hajoavat lämmön vaikutuksesta reagoimis- ja hajoamistuotteiden ollessa pääosiltaan erilaisia orgaanisia yhdisteitä.

4.1. Hydratsiinin käytön haitat ja niiden ehkäisy

Hydratsiinin yhtenä hajoamistuotteena on ammoniakki, joka aiheuttaa kuparin liukenemista mm. lauhdejärjestelmissä, mikäli pH-arvo pääsee nousemaan liian korkeaksi [3].

Hydratsiini on luokiteltu syöpävaarallisten aineiden joukkoon ja tuotteen käsittely ja annostelu vaativat omat erityisvaatimuksensa.

4.2. Karbohydratsidin, MEKO:n, Azaminan ja DEHA:n käytön haitat ja niiden ehkäisy

Hapenpoistokemikaalien yleisenä haittatekijänä on komponenttien orgaaniset ja osin happamat reagoimis- ja hajoamistuotteet (erilaiset orgaaniset hapot ja hiilidioksidi) [6]. Haitalliset vaikutukset ovat mm.

- lauhteen pH:n aleneminen ja johtokyvyn nousu sekä tästä johtuvat korroosio-ongelmat ja lauhteen laadunvalvontaongelmat.
- höyryn suoran ja epäsuoran johtokyvyn nousu, mikä edelleen vaikeuttaa höyryn puhtauden valvontaa.
- kattilaveden kuohuminen, mikä saattaa johtaa höyryn likaantumiseen.

Kaupallisissa sovelluksissa ko. hapenpoistokemikaaleja annostellaan aina jonkin tai joidenkin alkaloivien amiinien ja/tai ammoniakkin kanssa yhdessä ja näin saadaan alkaloitua lauhdejärjestelmä korroosion kannalta optimitasolle. Annostelumäärät pitää olla kohtuulliset ja optimoitu kulloisenkin ajomallin tarpeisiin. Annostelupumput ja laitteet pitää olla rakennettu niin, että kemikaalin syöttö ja säätö on yksinkertaista ja kaikille käyttäjille rutiininomaista. Käytetyn kemikaalin tai kemikaaliseoksen pitää vastata ko. laitoksen tarpeita, ja se pitää olla räätälöitävissä kulloisiinkin laitoksen vaatimuksiin.

5. Fosfaatit

Fosfaatteja käytetään alkaloimaan kattilavesi, ja sillä säädetään pH koko höyrystinkierron osalta optimialueelle siten, että korroosio ko. alueella on minimissään. Fosfaatti myös sitoo ja saostaa mahdolliset höyrystinkiertoa rikastuneet kovuussuolat hienojakoiseksi lietteeksi, joka saadaan poistettua ulospuhalluksen avulla kattilasta. Fosfaatin syötön ja ulospuhalluksen avulla pyritään tietynlaiseen tasapainoon fosfaattipitoisuuden ja pH:n osalta siten, että Na/PO₄-moolisuhde pyritään pitämään arvossa n. 3. Tällä varmistetaan se, että kattilassa ei ole ns. vapaata lipeää eikä ns. happanta fosfaattia. Yleisin käytössä oleva fosfaatti on kidevedellinen trinitriumfosfaatti (Na₃PO₄ x 12 H₂O). Tuote toimitetaan yleensä laitoksille jauheena ja liuotetaan sopivaan annosteluväkevyyteen paikanpäällä.

5.1. Fosfaatin käytön haitat ja niiden ehkäisy

Joissain kattiloissa esiintyy tietyissä olosuhteissa ns. fosfaatin piiloutumista (hideout), joka vaikeuttaa oikean annostelun löytämistä ja saattaa hallitsemattomana aiheuttaa jopa korroosio-ongelmia. Piiloutumisella tarkoitetaan fosfaatin saostumista tai absorptiota putkipinnoille rautafosfaattiyhdisteiksi. Ilmiön perustana on fosfaatin liukoisuuden lasku lämpötilan noustessa.

Hideout esiintyy erityisesti suurilla kuormilla ajettaessa tai lämpöpinnoilla missä lämpövuon tiheys on suuri. Kattilan alajassossa tai kuorman lasiessa fosfaatti liukenee takaisin kattilaveteen.

Kuorma	pH	PO ₄ -pitoisuus
kasvaa	nousee	vähenee
pienenee	laskee	lisääntyy

Nykytietämyksen mukaan laitosten, joilla esiintyy fosfaatin piiloutumista, pitää kokeellisesti hakea ko. kattilalle yksilöllinen yläraja fosfaattipitoisuudelle, missä ei vielä tapahdu piiloutumista ja pitää tämä fosfaattipitoisuus ehdottomana ylärajana [7].

6. Kalvoamiinit

Kalvoamiini syötetään voimalaitoksen syöttövesisäiliöön, mistä se leviää höyrystinkierron kautta höyry- ja lauhdejärjestelmiin muodostaen ohuen amiinikalvon metallipinnoille. Oikein käytettynä ja annosteltuna tuote muodostaa tiiviin kalvon suojaten puhdasta metallipintaa epäpuhtauksilta ja korroosiolta. Kaupalliset sovellukset sisältävät orgaanisen polyamiinin lisäksi neutraloivia amiineja ja hapensidonta kemikaalia.

6.1. Kalvoamiinien käytön haitat ja niiden ehkäisy

Polyamiinit päällystävät metallipintojen lisäksi jatkuvatoimiset analysaattorit, jotka pitää puhdistaa säännöllisesti esim. asetonilla. Tuote päällystää myös ionivaihtohartsit ja siten esim. lauhteen puhdistus ionivaihtotekniikalla ei onnistu. Samoin epäsuoran johtokyvyn mittausta ei ole mahdollista. Kalvoa muodostavien amiinien ominaisuuksiin kuuluu myös irrottaa vanhoja kerrostumia putkipinnoilta ja dispergoida nämä lietteeksi, joka on mahdollista poistaa ulospuhalluksen avulla. Mikäli voimalaitoksella aiotaan siirtyä ko. kemiaan, on laitoksen peittaustarve syytä selvittää, ettei aiheuteta tukkeuma-ongelmia mahdollisten vanhojen kerrostumien irrotessa.

7. Yhteenveto

Kemikaaleista aiheutuvat haitat johtuvat useimmiten puutteellisesta valvonnasta ja riittämättömästä ohjeistuksesta kemikaalien käytön, annostelun ja vesiarvojen suhteen sekä erityisesti toiminnan ohjeistuksen puutteista poikkeustilanteissa. Kemikaalitoimittajilta pitää vaatia ko. ajotapaan ja vesikemiaan liittyvät ohjeistukset, syöttömäärät ja analytiikan raja-arvot sekä normaalin että poikkeavien ajotilanteiden osalta.

Kaikki kattilalaitokset eivät ole samanlaisia, eikä ole olemassa yhtä ja samaa kemikalointi tapaa, mikä sopisi kaikkiin laitoksiin. Kunkin laitoksen tulisi löytää juuri se sopiva ajomalli ja siihen sopivat kemikaalit. Annosteltaessa oikeaa kemikaalia oikeaan paikkaan kontrolloitu määrä niin suuremmilta ongelmilta vältytään.

LÄHDELUETTELO

1. The Nalco Water Handbook, Second Edition, McGraw-Hill Book Company, ISBN 0-07-045872-3
2. Millett, P.J., Fruzzetti, K., "Status of Application of Amines in US PWRs"
3. Dooley, B., Shields, K., "Alleviation of Copper Problems in Fossil Plants". 14th International Conference on the Properties of Water and Steam in Kyoto.
4. Raught, D., Foutch, G., "Ion Exchange Resin Fouling by Organic Amines in Secondary Systems at U.S. Nuclear Power Plants". Power Plant Chemistry. 2005/12.
5. Fujiwara Kazutoshi., et al., Takahashi Kanjo., et al., "Evaluation of Thermal Decomposition Rate of Carbohydrazide and its Reducing Effect on Carbon Steel". Corrosion 97, Paper no. 89.
6. Case, B., Wall, K., Wates, R., "The CEGB Programme on Comparative Assessment of Alternatives to Hydrazine for Oxygen Removal from Aqueous Systems".
7. Nordling, Magnus, "Fosfatkemiprocesser i pann tuber". Material- och kemiteknik, Värmeforsk, 2004.

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

- 1/2006 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 26.1.2006, esitelmät
Sokos Hotelli Seurahuone/Laminating Papers Oy, Kotka
(16A0913-E0072) 18.1.2006
- 2/2006 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2005
(16A0913-E0073) 30.3.2006
- 3/2006 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Vuosikokous 30.3.2006, If Vahinkovakuutusyhtiö Oy, Helsinki
Pöytäkirja (16A0913-E0074)
- 4/2006 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 1.-3.11.2006
Viking Line
(16A0913-E0075)
- 5/2006 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilan vastaanottokokeet
Materiaali- ja energiatase
Esa Vakkilainen, Pöyry Forest Industry Oy
(16A0913-E0078) 4.12.2006

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

1/2007 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 25.1.2007, esitelmät
Kulttuurikeskus, Kemi / Oy Metsä-Botnia Ab, Kemin tehdas / Hotelli Cumulus Kemi
(16A0913-E0079) 12.1.2007