

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Konemestaripäivä 2004

**Oy Metsä-Botnia Ab, Rauman tehdas
Best Western Hotel Raumanlinna**

22.1.2004

Raportti 1/2004

KONEMESTARIPÄIVÄ 2004

Oy Metsä-Botnia Ab, Rauman tehdas
22.1.2004

OHJELMA

klo	
09.00	Siirtyminen tehtaalle Bussikuljetus Best Western Hotell Raumanlinnasta Valtakatu 5, 26100 Rauma
09.30	Ilmoittautuminen ja kahvi tehtaalla Maanpääntie 9, 26100 Rauma
10.00	Tilaisuuden avaus Mika Salo, Oy Metsä-Botnia Ab
10.15	Primääriaukon ohitusputkien säröily Lasse Koivisto, Andritz Oy
10.45	Tauko
11.00	Mustalipeän polton parhaimmat menetelmät Tuukka Juvonen, TTK Energiatekniikka ja ympäristönsuojelu
11.30	Eräs poikkeuksellinen tulistinvaurio Kalle Salmi, Kvaerner Power Oy
12.00	Suojavaatetus soodakattilan kemikaalisulan roiskeita vastaan Helena Mäkinen, Työterveyslaitos
12.30	Lounas ja kahvi
13.30	Ruotsin soodakattilavauriot Sven Lahti, DNV Inspection
13.45	European Pollutant Emission Register Esko Talka, KCL
14.15	Soodakattilan tarkastus ja peittäus Esa Ilves, If Vahinkovakuutus Oy
14.45-16.30	Kahvi ja tehdaskierros
16.30	Bussikuljetus hotelli Raumanlinnaan
17.00-19.00	Sauna Hotelli Raumanlinna
19.30-21.00	Päivällinen Hotelli Raumanlinna

- | | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| 1. Alakoski Pekka | ALSTOM Finland Oy, PS |
| 2. Alamaa Matti | Oy Metsä-Botnia Ab/vierailun isäntä |
| 3. Anttila Reijo | Andritz Oy |
| 4. Arvilommi Tero | Sunila Oy |
| 5. Auvinen Kari | Oy Metsä-Botnia Ab |
| 6. Ekdahl Pertti | Clyde Bergemann Scandinavia Oy |
| 7. Ekholm Jari | Kvaerner Power Oy |
| 8. Hakkarainen Aimo | Andritz Oy |
| 9. Harjula Johanna | Oy Metsä-Botnia Ab |
| 10. Haukka Jani | Laminating Papers Oy |
| 11. Hiltunen Jouni | Stora Enso Oyj, Fine Paper |
| 12. Hirttiö Martti | Stora Enso, Kemijärven Sellu Oy |
| 13. Hirvonen Tapani | Stora Enso Oyj, Imatra |
| 14. Honkanen Seppo | Fortek Oy |
| 15. Hukkanen Reijo | Stora Enso Oyj, Oulun tehtaot |
| 16. Humalajoki Pauli | Stora Enso Oyj Veitsiluodon tehdas |
| 17. Huuska Tapio | Oy Metsä-Botnia Ab, Kemin tehdas |
| 18. Ilves Esa | If Vahinkovakuutus Oy/luennoitsija |
| 19. Juvonen Tuukka | TKK/luennoitsija |
| 20. Kaartinen Esko | UPM Kymmene Oyj, Kymi |
| 21. Kankala Lassi | Stora Enso Oyj, Fine Paper |
| 22. Kankkonen Sebastian | Jaakko Pöyry Oy |
| 23. Karjalainen Jari | ALSTOM Finland Oy, ECS |
| 24. Karjunen Timo | Boildec Oy |
| 25. Kerttula Kari | Stora Enso Oyj Veitsiluodon tehdas |
| 26. Kohlmann Jens | Jaakko Pöyry Oy |
| 27. Koivisto Lasse | Andritz Oy/luennoitsija |
| 28. Kolehmainen Janne | Andritz Oy |
| 29. Korhonen Mikko | Sunila Oy |
| 30. Koskinen Jukka A. | Metso Automation Inc |
| 31. Kylänpää Jouko | Kvaerner Power Oy |
| 32. Lahti Sven B | DNV Inspection |
| 33. Latva Jarmo | Laminating Papers Oy |
| 34. Lehtinen Markku | Andritz Oy |
| 35. Lintukangas Tuomo | UPM-Kymmene Oyj Kaukas |
| 36. Loukiala Mauri | Metso Automation Inc |
| 37. Luhanka Sari | ALSTOM Finland Oy, ECS |
| 38. Lunden Petri | Sunila Oy |
| 39. Malinen Esko | Oy Metsä Botnia Ab Äänekoski |
| 40. Matilainen Juha | Enocell Oy |
| 41. Mattila Lauri | UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaaren tehtaot |
| 42. Mäkinen Helena | Työterveyslaitos/luennoitsija |
| 43. Mänttöri Ilkka | Andritz Oy |

44. *Nordbäck Kaj*
45. *Nyqvist Kari*
46. *Parpala Juha*
47. *Pettersson Ralf*
48. *Pohja Erkki*
49. *Posti Pekka*
50. *Puhakka Jukka*
51. *Pynnönen Petri*
52. *Raassina Antero*
53. *Saarela Ari*
54. *Salmela Matti*
55. *Salmi Kalle*
56. *Salo Mika*
57. *Sipolainen Pekka*
58. *Skrifvars Kenneth*
59. *Talka Esko*
60. *Tanninen Pentti*
61. *Tapalinen Ismo*
62. *Tuokkola Timo*
63. *Turunen Eija*
64. *Vesterinen Tuomo*
65. *Viinikainen Jorma*
66. *Wikström Lars-Martin*
67. *Virtanen Hannu*
68. *Välipakka Ilkka*
69. *Åström Thomas*

UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaaren tehtaot
Oy Metsä-Botnia Ab Rauma
ALSTOM Finland Oy, ECS
ALSTOM Finland Oy, ECS
UPM Kymmene Oyj Tervasaari
Oy Metsä-Botnia Ab Kemi
Metso Automation Inc
Andritz Oy
Stora Enso, Kemijärven Sellu Oy
Kvaerner Power Oy
Kvaerner Power Oy
Kvaerner Power Oy/luennoitsija
Oy Metsä-Botnia Ab/vierailun isäntä
ALSTOM Finland Oy, ECS
Oy Metsä-Botnia Ab
KCL/luennoitsija
ALSTOM Finland Oy, PS
Oy Metsä-Botnia Ab, Kemin tehdas
Oy Metsä-Botnia Ab
Jaakko Pöyry Oy
OY Metsäbotnia Ab Joutsenon tehdas
Oy Metsäbotnia Ab Joutsenon tehdas
UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaaren tehtaot
UPM Kymmene Oyj, Kymi
Andritz Oy
Pohjola

PRIMÄÄRIAUKON OHITUSPUTKIEN SÄRÖILY

Lasse Koivisto
Andritz Oy

Primääriaukon ohitusputkien säröily

Primääriaukkojen compound-ohitusputkissa on havaittu säröjä jo melko pitkään. Edellisen kerran asiaa käsiteltiin konemestaripäivillä 2000. Sen jälkeen on mm. Suomessa ollut ainakin yksi vastaavanlainen tapaus ja toisaalta USA:ssa ja Kanadassa on asiaa tutkittu edelleen.

Säröjen piirteitä

Alla olevassa kuvassa nähdään tyypillinen säröillyt putki.



Kuva 1. Tyypillistä säröilyä primääriaukon ohituksessa. Suoria, ”avoimia” säröjä. Termisen väsymisen osuus suuri.

Kuvan 2. esittämä säröily on harvinaisempaa.



Kuva 2. Harvinaisempi säröilytyyppi. Haaroittuvia, tiiviitä säröjä. Jännityskorroosion osuus suuri.

Säröt tällä alueella voivat edetä ja useimmiten etenevät mustaan, koska termisen väsymisen komponentti on joka tauksessa olemassa. Seuraava kuva esittää tilannetta särön kärjessä.



Kuva 3. Särö etenee hiiliteräkseen. Kyseessä tyypillinen enemmän termisen väsymisen tyypinen särö.

Säröilyn syyt ja mekanismi

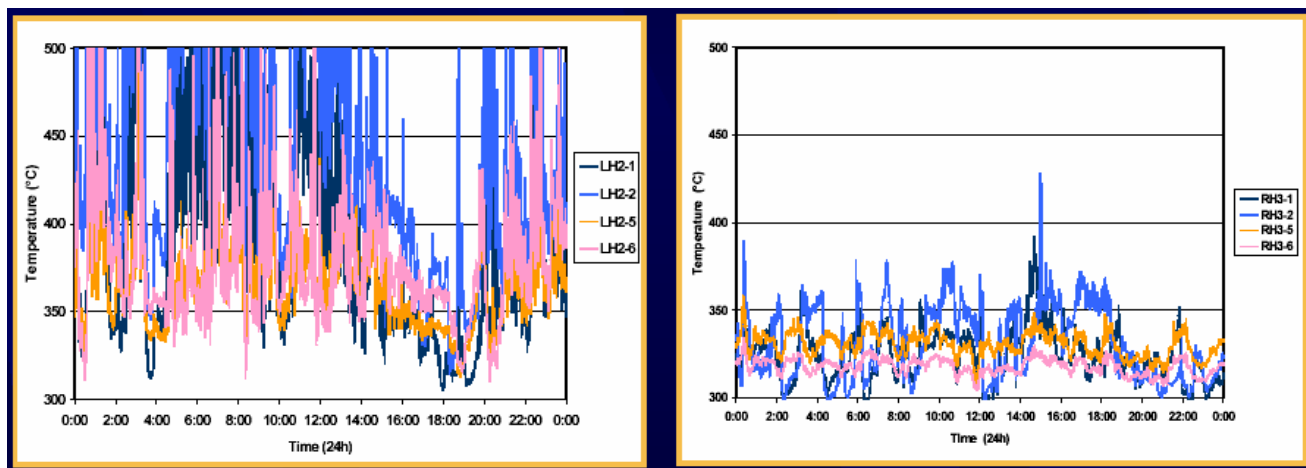
Perustuen 304L materiaalin olemassa olevaan väsymisdataan ja säröjen morfologiaan (ulkonäköön ja dislokaattiorakenteeseen) on päätelty mekanismin olevan korroosioväsyminen. Toisin sanoen siis lämpösykliä aiheuttaman väsymisen ja korroosion yhteisvaikutus.

Näistä syistä erityisesti lämpösykliä syitä on yritetty selvittää.

Lämpötilamittaukset

Säröilyn syiden selvittämiseksi on tehty ohitusputkien lämpötilan mittauksia. Mittaukset ovat osoittaneet selvästi että ohitusputkin seinämän lämpötila vaihtelee voimakkaasti. Verrattaessa säröilleen ja säröilemättömän putken käyttäytymistä on ero selvä; säröilevä putki kokee paljon ja suuria lämpösyklejä säröilemättömään verrattuna.

Alla oleva kuva esittää mittaustuloksia. Se perustuu ORNL:n mittauksiin.



Kuva 4. Vasemmalla säröilevän aukon ohitusputkien lämpötilan vaihtelu ja oikealla säröilemättömän aukon ohitusputkien käyttäytyminen.

Vertailumittaukset sekundääriaukoilla osoittavat hyvin matalaa < 25 °C syklistä vaihtelua.

Havainnot ja laskelmat lämpöpiikkien suhteen ovat johtaneet kahteen ehdotukseen raja-arvoiksi.

- 450 °C ja yli yltävät lämpötilat merkitsevät komppoundin säröilyriskiä tai toden näköistä säröilyä.
- 600 °C yltävät lämpötilat mahdollistavat särön etenemisen hiiliteräkseen.

Lämpöpiikkien syy

Lipeä ja ilma

Koska putken seinämän lämpötilan vaihtelu on ratkaiseva säröilyn kannalta on mahdollisia lämpöpiikkien aiheuttajia etsitty kovasti.

Jossain määrin on kokeiltu mm. erilaisia ajoparametreja. Ensimmäisissä testeissä havaittiin lipeän lämpötilalla olevan suuri vaikutus eräällä kattilalla. Samoin todettiin kuiva-aineen vaikuttavan lämpösykliin esiintymiseen. Molemmat näistä liittyvät lipeäpisan lentorataan, joka pitäisi olla sellainen, että pisarat eivät päädy vastakkaiselle seinälle, koska aukkoputkilla palava lipeä aiheuttaa putkien lämpötilan nousua.

Luonnollisesti ilman syöttö on tärkeä tekijä tässä yhteydessä. Mitään kovin varmaa tulosta ei kuitenkaan tässä suhteessa vielä ole olemassa. Eräitä kokeiluja on kuitenkin tehty.

Lipeäruisku

Lipeäruisku ja sen antama lipeäpisan lentorata on erittäin tärkeä, kuten edellä todettiin lipeän lämpötilan, paineen ja kuiva-aineen kohdalla.

Veden kierto

Veden virtausta on mitattu ao. putkissa, mutta lukuunottamatta käynnistystilanteiden epästabiilisuutta on veden kierto ollut aina hyvä eikä siitä voida löytää syytä lämpöpiikkeihin.

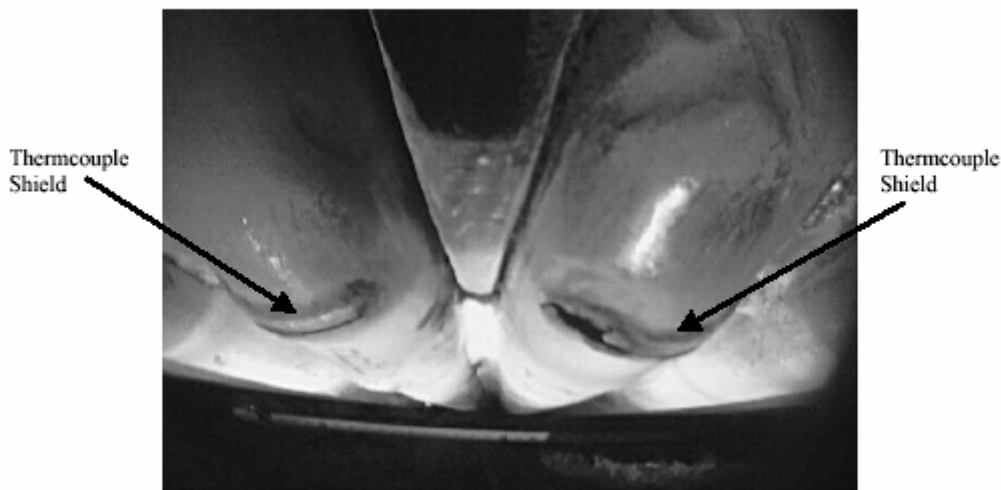
Visuaaliset havainnot

Ohitusputkia on kuvattu videokameralla käynnin aikana ja todettu tilanteiden vaihtelevan. Joskus putkella on kerrostumaa ja joskus se on suhteellisen puhdas. Edellisessä tilanteessa putken lämpötilan on todettu olleen vakaa n. 320 °C ja jälkimmäisessä niin ikään vakaa, mutta korkeampi n. 400 °C. Vaihtelu näiden tilanteiden välillä voi siis jo aiheuttaa n. 80 °C:een lämpösyklin. Tässä on tosin korostettava lämpötilan mittauksen merkitystä. Koska tässä tapauksessa termoelementit ovat putken pinnassa metallisen suojaliuskan alla voi niiden antama tulos olla jonkin verran todellisesta poikkeava.

Kun putkelle on satanut runsaasti pisaroita on mitattu n. 440 °C lämpötiloja.

On myös tehty havaintoja, että sulan nousu aukon alareunan tasalle ja jopa yli aiheuttaisi lämpöpiikin.

Alla oleva kuva esittää näkymää aukosta alaspäin.



Kuva 5. Näkymä primääriaukosta (seisokki, pestynä). [Keiser ym. TAPPI 2002]

Mallinnus

Laskennallisesti on tutkittu kahta tilannetta:

- Lipeän palaminen putkella ja
- Na_2S hapettuminen putken pinnalla

Oletuksen on, että putkessa on 295 °C vesi, kaikki lämpö menee putkeen ja että putkella ei ole eristävää kerrostumaa.

Tällaisilla oletuksilla on saatu lipeällä tuloksena n. 400...450 °C piikkejä riippuen pisaran koosta ja sulfidin palamiselle aina 700 °C asti nousevia piikkejä silloin kun sulfidikerros putkella on paksu.

Piikkien kesto lipeällä on n. 15....30 s ja sulfidilla n. 15 s.

Tässä on tietysti tehty paljon yksinkertaistavia oletuksia mutta tulos on kuitenkin suuntaa antava eli näyttää että em. tapahtumilla saatetaan saada aikaan korkeitakin lämpöpiikkejä.

Ilma-aukon muoto, pohjan kaltevuus vs. säröily

Jonkinlaista tilastoa on tehty. Esitetty aineisto on sangen suppea (9 kattilaa) ja sen perusteella ehkä voi todeta että pohjan tyypillä ei ole merkitystä eikä toden näköisesti myöskään aukon muodolla. Pitkä ja kapea muoto saattaa olla edullisempi.

Taulukko 1. Tilastoa säröilystä

Kattila	Pohja	Aukko	Suutin	Säröily
A	Vino	Lyhyt, leveä	Valu	Kohtalainen
B	Vino	Lyhyt, leveä	Valu	Vähän
C	Vino	Lyhyt, leveä	Valu	Huomattava
D	Dekantoiva	Lyhyt, leveä	Hitsattu	Kohtalainen
E	Dekantoiva	Lyhyt, leveä	Valu	Kohtalainen
F	Vino	Pitkä kapea	Valu	Ei säröilyä
G	Vino	Lyhyt, leveä	Valu	Kohtalainen
H	Dekantoiva	Lyhyt, leveä	Hitsattu	Ei säröilyä
I	Dekantoiva	Lyhyt, leveä	Valu	Ei säröilyä

Vaihtoehtoiset materiaalit 304L:lle

Alloy 825 eli Sanicro 38 (pursotettu)

- eräässä kattilassa on havaittu pinnoitteen ohenemista

Alloy 625 päällehitsattuna

- useissa kattiloissa havaittu pinnoitteen ohenemista
- kahdessa kattilassa säröilyä

Alloy 625 eli Sanicro 63 tai 65 (pursotettu)

- säröillyt kahdessa kattilassa

Yhteenveto

Edellä on esitetty lyhyesti tärkeimpiä tuloksia tähän astisista tutkimuksista.

Kuten nähdään varmana voidaan lähinnä pitää sitä, että primääriaukon ohitusputkissa esiintyy joskus korkeita lämpöpiikkejä ja että nämä piikit ovat oleellinen tekijä ko. putkien säröilyssä.

Syy näiden lämpöpiikkien syntymiseen on toisaalta edelleen hämärän peitossa. Tämän hetken tulosten nojalla näyttäisi, että vesipuolen kiertoahäiriöstä kuitenkin ei ole kyse ja sen tutkiminen voidaan lopettaa. Kaikkien muiden mahdollisesti vaikuttavien tekijöiden tutkimusta tarvitaan lisää

MUSTALIPEÄN POLTON PARHAIMMAT MENETELMÄT

Tuukka Juvonen
TKK Energiatekniikka ja ympäristönsuojelu

Mustalipeän polton parhaimmat menetelmät

Tuukka Juvonen

TKK Energiatekniikka ja ympäristönsuojelu

Tiivistelmä

Tämä tutkimus on tehty Suomen Soodakattilayhdistys ry:n lipeätyöryhmän projektina. Yhdistys on myös toiminut työn rahoittajana. Työ on vielä kesken ja varsinainen tutkimusraportti ja samalla aiheesta tekeillä oleva opinnäytetyö valmistuu arviolta maaliskuussa 2004.

Työssä on tutkittu mustalipeän polttamista soodakattilassa ja siihen vaikuttavia tekijöitä teorian ja käytännön kokemusten avulla. Lipeän ruiskutusta, kattilan ilmansyöttöä ja soodakattilan kemialla on tutkittu aikaisemmin runsaasti, joten polttoprosessin teoreettinen ymmärtäminen on nykyään hyvä. Käytännössä kuitenkin soodakattilan ajoparametrit määräytyvät useimmiten kokemuksen, ei teorian, perusteella. Käytännön tasolla aineistoa todellisilla kattiloilla käytössä olevista laitteista, prosessiarvoista ja toimintamenetelmistä on kerätty suoraan tehtailta. Kartoituksen kohteena olleet kattilat sijaitsevat tehtailla ympäri Suomea, mutta niitä ei ole valittu minkään tiettyjen kriteerien perusteella. Kaikki Suomessa sellua valmistavat metsäteollisuusyhtiöt ovat edustettuina. Kohdetehtaiden käyttämät raaka-aineet, keittomenetelmät ja prosessilaitteet ovat erilaisia. Myös soodakattilat ovat erikokoisia, eri-ikäisiä ja eri valmistajien toimittamia, joten kaiken kaikkiaan 10 tehdasta ja 13 kattilaa (tällä hetkellä) käsittävä otos on melko kattava.

Lipeän ominaisuudet, lipeän ruiskutus ja palamisilman syöttö ensisijaisesti määräävät soodakattilan tulipesän olosuhteet ja palamisprosessin onnistumisen. Pääasiassa näitä tekijöitä onkin kohteena olleista kattiloista kartoitettu. Kattiloiden toimintaa ja toiminnan ”hyvyyttä” on pyritty tarkastelemaan suhteellisen kuormituksen, reduktioasteen, päästöjen sekä lämpöpintojen likaantumisen ja tukkeutumisen osalta. Kattilat ja niissä poltettavat lipeät ovat erilaisia, minkä vuoksi kattiloita on tarkasteltava yksilöinä eikä polttomenetelmien suora vertailu ole mielekäästä. Lisäksi joillakin tehtailla lipeän ominaisuudet vaihtelevat huomattavastikin ajan funktiona.

Tarkastelua joiltain osin vaikeuttaa tarkkojen ja tuoreiden polttolipeäanalyyysien vaikea saatavuus. Analyysejä toki löytyy, mutta usein ne ovat vanhoja, eivätkä anna luotettavaa kuvaa tehtaan nykyisestä tilasta. Tämän tutkimuksen puitteissa analyyysien tekeminen ei ollut mahdollista. Tämän vuoksi aineiston tulkitsemisessa ja johtopäätösten tekemisessä on oltava varovainen.

Soodakattilayhdistyksessä on tekeillä tutkimus sellutehtaiden vierasainepitoisuuksista ja niiden vaikutuksista tulistinkerrostumien muodostumiseen. Tuolloin on tarkoitus teettää myös analyysejä muuttaman tehtaan polttolipeästä ja lentotuhkasta. Tätä tutkimusta varten kerättyjä prosessiarvoja voidaan myös osin hyödyntää.

ERÄS POIKKEUKSELLINEN TULISTINVAURIO

Kalle Salmi
Kvaerner Power Oy

Power Division



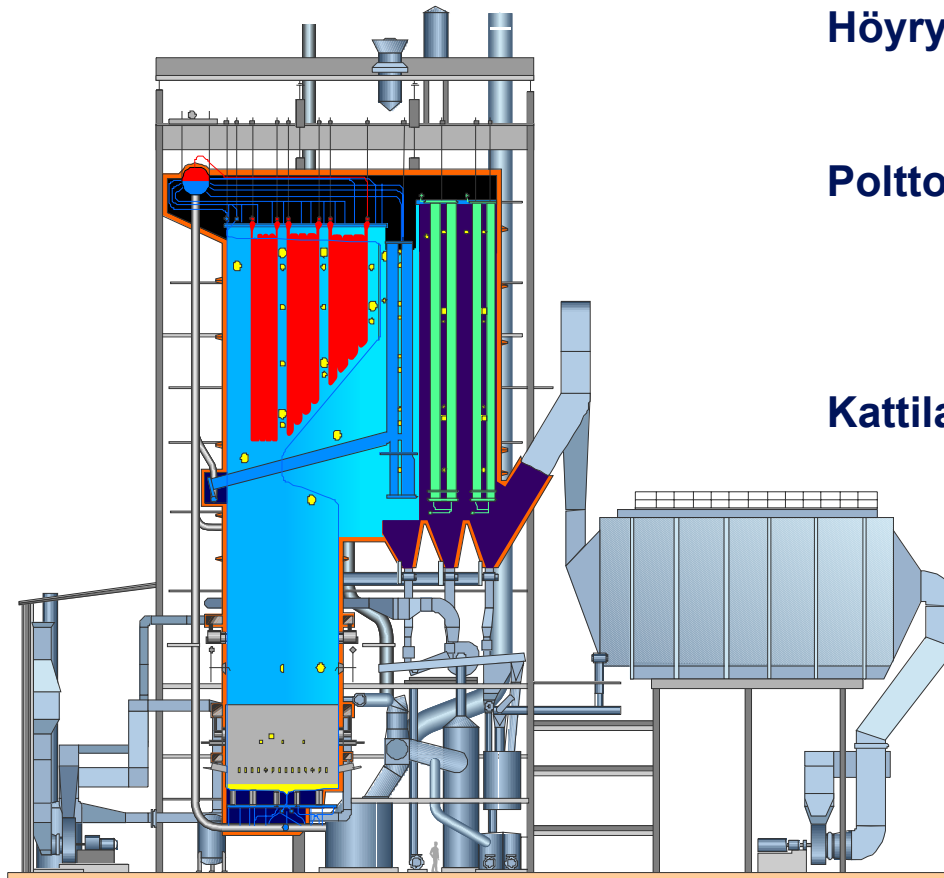
Eräs poikkeuksellinen tulistinvaurio

Kalle Salmi

22.1.2004

AKER KVAERNER™

Soodakattilatoimitus



Kapasiteetti

670tds / 24h

Höyry

28 kg / s (100 t / h)

64 bar, 460 °C

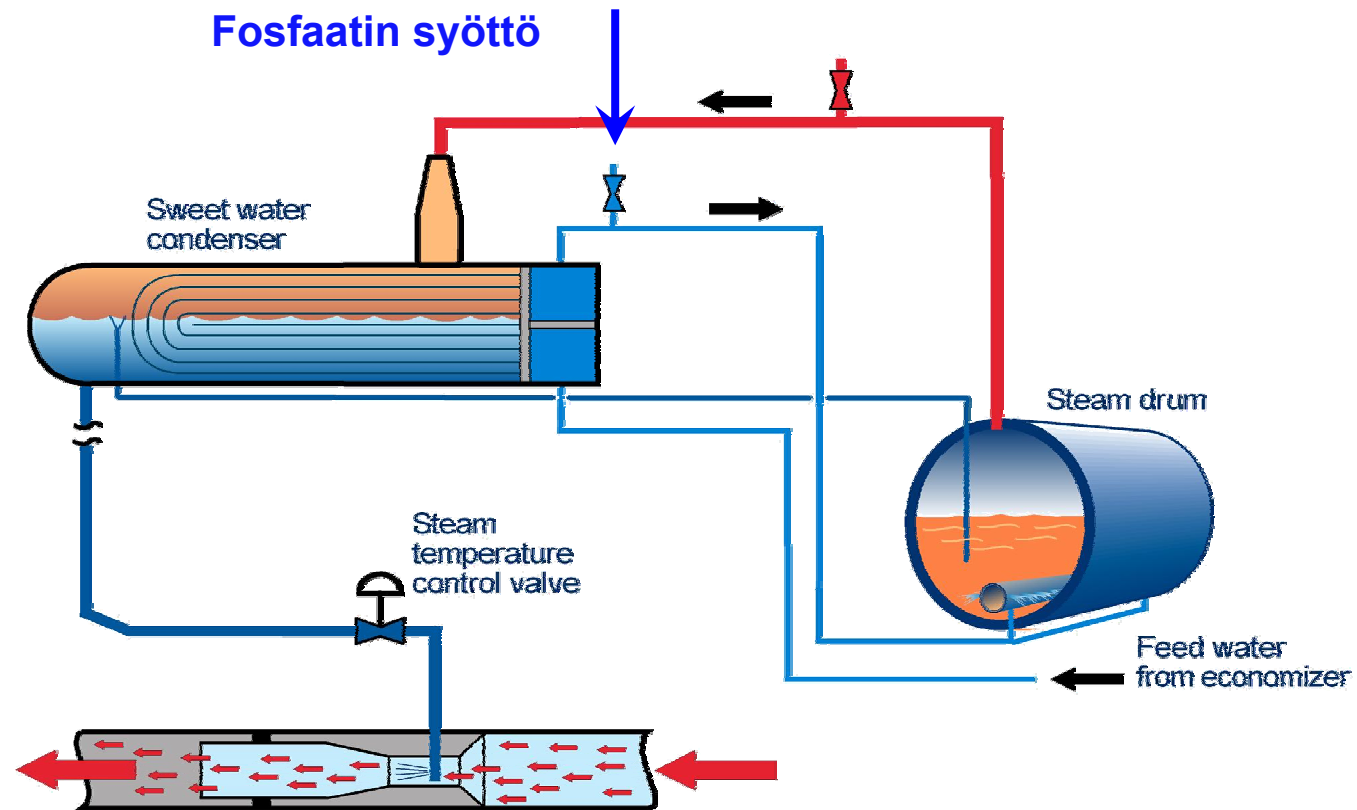
Polttoaineet

**Mustalive, suopa,
vahvat- ja heikot
hajukaasut sekä
maakaasu**

Kattilan startti

Heinäkuussa 2001

Fosfaatin syöttö syöttöveeteen



TM32 229A.FH5

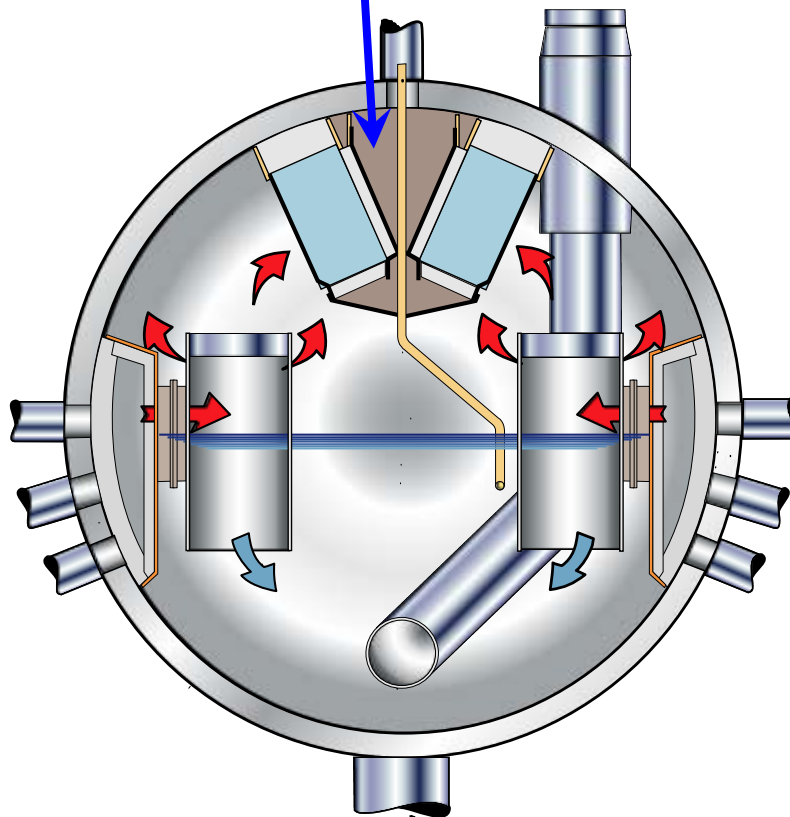
KPG/JLF 1997-93-31

Ongelma fosfaatin syötössä

- Ongelma
 - fosfaatin syöttölinjan tukkeuma
 - annostelupumpun pyörimisnopeuden pieneneminen
- Ratkaisu
 - syöttöpaikan vaihto lokakuun kuudes (6.10.) lieriön oikean pään paikallisen painemittarin yhteeseen
- Samalla
 - PO_4 :n syöttömäärä pienennettiin 15 - 30 ppm:stä (heinäkuu – 6.10.) 1,4 – 6,7 ppm:ään (6.10. – 10.12.)
 - höyryn johtokykymittaus ei ollut päällä syyskuusta lähtien
 - eikä kylläisen höyryn natriumpitoisuutta analysoitu
- Joulukuun normaalissa seisokissa 10.12.
 - syöttölinja avattiin ja fosfaatin syöttö palautettiin alkuperäiseksi

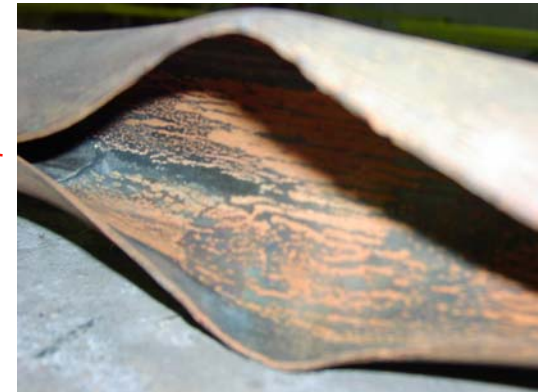
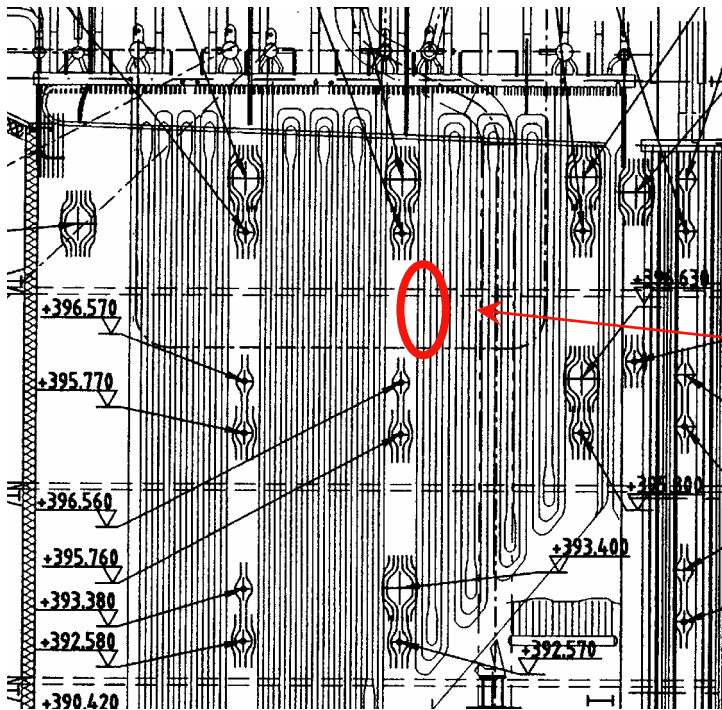
Fosfaatin syöttöpaikan muutos

Uusi fosfaatin syöttöpaikka



Tulistinvaurio #1

- Kattilan alasajo 10. helmikuuta 2002
 - höyryvuoto putkihalkeamasta kattilan oikealla sivustalla



Tulistinvaurio #1

■ Huomioita

- vuotoputki toisessa elementissä oikealta
- putki oli keskimmäinen kolmesta rinnan juoksevasta
- värimuutoksia ja hilseilyä kakkoselementin etummaisessa putkessa
- värimuutoksia ja hilseilyä kolmoselementin ”keskimmäisessä” putkessa
- värimuutoksia kuutoselementin yhdessä putkessa

■ Korjaus

- tulpattiin yhteensä kolme putkea elementeistä 2 ja 3

Tulistinvaurio #1

- Näyteputket
 - tulpattujen putkien alakäyrät täynnä kerrostumia



Kuumin "keskiputken" alakäyrä

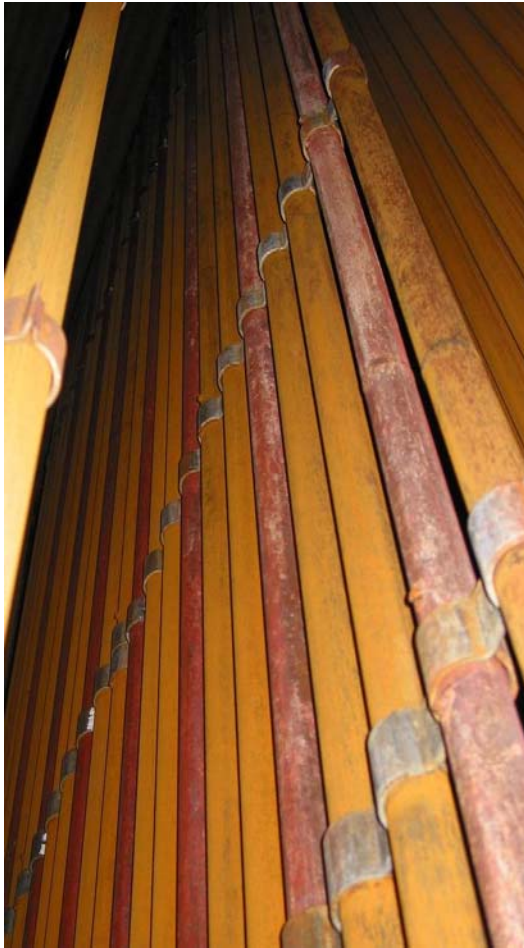
	Harmaa paino %	Valkoinen paino %	Musta paino %
O *	~ 37	~ 37	~ 38
Na *	~ 34	~ 32	~ 32
P	~ 25	~ 19	3,5 - 16
S *	~ 0,1	~ 6,5	6 - 15,5
K			0 - 0,6
Fe	~ 4	~ 5,5	7 - 11

* haljennut putki ja vesipesu

Tulistinvaurio #2

- Kaikki hyvin?
 - heinäkuun normaalissa vuosiseisokissa uusittiin ne primäärielementit, joissa oli tulpattuja putkia (elementit 2 ja 3)
 - tulistajan silmämääräinen tarkastus viestitti, että kaikki on ok
 - elementit ja putket linjassa
 - ei värimuutoksia
 - ei toimenpiteitä
- Kolme käyttökatkosta 12., 13. ja 15. elokuuta
- Kunnes, kattilan alasajo 20. elokuuta 2002, 2 viikkoa seisokista
 - höyryvuoto putkihalkeamasta kattilan vasemmalla sivustalla el. 3
 - putki oli keskimmäinen kolmesta rinnan juoksevasta elementin etureunassa
 - runsaasti värimuutoksia ”keskimmäisissä” putkissa ja taipumia
 - **HUOM! myös kaksi viikkoa aikaisemmin asennetun elementin 3 ”keskimmäisessä” putkessa värimuutoksia**

Tulistinvaurio #2



Tulistinvaurio #2

- Elementin 3 ”keskimmäisen” putken alakäyrät
 - elementti käytössä 10 vuorokautta



Tulistinvaurio #2

- Tukoksia on, mutta missä ja miksi? Käyriä on primäärissä kaikkiaan 192 kpl
 - ainakin "keskimmäisten" putkien "ensimmäisissä" alakäyrissä
- Päädyttiin röntgenkuvaukseen



Tulistinvaurio #2

- Laboratorio selvitti, että
 - tukoksia on vaikea liuottaa, vaikka ne olvat pääosin fosfaattia
 - mukana myös rautaa 25%, joka selittyi lisääntyneellä oksidin muodostuksella (korkea pH) ja sen ajoittaisella irtoilemisella
- Käytännön seikkoja
 - kuuman huuhteluveden kierrätyksestä luovuttiin myös, koska vesi menee ensisijaisesti sieltä, mistä pääsee helpoiten
 - hapon käyttöön ei ollut ”rohkeutta”, koska tasapuolinen neutralointi ei ollut varmaa

Tulistinvaurio #2

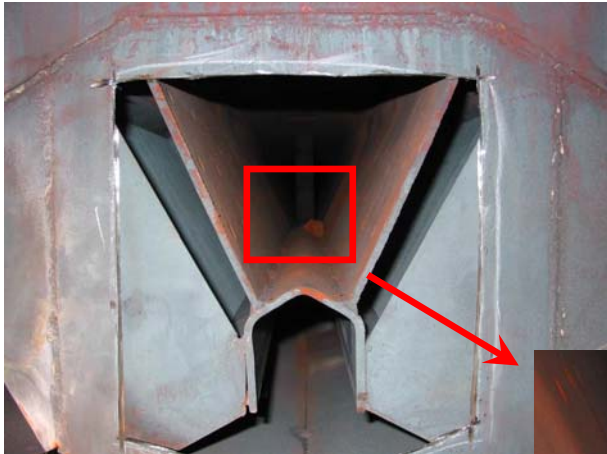
■ Toimenpiteet

- päädyttiin kaikkien primäärivaiheen alakäyrien katkaisuun ja niiden sekä putkien korkeapainepesuun
 - joissakin käyrissä kerrostumat olivat niin tiukassa, että käyrät oli uusittava

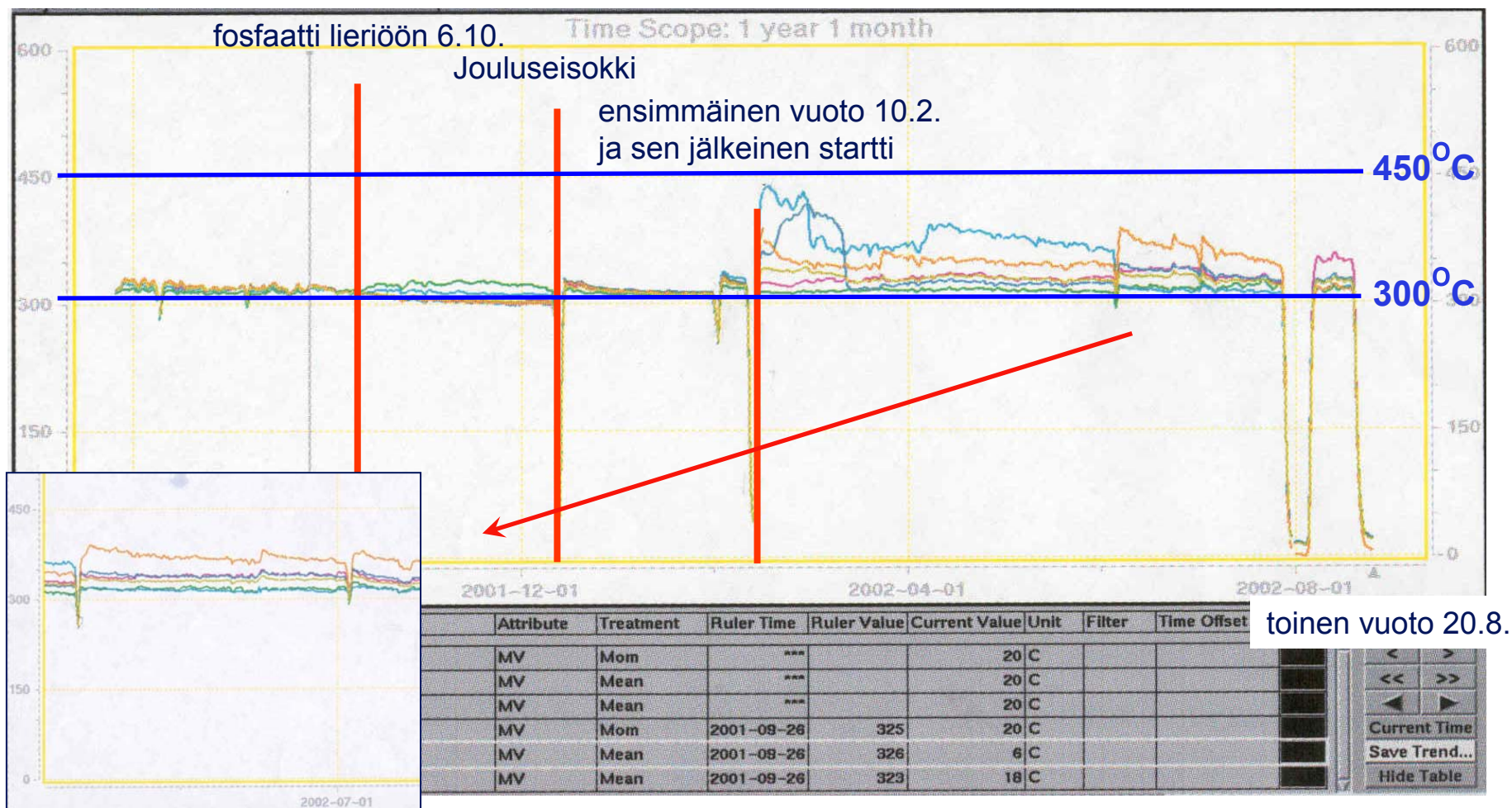


Tulistinvaurio #2

- Muut toimenpiteet ja tarkastukset
 - lieriö, kylläisen höyryn putket jakokammioille, kaikkien vaiheiden jako- ja kokoojakammiot sekä sekundäärin kuumin alakäyrä



"Spekulointi", materiaalilämpöjä primääritulistajan putkissa



Mikä meni pieleen?

- Puuttuvat mittaukset ja analyysit
 - Fosfaatin laimennussuhde
 - **Päätös fosfaatin syöttöpaikan muuttamisesta paikkaan, josta se kulkeutui tulistimen elementtiputkiin**
 - Ensimmäisen vaurion jälkeinen puutteellinen tarkastus
 - Ei reagoitu tulistinputkien materiaalilämpöihin varsinkaan ensimmäisen vaurion jälkeen
- Lisätty kylläisen höyryn jatkuvatoiminen Na-analysaattori

Erään poikkeuksellisen tulistinvaurion onnellinen loppu



**SUOJAVAAATETUS SOODAKATTILAN KEMIKAALISULAN
ROISKEITA VASTAAN**

**Helena Mäkinen
Työterveyslaitos**

Suojavaatetus soodakattilan kemikaalisulan roiskeita vastaan

Helena Mäkinen, Työterveyslaitos

Kemikaalisularoiskeet

- häiriötilanteissa palovammoja aiheuttaneita roiskeita
- kirjava suojautumiskäytäntö
 - tavallinen työvaate- tai palosuojattu suojavaate
 - aluminoitu essu tai takki lisäsuojaana vaaratilanteissa
- lämpövyhytyvyys ja käyttömukavuus ongelmia

Lisäsuojavaihtoehtoja



Soodakattilayhdistys
Konemestaripäivät 22.1.2004



Helena Mäkinen TTL

Lämpöviihtyvyystekijät

- Ympäristötekijät
 - ilmanlämpötila
 - keskimääräinen säteylämpötila
 - ilman suhteellinen virtausnopeus
 - vesihöyryn osapaine
- Ihmisestä riippuvat tekijät
 - vaatetuksen lämmöneristävyys
 - toiminnan taso

Vaatetuksen elimistölle aiheuttama lämpökuormitus erilaisissa lämpöoloissa

	kevyt työhaalari		paksu työhaalari	
työympäristön lämpöolot	kevyt työ 260 W	keskiraskas työ 335 W	kevyt työ 260 W	keskiraskas työ 335 W
neutraali	ei kuormita	kuormittaa vähän	kuormittaa jonkin verran	kuormittaa jonkin verran
kuuma ja kuiva	kuormittaa vähän	kuormittaa jonkin verran	kuormittaa melko paljon	kuormittaa paljon
kuuma ja kostea	kuormittaa paljon	kuormittaa paljon	kuormittaa paljon	kuormittaa erittäin paljon

Lämpöviihtyvyys ja suojavaatetus

- työympäristön lämpötila on korkea
- paksu suojavaate muodostaa lisäkuormitustekijän, joten kokoaikainen käyttö ei mahdollista ilman erillisratkaisuja (esim. jäähdytys)

Teollisuuden kuumansuojavaatetusta koskeva normitus

- EN 531, vaatimukset ja luokitus
 - syttyvyys, suojaus liekkikuumuudelta (B), suojaus lämpösäteilyltä (C), suojaus sulan metallin roiskeilta, sula alumiini (D), sula rauta (E)
 - **suojaus kuumilta nesteiltä puuttuu**
- lisäksi EN 470-1 hitsaajan suojavaatetus

EN 531 Merkintä

A Bx Cx Dx Ex



Alustava tutkimus laboratoriossa ja kentällä erityyppisten palosuojattujen materiaalien soveltuvuudesta

EN 531 mukaisia materiaaleja

- 70% puuvilla / 30% polyesteri
- 100% puuvilla
- 75% puuvilla / 25% Kevlar
- 55% ppan / 45% puuvilla
- 50% puuvilla / 50% polyesteri
- haljasnahka
- kosteussululla varustettu kerrostuote

Kemikaalisulan vaikutusta erityyppisiin materiaaleihin, palovamman syntymistä mitattiin PVC-tekoiholla



- tavalliset palosuojatut suojavaatekankaat eivät anna riittävää suojaa



Soodakattilayhdistys
Konemestaripäivät 22.1.2004

- monikerrostuotteilla ja nahalla tekoihon vauriot huomattavasti pienemmät
- soveltuvat osaaikaiseen käyttöön

Suojauksen kehittäminen

- sopivien kerrosmateriaalivaihtoehtojen etsiminen ja testaaminen
 - paloturvallisuus
 - suojaus kemikaalisulalta
 - kestävyys ja pestävyys
 - käyttömukavuus
- mallin suunnittelu ja vaatteen koekäyttö

Testaus kemikaalisulalla

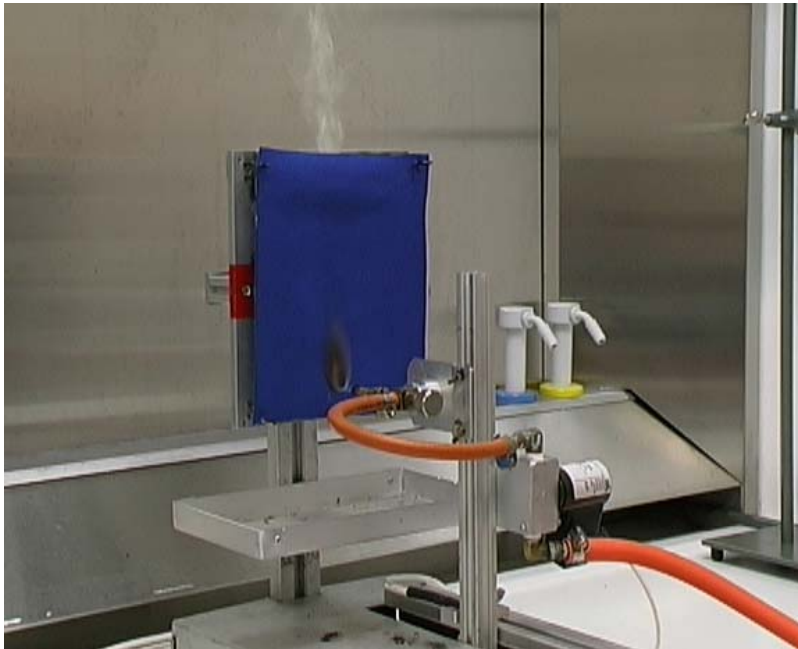


Soodakattilayhdistys
Konemestaripäivät 22.1.2004



Helena Mäkinen TTL

Syttyvyyden ja lujuuden testaus



Soodakattilayhdistys
Konemestaripäivät 22.1.2004



Helena Mäkinen TTL

RUOTSIN SOODAKATTILAVAURIOT

Sven Lahti
DNV Inspection

EUROPEAN POLLUTANT EMISSION REGISTER

Esko Talka
Oy Keskuslaboratorio Ab

European Pollutant Emission Register

Esko Talka
KCL

SSKY raportti 3/2003

EPER – päätöksen vaikutukset soodakattiloiden päästöjen raportoinnissa

(16A0913-E0049)

KCL

Esko Talka, Simo-Pekka Vanninen

18.2.2003

<http://www.soodakattilayhdistys.fi/secure/ae/2003/E0049.pdf>

Mikä on EPER ?

European Pollutant Emission Register

Tulee sisältämään

- **noin 20 000 eurooppalaisen teollisuuslaitoksen päästötietoja**

- **noin 50 aineen osalta:**
 - tietoja päästöistä ilmaan ja veteen
 - tietoja jätteistä

Tarkoitus

**Lisätä yleisön tietoisuutta
ympäristökuormituksesta sekä edistää
teollisuuden pyrkimyksiä ympäristönsuojelulle
asetettujen tavoitteiden ja kansainvälisen
sopimusten velvoitteiden saavuttamisessa**

Raportointi

IPPC-direktiivi (96/61/EC)

– Komission päätös (2000/479/EC)

- EPER-rekisteri
 - 1. raportti v. 2003
 - 2. raportti v. 2006
 - 3. raportti v. 2007
 - 4. ja sitä seuraavat raportit vuosittain

Raportointivelvollisuus

IPPC-direktiivin liitteen 1 mukaisia laitoksia ovat:

- **kohta 6.1 Industrial plants for production of:**
 - Manufacture of Pulp, Paper and Paper Products

Raportointikynnys

- | | |
|-----------------------------|---|
| – massantuotanto | kaikki laitokset,
ei tuotantorajaa |
| – paperi ja kartonki | > 20 tonnia/vrk |

Päästötietojen ilmoittaminen

- **Valvonta ja kuormitustietojärjestelmä (VAHTI)**
- **teollisuuden ilmoittamat muut päästötiedot**
- **laskennallisesti arvioidut teollisen toiminnan aiheuttamat päästöt**

Päästötietojen ilmoittamisesta

Mitattu, laskettu vai arvioitu päästö?

M = mitattu

Päästötiedot perustuvat mittauksiin, joissa on käytetty standardisoituja tai hyväksytyjä menetelmiä.

Laskutoimituksia tarvitaan usein muuttamaan mittaustulokset vuosipäästöksi.

C = laskettu

Päästötiedot perustuvat laskelmiin, joissa on käytetty kansallisesti tai kansainvälisesti hyväksytyjä arviointimenetelmiä ja kyseisen toimialan päästökertoimia.

E = arvioitu

Päästötiedot perustuvat standardoimattomiin menetelmiin kuten arviointeihin tai tapauskohtaisiin tutkimustuloksiin, joihin on päädytty parhaiden olettamusten tai asiantuntijoiden arviointien perusteella.

Raportointivelvoite ilmaan joutuville päästöille

Päästö	Kynnysarvo (t/a)	Arvio soodakattilan päästöistä
CO	500	ylittyy
CO ₂ (vain fossiilinen)	100 000	ei ylity
NMVOG	100	ei ylity
CH ₄	100	ei ylity
NO _x	100	ylittyy
N ₂ O	10	ei ylity
SO _x	150	saattaa ylittyä
PM10	50	pölypäästö saattaa ylittää, PM10-osuus tarkennettava

Typen oksidien päästöt soodakattiloista

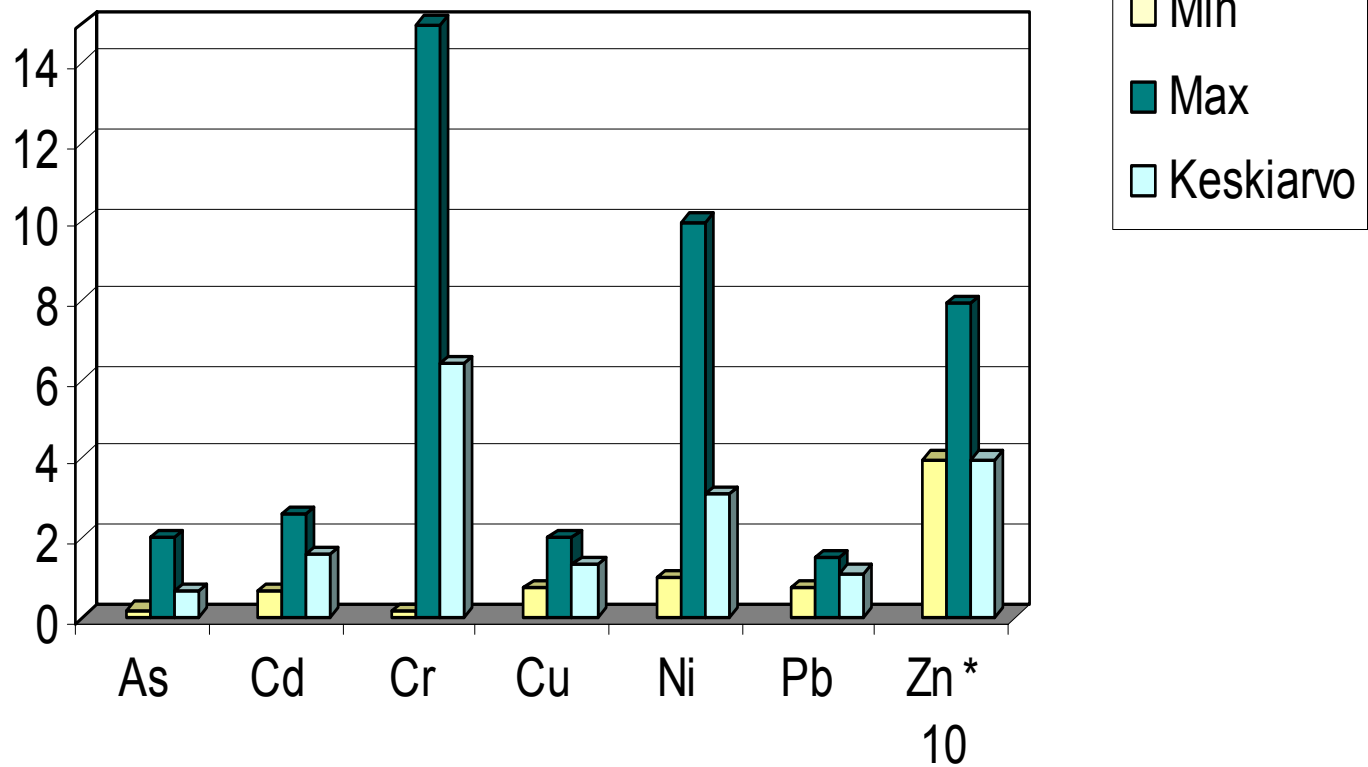
NO_x -päästö (t NO₂/a)		
Tehdas	Mitattu	Laskettu
A	697	581
B	376	289
C	642	584
D	65	131

Raportointivelvoite ilmaan joutuville päästöille

Päästö	Kynnysarvo (kg/v)	Arvio soodakattilalla
PCDD & PCDF	0,001	mitattava kattilakohtaisesti
Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH)	50	mitattava kattilakohtaisesti
Raskasmetallit	10 - 200	saattaa ylittyä, mitattava kattilakohtaisesti pölypäästöistä

Soodakattilan lentotuhkan raskasmetallipitoisuudet

[mg/kg]



Lisää tietoa EPER:stä ja IPPC:stä

<http://www.vyh.fi/palvelut/yritys/EPER/EPER.htm>

<http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/index.htm>

<http://europa.eu.int/comm/environment/ippc/eper/index.htm>

SOODAKATTILAN TARKASTUS JA PEITTAUS

Esa Ilves
If Vahinkovakuutus Oy



SOODAKATTILA- TARKASTUKSET / PEITTAUS

Konemestaripäivät 2004

Rauma 22.1.2004

Esa Ilves

PEITTAUSTARVE

- Viime vuosikymmenenä Suomen soodakattiloissa kaksi vetykorroosiovauriota, joiden seurauksena kattilavesikemiaa tutkittu Soodakattilayhdistyksen toimesta laajemminkin
 - Raportti vetyhauraudesta kuudessa kattilassa
 - Vetyhyökkäys ja kattilavesinormit
 - Soodakattilalaitosten käyttämät kemikaalit, jatkuvatoimiset analysaattorit, veden laatutiedot ja sovellutukset
 - Pырitty kartoittamaan peittaustarve ultraäänitarkastuksella
- Norjassa yksi vetykorroosiovaurio soodakattilassa
- Useampi vaurio leijukattiloissa
- Vesikemikaalien vaihto, Onko merkitystä?
- Mikä muuttunut soodakattiloissa?
 - Tehon nostot
 - Polton tehostaminen: rotaatio- ja vertikaalipoltto
- Korjaavat vaihtoehdot: vedenkäsittelyn parannus tai peittaus



LÄHTÖKOHDAT TARKASTUKSEN ONNISTUMISELLE / LAADULLE

- Pitkántähtäimen tarkastussuunnitelmat
- Kunnolliset tarkastusohjeet
- Tulosten pitkäaikainen seuranta
- Tarkastusten valvonta
- Pätevöitetyt tarkastajat (EN-pätevyys)
- Tarkastajien soodakattilatuntemus
- Kunnolliset tarkastusolosuhteet
 - telineet / työturvallisuus
 - valaistus
 - kohteen huolellinen puhdistus
- Ndt-menetelmät toisiaan täydentäviä, harvoin toisiaan täysin korvaavia
- Laatu tehdään hitsaamalla, ei tarkastamalla => työkokeet ja hitsauksen valvonta



NDT-MENETELMÄT

Visuaalinen tarkastus

- Tärkein ndt-menetelmä
- Ohjaa muiden menetelmien käyttöä
- Hyvä valaistus tarkastuksen edellytys
- Yksi kuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa, joten ota valokuvia (digitaalikamera välttämättömyys)
- ”Nurkan taakse” endoskoopilla tai viemärikameralla
- Lieriön sisäpuolinen tarkastus kertoo myös vedenkäsittelystä,

PINTAMENETELMÄT

- Tunkeumaneste-, magneettijauhe- ja pyörrevirtatarkastus



NDT-MENETELMÄT

Tunkeumanestetarkastus

- Fluoresoiva ja värillinen menetelmä
 - laajalla alueella tunkeumanesteen poisto hallittua fluoresoivalla menetelmällä
- Soveltuu kaikille ei-huokoisille materiaalille
- Vaatii pinnan puhdistuksen metallipinnalle
- Särössä oleva vesi estää tunkeumanesteen tunkeutumisen=> jos vesipesty, kohde kuivattava huolella

Magneettijauhetarkastus

- Soveltuu magnetoituville materiaaleille (ferriittinen teräs)
- Paljastaa hyvin halkeamat ja säröt (lineaariset pintaviat)
- Monta tapaa magnetoida kohde
- Pinta puhdistettava, mutta ohut maalikerros sallitaan.



NDT-MENETELMÄT

PYÖRREVIRTATARKASTUS (ET)

- Tarkastettavan materiaalin pitää olla sähköäjohtavaa
- Mekaanista kosketusta anturin ja koekappaleen välillä ei tarvita
- Yksi sovellutus pintatarkastus
- Ei vaadi samanlaista puhtausastetta kuin muut pintamenetelmät

VOLUMETRISET TARKASTUKSET

- Materiaalin sisäiset viat



Volumetriset menetelmät

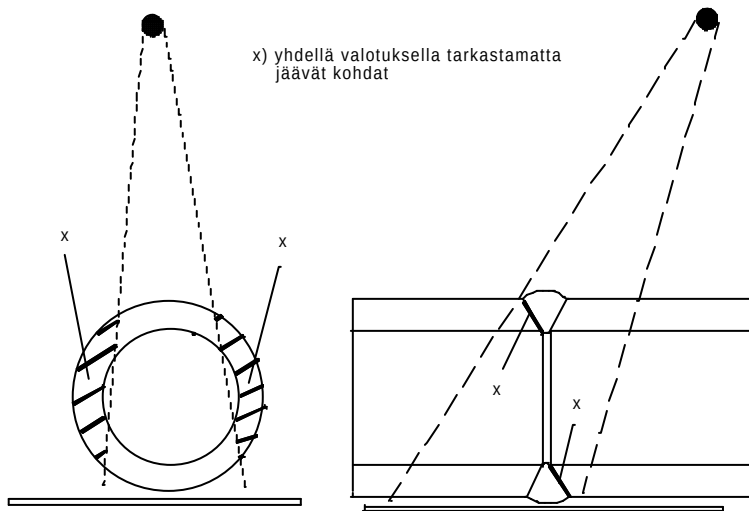
Röntgenkuvaus

- Säteilylähteenä röntgenlaite, jonka jännite tavallisesti 100-320 kV
- Tarkastettava paksuus maksimillaan n. 50 mm
- Luotettava kolmiulotteiset viat

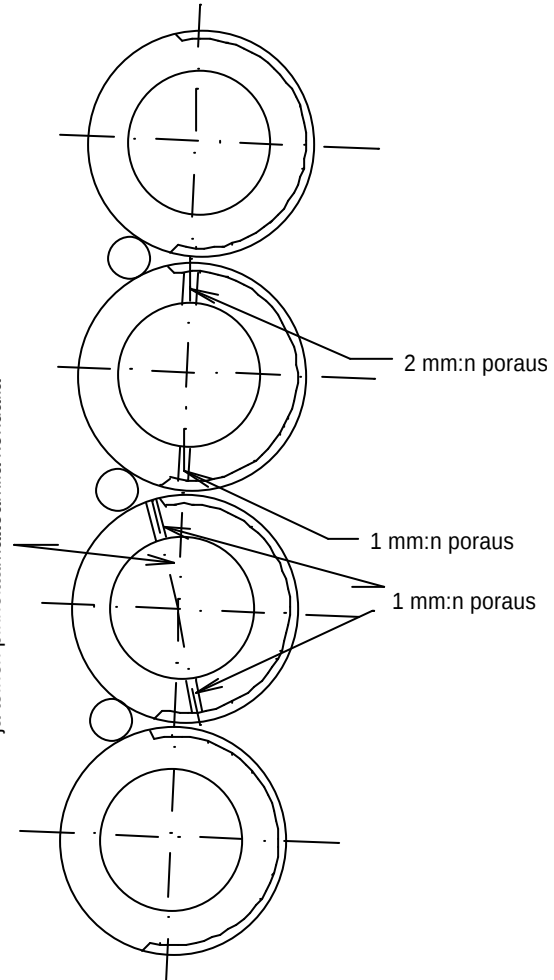
Korroosiokuvaus

- Normaalisti isotooppikuvaus (tavallisesti Ir192 tai CO60), mutta ohuimmilla aineilla voidaan käyttää röntgenkonetta
- Profiilikuvauksessa filmille kuva seinämän profiilista
- Ei vaadi eristeiden purkua

RÖNTGENKUVAUS



Kulma luokkaa 15 astetta siten, että toinen poraus on pinnoitetulla alueella ja toinen pinnoittamattomalla kohdalla



Volumetriset menetelmät

Ultraäänitarkastus

- Perustuu materiaalin hyvään äänenjohtavuuteen.
- Vian sijainti voidaan määrittää, kun tunnetaan äänen kulkuaika, äänennopeus materiaalissa ja äänen kulkusuunta.
- Rajapintojen lisäksi materiaali- ja heijastavat ääntä.
- Paljastaa hyvin tasomaisia vikoja kuten liitosviat, säröt, halkeamat jne.
- Huokokset erittäin huonoja heijastajia.
- Huom. Voidaan tehdä asennuksen kanssa rinnan toisin kuin röntgenkuvausta.

Paksuusmittaus

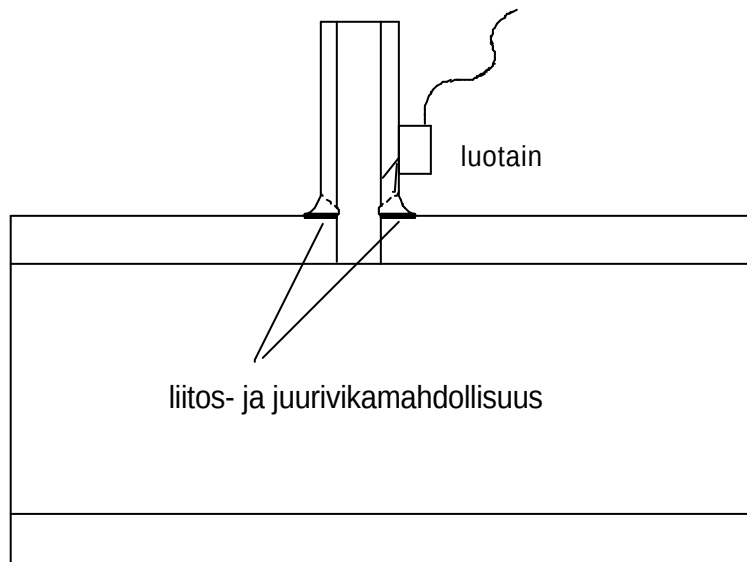
- Ultraäänitarkastuksen sovellutus
- Luetettava paksuusmittaus vaatii ns. A-kuvan, jossa näkyy kaikujen kerrannaiset



Ultraäänitarkastusta vai paksuusmittausta?



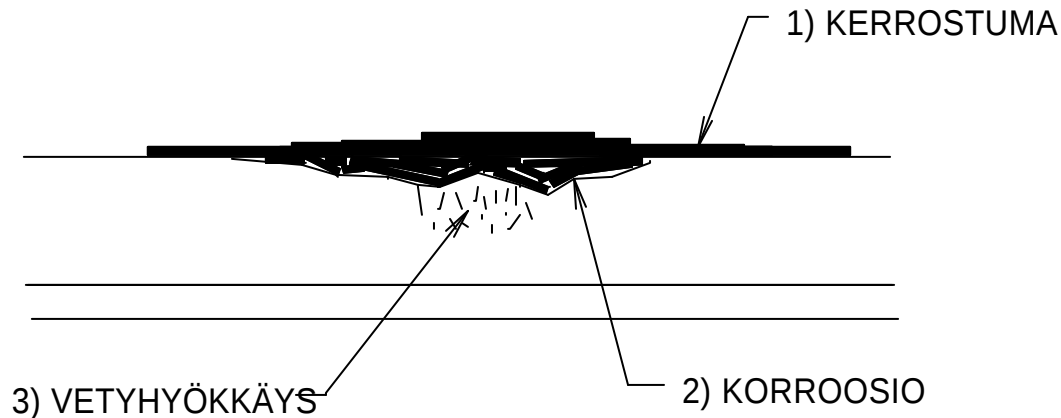
Yhteen juurivika



Vetykorroosio ja -riski

- Ongelmat nähtävissä ndt-tarkastajan keinoin
 - epäpuhtaudet lieriöissä ja jakotukeissa
 - turpiinin tukkeutumisongelmat

Vetykorroosion vaiheet



Epäpuhtauksia lieriössä



Vauriopaikat / häiriintynyt virtaus

Takaseinällä olevat viat



Hitsin merkitys

Vikakohta ilma-aukossa



Millä menetelmällä tarkastaa?

Hitsin juuren merkitys

- Ylisuuren juuren vaikutus virtaukseen
- Juuri- tai liitosvikaan jää peittaushapot

Standardin SFS-EN 12952-6 mukaan korkea juurikupu enintään

$1 \text{ mm} + 0.6 \times b$, enintään 4 mm b = juuren leveys

= > 4 mm:n ilmaraolla juurikupu maksimillaan 3.4 mm, mikä on yllättävän suuri

= > $\varnothing$ 50 mm (sisähalkaisija) supistuu juuren johdosta maksimillaan 25 % !!!!

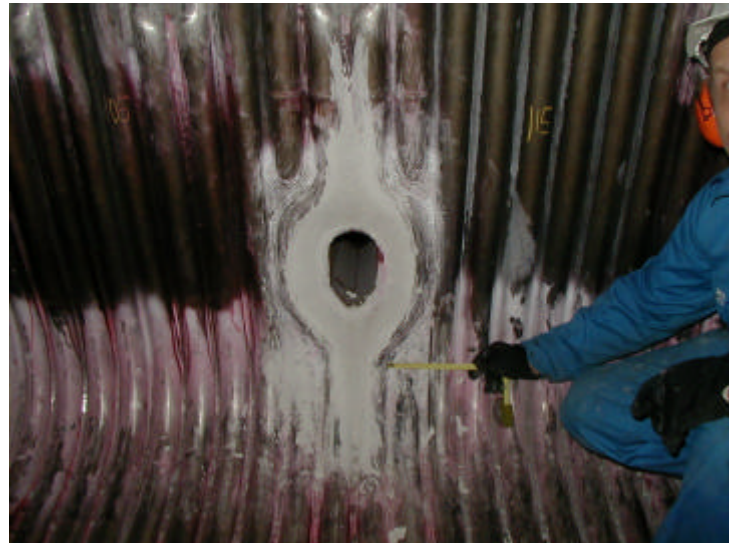


Tarkastettavia kohtia

- Lämpövuoto suurimmillaan primääri- ja sekundaari-ilma-aukkojen tasolla. Siitä huolimatta vikaantumista todettu tertiääri-ilma-aukossa.

- Syynä todennäköisesti kuormaöljypolttimet

Palanut evä ja ylisuuri evärakenne



Milloin kattila on peitattava?

Johtuuko sisäpuolisesta
kerrostumasta?



Tuskin voi olla peittaamatta



Milloin kattila peitattava?

- Lieriöön kurkkaaminen antaa vihjeen lisätutkimuksille = > otetaan näytepala korkean lämpövuon alueelta.
 - Ultraäänitarkastus ohjaa näytepalan ottoa
- Ei riitä, että lieriössä epämääräisen kerroksen alla todetaan kunnollinen magnetiitti = > kysymys, mihin epäpuhtaudet ovat kiteytyneet
- Otetaan näyte seinäputkesta säännöllisin välein (5 vuoden välein)
- Viemärikamera oiva apuväline
 - Kuva suhteutettava todellisuuteen, joten vertaa kuvaa puhtaaseen näyteputkeen.

Milloin kattila peitattava?

- Silikaatti todellinen ongelma peittauksessa
 - Jos kattilassa ei analysoida silikaattipitoisuutta = > näytepalojen ottaminen välttämätöntä
 - Jos silikaattia, niin magnetiitti on vaalean harmaata
 - Puhdas silikaattia on lähes mahdotonta poistaa peittauksella

Muutama sana pohjan vioista

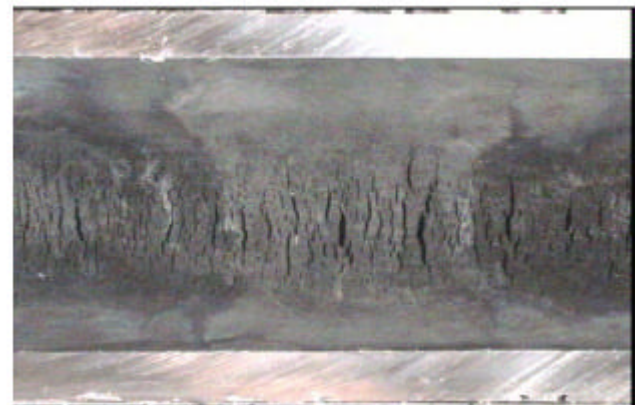
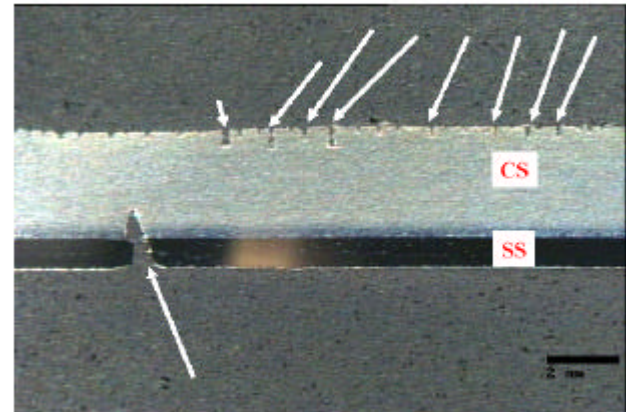
- Vikamekanismeina jännityskorroosio, korroosio ja terminen väsyminen
- Jännityskorroosio ei etene ferriittiseen teräkseen
- Terminen väsyminen etenee
- Vesipesu ainakin yksi jännityskorroosion aiheuttaja
 - tutkimukset
 - kesällä 2003 tarkastettiin toistakymmentä vuotta vanha pohja kattilassa, jossa ei ole tehty vesipesuja
 - ei säröjä, mutta syöpymiä

Jännityskorroosio / terminen väsyminen

- Jännityskorroosio ei etene painetta kantavaan ferriittiseen runkoputkeen



- Terminen väsymissärö etenee



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

- 1/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 23.1.2003, esitelmät
Stora Enso Oyj, Fine Paper, Oulun tehdas
23.1.2003 (16A0913-E0047)
- 2/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilan lentotuhkan hyötykäyttö. Esiselvitys Soodakattilayhdistykselle
KCL/Klaus Niemelä
18.2.2003 (16A0913-E0048)
- 3/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
EPER – päätöksen vaikutukset soodakattiloiden päästöjen raportoinnissa
KCL/ Esko Talka, Simo-Pekka Vanninen
18.2.2003 (16A0913-E0049)
- 4/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2002
18.3.2003 (16A0913-E0046)
- 5/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Suopaselvitys
Urho Räsänen, Elektrowatt- Ekono Oy, Jaakko Pöyry Group
24.3.2003 (16A0913-E0050)
- 6/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Vuosikokous 27.3.2003, Jaakko Pöyry Oy, Vantaa
Pöytäkirja (16A0913-E0051)
- 7/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
OKA-hankkeen loppuraportti
Boildec Oy/Karjunen Timo
9.9.2003 (16A0913-E0053)
- 8/2003 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 16.10.2003
Presidentti Congress Center, Helsinki, esitelmät
(16A0913-E0054)

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

1/2004 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 22.1.2004, esitelmät
Oy Metsä-Botnia Ab, Rauman tehdas/Hotelli Raumanlinna
22.1.2004 (16A0913-E0055)