



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Konemestaripäivä 2010

**Scandic Oscar Varkaus
Stora Enso Oyj, Varkauden tehdas**

11.2.2010

Raportti 1/2010

(16A0913-E0108)



KONEMESTARIPÄIVÄ 2010
Scandic Oscar Varkaus
Stora Enso Oyj, Varkauden tehdas, Varkaus

torstai 11.2.2010

klo

- 08.30** Ilmoittautuminen ja aamukahvi
Scandic Oscar Varkaus
Kauppatori 4, 78250 Varkaus
- 09.20** Tilaisuuden avaus
Keijo Salmenoja, Oy Metsä-Botnia Ab
- Tehdasesittely
Karoliina Hiironen, Stora Enso Oyj, Varkaus
- 09.40** Käytönvalvojan vastuu, velvollisuudet ja oikeudet
Martin Wikström
- 10.10** Minuuttisondi
Niklas Vähä-Savo, Åbo Akademi
- 10.30** Tauko
- 11.00** Moderni haihduttamo – alumiini ja likaantuminen
Sanna Semi, Andritz Oy
- 11.30** mRecovery Management - Lipeälinjan tuotannon hallinta
Mikko Leskinen, Metso Automation Oy
- 12.00** Lounas
- 13.00** Suomen vauriot 2009
Markus Nieminen, Pöyry Finland Oy
- 13.10** Ruotsin vauriot 2009
Sven Lahti, Inspecta Sweden AB
- 13.30** Ultraäänilaite kattilan sisäpuoliseen tarkastukseen
Paloilman esilämmittimien korroosiomittausten tuloksia
Timo Karjunen, Boildec Oy
- 14.15 – 14.20** Yhdistyksen viirin myöntäminen
Keijo Salmenoja, Oy Metsä-Botnia Ab
- 14.20 – 16.45** Kahvi hotellilla ja tutustuminen Varkauden tehtaaseen
- 16.45** Paluu hotellille
- 17.00 -19.00** Sauna
- 19.00 – 19.30** Drinkkitilaisuus, Renewa Oy
- 19.30 ->** Päivällinen



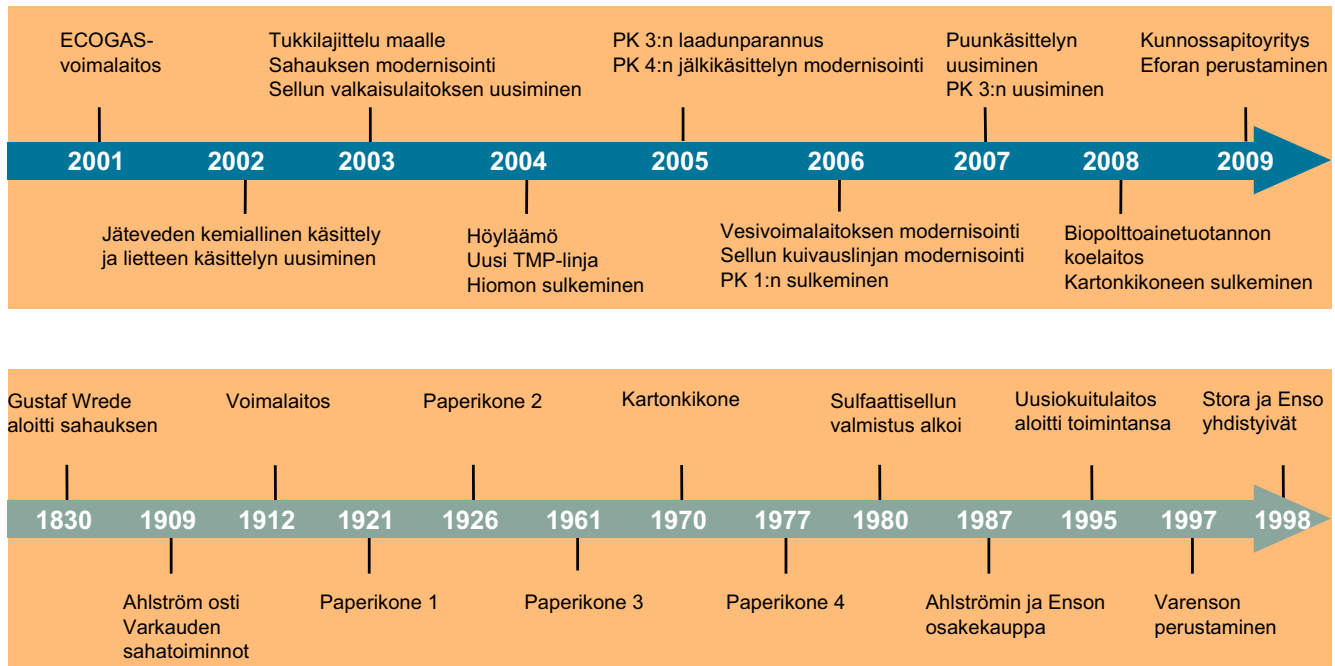
Konemestaripäivät, Varkaus

11.2.2010 Karoliina Hiironen, Stora Enso Oyj

Varkauden tehtaat



Varkauden metsäteollisuuden historia



3

Varkauden tehtaat

Stora Enso Fine Paper

Sellutehdas

- ECF 225 000 t/v

PK3

- Jatkolomakkeet ja muut Offset-paperit, jonkin verran kirjekuorta
- Tuotantokapasiteetti 315 000 t/v
- Pääraaka-aineena valkaistu mänty- ja koivusellu
- 98 % vientiin
- Päämarkkina-alueet EU



4

Varkauden tehtaat

Stora Enso Newsprint & Book Paper

Kaksi paperikonetta

- Sanomalehtipaperi
- Värillinen sanomalehtipaperi
- Luettelopaperi
- Aikakauslehtipaperi
- Tuotantokapasiteetti 285 000 t/v
- Pääraaka-aineena kuusi
- 85 % vientiin
- Päämarkkina-alue EU



5

Varkauden tehtaat

Corenso Recycling

Stora Enson omistama tytäryhtiö

- Uusiokuitulaitos
- ECOGAS-voimalaitos
- ECO Pulp:
Raaka-aineena käytetyt nestepakkaukset,
aaltopahvi ja kääreet
- Energia
- Tuotealumiini



6

Varkauden tehtaat

Stora Enso Timber

Sahatavaraa puusepän- ja rakennusteollisuudelle

Höylätavaraa rakennusteollisuudelle

- Tuotantokapasiteetti 345 000 m³/v, josta jatkojalosteita 100 000 m³/v
- Pääraaka-aineena kuusi
 - Käyttö 760 000 m³ vuodessa
- 65 % vientiin
- Päämarkkina-alueet
Suomi, Ranska, Japani



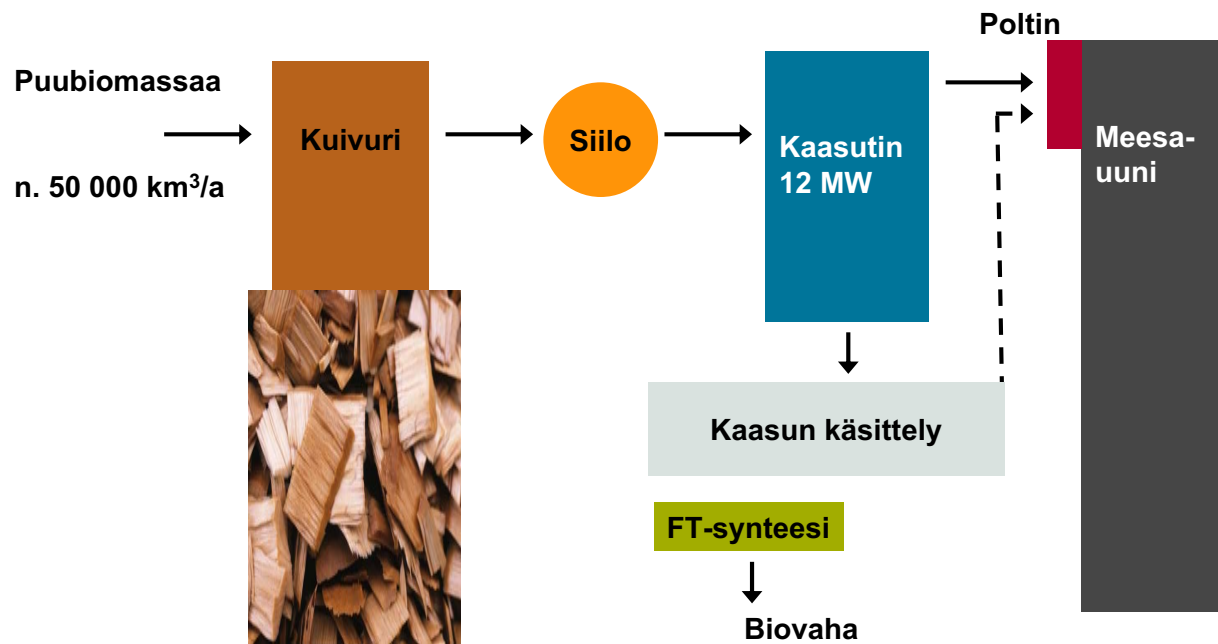
7



Stora Enson ja Neste Oilin
uusiutuvan liikennepolttonesteen kehitysprojekti

8

Puubiomassan kaasutus energiaksi/FT-synteesin raaka-aineeksi Varkauden koelaitoksella



9

Koelaitoksen testattavat pääprosessit

1. Puubiomassan kuivaus ja käsittely

- Puun kuori, sahan puru, metsähake, kantohake ym. kosteat materiaalit kuivataan n. 85 % kuiva-aineeksi kuivaimella.



10

Koelaitoksen testattavat pääprosessit

2. Kaasutus

- Kuivan puubiomassan kaasutus kehittyneellä teknologialla.
- Kaasu ohjataan joko puhdistusprosessiin tai suoraan polttoon meesauuniin.
- Kaasu korvaa meesan poltossa öljyä max. noin 8000 t/a.

Selluloosa & ligniini $\rightarrow$ CO + H₂



11

Koelaitoksen testattavat pääprosessit

3. Kaasun puhdistus

- Tervan, katalyyttimyrkkyjen ja muiden epäpuhtausainesosien eliminointi ja kaasun CO- ja H₂-pitoisuuksien maksimointi/optimointi.
- Monimutkaisten prosessivaiheiden testaus tehdasmittakaavassa.

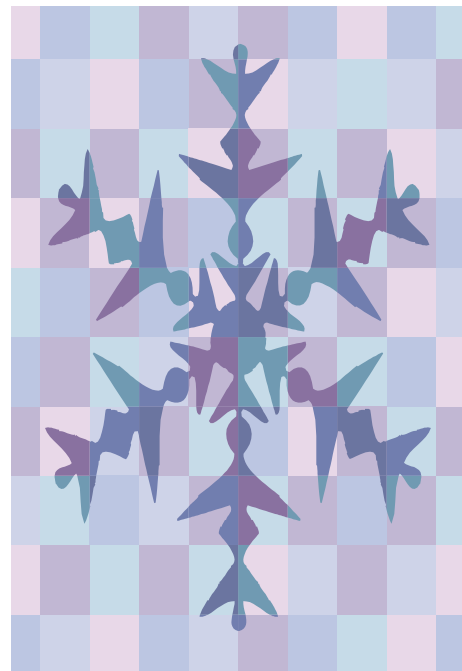
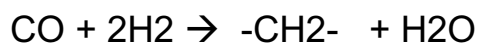


12

Koelaitoksen testattavat pääprosessit

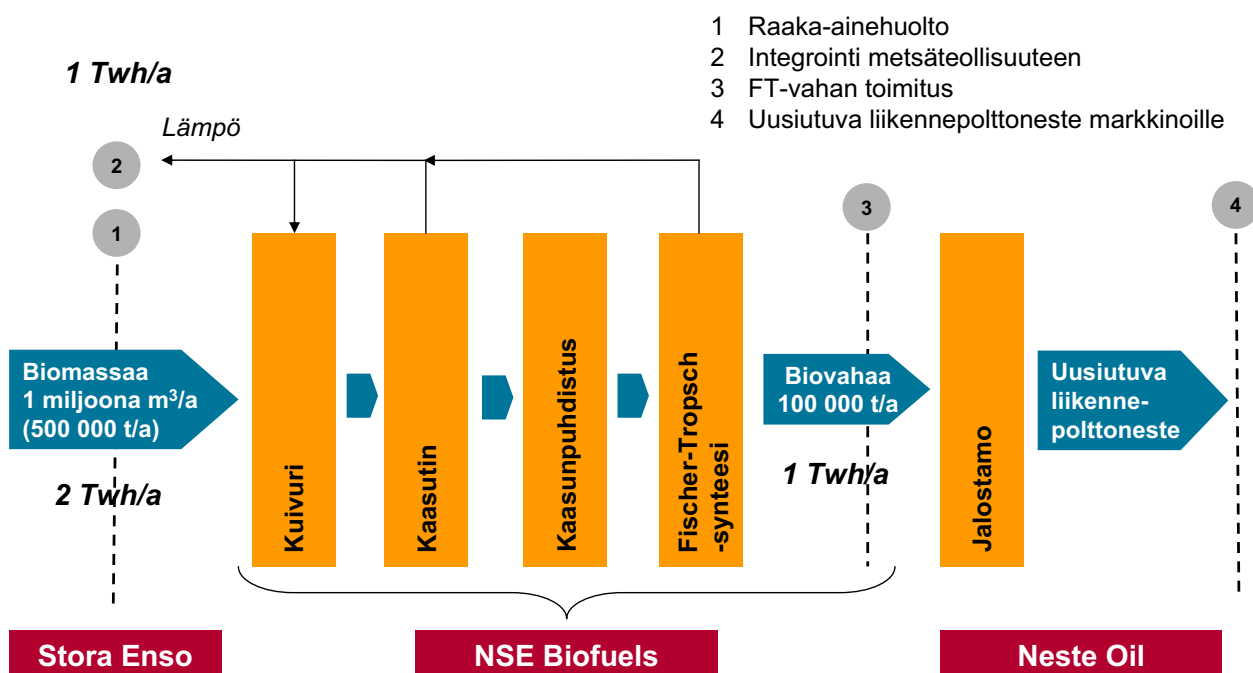
4. Fischer-Tropsch -synteesi

- Katalyytti-, ym. prosessien testaus biovahan tehdasmittakaavaiseksi tuottamiseksi.



13

Uusiutuvan liikennepolttonesteen valmistusprosessi



14



KÄYTÖNVALVOJAN VASTUU, VELVOLLISUUDET JA OIKEUDET

Martin Wikström

Käytönvalvojan vastuu, velvollisuudet ja oikeudet

Tukes tiedote 25.05.09

- **Painelaitteiden ja kattilalaitosten käytön turvallisuuden varmistaminen poikkeustilanteissa**
- Lomautusten, tuotantoseisokkien ja tuotannon sopeuttamisten yhteydessä laitosten henkilömäärä usein vähenee, mutta suuri osa paineellisista järjestelmistä ja erityisesti kattilalaitoksista jää toimimaan. Myös tällaisissa tilanteissa lainsäädäntö asettaa laitteiden turvalliselle käytölle minimimivaatimukset, jotka on otettava huomioon, jos laitteiden käyttöä aiotaan jatkaa.
- Painelaitelainsäädäntö edellyttää, että:
 - *"Painelaite on rakennettava ja sijoitettava ja sitä hoidettava, käytettävä ja tarkastettava niin, ettei se vaaranna kenenkään terveyttä, turvallisuutta tai omaisuutta."* (painelaitelaki 3 §)
- Painelaitteiden turvallisen käytön varmistamiseksi lainsäädäntö myös edellyttää, että:
 - rekisteröitävälle painelaitteelle nimetään käytön valvoja
 - tarvittaessa nimetään yksi tai useampi käytön varavalvoja, joka toimii käytön valvojana, kun varsinainen käytön valvoja on estynyt hoitamasta tehtäviään
 - käytön valvojalle annetaan mahdollisuus hoitaa ja käyttää painelaitetta niin, ettei siitä aiheudu vaaraa ihmisille tai omaisuudelle
 - omistaja tai haltija huolehtii, että painelaitetta käyttää ammattitaitoinen, tehtäviinsä perehdytetty henkilökunta

- Painelaitetta ei saa käyttää, elleivät nämä edellytykset täyty. Lomautusten ja tuotannon sopeutuksien yhteydessä on kiinnitettävä huomiota, että lainsäädännön edellyttämät turvallisen käytön edellytykset ovat edelleen voimassa.
- Erityisesti seuraavissa seikoissa on ollut ongelmia:
 - Käytön valvonnan vastuuhenkilöt (käytön valvoja ja mahdollinen varavalvoja) lomautetaan yhtä aikaa, vaikka painelaitteet jäävät käyttöön. Lomautusten yhteydessä kattilalaitoksen käyttö- tai valvomohenkilökunnan määrä jää riittämättömäksi.
 - Kattilalaitosten valvomoon liitetään myös muita kuin kattilalaitokseen liittyviä valvontatehtäviä, jolloin lakisääteinen valvonta voi kärsiä, jos miehitys on liian pieni
- Vaikka omistaja ja haltija onkin turvallisuusvastuussa, on lainsäädäntö määritellyt myös käytön valvojalle henkilökohtaisen vastuun:
- Käytön valvojan tehtävänä on:
 - Henkilökohtaisesti valvoa painelaitteen käyttöä ja kuntoa sekä huolehtia tarpeellisesta käyttökirjanpidosta;
 - Varmistua siitä, että painelaitetta käyttävä henkilökunta tuntee painelaitteen toiminnan, käyttöohjeet...

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

KTMP painelaiteturvallisuudesta 953/1999 23 §

- Käytön valvojan lomauttaminen ei poista hänen henkilökohtaista vastuutaan ellei varavalvojaa ole nimetty. Varavalvojan käyttö on muutenkin tarkoitettu lyhytaikaisiin poissaoloihin, esim. loma, ei pitkiin lomautuksiin. Lomautetulla käytön valvojalla ei ole lainsäädännön edellyttämää mahdollisuutta huolehtia henkilökohtaisesti painelaitteen turvallisesta käytöstä.
- Kaikista kattilalaitoksen käyttöön liittyvistä henkilömuutoksista tulisi neuvotella käytön valvojan kanssa. Hän on kattilalaitoksen käytön ja sen turvallisuuden asiantuntija. Lomautusten yhteydessä päätökset tehdään usein taloudellisista lähtökohdista, eikä turvallisuuteen liittyviä seikkoja oteta riittävästi huomioon. Turvallisuuden varmistamiseksi, kun miehitystä olennaisesti muutetaan, tulisi kattilalaitoksen vaaran arviointi uusia näiltä osin
- Painelaitteet on varastoitava asianmukaisesti, jos niitä ei käytetä pitkäaikaisissa seisokeissa. Varastoinnista on tehtävä ilmoitus Tukesille. Jos kattila säilötään varastoinniksi katsottavalla tavalla, on siitä tehtävä vastaavanlainen ilmoitus.
- Kun painelaitteet otetaan seisokin jälkeen uudelleen käyttöön, niille on tehtävä yli vuoden pituisen varastoinnin jälkeen muutostarkastus tarkastuslaitoksen tekemän arvion mukaisessa laajuudessa. Lyhyemmänkin seisokin jälkeen olisi tehtävä ainakin käyttötarkastuksen mukainen tarkastus, jossa varmistetaan olennaisten turva- ja ohjauslaitteiden oikea toiminta.

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

Lisätietoja

- Jorma Partanen, turvallisuusinsinööri
puh. 010 6052 318
- Erkki Topp, turvallisuusinsinööri
puh. 010 6052 447
- Markus Kauppinen, yli-insinööri
puh. 010 6052 519
- sähköposti: etunimi.sukunimi@tukes.fi

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

Kuka kantaa inhimillisen erehdyksen seuraamuksen vastuut

- Ns. poliittinen vastuu, esiintyykö sitä jo teollisuusympäristössä?
- Voiko virheen tehneen henkinen vastuu kasvaa sietämättömäksi?
- Esimiehen tuki?
- Omaisten tuki.

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

Virkaan / toimeen liittyvät vastuut

- Selvittävätkö toimenkuvaan sisälletyt työkuvaukset riittävän tarkasti työhön liittyvät vastuut?
- Onko toimenkuvan teksti ymmärrettävässä yksinkertaisessa muodossa?
- Ovatko lakien ja asetusten mukaiset vastuut esimiehille selvät?

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

Muutos

- Paineastia lain henki painotti useissa kohdin vastuuta enemmän suoranaisesti käytönvalvojalle.
- Painelaitelaki painottaa omistajan ja haltian vastuuta.

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

Muutosten ennustaminen

- Ei osattu ennustaa organisaatioiden kevennystä ja nyt käytönvalvojien esimiehinä, omistajan ja haltian edustajina, toimii henkilöitä, joilla ei ole käytännön eikä lakitekstin tai muiden asiaan liittyvien asetusten ja määräysten tuntemusta.

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

Taloudellinen vastuu

- Yhteiskunnallinen vastuu?
- Taloudelliset ajotavat?
- Kilpailuttaminen?
- Resurssien riittävyys kehityksen mukana pysymiseen?

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

Koulutusvastuu

- Kenellä vastuu tieto / taitotason ylläpidosta?
- Ovatko lentäjät ja atomivoimalaitosten käyttäjät ainoat joiden ammatillisen tason on säilyttävä, jotta työtä voi jatkaa?

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

- 5.2 Painelaite on turvallinen vain osaavissa käsissä
 - Painelaitetta ei saa koskaan antaa osaamattomiin käsiin tai valvomattomaan käyttöön. Painelaitetta käyttävän henkilökunnan on saatava käyttökoulutus laitteen valmistajalta, maahantuojalta tai myyjältä.
 - Turvallinen käyttö edellyttää painelaitteen sekä sen hallinta- ja turvalaitteiden toiminnan tuntemista ja painelaitteeseen liittyvien vaarojen ymmärtämistä.
 - Autoklaaveja käyttävän henkilökunnan käyttökoulutuksen riittävyys tarkastetaan lakisääteisten määräaikaistarkastusten yhteydessä.

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

Käytäntö työmaalla

- Laitteiden uusimisella, prosessien kehittämisellä ja automaation avulla on töitä voitu helpottaa. Tämä on myöskin aiheuttanut henkilökuntamäärän minimointiin.
- Ajojaksot tulevat tulevaisuudessa varmaankin pitenemään, jolloin alas- ja ylösajojen ”harjoittelu” poistuu osittain joidenkin osalta.

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

- Tämän hetkiset työparit tulevat usealla paikkakunnalla työskentelemään eläkeikäänsä asti.
- Organisaatio muutoksia saattaa joillakin paikkakunnilla vielä tulla eteen ja niiden mukana ns. sisäisiä siirtoja.
- Ikääntyminen ja sisäiset siirrot saattavat aiheuttaa tilanteen, jossa työpariksesi tulee henkilö, joka ei voi olla tukenasi niin kuin ennen tai niin kuin toisissa vuoroissa.

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

Miten ratkaista kipeä ja arka tilanne?

- Kuka ratkaisee sisäisellä siirrolla siirretyn pätevyyden, lähettäjä vai vastaanottaja?
- Miten ratkaistaan tilanne, jos uusi työ onkin henkisesti ylivoimainen tulijalle?
- Mitä tehdään, kun ennen niin tunnollinen rupeaakin unohtelemaan, haukutaanko hänet laiminlyönneistä?
- Mitä muita ongelmia ko. asiaan voi liittyä?

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

Tilaajan vastuu

- Riittääkö tieto / taito tilaamiseen.
- Laadunvarmennus.
- Vastuu yhteisestä työmaasta.

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

Toimittajan vastuu

- Vieläkö voi luottaa hyvään konepaja käytäntöön?
 - toimittajan imagoon
 - hyvään ammattitaitoon
 - CE merkintään

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

Työsuojeluvastuu

- Päävastuu tuotantotoiminnasta ja työsuojelusta kuuluu työnantajalle tai hänen työpaikalla oleville edustajilleen (esimieskunta)
- Työnantajalle kuuluvaa päätäntävaltaa ja vastuuta voidaan siirtää

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

Vastuu ympäristöstä

- Lupaehtojen seuraaminen.
- Ilmoitus velvollisuus viranomaisille ja ympäristön asukkaille.
- Kestävä kehitys ja jatkuvuus toiminnalle.

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

Moraalinen vastuu

- Työntekijän vastuu työturvallisuuslain kannalta yleensä moraalista
- Ei liity rangaistus- tai vahingonkorvausseuraamuksia

28.1.2010

martin.wikstrom@regionline.fi

MINUUTTISONDI

Niklas Vähä-Savo
Åbo Akademi



Nopea carry-over määrän mittaus ”Minuuttisondi”

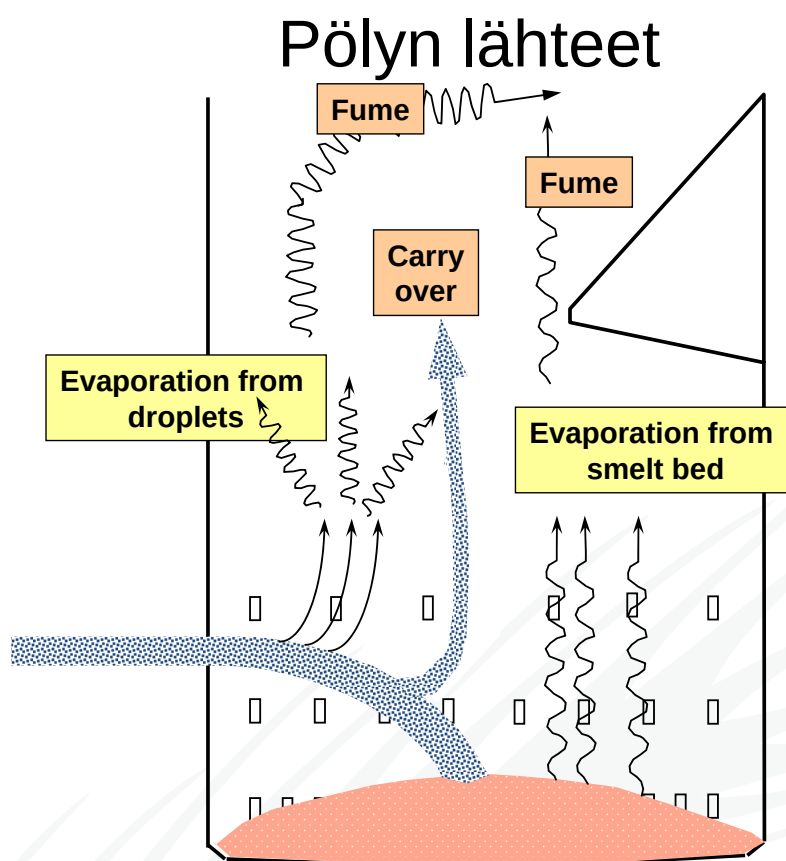
Suomen Soodakattilayhdistys
Prosessikemian keskus Åbo Akademi

Niklas Vähä-Savo

Patrik Yrjas

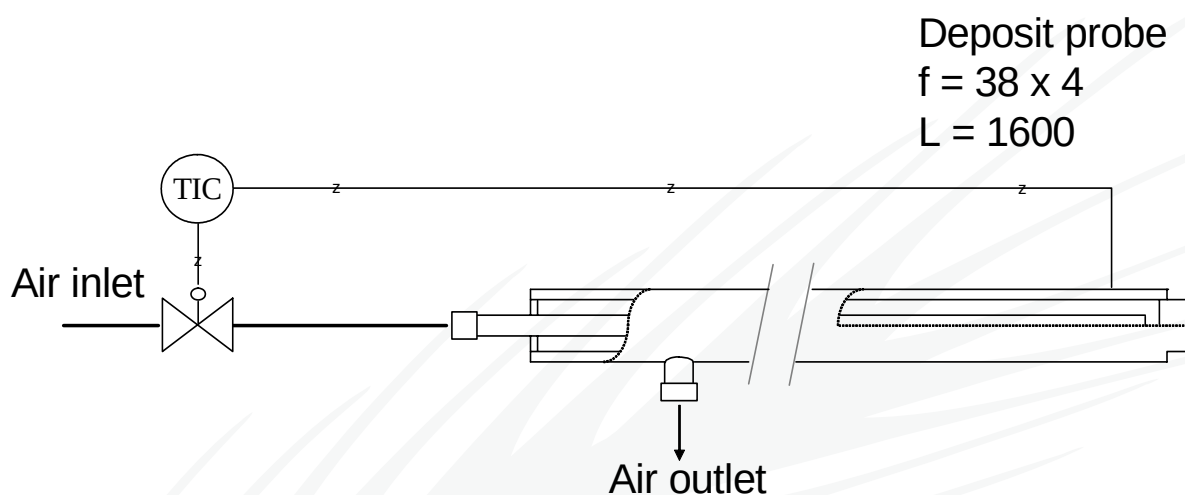
Tor Laurén

Mikko Hupa



Carry-overin mittausmenetelmät

- Kipinäkamera, kipinälaskuri
- Ilmajäähdytteinen sondi



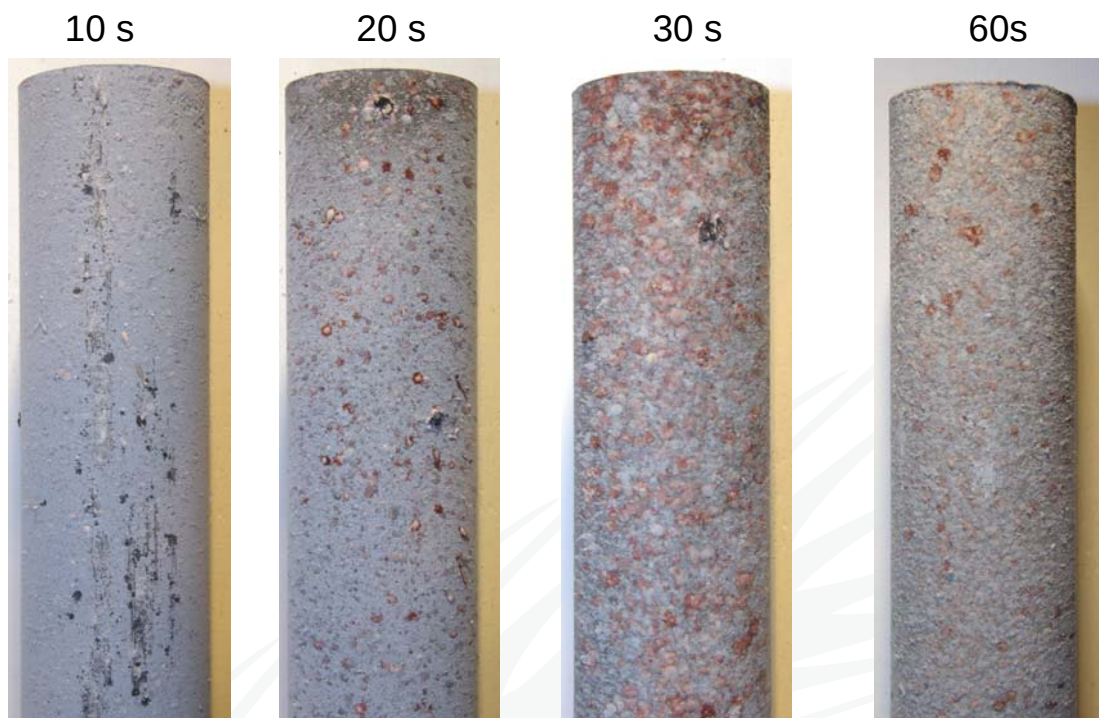
Projektin tavoitteet

- Nopea ja helppokäyttöinen menetelmä carry-over määrän arvioimiseen tehtaiden käyttöön
 - Kalibrointikuvasarjan valmistaminen
 - Minuuttisondin vertaaminen kuvasarjaan, jota pystytään käyttämään carry-over määrän (g/Nm^3) arvioimiseen
 - Osumien koko sekä kokoon vaihtelut
-

Mittauskampanjat

- 4 kpl 2 m haponkestäviä putkia joiden halkaisija 38 mm ja seinämäpaksuus 2 mm
 - 50 cm putkesta on mittauksen aikana kattilan ulkopuolella
- Minuuttisondit valokuvattiin Pentax K10 kameralla
- Mittaukset pääasiassa nokantasolla
- Yhden ilmajäähdytteisen sondimittauksen aikana 4kpl minuuttisondi mittausta
 - Ilmajäähdytteisen sondin mittausaika vaihteli 10 – 30 min välillä
 - Minuuttisonnin mittausaika oli pääasiassa 20 s, 10 – 30 s mittausaikaa on mahdollista käyttää
- Yhtäaikaisia mittauksia eri mittauspisteestä

Minuuttisonnin pinta eri keräysajoilla



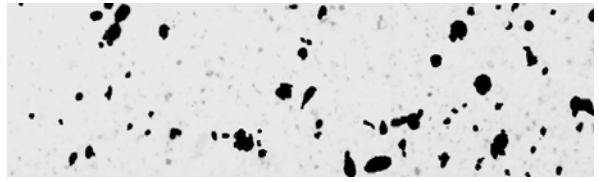
Analysointialueen raja



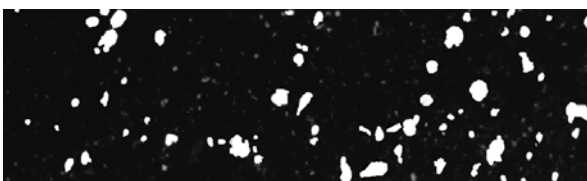
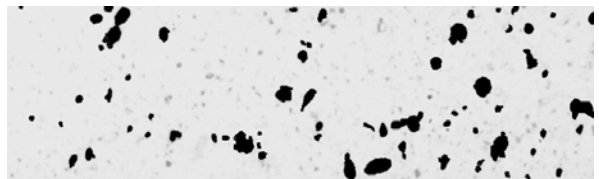
Kuvien analysointi



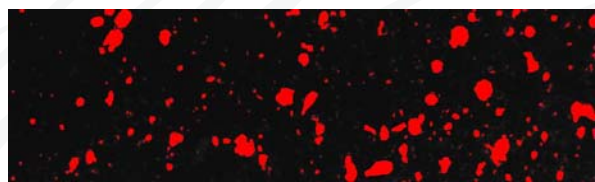
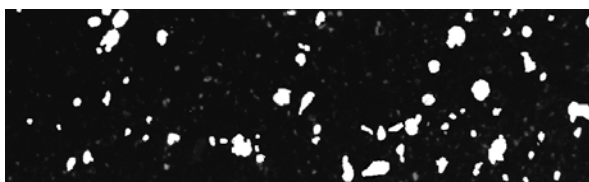
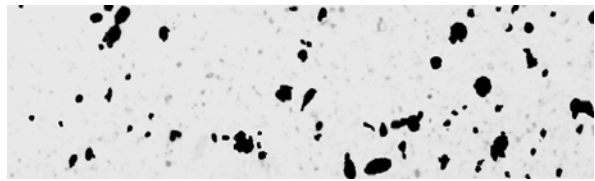
Kuvien analysointi



Kuvien analysointi

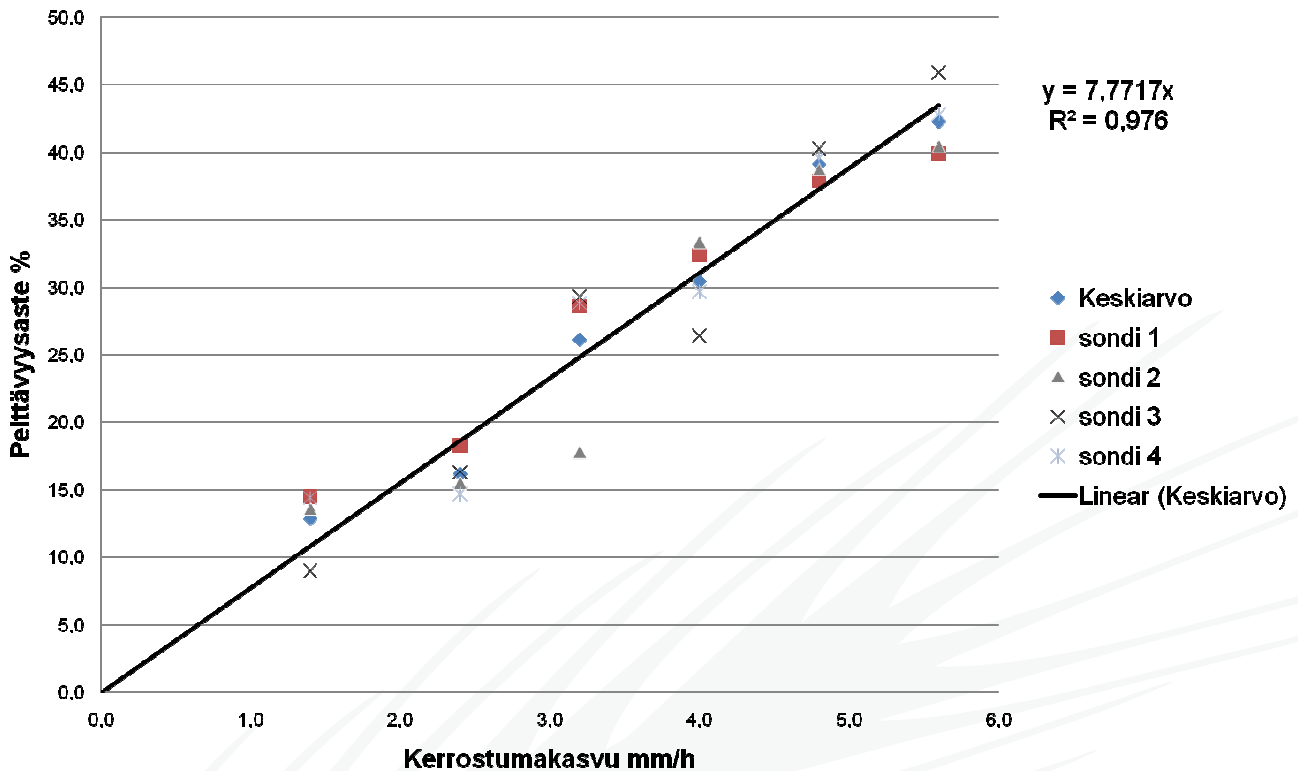


Kuvien analysointi

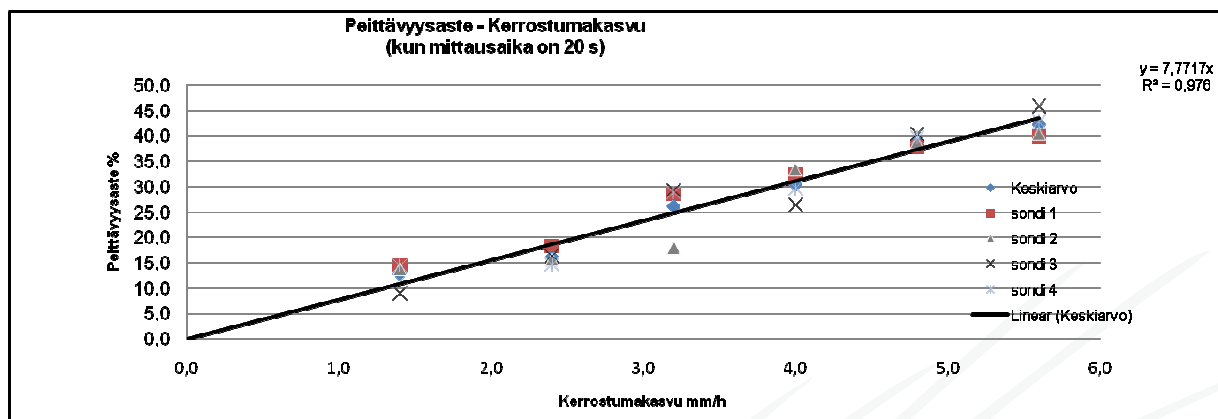


Tulokset

Peittävyysaste - Kerrostumakasvu (kun mittausaika on 20 s)



Carry-over määrän laskeminen (g/Nm^3) minuuttisondin tuloksista



$$\text{mm/h} = \frac{x}{7.7717} * \frac{20 \text{ s}}{t}$$

x = peittävyysaste [%]
 t = mittausaika [s]

- Mittauspisteen poikkileikkauspinta-ala (m^2)
- Kerrostuman tiheys (kg/m^3)
- Savukaasujen tilavuusvirtaus (m^3/s)

Muita tuloksia

- Tietoa carry-over partikkeli osumien kokonaismäärä- ja pinta-ala jakaumasta
- Tietoa carry-over partikkelien painojakaumasta

Kalibrointikuvasarja

(20 s minuuttisondimittaus, kuorma 100%)

10 %

0,5 g/Nm³



20 %

1,1 g/Nm³



30 %

1,6 g/Nm³



38 %

2,1 g/Nm³



43 %

2,3 g/Nm³



Yhteenveto (i)

- Onnistuttiin kehittämään nopea ja yksinkertainen menetelmä carry-over määrän mittaamiseen tehtaille
 - Menetelmä perustuu jäähdyttämättömän näytteenkeräysputken nopeaan altistamiseen savukaasuissa
 - Carry-over määrä g/Nm^3 saadaan vertailemalla putken pintaa kalibroitikuvasarjaan
 - Lisäksi saatiin uutta tietoa carry-over partikkelien koko jakautumasta
-

Yhteenveto (ii)

- Työssä koettuja haasteita:
 - Carry-over määrän vaihtelun takia kalibroitikuvasarjan valmistaminen oli haastavaa
 - Kuvankäsittelyn takia osa osumista ”katoaa”.
 - Kuvankäsittely aikaavievää.
 - Analysoitavien osumien koko ei välttämättä sama kun alkuperäisten osumien koko.
 - ImageJ:llä pystyy vaan analysoimaan harmaasävyisiä kuvia.
 - Savukaasujen korkealämpötila
 - Sondin käsittelyssä on oltava varovainen
-

Kalibrointikuvasarja



Peittävyysaste: 10%

	Kuorma %				
	60	80	100	120	
10 s	1,8	1,3	1,1	0,9	g/Nm ³ dfg
20 s	0,9	0,7	0,5	0,5	g/Nm ³ dfg
30 s	0,6	0,5	0,4	0,3	g/Nm ³ dfg



Peittävyysaste: 20%

	Kuorma %				
	60	80	100	120	
10 s	3,6	2,7	2,2	1,8	g/Nm ³ dfg
20 s	1,8	1,4	1,1	0,9	g/Nm ³ dfg
30 s	1,2	0,9	0,7	0,6	g/Nm ³ dfg



Peittävyysaste: 30%

		Kuorma %			
		60	80	100	120
10 s		5,5	4,1	3,3	2,7 g/Nm ³ dfg
20 s		2,7	2,0	1,6	1,4 g/Nm ³ dfg
30 s		1,8	1,4	1,1	0,9 g/Nm ³ dfg



Peittävyysaste: 38%

		Kuorma %			
		60	80	100	120
10 s		6,9	5,2	4,1	3,5 g/Nm ³ dfg
20 s		3,5	2,6	2,1	1,7 g/Nm ³ dfg
30 s		2,3	1,7	1,4	1,2 g/Nm ³ dfg



Peittävyysaste: 43%

	Kuorma %				
	60	80	100	120	
10 s	7,2	5,9	4,7	3,9	g/Nm ³ dfg
20 s	3,9	2,9	2,3	2,0	g/Nm ³ dfg
30 s	2,6	2,0	1,6	1,3	g/Nm ³ dfg

MODERNI HAIHDUTTAMO – ALUMIINI JA LIKAANTUMIEN

Sanna Semi
Andritz Oy

KONEMESTARIPÄIVÄT 11.02.2010

Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantuminen / S. Semi



www.andritz.com



We accept the challenge!

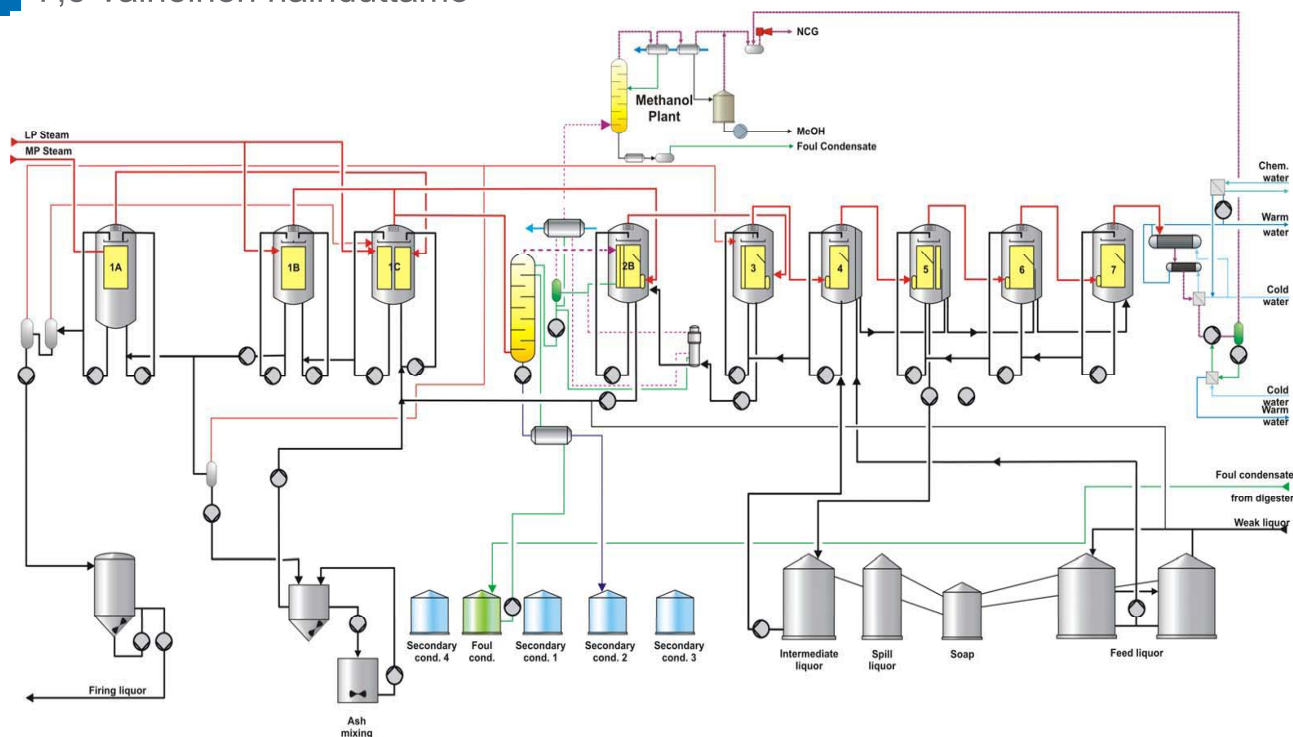
Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantuminen

Sisällysluettelo

- 7,5-vaiheinen haihduttamo
- UPM Kymi
- Biolietteen käsittely
- Vierasaineiden akkumuloituminen kemikaalikiertoon
- Alumiinin lähteet ja poistumistiet
- Alumiinin kulkeutumiseen vaikuttavia tekijöitä
- Hake alumiinin lähteenä
- Natriumalumiinisilikaatit
- Saostumien torjuminen ja poistaminen
 - Likaantumisen torjuminen
 - Kerrostumien poistaminen

Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantumisen

7,5-vaiheinen haihduttamo



ANDRITZ
Pulp & Paper

3

Recovery Division / Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantumisen 11.02.2010

Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantumisen



Kymi

- Käynnistysvuosi: 2008
- Raaka-aine: Koivu ja havu
- Haihdutuskapasiteetti: 950 t/h
- Termiset vaiheet: 7+
- Polttolipeen kuiva-aine: 85 %
- Höyrytalous: 6,0 t/t
- Lämmönkulutus: 396 kJ/kg
- Likaislauhteen käsittelykap.: 244 t/h
- 4 sekundäärilauhdejaetta
- Metanolipitoisuus puhtaimmassa lauhdejakeessa: < 50 mg/l
- Haihduttamolle syötettävät sivuvirrat:
 - Mäntyöljykeittämön emävesi
 - Bioliete



ANDRITZ
Pulp & Paper

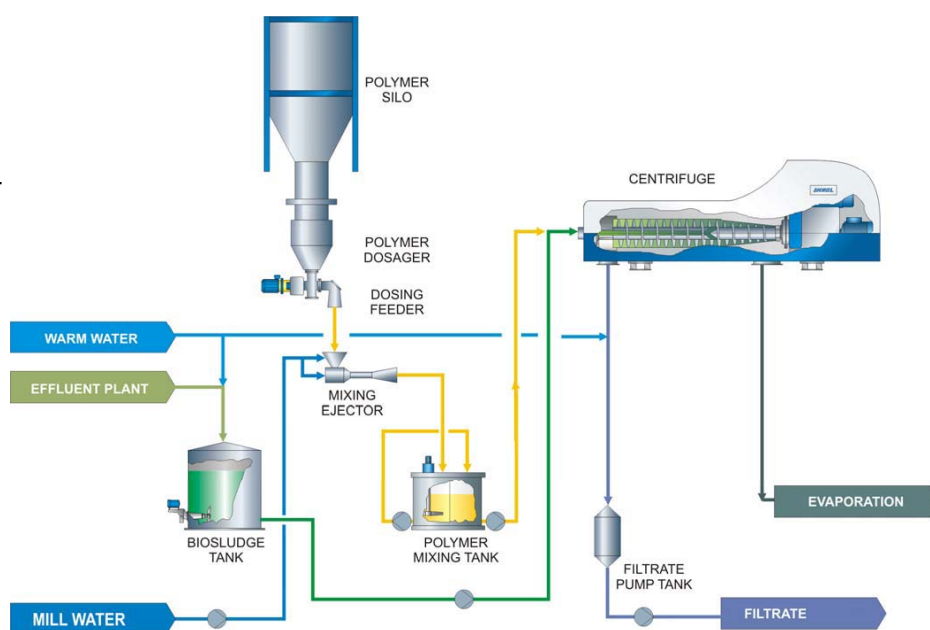
4

Recovery Division / Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantumisen 11.02.2010

Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantuminen

Biolietteen käsittely

- Biologisen jätevedenkäsittelyn bioliete (~2%) väkevöidään 10%:n kuiva-aineeseen dekanterisentrifuugissa.
- Polymeeriapuaine sekoitetaan biolietevirtaan ennen väkevöimistä.
- Konsentroidu bioliete pumpataan haihduttamolle ja sekoitetaan 1C yksiköön menevään lipeävirtaan.



ANDRITZ
Pulp & Paper

Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantuminen

Vierasaineiden akkumuloituminen kemikaalikiertoon

- Jatkuvasti kiristyvät ympäristölupaehdot ja tehostuva tuotanto ovat pakottaneet sellutehtaat sulkemaan vesi- ja kemikaalikiertojaan.
- Sulkemisesta on ollut seurauksena puun, veden ja kemikaalien mukana tulevien vierasaineiden mm. Alumiinin kertyminen prosessiin.
- Vierasaineiden rikastuminen on tuonut mukanaan uusia ongelmia lisäämällä mm. kerrostumia, korroosiota ja inerttiä kemikaalikuormaa.
- Haihduttamolla kerrostumat huonontavat lämmönjohtavuutta aiheuttaen:
 - haihdutuskapasiteetin laskua
 - energian kulutuksen lisääntymistä
 - lisääntynyttä puhdistuksen tarvetta (→ tuotantokatkot & -menetykset)



ANDRITZ
Pulp & Paper

Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantuminen

Alumiinin lähteet ja poistumistiet

- Alumiinia tulee prosessiin *puuraaka-aineen, tuoreveden, korvauskemikaalien ja maa-aineksen* mukana. Nykyisin myös haihduttamolle syötettävä bioliete on osoittautunut merkittäväksi alumiinin lähteeksi.
- Alumiinia poistuu kemikaalikierrosta *meesan, viherlipeäsakan ja valkaisun jätevesien* mukana.



Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantuminen

Alumiinin kulkeutumiseen vaikuttavia tekijöitä

- Alumiinin käyttäytymiseen ja kulkeutumiseen kemikaalikierrossa vaikuttavat monet osatekijät, kuten ympäröivän lipeän koostumus, aineen liukoisuusominaisuudet ja lämpötila.
- Alumiini voi esiintyä kemikaalikierrossa eri olomuodoissa ja eri hapetusasteilla:
 - liukoisessa muodossa ioneina
 - massaan adsorboituneina, tai
 - pelkistyneenä kiinteässä muodossa esim. sakoissa
- Alumiinin esiintymismuoto vaikuttaa sen kemiallisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin ja esiintymismuotoon vaikuttavat puolestaan mm.
 - ympäröivän liuoksen pH
 - muiden kationien ja anionien läsnäolo ja määrä
 - liuennut orgaaninen aines ja sen pintakemialliset ominaisuudet
 - fysikaaliset tekijät, kuten kuiva-ainepitoisuus ja
 - termodynaamiset tekijät, erityisesti lämpötila.

Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantuminen

Hake alumiinin lähteenä

- Alumiinisilikaattisaostumat aiheuttavat yleensä ongelmia tehtailla, joissa massan valmistukseen käytetään runsaasti piitä sisältäviä trooppisia puulajeja tai ruokoja esim. bambua.
- Koivu-, mänty- ja kuusihakkeessa alumiini- ja piipitoisuudet ovat alhaiset, minkä vuoksi alumiinisilikaattisaostumat ovat olleet Suomen sellutehtailla jokseenkin harvinaisia.

		Koivu hake	Koivu kuori	Mänty hake	Mänty kuori
Tuhka-%	P-%	0,6	1,9	0,4	3,2
Al	mg/kg	11	45	16	325
Ca	mg/kg	1190	7650	998	3000
K	mg/kg	616	678	465	595
Mg	mg/kg	213	322	182	530
Mn	mg/kg	76	545	76	230
Si	mg/kg	324	635	390	4150



ANDRITZ
Pulp & Paper

Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantuminen

(Natrium)alumiinisilikaatit, $\text{NaAlSiO}_4 \cdot \frac{1}{3}\text{Na}_2\text{X}$ ($\text{X} = \text{CO}_3^{2-}$, SO_4^{2-} tai OH^-)

- Alumiinisilikaatit muodostavat vaikeasti poistettavia kovia lasimaisia saostumia, jotka muodostuvat hitaasti lämpöpinnoille.
- Alumiinisilikaattiyhdisteet aiheuttavat ongelmia ensisijaisesti haihduttamon keulan yksiköissä, ensimmäisessä ja toisessa vaiheessa.
- Koska alumiinisilikaattisaostumilla on erittäin alhainen lämmönjohtavuus, voi ohutkin kerrostuma lämpöpinnoilla aiheuttaa merkittävän haihdutuskapasiteetin laskun.



ANDRITZ
Pulp & Paper

Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantuminen

(Natrium)alumiinisilikaatit, $\text{NaAlSiO}_4 \cdot \frac{1}{3}\text{Na}_2\text{X}$ ($\text{X} = \text{CO}_3^{2-}$, SO_4^{2-} tai OH^-)

- Saostumien muodostuminen riippuu pitkälti juuri alumiinin ja piin konsentraatioista lipeässä.
- Alumiinipitoisuus määrää saostumisnopeuden.
- Alumiinin kriittiseksi pitoisuudeksi on esitetty 0,02 % kuiva-aineessa.
- Alumiinisilikaatit muodostavat alkalisissa liuoksissa Al:n ja Si:n pitoisuuksista ja pitoisuuksien suhteesta riippuen useita kemialliselta rakenteeltaan erilaisia yhdisteitä.
 - Matalissa pitoisuuksissa natroliitti ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) ja analsiimi ($\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
 - Korkeammissa *sodaliitti*, *noseliitti* (sulfaatti) ja *kankriniitti* (karbonaatti)
- Myös hydroksidi(OH^-) -ionikonsentraatiolla on todettu olevan vaikutusta alumiinisilikaattisaostuminen muodostumiseen.



ANDRITZ
Pulp & Paper

Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantuminen

Saostumien torjuminen ja poistaminen

- Yksinkertaisin tapa vähentää likaantumista on estää saostumia aiheuttavien ja muodostavien aineiden, alumiinin ja piin, pääsy prosessiin.



- Koska ns. haitta-aineiden pääasiallinen lähde on raaka-aineena käytetty puu, eikä aineiden tuloa prosessiin voida siten täysin estää, on saostumien torjunnassa turvauduttava muihin keinoihin.
- Saostumien muodostumista voidaan yrittää hallita varsinaisilla saostumien torjuntaan kehitetyillä menetelmillä tai edullisemmin prosessiolosuhteita optimoimalla.

ANDRITZ
Pulp & Paper

Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantuminen

Likaantumisen torjuminen

1. Prosessiolosuhteiden huomiointi
 - Kuorivapaa hake
 - Vaihtoehtoiset, alumiini- ja silikaattivapaat vaahdonestoaineet ja saostuskemikaalit jäteveden puhdistamolla
 - Bioliete vs. paperikoneen jätevedet?
 - Haihdutusolosuhteet
2. Rakenne- ja materiaaliratkaisut
 - Lämpöpinnan sileys / puhtaus
3. Varsinaiset torjuntamenetelmät
 - Alumiinin saostaminen raakaviherlipeästä esim. $MgSO_4$:lla
 - Kelatointi (EDTA, DTPA)
 - Muut lisäaineet ja menetelmät
 - Alumiinin (ja piin) poistaminen kemikaalikierrosta
 - Tehostamalla viherlipeän suodatusta
 - Poistamalla soodakattilan tuhkaa
 - Pitämällä kalkkikierto avoimena
 - Puhdistamalla valkaisuvesiä

Moderni haihduttamo – Alumiini ja likaantuminen

Kerrostumien poistaminen

Mekaaniset puhdistusmenetelmät

- Korkeapainepesu
- Mekaaninen poraus/piikkaus
- Lämpöshokki

Kemiallinen puhdistus / Happopesu

- Suolahappo, HCl (10-15 m-%)
- Typpihappo, HNO_3 (~ 10 m-%)



Happopesu	Korkeapainepesu
+ Nopea + Edullinen	+ Usein parempi pesutulos + Ei korroosio-ongelmia
- Korroosioauriot - Vapautuvat myrkylliset kaasut - Roiskevaara työturvallisuusriski - Kaasujen aiheuttama räjähdysvaara	- Hidas - Käyttöä rajoittavat putkikäyrät - Kallis (usein ulkopuolisen suorittama)



ANDRITZ

Pulp & Paper

Recovery Division

Any questions?

For further information
please contact:

Sanna Semi

Andritz Oy

Recovery Division, Evaporator BU

Mob. +358 40 860 5017

sanna.semi@andritz.com

www.andritz.com

We accept the challenge!

MRECOVERY MANAGEMENT – LIPEÄLINJAN TUOTANNON HALLINTA

Mikko Leskinen
Metso Automation Oy



mRecovery management

Konemestaripäivät

11.02.2010

Mikko Leskinen



Kohtaatko näitä haasteita?

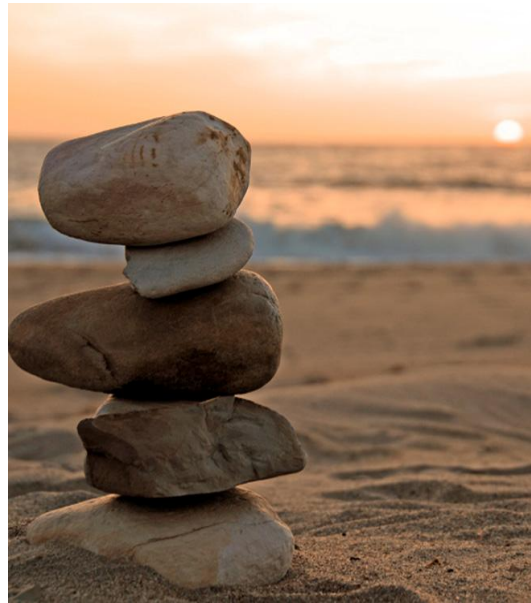
- Talteenottolinjan prosessit ovat erittäin riippuvaisia materiaalivirtauksista, varastosäiliöiden pinnoista sekä energian tuotannosta ja kulutuksesta.
- Talteenottolinjan haastavimmat tehtävät:
 - keittokemikaalien regenerointi
 - energiatehokkuus
 - pitkät kiertoajat ja viiveet
 - vaikea prosessien hallittavuus.
- Manuaaliset korjaukset usein myöhässä ja ylireagoivia.
- Prosessien optimoivat säädöt eivät hallitse koko talteenottolinjaa yhtenä prosessiyksikkönä.



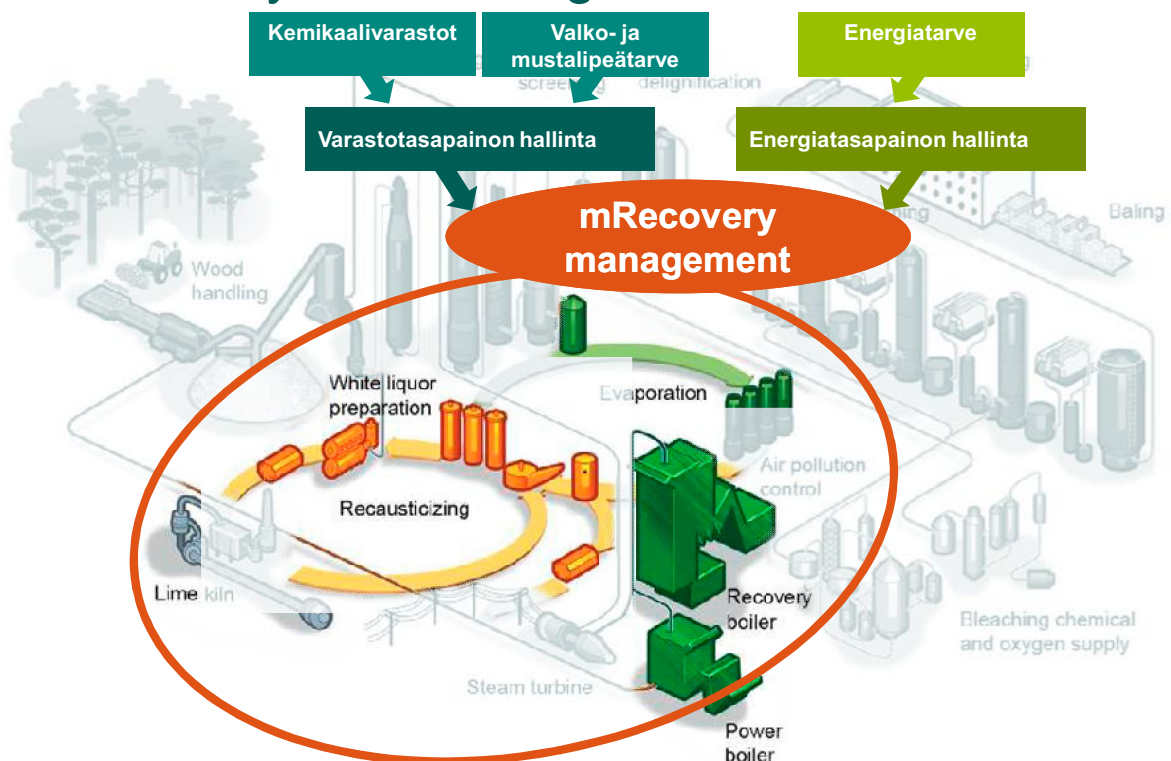
Miten löytää tasapaino?

mRecovery management opastajana

- mRecovery management antaa:
 - kokonaiskuvan prosessista
 - suuremman tuotannon tehokkuuden
 - tasalaatuisemman kemikaalin
 - minimoidut häiriöt tuotannon muutoksista
 - simuloitua ajomallit ja prosessitilanteet sekä niiden vaikutukset koko talteenottolinjaan
 - pienemmän operaattorien työkuorman.

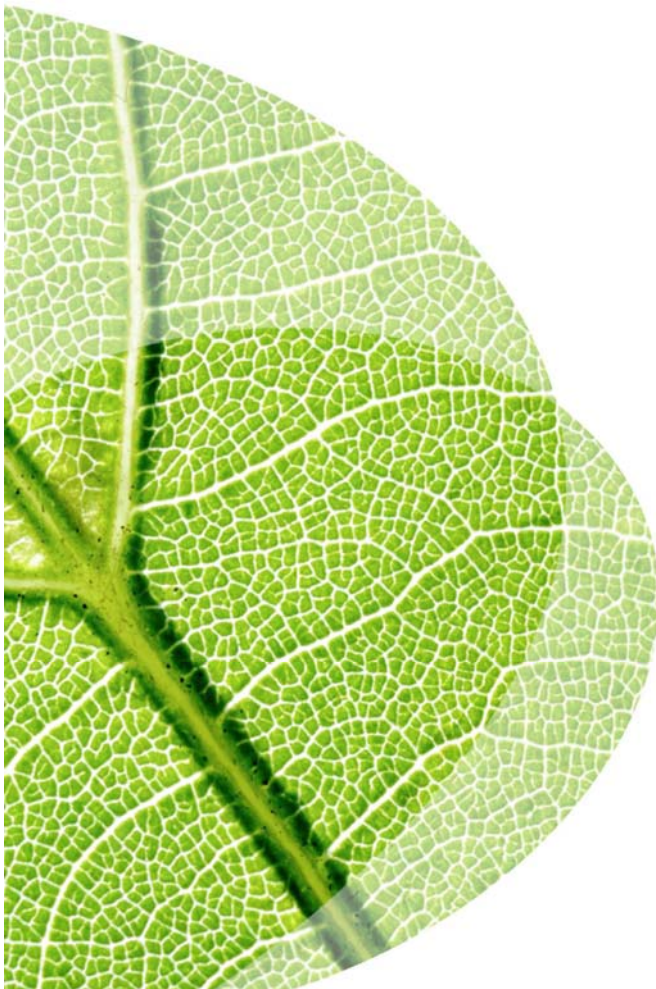


mRecovery Line Management



Talteenottolinjan hallinnan ominaisuudet

- Tuotantotavoitteet
 - haihduttamolle
 - soodakattilalle
 - kaustisoinnille
 - meesauunille
- Tasapainotavoitteet kuitulinjan tuotannosta ja tehtaan höyryn kulutuksesta.
- Varastosäiliöiden pintaennustus.
- Varastosäiliöiden perusteella tuotantosuositukset varastojen tasapainottamiseksi.
- Lipeän ominaisuuksien monitorointi.
- Päävirtausten ja varastojen simulointi.



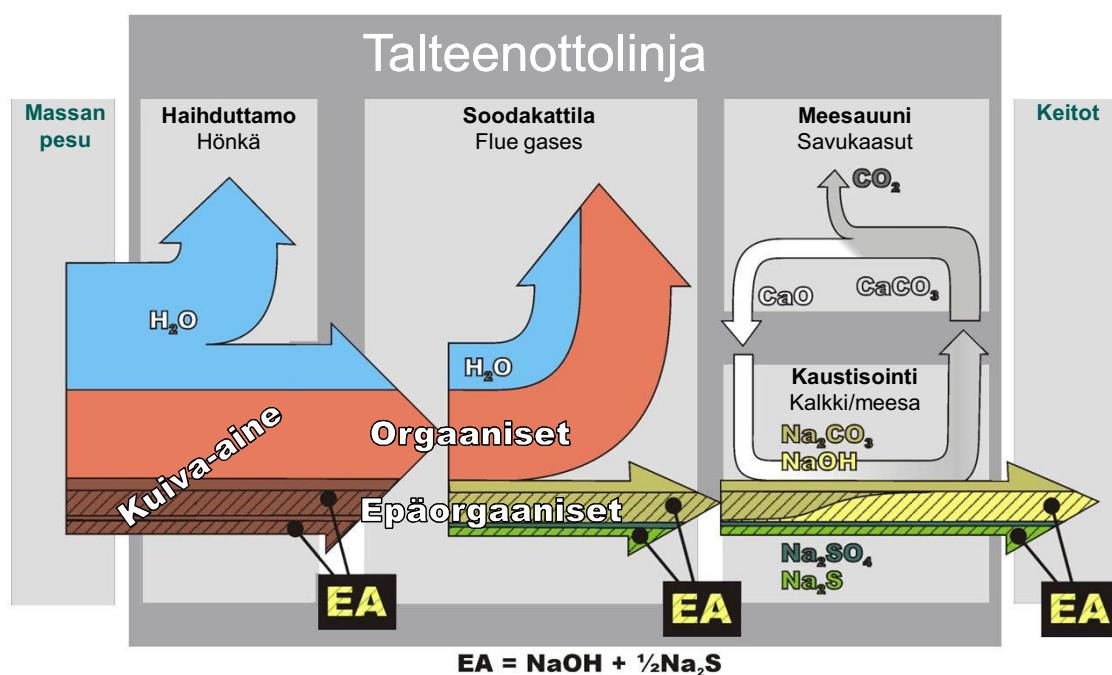
Varastotaseen hallinta

Säiliöiden hallinta tasaiselle prosessinohjaukselle

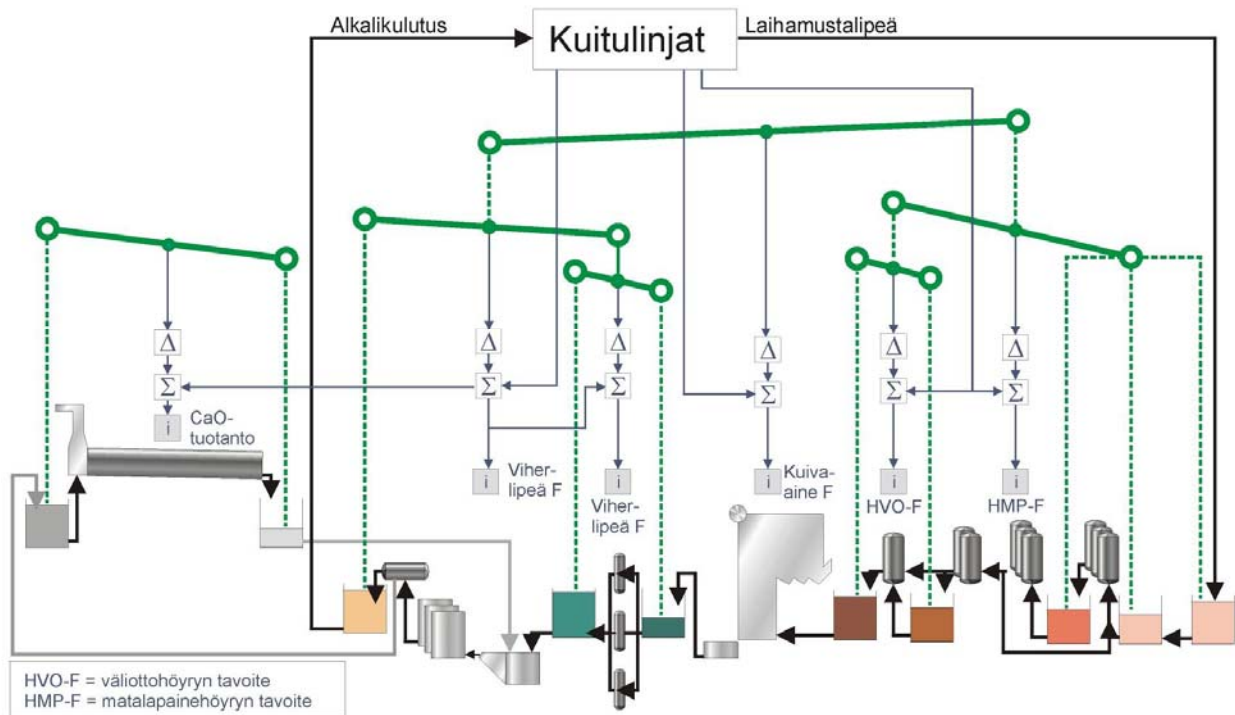
- Turvattu lipeän saanti varastosäiliöiden ennustettavuuden avulla
 - normaalissa ajotilanteessa
 - käyntiinlähtöä silmälläpitäen
 - tuotantokatkoksissa.
- Kuitulinjan tuotannon maksimointi, kun
 - tunnistetaan pullonkaulat
 - laskenta antaa pitkän aikavälin tuotantotavoitteet
- Parempi talteenottolinjan ohjattavuus tehokkaamman tuotannon hallinnan ja pienempien häiriöiden kautta.
- Perustuen massataseeseen, ennustaa säiliöiden pintojen muutokset lähitulevaisuudessa.



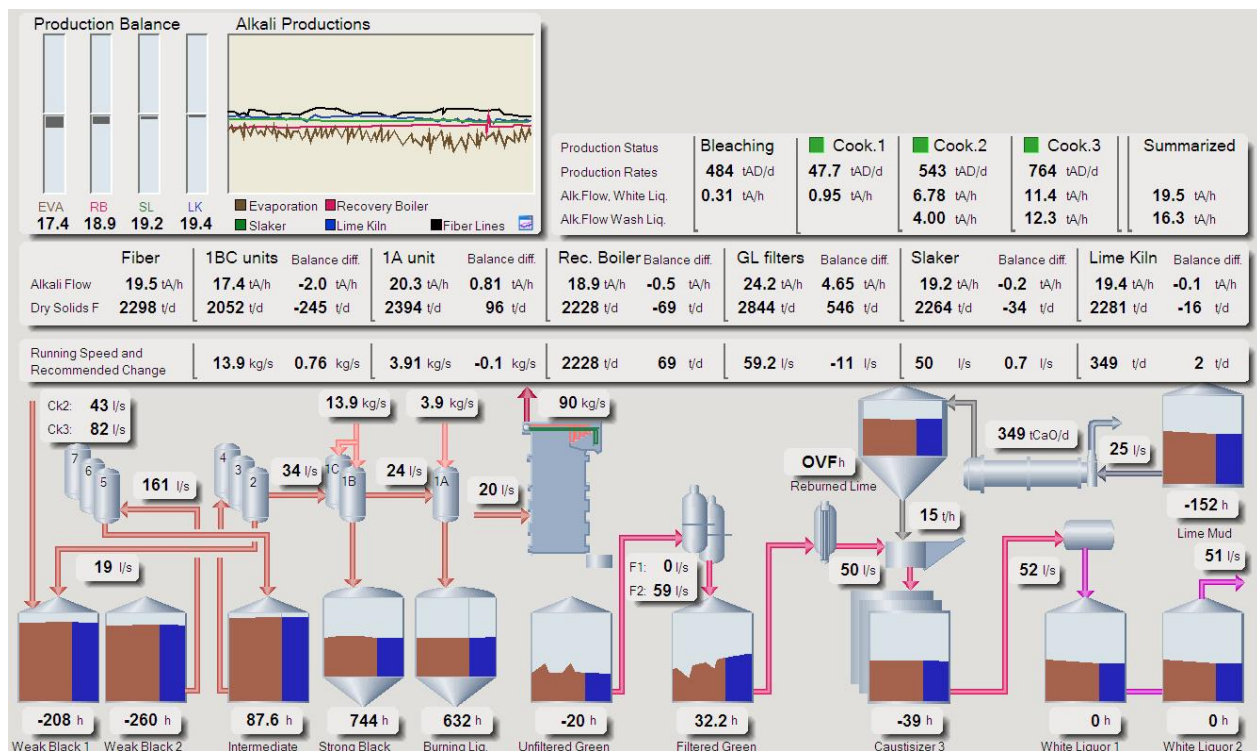
Tasapainon laskentaperiaate



Varastojen vaikutukset tuotantosuositukseen



Varastotasapainolaskennan näyttö

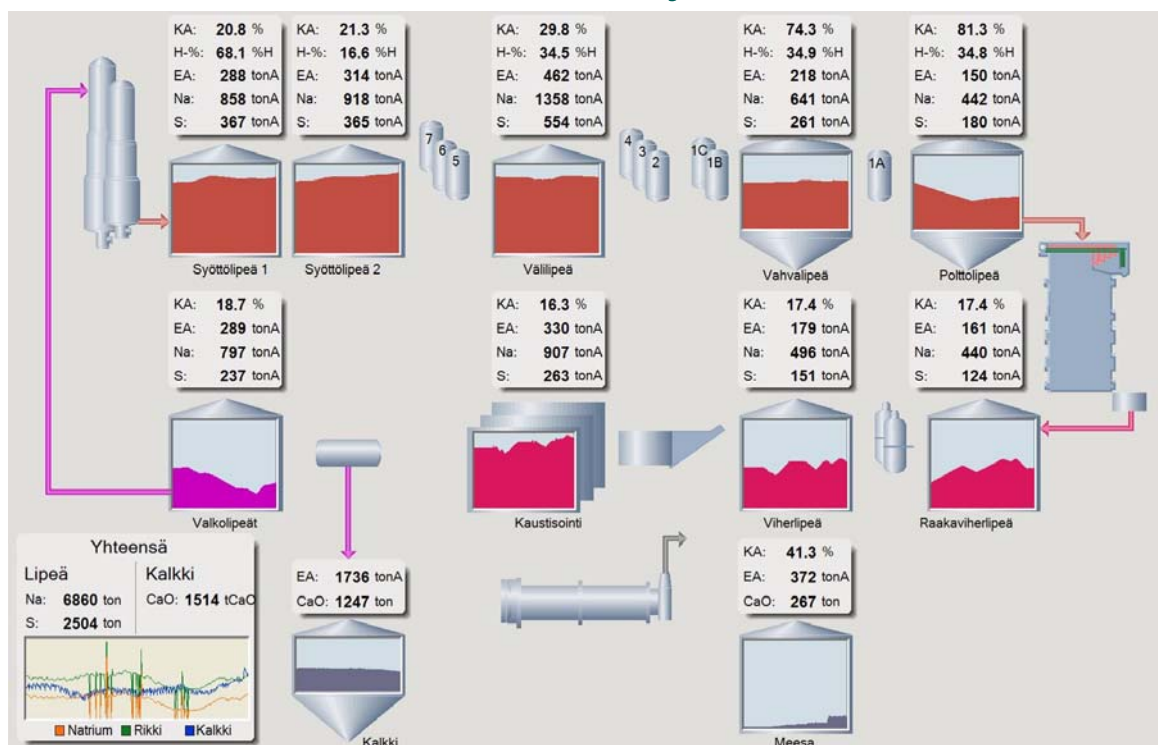


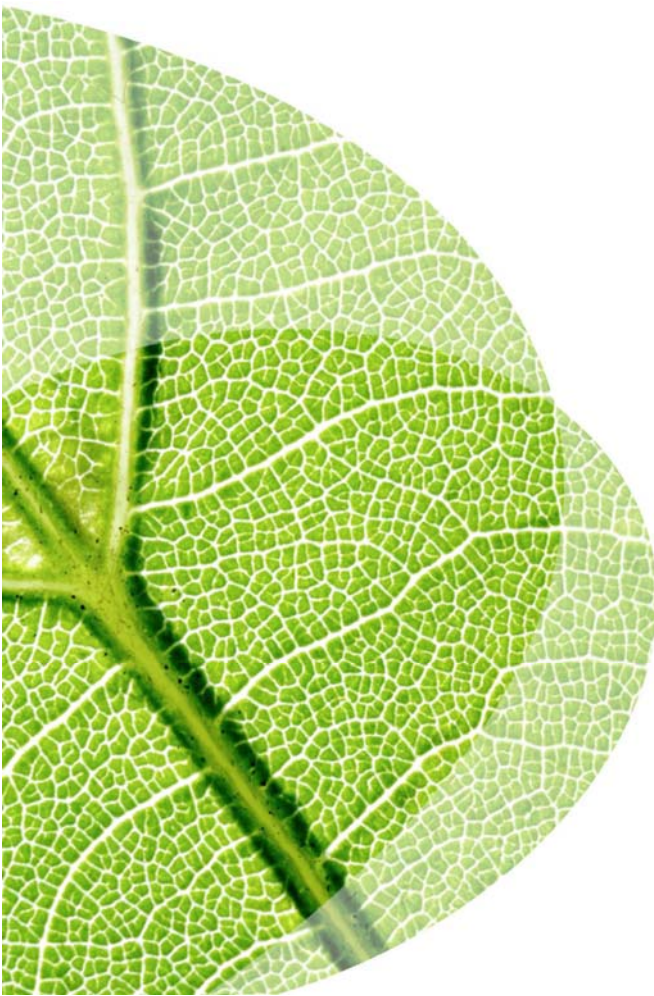
Kemikaalitaselaskenta

- Massataselaskenta tarkkailee kemikaaliyhdisteiden osuuksia lipeä- ja kalkkikierrossa.
- Laskennalla estimoidaan:
 - Natrium
 - Rikki
 - Titrautuvat yhdisteet
 - Vesi
 - Orgaaniset/epäorgaaniset kemikaalit
 - Muut lisätyt yhdisteet, kuten biomassa, jätehappo, mäntyöljy yms.
 - Kalkki/meesa
 - Mustalipeiden nettolämpötehot ja energiat säiliöissä.
- Laboratorioanalyysit kytkettävissä pitoisuuksiin mukaan (esim. kloori, kalium yms. vierasaineet).



Massataselaskennan näyttö





Energiataseen hallinta



Energiataselaskenta mahdollistaa suuret säästöt polttoainekustannuksista

- Antaa mahdollisuuden tarkkaan höyryn tuotantoon soodakattilalla huomioiden
 - haihduttamon höyryn tarpeen
 - nettohöyrykapasiteetin mustalipeäsäiliöissä
 - koko tehtaan höyryntarpeen.
- Pienempi tukipolttoaineen tai energian käytön tarve.
- Tasapainoinen höyryn tuotanto ja kulutus.



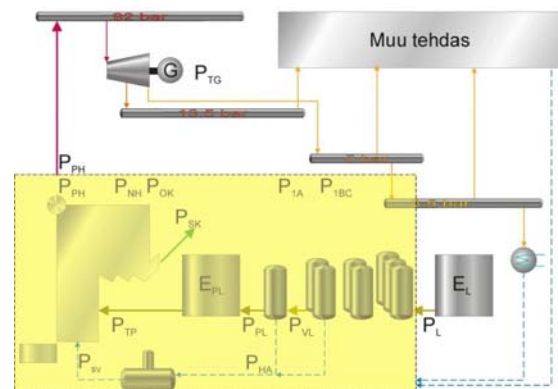
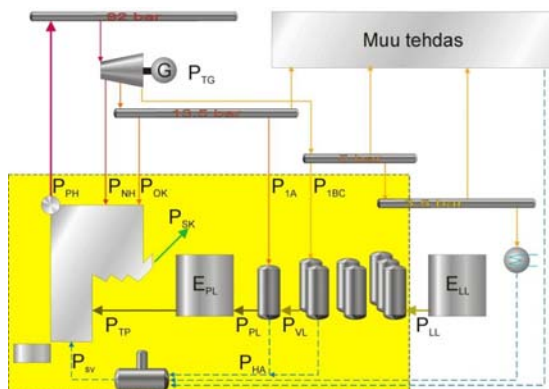
Energiataselaskenta

- Taselaskennan avulla yhdistetään haihduttamo ja soodakattila yhdeksi höyryntuotantoyksiköksi.
- Laskennan tuloksena:
 - polttolipeän ja haihduttamon mustalipeiden virtaustavoitteet
 - lipeävirtauksien tuottama nettöhöyry haihduttamon päävirtauksista
- Laskenta ennustaa höyryn tuotannon huomioiden
 - lipeän nettolämpöarvon
 - soodakattilan hyötysuhteen
 - haihduttamon hyötysuhteen.



Tuotantotavoitelaskennan periaate

- Lasketaan tehtaan höyryntarve tuotantotasojen perusteella.
- Soodakattilan omakäyttöhöyryn tarve ja hyötysuhde mallinnetaan eri kuiva-ainekuormataseilla.
- Haihduttamon höyryn tarve lasketaan eri tuotantotaseilla huomioiden kuiva-ainetavoite sekä hyötysuhde.
- Haihduttamo sekä kattila yhdistetään laskennallisesti yhdeksi yksiköksi, jossa haihduttamon varastot nähdään yhtenä polttoainesäiliönä.
- Lopputuloksena laskenta antaa tavoitteet haihduttamon ja soodakattilan mustalipeiden päävirtauksille.





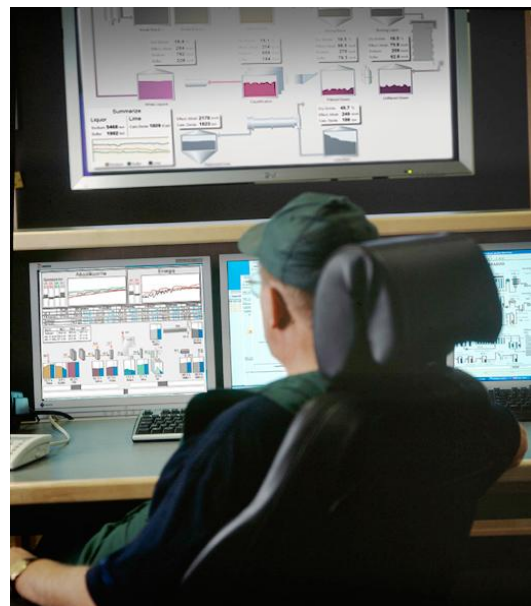
mRecovery management

Suunnannäyttäjä käyttöhenkilöstölle

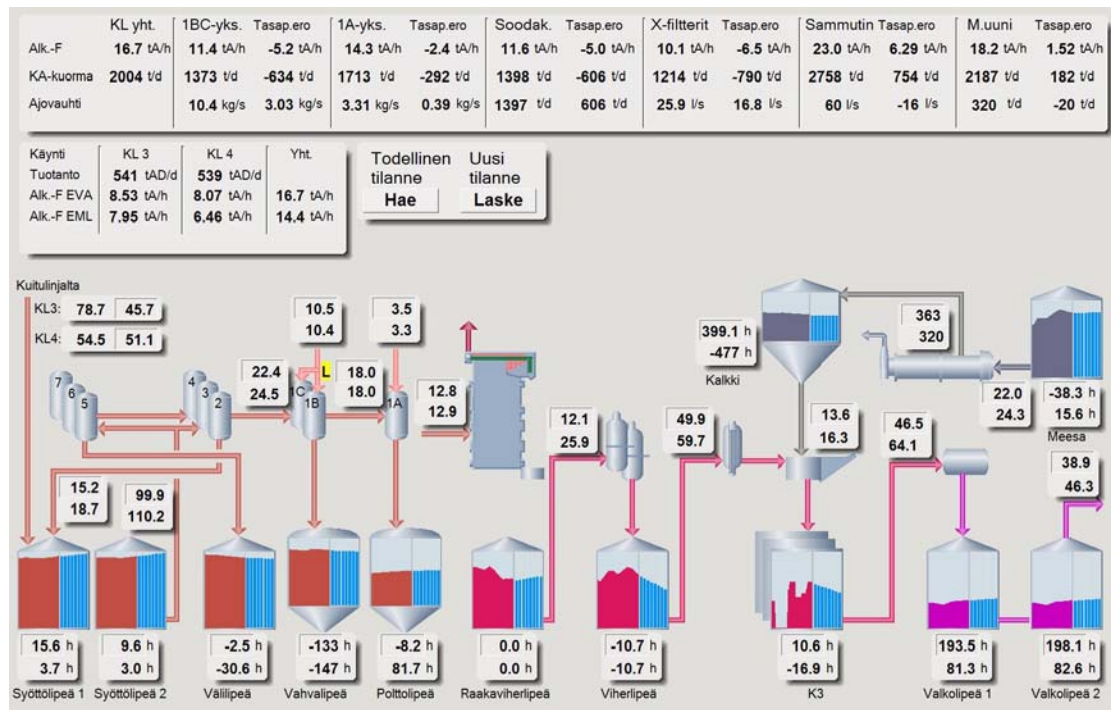


Tuotantotavoitteiden laskenta *"mitä jos"* - tilanteisiin

- Lasketut suureet:
 - kuitulinjan tuotantotasot (F)
 - syöttömustalipeä (F & V)
 - välimustalipeä (F & V)
 - vahvamustalipeä (F & V)
 - polttolipeä (F & V)
 - viherlipeä selkeytyksen/suodatuksen läpi (F & V)
 - viherlipeä sammuttimeen (F & V)
 - valkolipeä kaustisoinnista (F & V)
 - höyry haihduttamolle ja soodakattilasta (F)
 - meesan syöttö uuniin ja kalkki uunista (F).
- Yllättävissä tuotantokatkoksissa laskennalla saadaan uudet tuotantotavoitteet, jos tiedetään katkoksen kesto.
- Säiliöiden pintatavoitteiden perusteella uudet tuotantotavoitteet.



Tuotannonsuunnittelun näyttö



metso
Expect results

SUOMEN VAURIOT 2009

**Markus Nieminen
Pöyry Finland Oy**

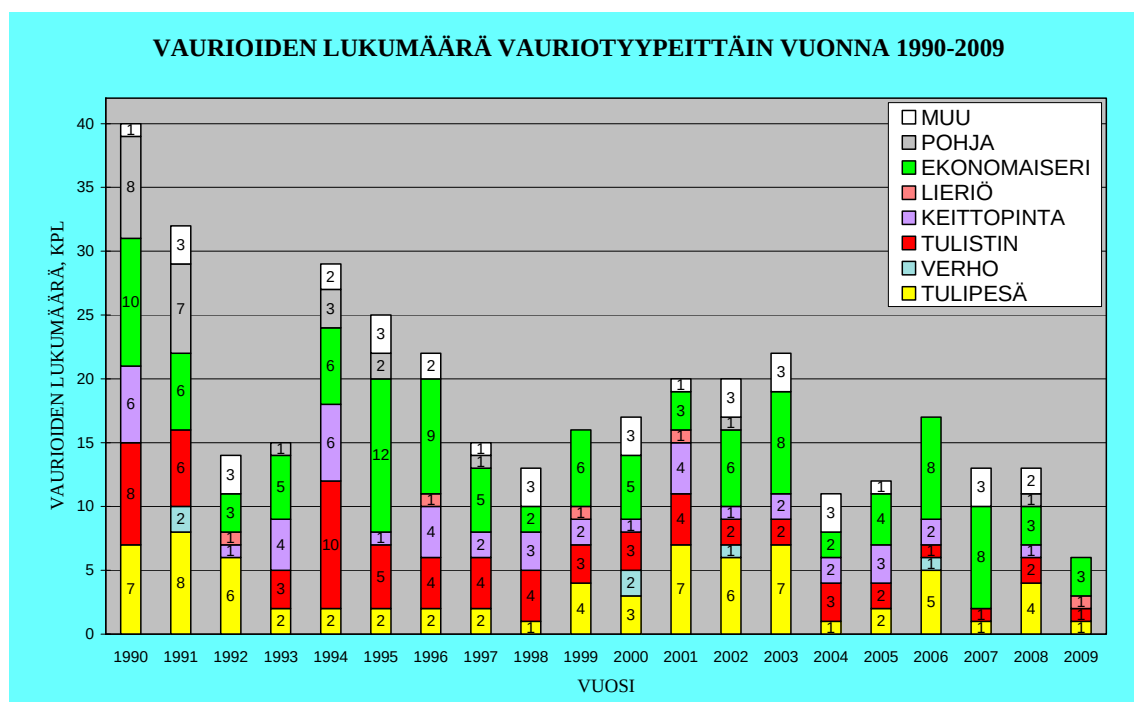
Markus Nieminen

25.1.2010

1 (2)

YHTEENVETO SOODAKATTILAVAUURIOISTA SUOMESSA VUONNA 2009

Soodakattilayhdistyksen vauriotietokantaan raportoitiin vuonna 2009 kuusi vauriota. Vaurioiden lukumäärä vuosina 1990 – 2008 vaurion esiintymisalueen mukaan on esitetty kuvassa 1.

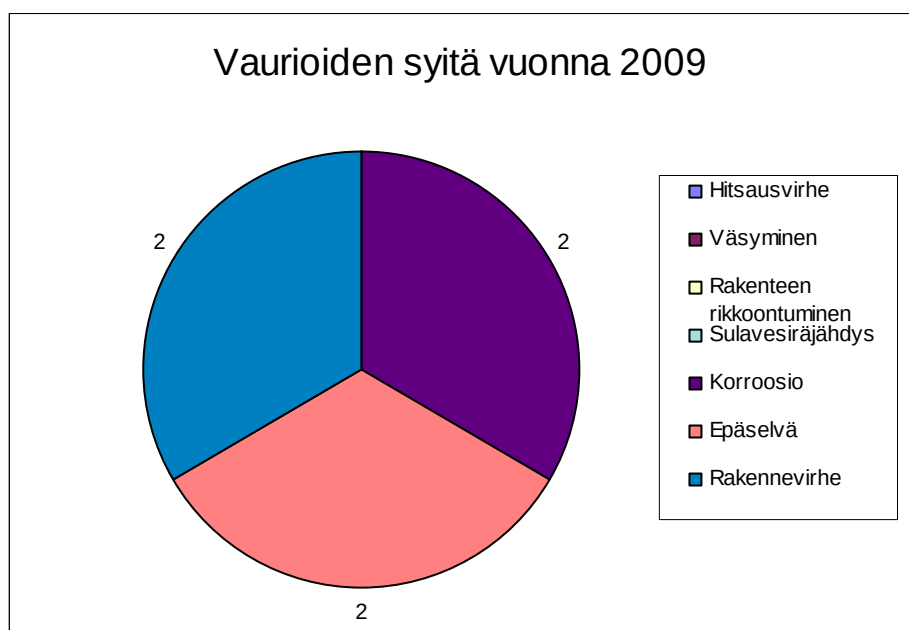


Kuva 1: Vaurioiden lukumäärä vuosina 1990 – 2009.

Vuonna 2009 kolme vauriota tapahtui ekonomaiserialueella. Näiden vaurioiden lisäksi yhdistyksen tietokantaan raportoitiin yksi tulipesä-, yksi tulistin- ja yksi lieriöalueen vaurio. Kolmessa vauriossa kattila piti ajaa alas korjausta varten, muut kolme sattuiivat seisokin tai ylösajon aikana. Missään tapauksista ei tarvinnut tehdä pikapysäytystä.

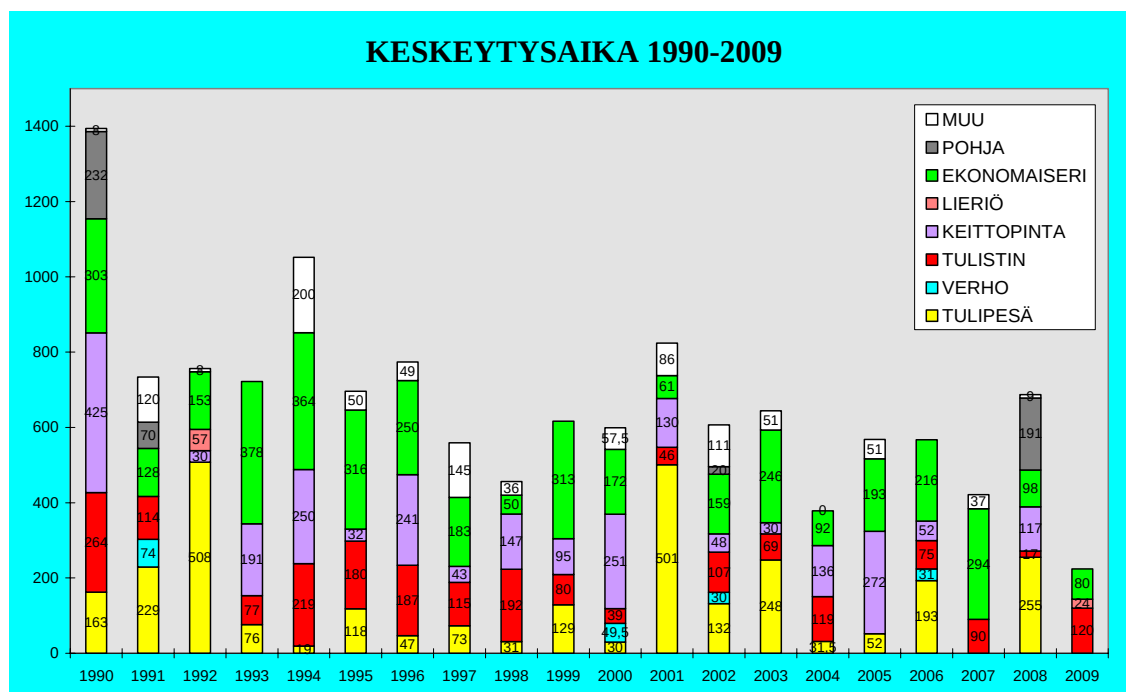
Yhdessä vauriossa oli ainekset suurempaan onnettomuuteen, jos lieriön vajautusputki olisi revennyt irti lieriön kyljestä käynnin aikana. Nyt kuitenkin vaurio havaittiin kattilan painekokeen jälkeen.

Vuonna 2009 vaurioiden aiheuttajat on esitetty kaaviossa 1.



Kaavio 1. Soodakattilavaurioiden syitä vuonna 2009.

Mustalipeänpolton keskeytysaika on ilmoitettujen vaurioiden mukaan ollut 224 h. Vaurioiden keskeytysaika vuosina 1990 – 2009 vaurion esiintymisalueen mukaan on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2: Vaurioiden aiheuttama lipeänpolton keskeytysaika vuosina 1990 - 2009.

RUOTSIN VAURIOT 2009

Sven Lahti
Inspecta Sweden AB

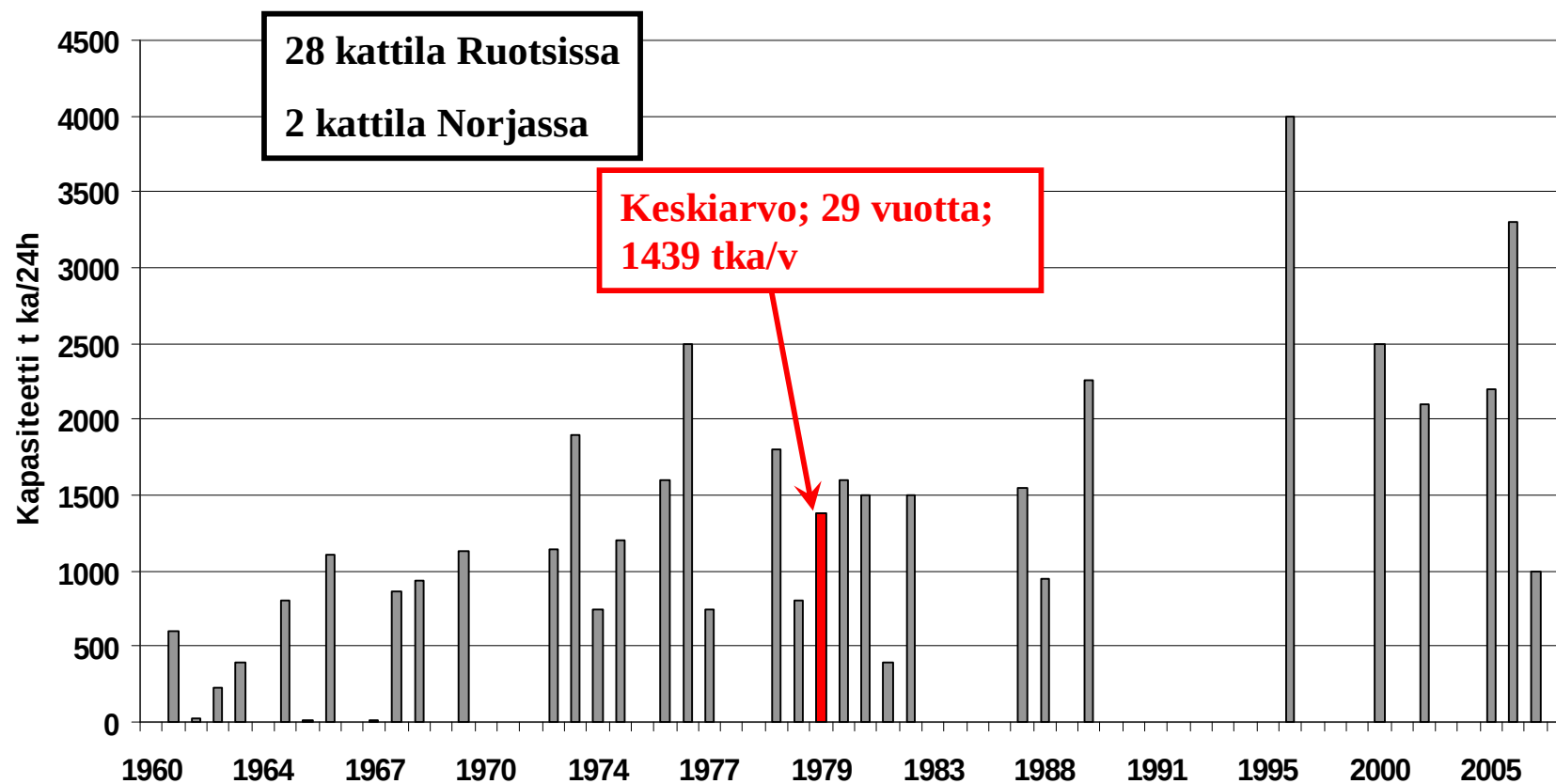
Ruotsin ja Norjan Soodakattilavauriot - 2009



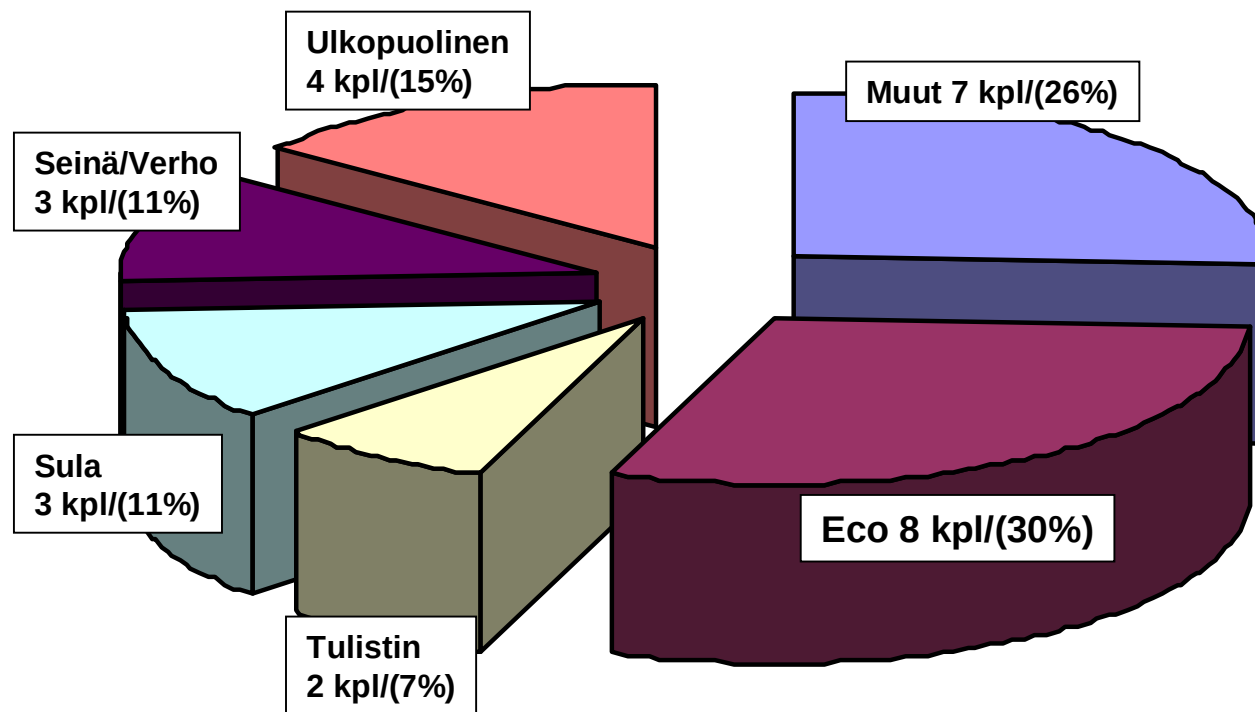
Sven B Lahti
Inspecta Sweden AB
2010-02-11



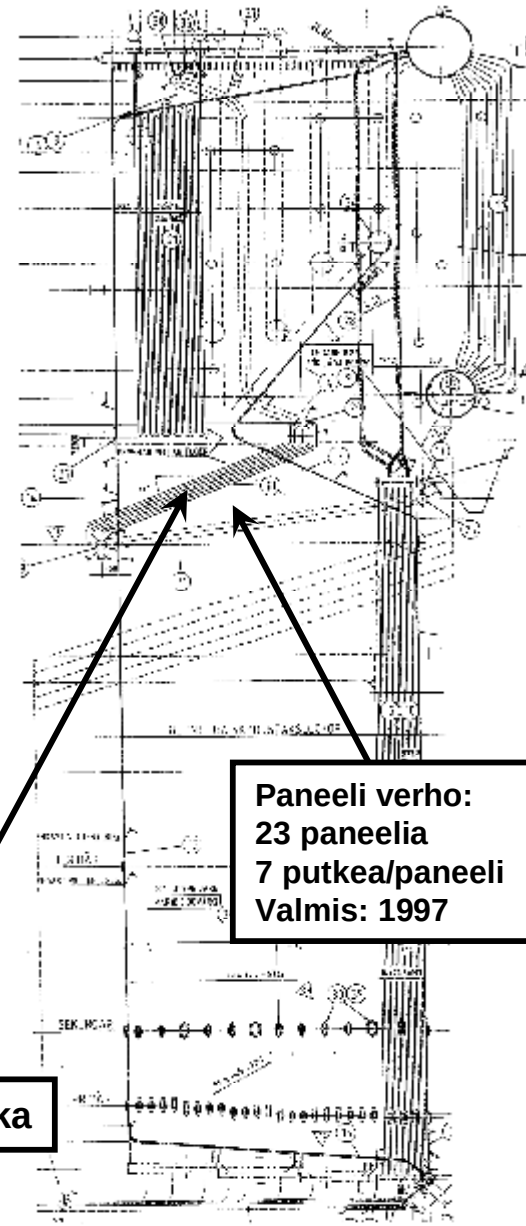
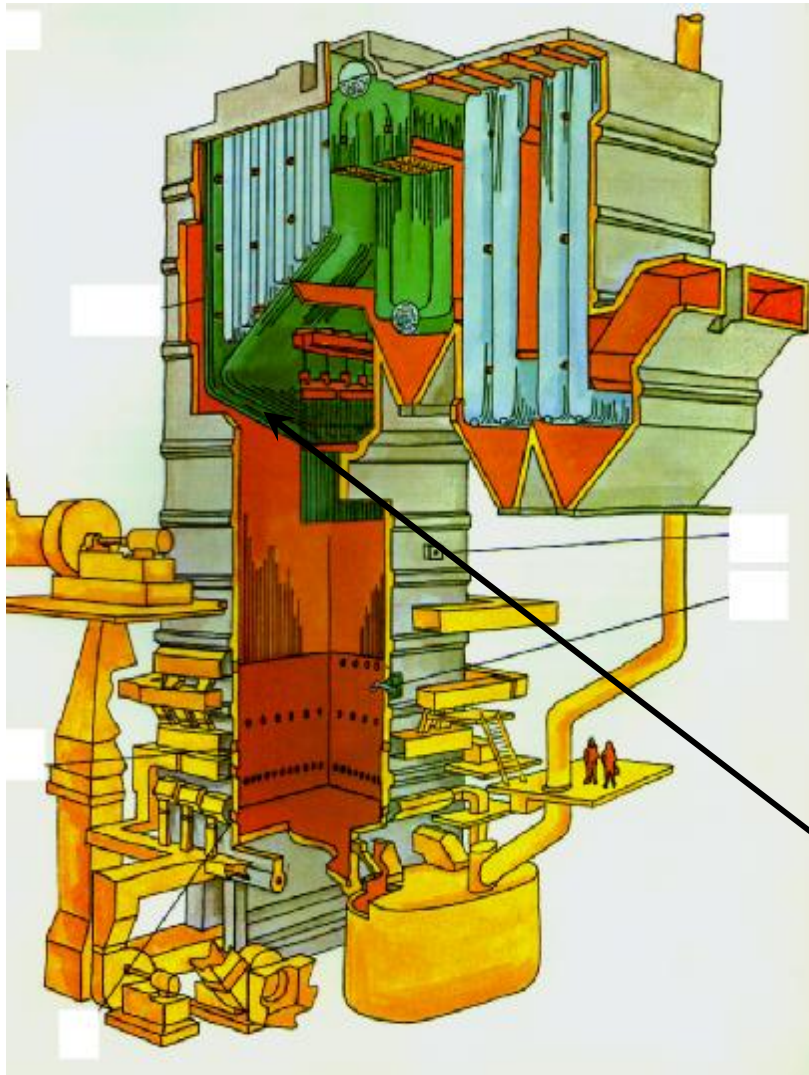
Ruotsin ja Norjan kattilat



Vaurioiden jakauma - 2009



▶ Verhoputken vuoto



Paneeli verho:
23 paneelia
7 putkea/paneeli
Valmis: 1997

Vuoto paikka

▶ Verhoputken vuoto - kesäkuussa

2 putkea tämän näköisiä



▶ Verhoputken vuoto - kesäkuussa



▶ Verhoputken vuoto - kesäkuussa

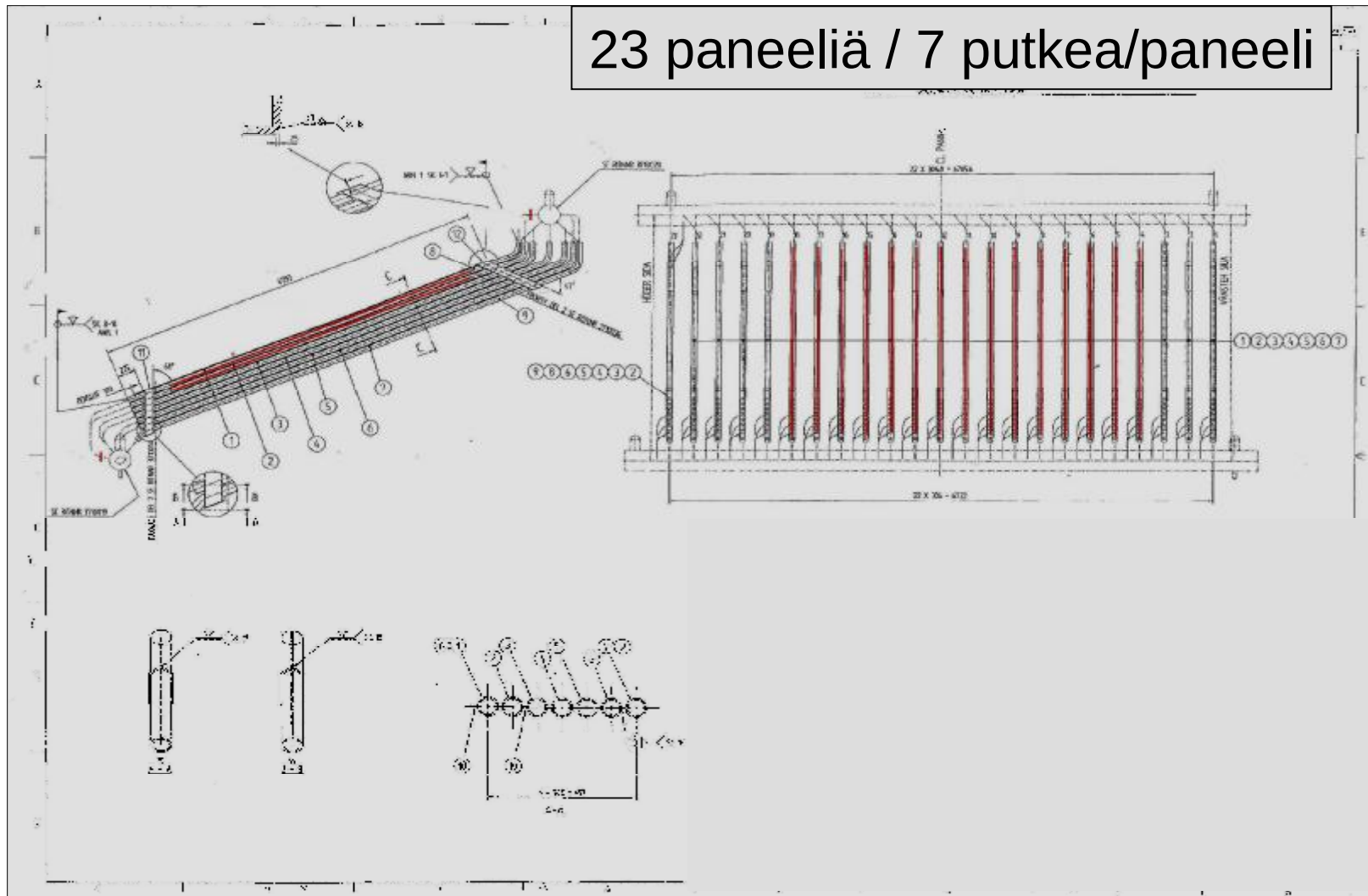


▶ Verhoputken vuoto - kesäkuussa

30 putkea tämän näköisiä



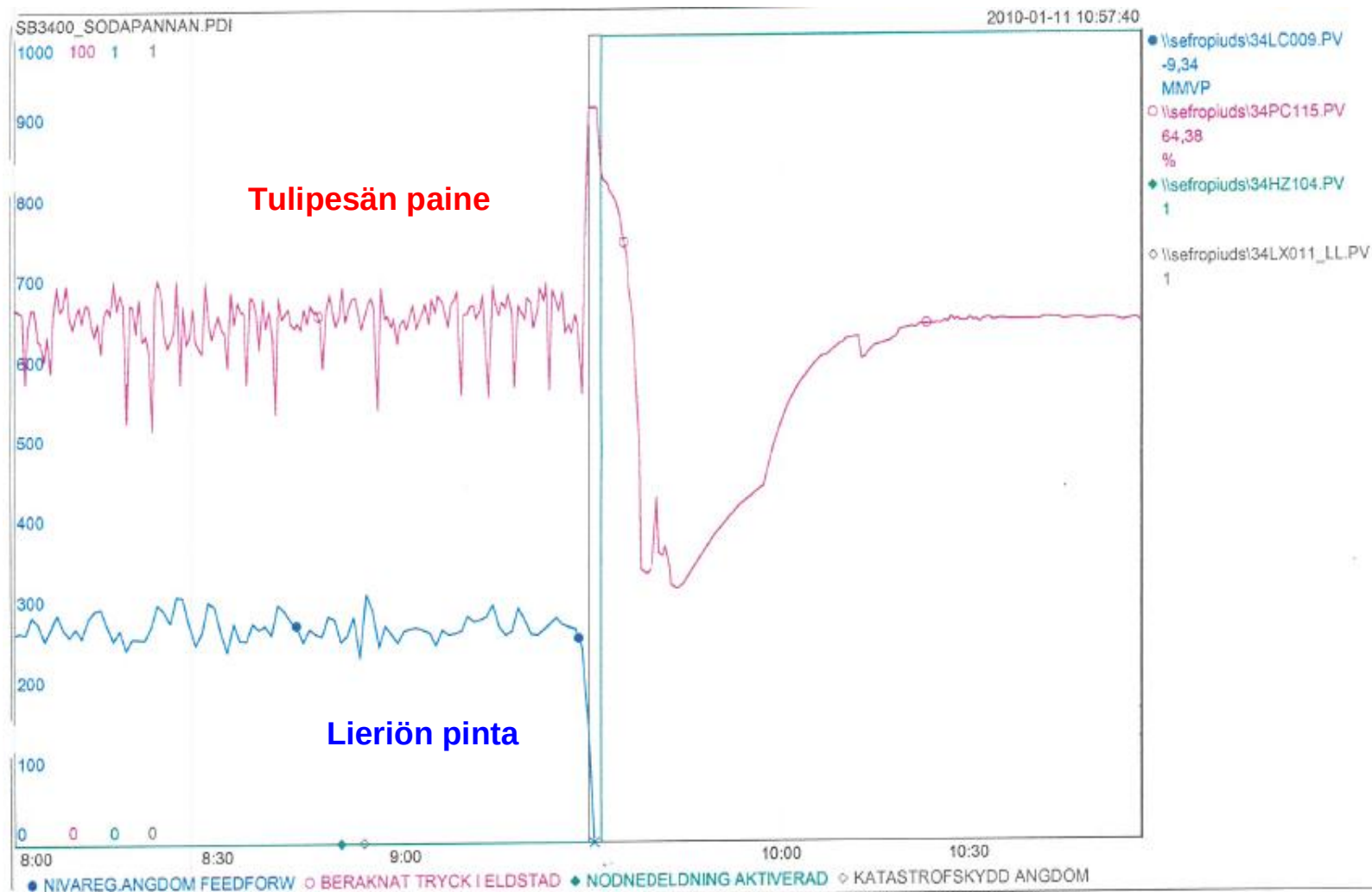
▶ Verhoputken vuoto - kesäkuussa



▶ Verhoputken vuoto - kesäkuussa



Verhoputken vuoto – tammikuussa



▶ Verhoputken vuoto – tammikuussa



Sula-vesiräjähdys??

▶ Verhoputken vuoto – tammikuussa



▶ Verhoputken vuoto – tammikuussa



▶ Verhoputken vuoto – tammikuussa



▶ Verhoputken vuoto – tammikuussa



Virumismurtuma??

▶ Verhoputken vuoto – tammikuussa



▶ Verhoputken vuoto – tammikuussa



▶ Verhoputken vuoto – tammikuussa

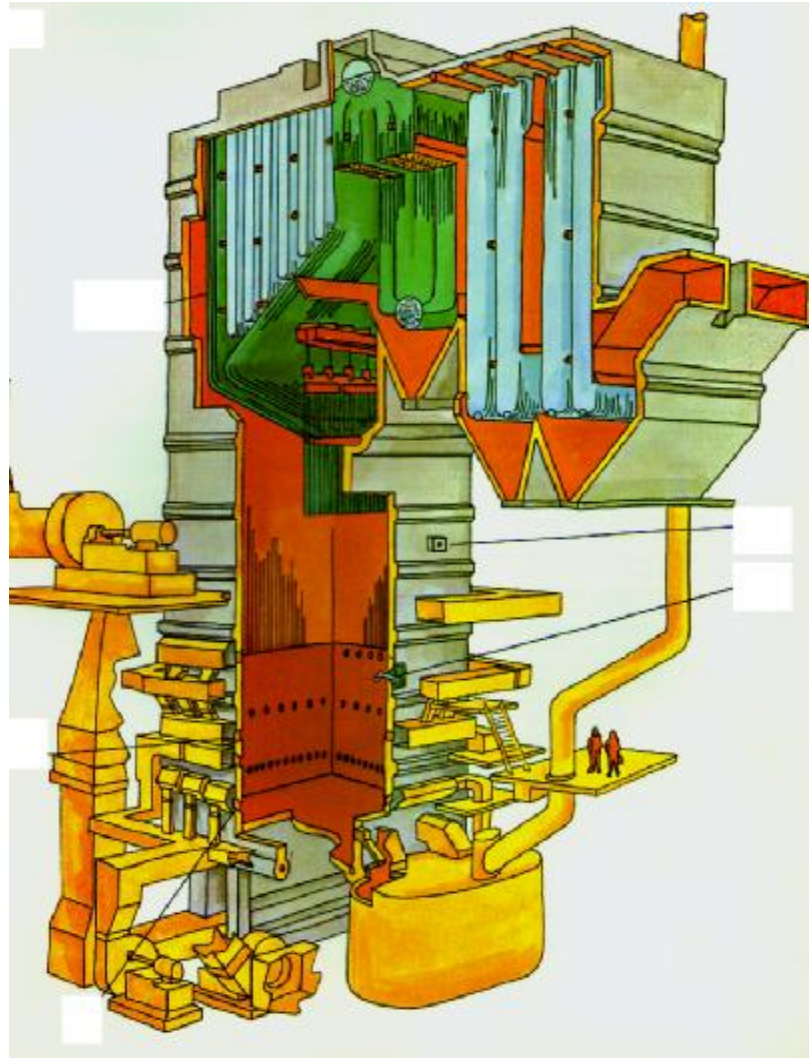




Syy:

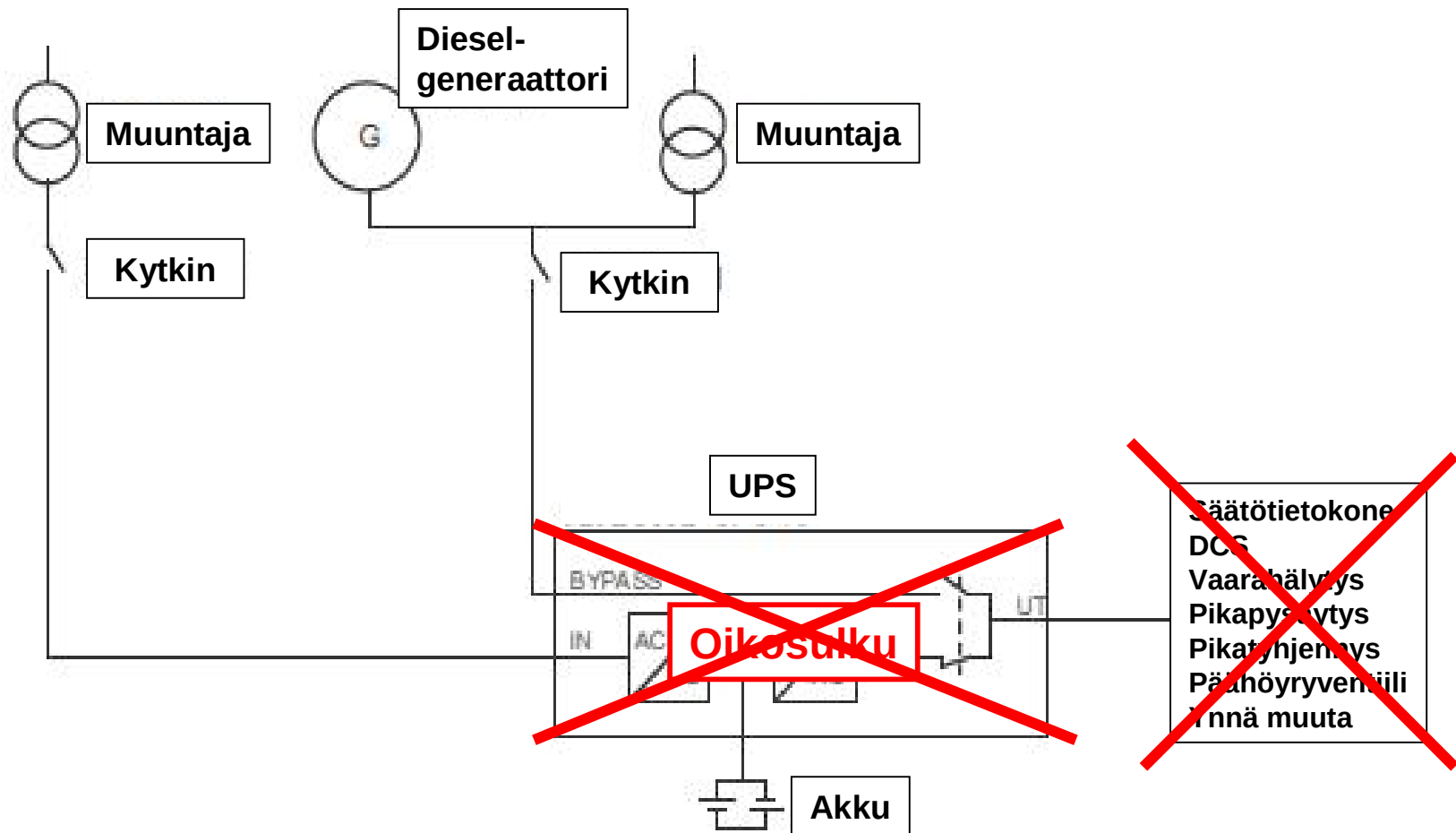
- Kiertohäiriö
- Ylikuumenus
- "Hot water oxidation"

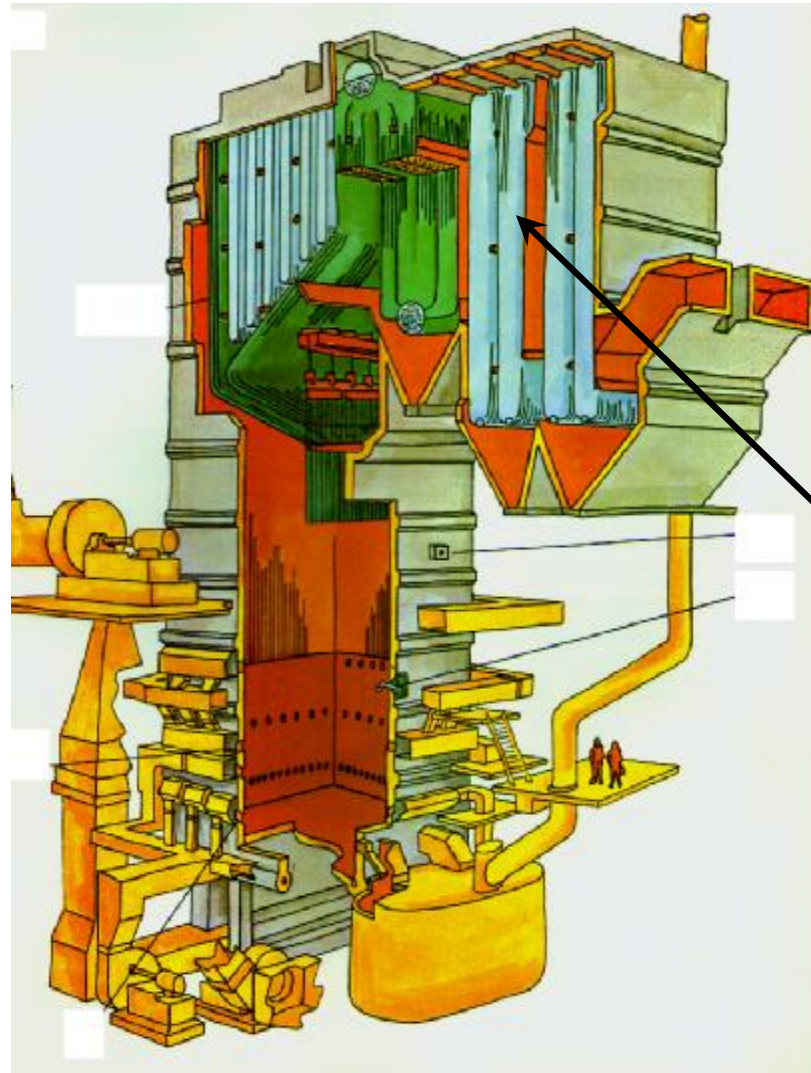
- 30 putkea tulppatin (kesäkuussa)
- Verho poistetin (tammikuussa)



Sähkökatko

▶ Varavoima????





Eco-vuotoja

► Eco-vuoto No 1



► Eco-vuoto No2



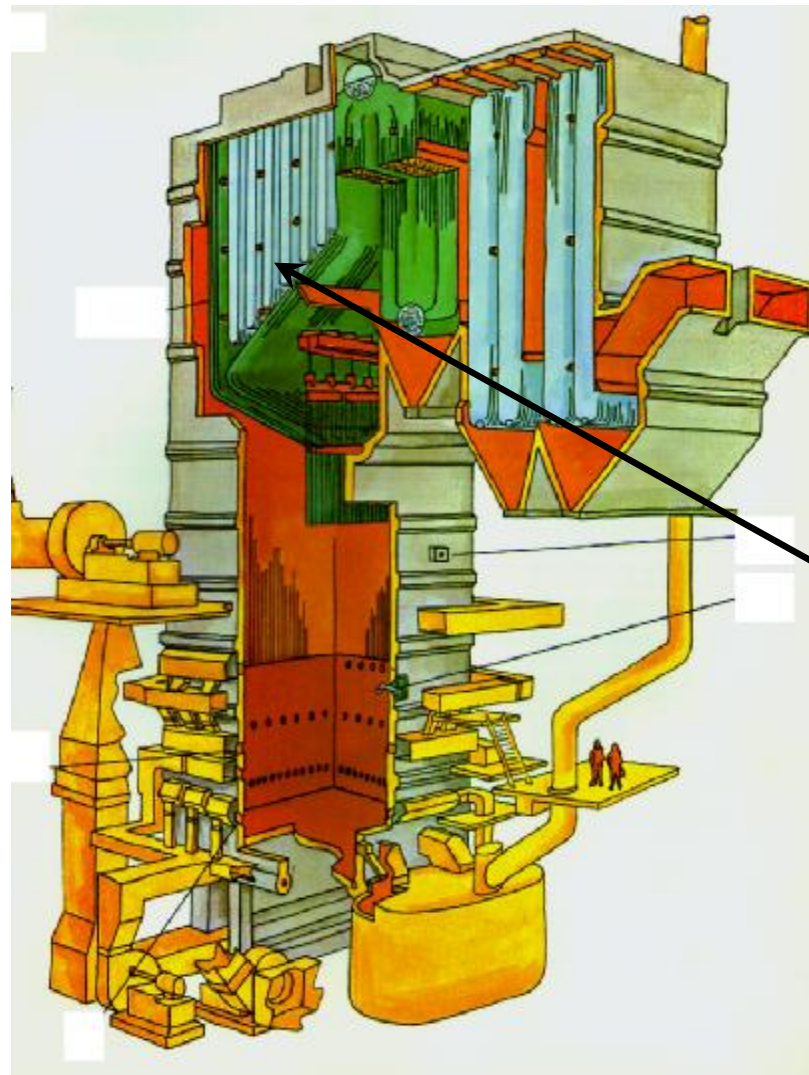
► Eco-vuoto No 3



► Eco-vuoto No 4

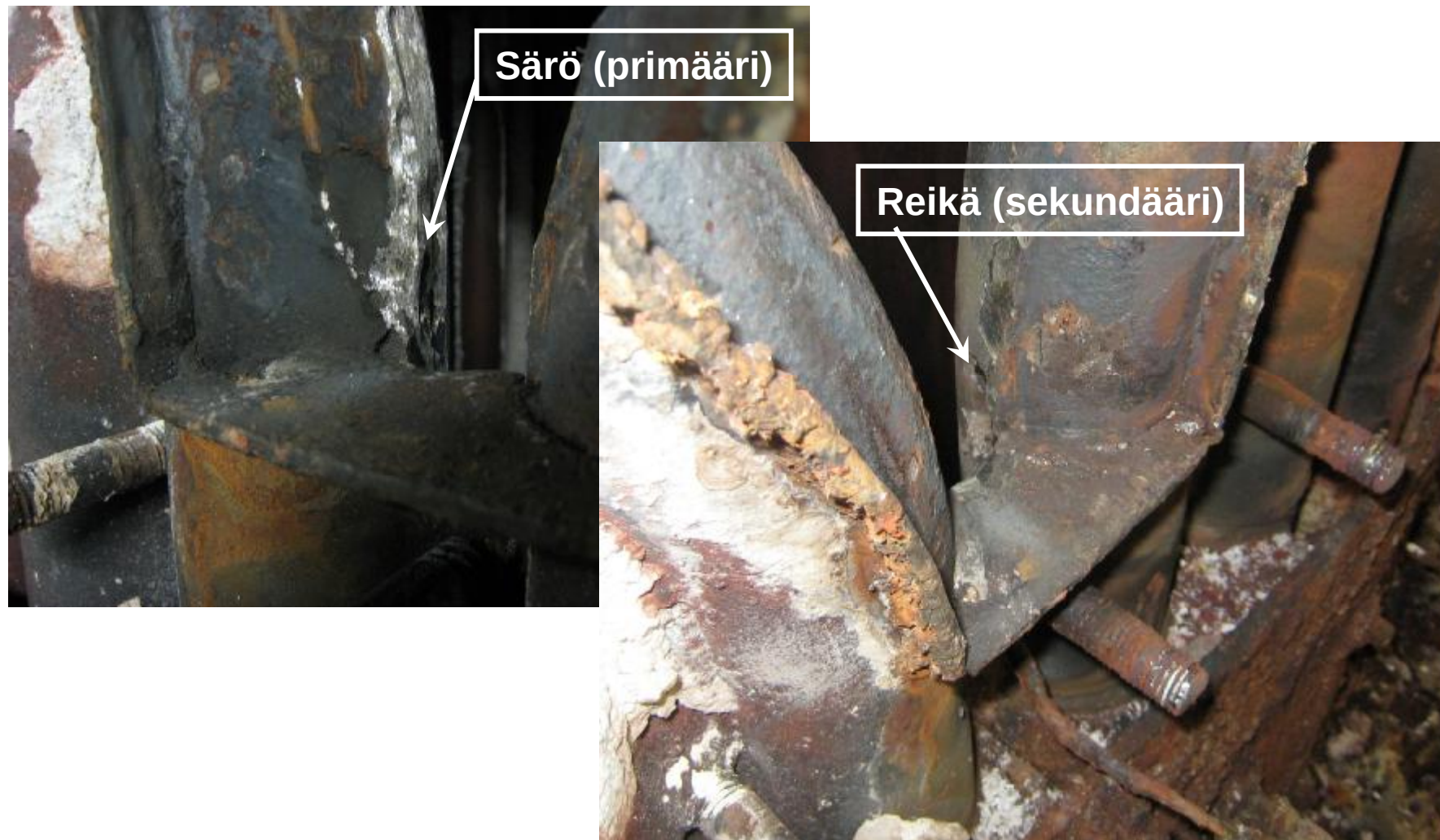


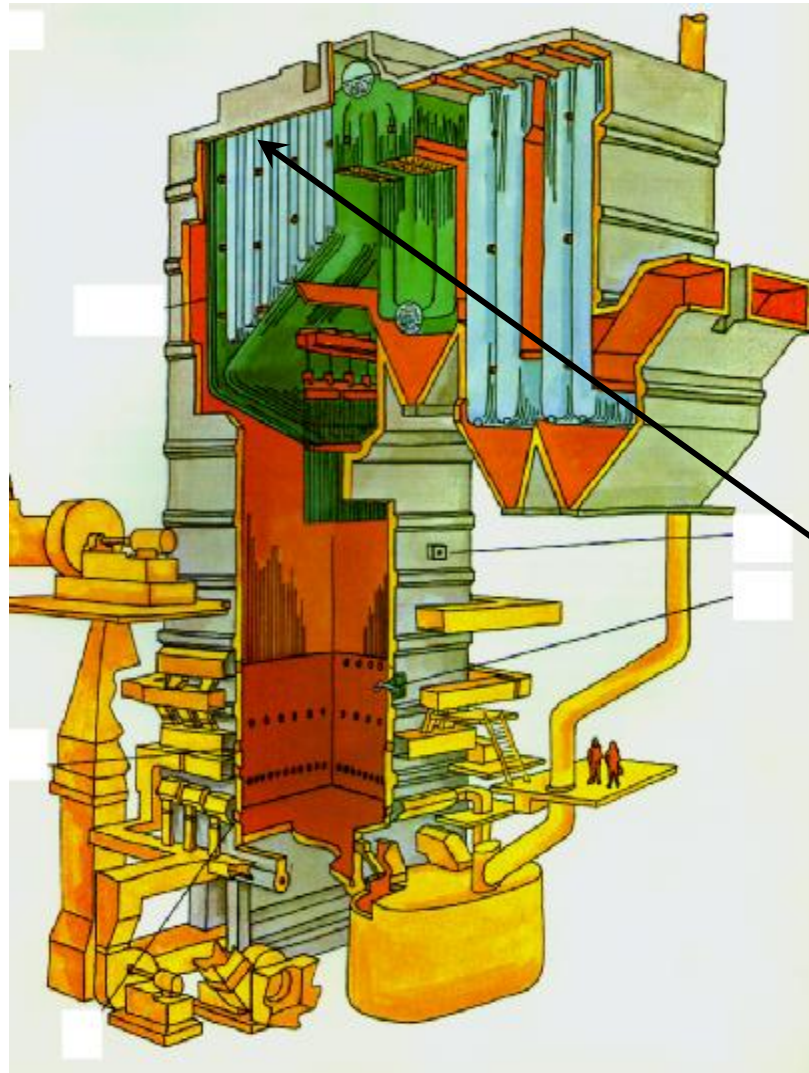




Seinäputkisto

► Vuoto seinäputkessa – Nuohoimen aukkossa



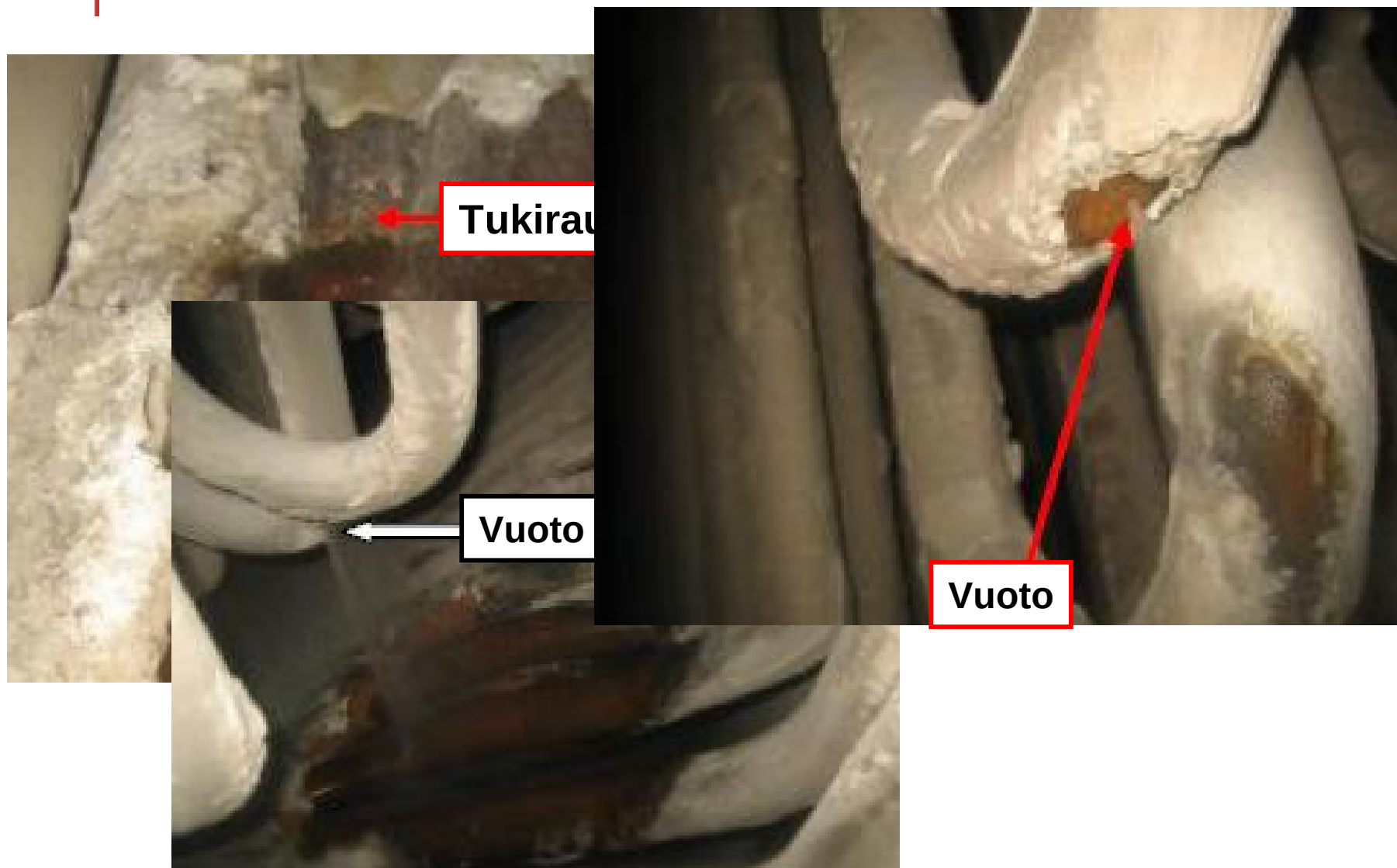


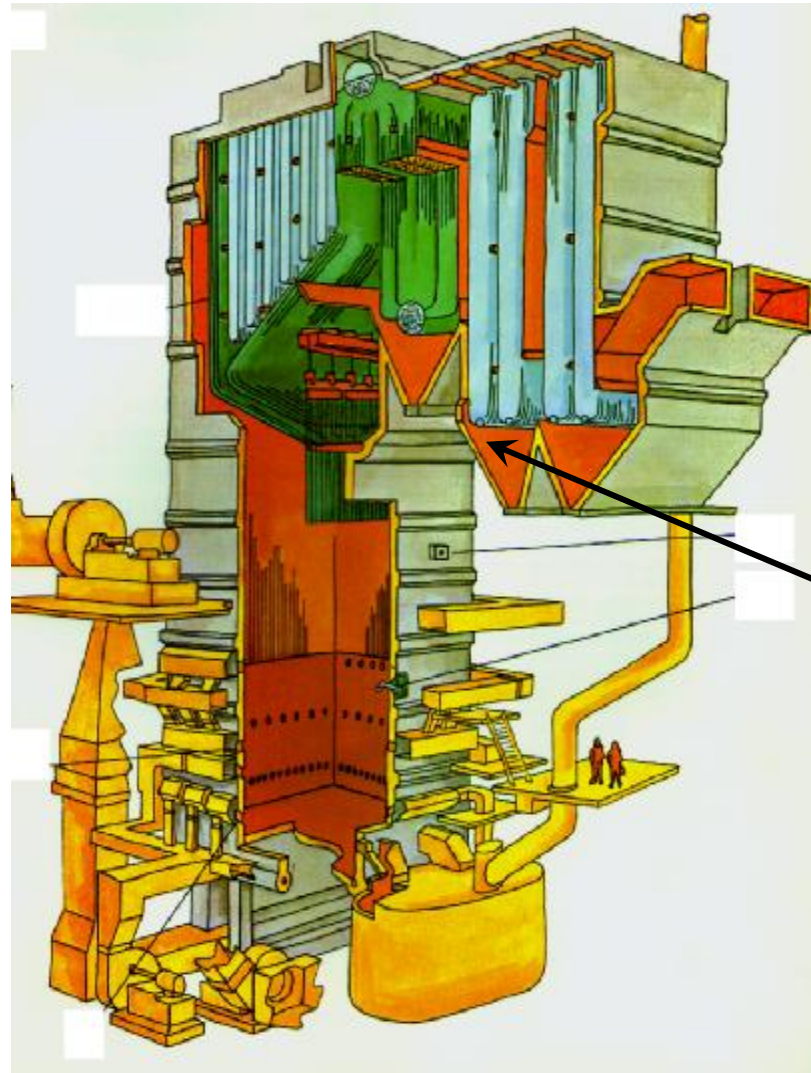
Tulistinvaurioida

Tulistinvaurio



► Tulistinvaurioida (3 kpl)





Ulkopuolinen putki

▶ Tyhjennysputki





Kiitos!

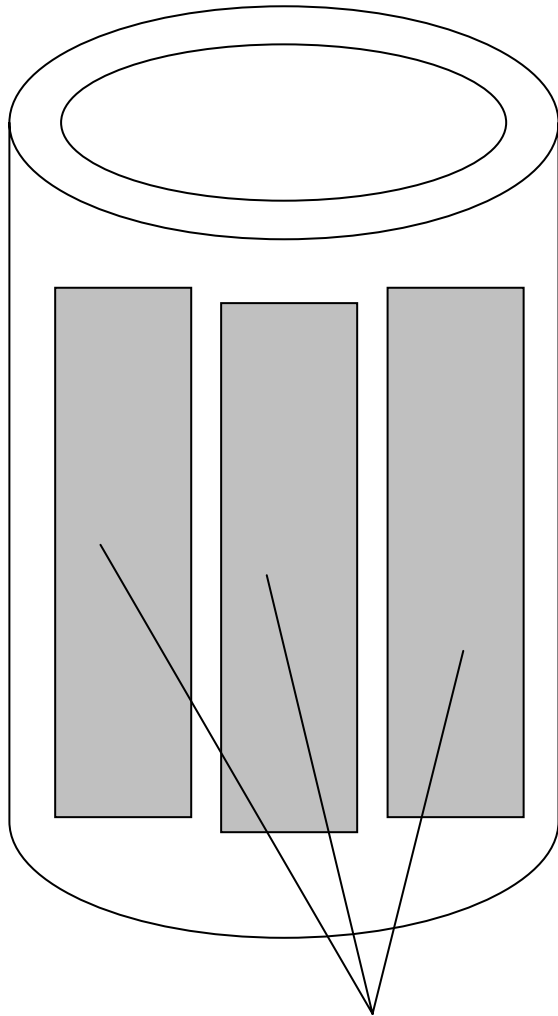
www.inspecta.com



Thickness tube scanning

By
Niklas Sandström

► Tscan system



Measured surface, 3 lines 15mm wide each

1 scan/tube with 3 measure lines

Also available with 1 measure line for narrow areas, corner tubes

Distance between saved measure points adjustable.

Scanner is pulled by hand or by winch.

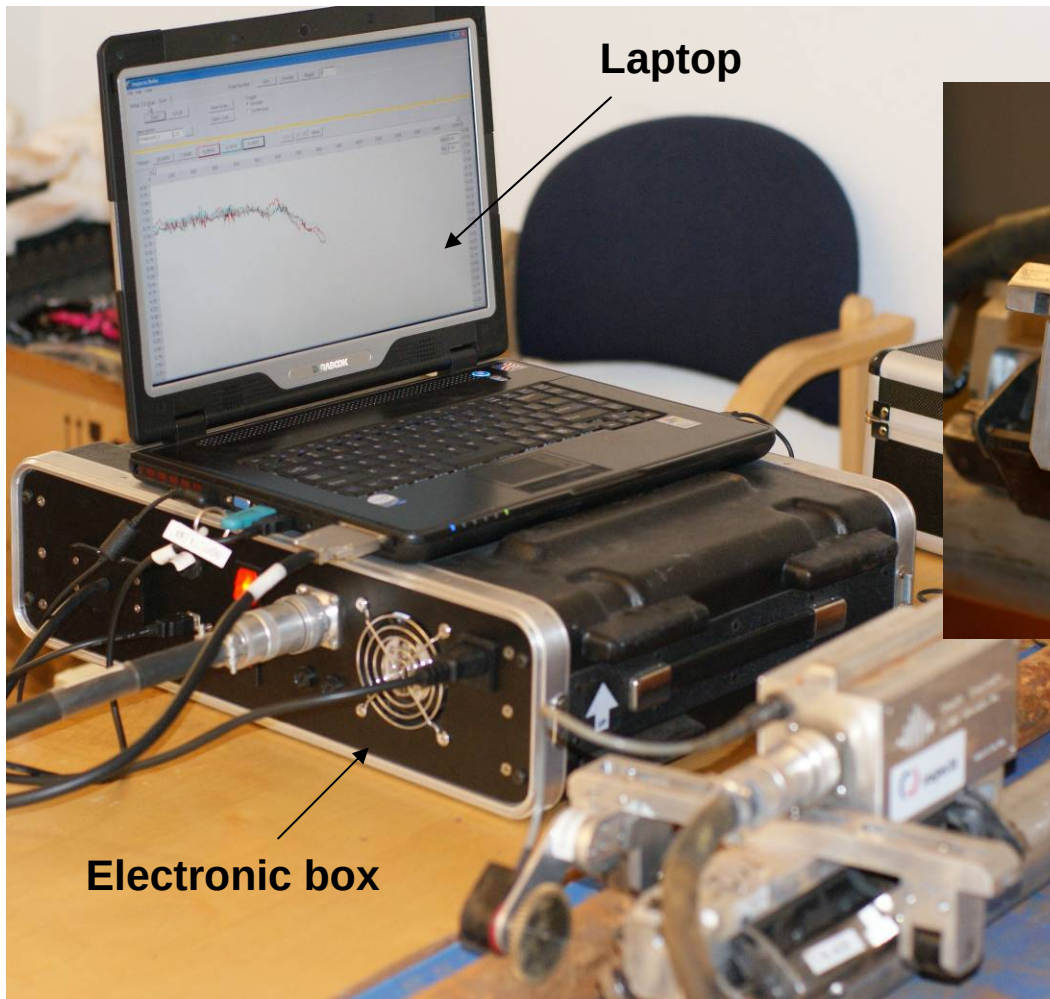
Advantages:

- Value in millimeter
- Very sensitive to gradual thinning
- High repeatability, reliable result at repeated tests.

Disadvantages:

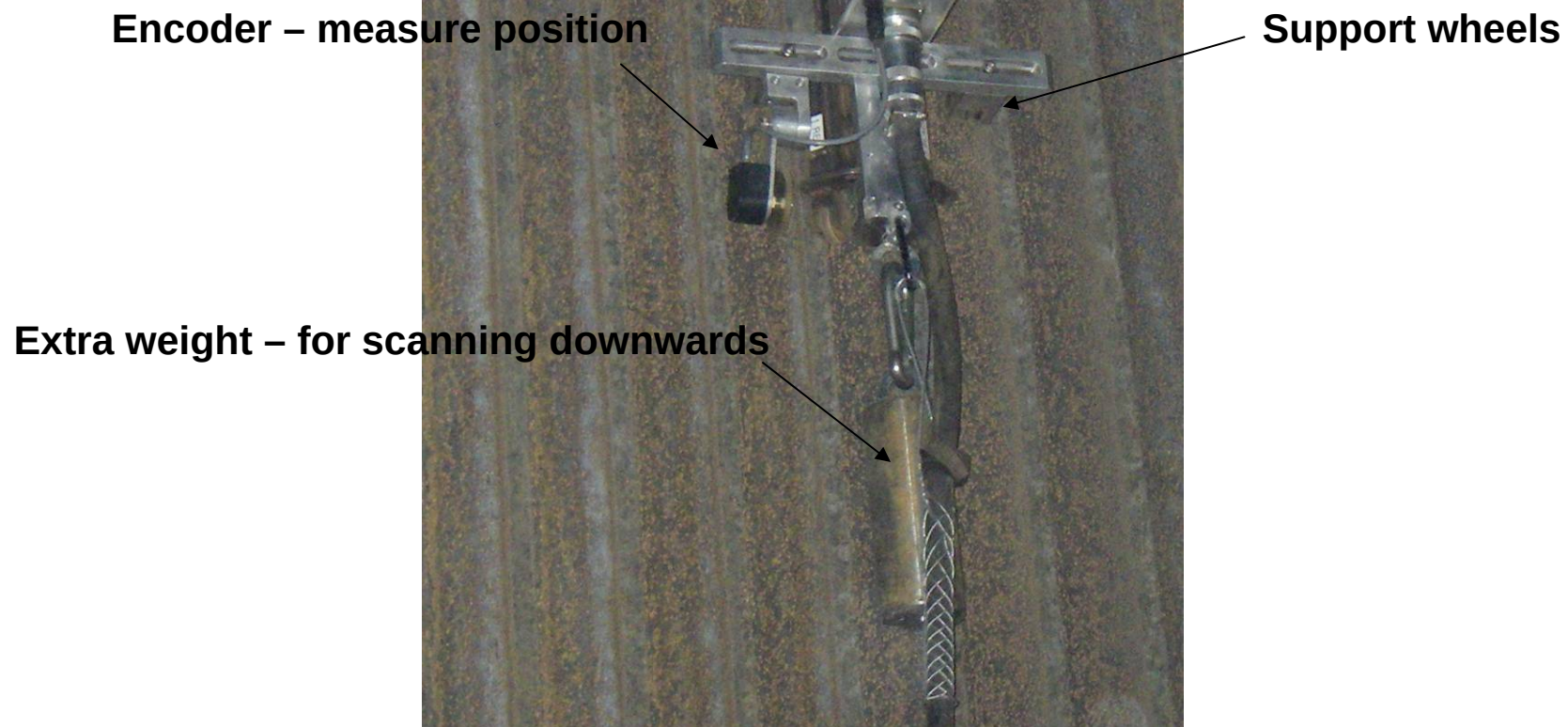
- Thickness measurement, can't detect small defects like cracks and pits smaller than Ø15mm.
- Large amount of data

► Inspecta Tscan Equipment



Scanner adjustable for diameters from Ø44 to flat surface.
On smaller diameters 1 ch scanner is used

▶ Tscan scanner on boiler wall



► Inspection from lift



Each scan 25m
length on sidewalls.

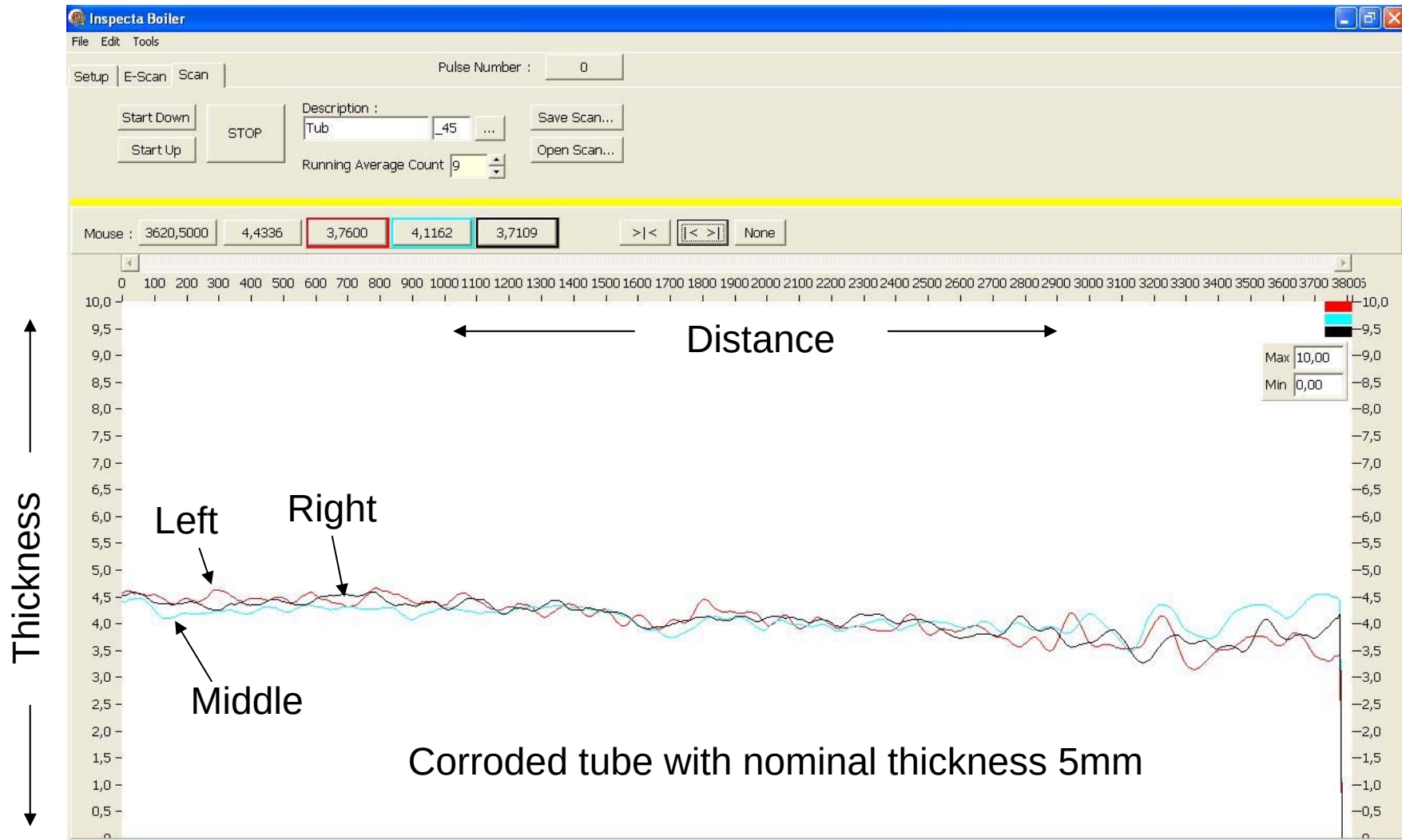
On front wall 2 rows
with big welds.
Scanning divided in i
3 sections

▶ **Very dirty and corroded tubes.**

1 channel scanner, only topside on tubes could be scanned



► Software for collecting data – operator view



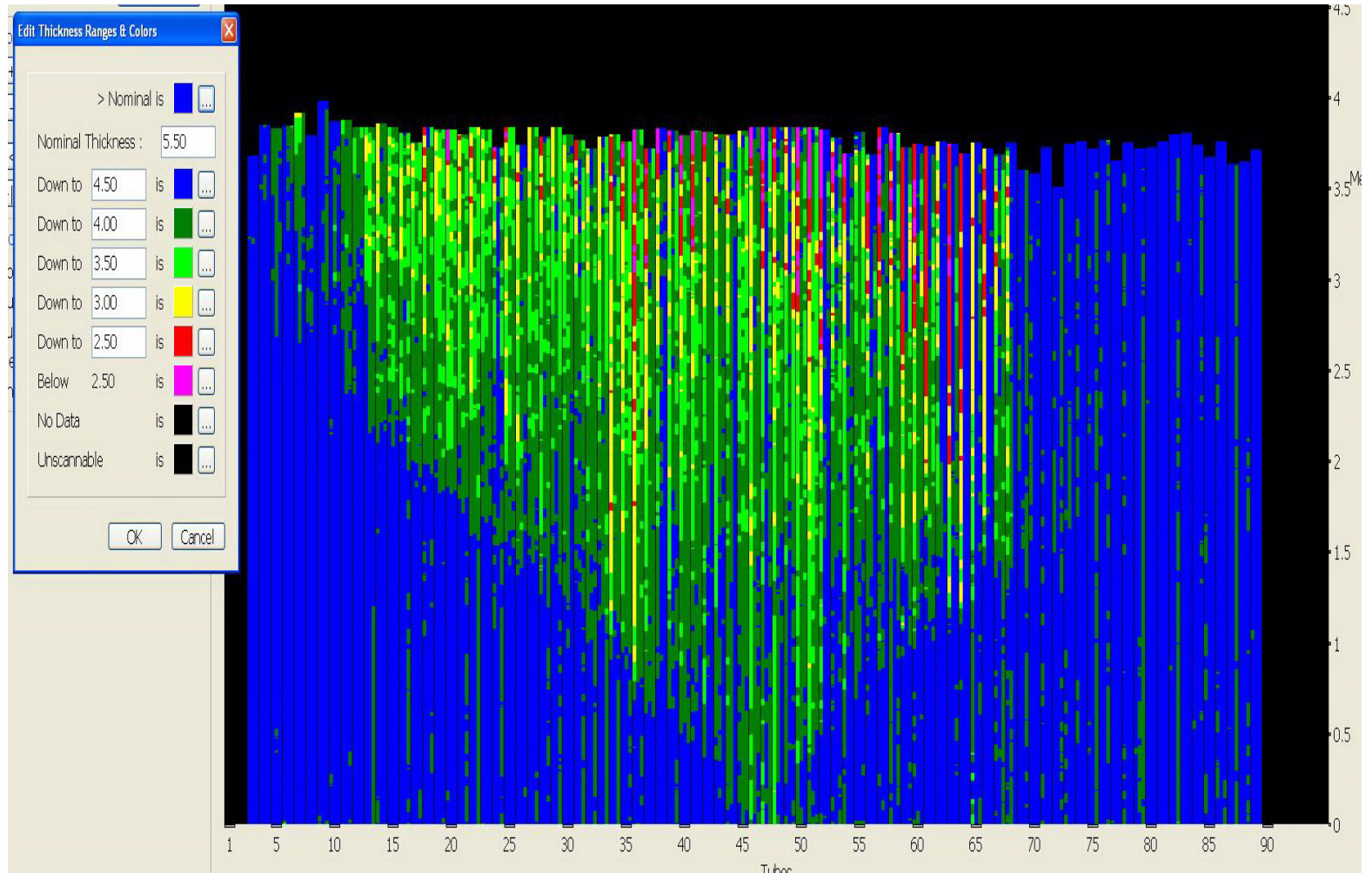
► Tscan documentation Software and testresult files to client

Client View

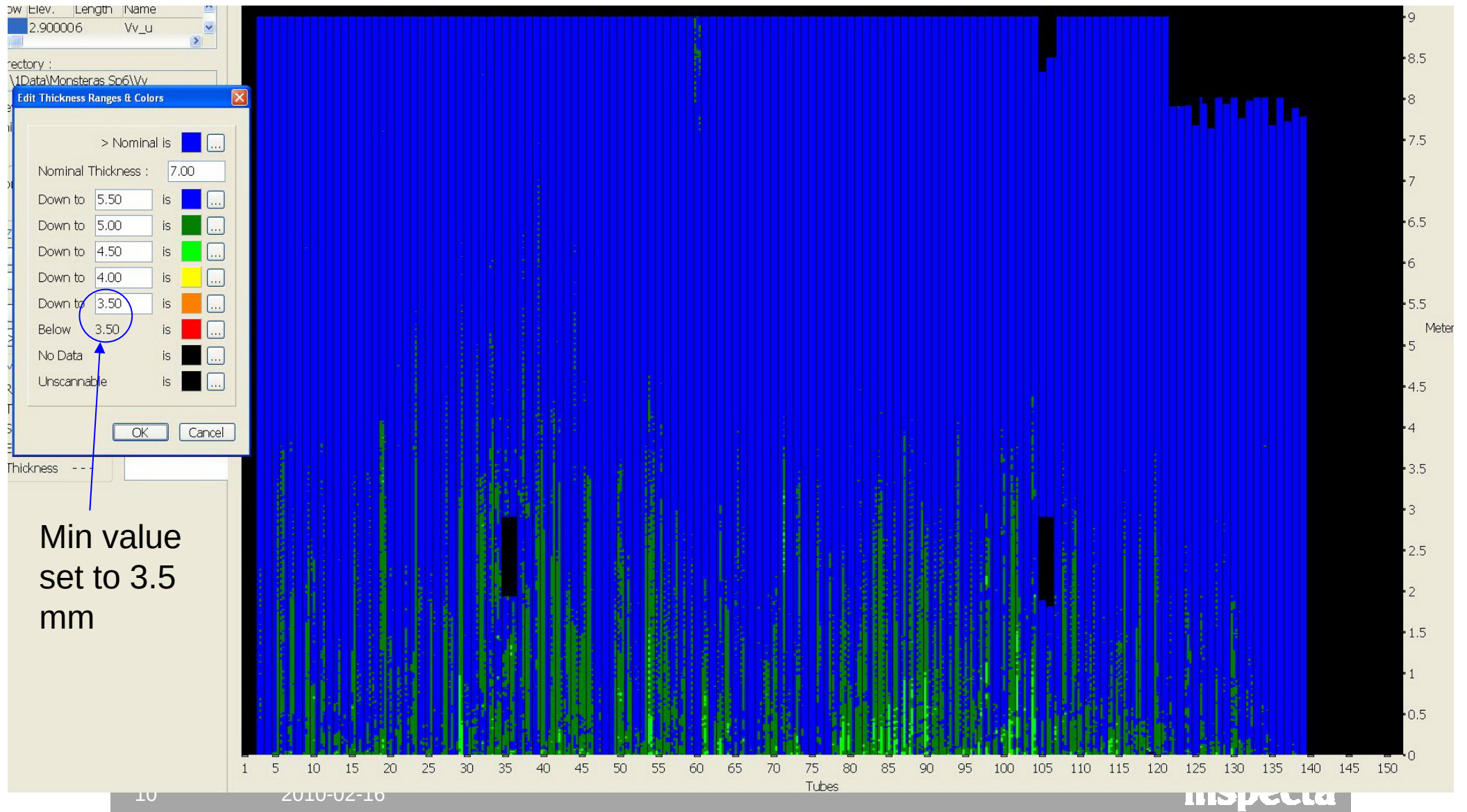
- Quick view over the scanned area
- The possibility to change colors.
- Adjust level for each color.
- Zoom in and have a close look at chosen area.
- See the thickness value in a specified point by pointing the mouse.
- Different print options.
- Software under development, can be adapted according to client request.

► Documentation - Instant view over boiler wall

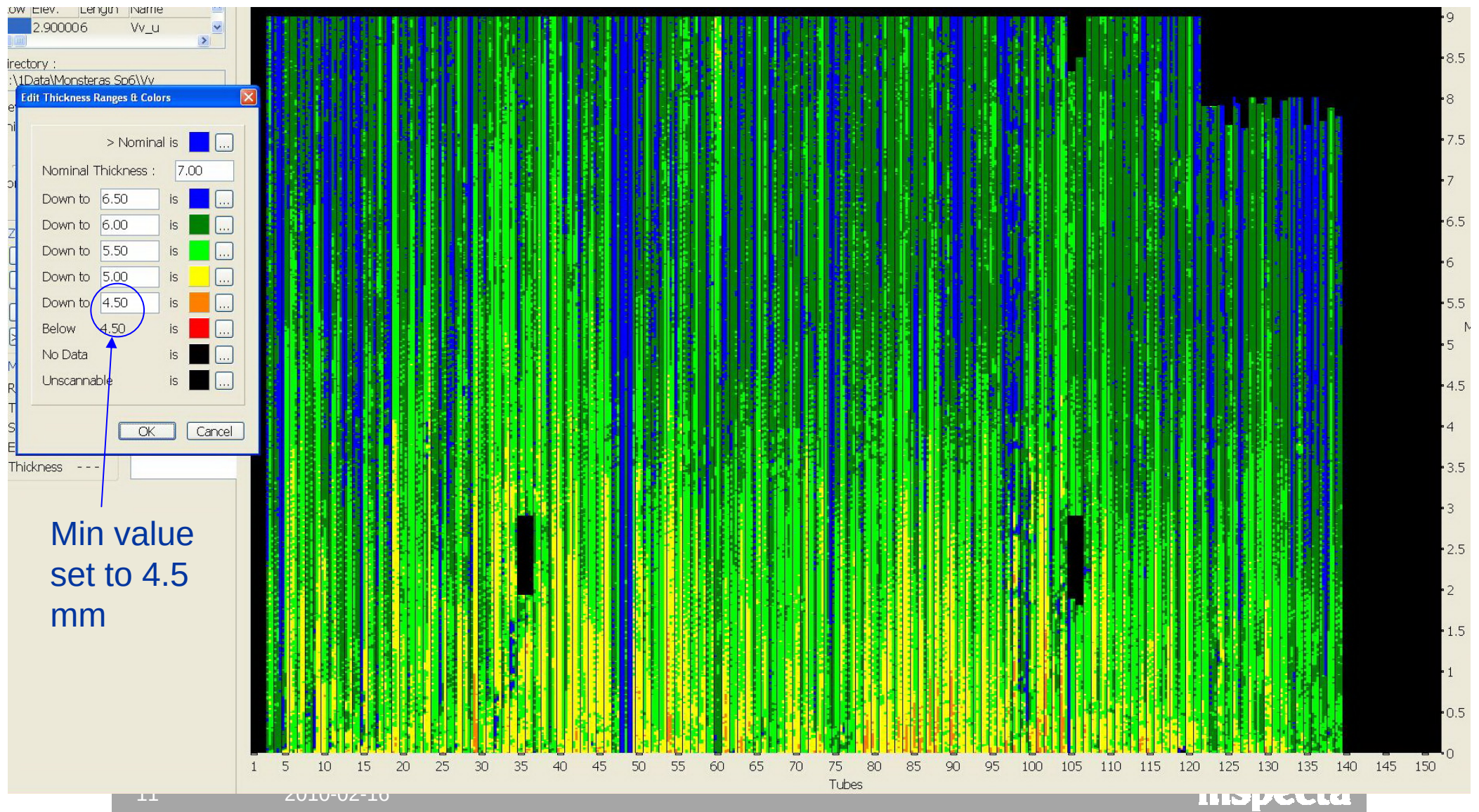
Software is handed over to client. Client has the possibility to change colors, adjust values for each color, zoom in, see thickness value in one point, do printouts of chosen areas or the complete wall.



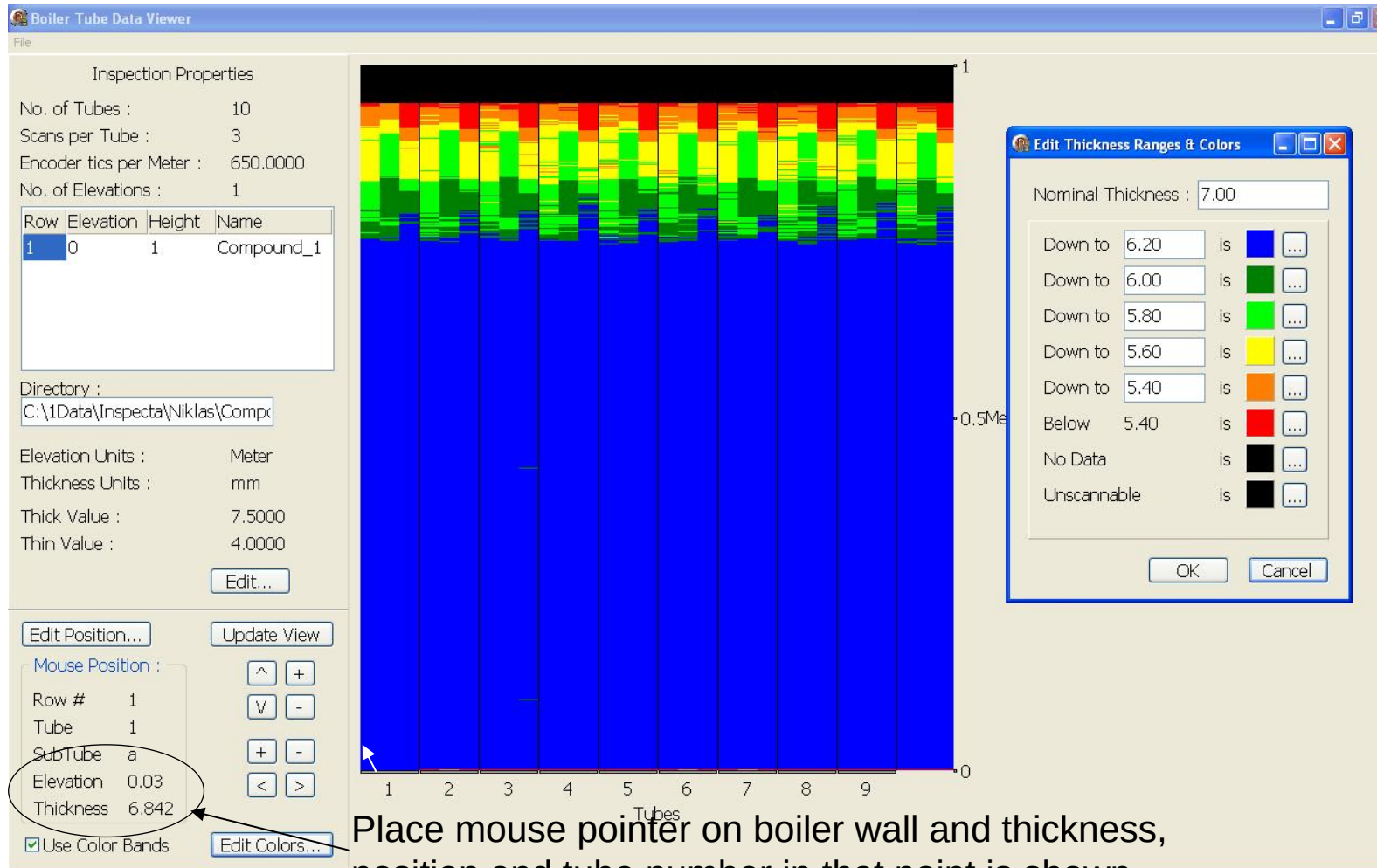
▶ Change value for each color



▶ Same wall as previous but with different min value settings



► Very high repeatability perfect for repeated comparing tests



Compound tube scanned 10 times on the exact same surface. 0.2mm between each color.

Place mouse pointer on boiler wall and thickness, position and tube number in that point is shown

► A list with min, max and mean value / tube

Tube #	Min mm	Elev. Meter	Max mm	Elev Meter	Mean mm
1	5.2	0.93	7.1	0.40	6.52
2	5.2	0.93	7.0	0.68	6.52
3	5.2	0.92	7.2	0.12	6.53
4	5.2	0.93	7.1	0.26	6.52
5	5.2	0.93	7.1	0.26	6.52
6	5.2	0.93	7.1	0.42	6.52
7	5.1	0.93	7.1	0.11	6.52
8	5.1	0.92	7.1	0.41	6.52
9	5.2	0.93	7.2	0.42	6.52
10	5.2	0.93	7.1	0.25	6.52

From the software a list with min, max and mean values on each tube can be saved and printed.

► Things to take in consideration

- How the scaffold is build effects the possibility to scan all areas. A free space of 200mm between scaffold and boiler wall is needed.
- If 100% is to be tested a scaffold or lift is often needed to get access to areas between “obstacles”.
- Rough surface can be scanned, but the tubes has to be free from big layers that prevents the scanner from running smoothly.
- Compound- and overlay welded- tubes can be scanned but not non magnetic tubes.
- Welding close to the scanner can be a source of noise

Questions ?

Contact:

Niklas Sandström

+46 70 3131043

E-mail:

niklas.sandstroem@inspecta.com

**SOODAKATTILAN SISÄPUOLINEN TARKASTUS
PALOILMAN ESILÄMMITTIMIEN KORROOSIOMITTAUSTEN TULOKSIA**

**Timo Karjunen
Boildec Oy**

Soodakattilan sisäpuolinen tarkastus

Timo Karjunen

Boildec Oy



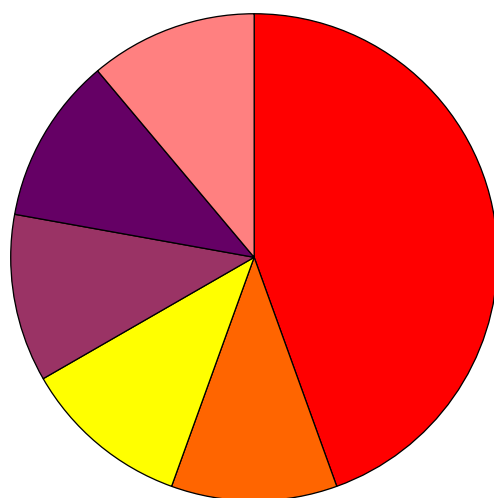
Sisäpuolista tarkastusta koskevat vaatimukset

KTM:n päätös 953/1999, 14 §: Sisäpuolinen tarkastus

Painelaitteen sisäpuolisessa tarkastuksessa on tarkastettava, että painelaitteessa ja sen varusteissa ei ole vikoja tai ominaisuuksia, jotka vaarantavat painelaitteen **turvallisen käytön**.

Sisäpuolisten tarkastusten aikaväli saa olla enintään neljä vuotta

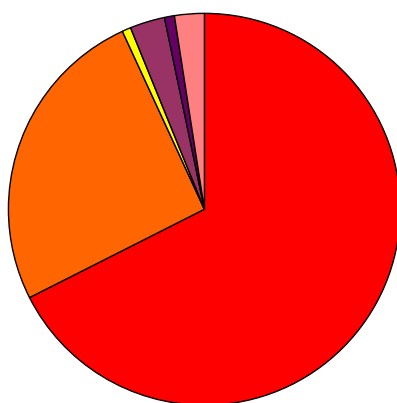
Soodakattilaräjähdykset Pohjoismaissa 1980 - 2007



- Sisäpuolinen korroosio
- Tulipesän puolen korroosio
- Mekaaninen vaurio (kamin putoaminen)
- Pieni vuoto viereisessä putkessa
- Suunnitteluvirhe (liian jäykkä rakenne)
- Veden ruiskutus tulipesään lipeäruiskuilla

9 räjähdystä 1 500 käyttövuoden aikana
8 räjähdyksessä syynä vuoto tulipesän putkessa
50 % vuodoista sisäpuolisen korroosion aiheuttamia

Räjähdysten ja niihin johtaneiden vaurioiden aiheuttamat seisokit 1980 - 2007



- Sisäpuolinen korroosio
- Tulipesän puolen korroosio
- Mekaaninen vaurio (kamin putoaminen)
- Pieni vuoto viereisessä putkessa
- Suunnitteluvirhe (liian jäykkä rakenne)
- Veden ruiskutus tulipesään lipeäruiskuilla

Seisokkien yhteispituus 300 vrk
200 seisokkipäivää liittyi räjähdysiin, joiden aiheuttajana oli sisäpuolinen korroosio
Keskimääräinen menetetyn tuotannon arvo 600 000 t/a massatehtaalle 120 000 €/vuosi

Käytettävissä olevat tarkastusmenetelmät

- Lierion ja jakotukkien visuaalinen tarkastus
- Näyteputken otto ja sisäpinnan tarkastus
- Vetymittaus (käynnin aikana)
- Endoskooppitarkastus
- Ultraäänitarkastus

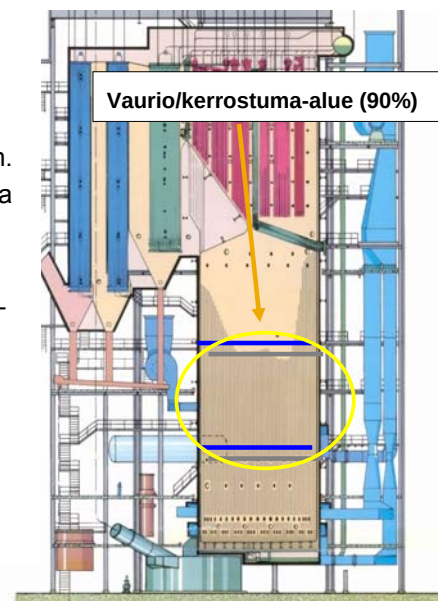
© Boildec Oy

Sisäpuolisen korroosion aiheuttamat vauriot soodakattilassa 2006

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 7 v aikaisemmin, jolloin asennettiin uudet, asennuspaikalla peitatus compound-paneeliseinät
- Yli 90% nyt kerrostuman tai vaurioiden takia vaihdetuista putkista oli tällä välillä

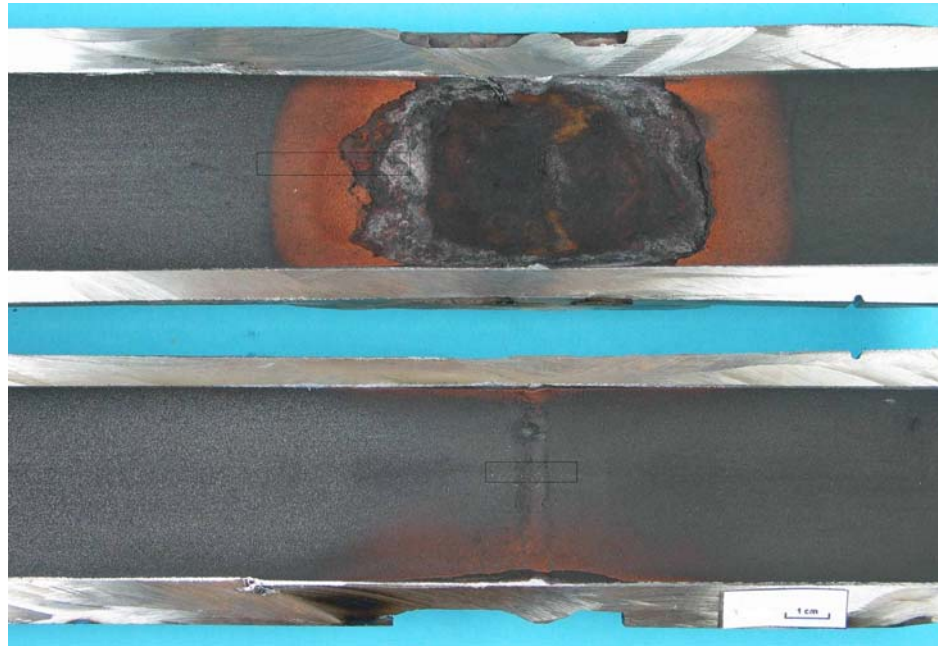
Vaihdettua putkea tuli yhteensä noin 300 m ja vaihdettuja pätkiä noin 300 kappaletta.



JPM KIVIMÄNEN OY, KAUHAS, FINLAND

© Boildec Oy

Kattilaputkien sisäpinnat lipeäkorroosiosta kärsineessä kattilassa



Vauriot rajoittuivat n. 10 cm matkalle, muualla putken sisäpinnan kunto erinomainen

© Boildec Oy

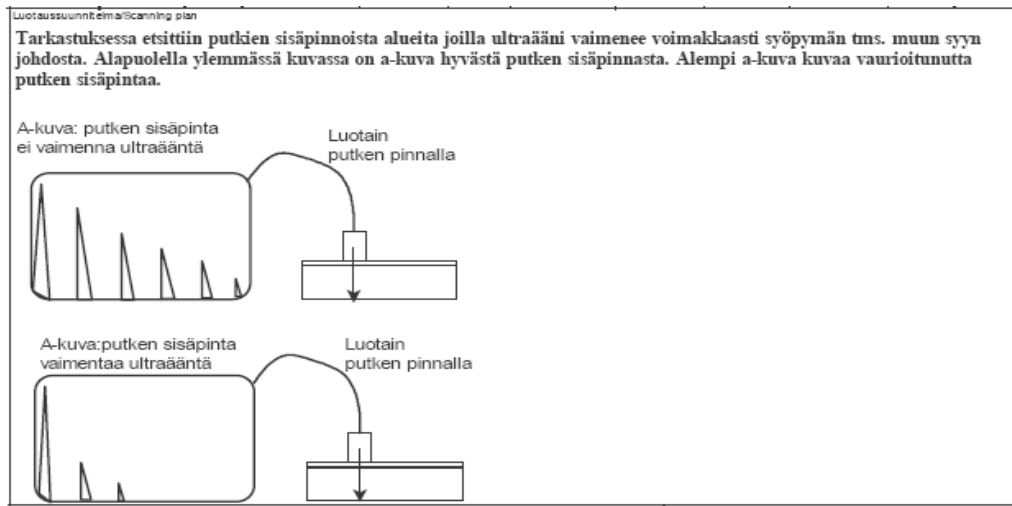
UÄ-tarkastukset lipeäkorroosiosta kärsineessä kattilassa

- 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.
- 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.

© Boildec Oy

Kerrostumien arviointi ultraäänellä

Seinämien paksuusmittaukseen käytettyjä ultraäänilaitteita on käytetty myös paksujen kerrostumien paikantamiseen

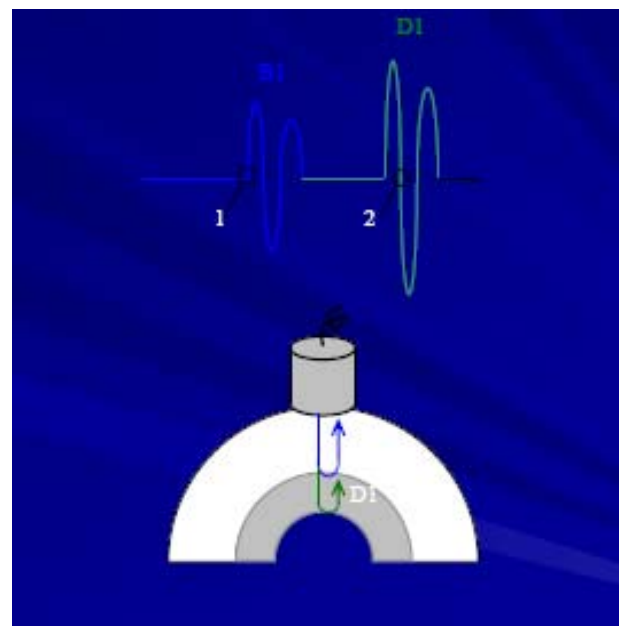


© Boldec Oy

Sisäpuolisen kerrostuman paksuuden mittaaminen ultraäänellä – perinteinen menetelmä

Menetelmä toimii, kun putken sisäpinnasta ja kerrostuman pinnasta heijastuva aalto ovat erilliset

=> Kerrostuman paksuus > 150 µm

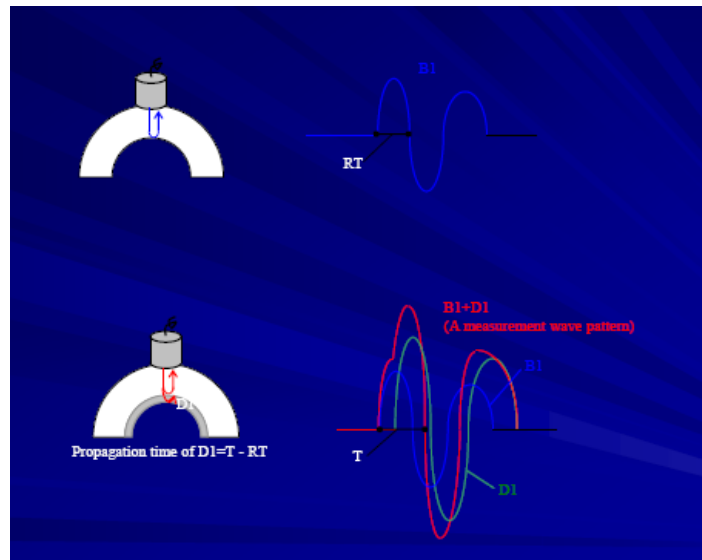


© Boldec Oy

Sisäpuolisen kerrostuman paksuuden mittaaminen ultraäänellä – uusi menetelmä

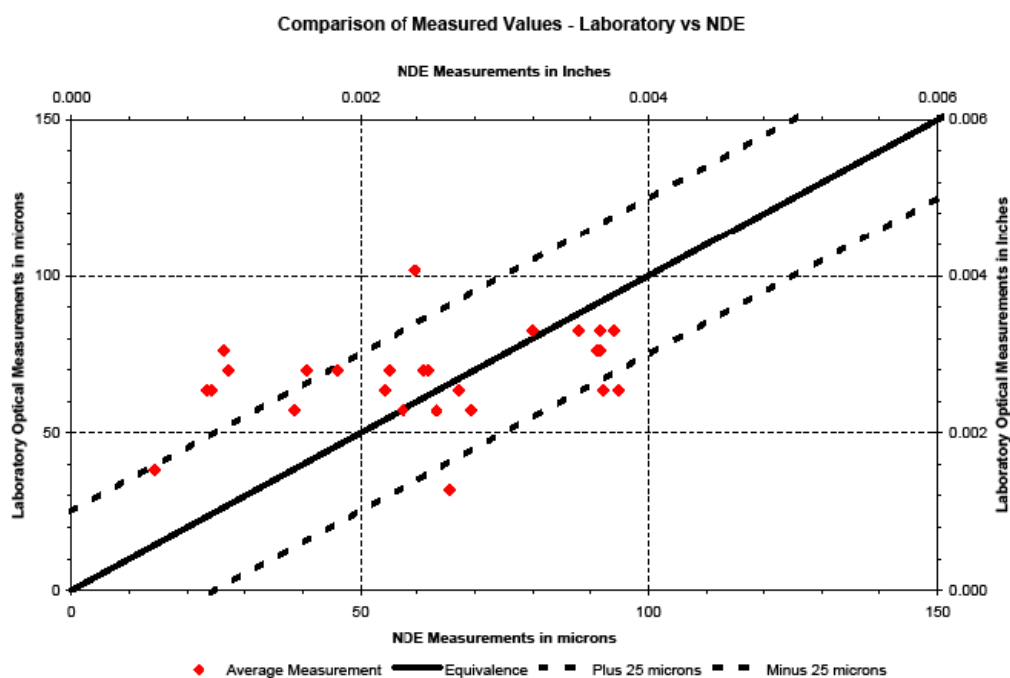
Kerrostuman paksuus määritetään sen perusteella, kuinka paljon kerrostuman pinnasta heijastunut aalto levittää putken sisäpinnasta heijastunutta aaltoa

⇒ Kerrostuman paksuus on mitattavissa, kun sen paksuus $> 20 \mu\text{m}$



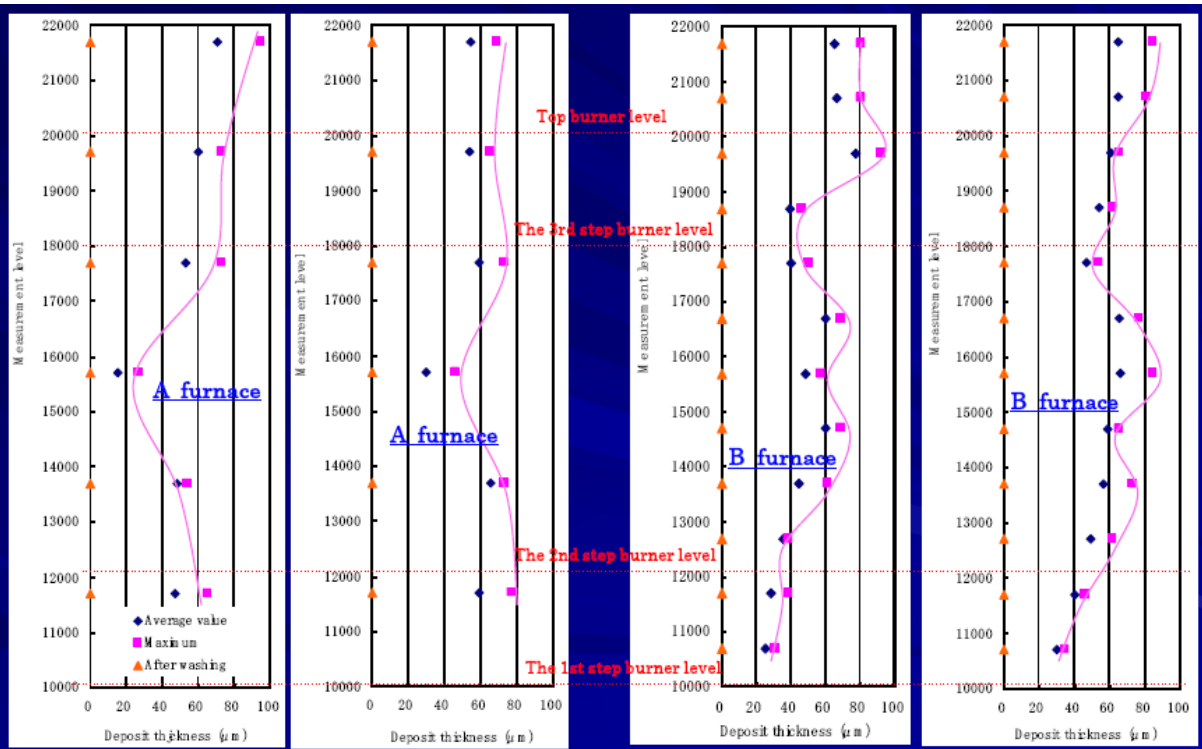
© Boildec Oy

Uuden UÄ-menetelmän tulosten ja mikroskooppikuvaustulosten vertailu



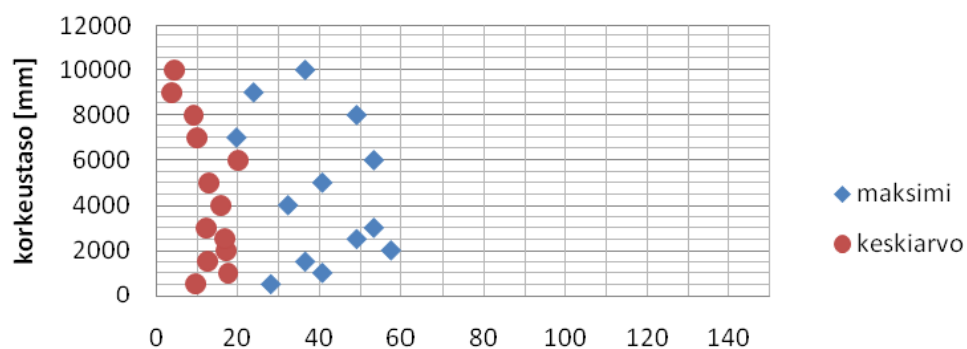
© Boildec Oy

Uuden UÄ-menetelmän käyttö



© Boildec Oy

Boildecin tekemän sisäpuolisen tarkastuksen tuloksia



Kattilaputken sisäpinnan kerrostumat ohuita

Ei tarvetta näyteputken ottoon, peittaukseen tai muutoksiin vedenkäsittelyssä

© Boildec Oy

Ultraäänimittauksen toteutus



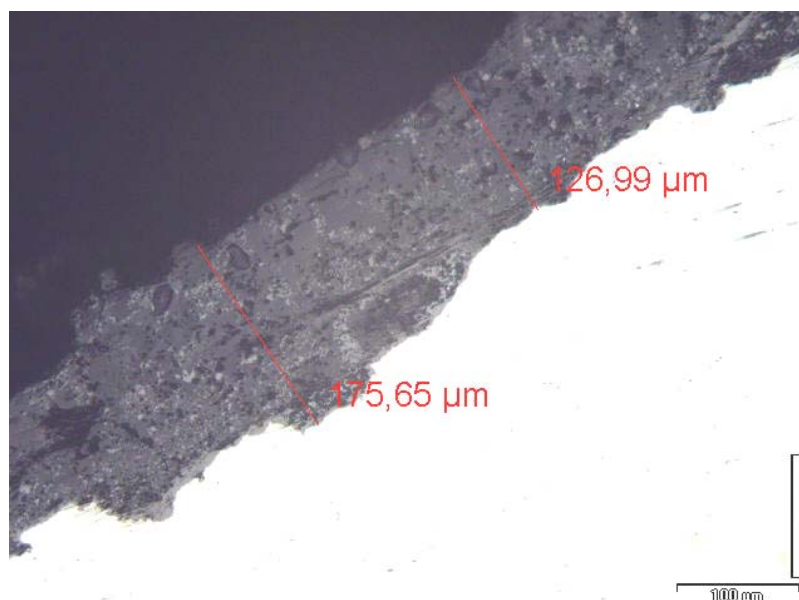
Mitattavan alan tulee olla

- ulkopinnaltaan ehjä ja tasainen (ei muokattu tai pahoin kulunut)
- puhdas (tarvittaessa hiottu pehmeällä laikalla)
- kooltaan n. 25 mm x 25 mm

Ultraäänimittauksen käyttö normaalitilanteissa

Sisäpuolinen kerrostumalle on tyypillistä, että

- pintaa suojaava magnetiittikalvo on ohut (1...10 μm) (ei vaikuta mittaustulokseen)
- magnetiittikalvon päällä oleva kerrostuma on tasapaksu ja tiiviisti putken pinnassa kiinni (ääni heijastuu rajapinnoista hyvin)



Ultraäänimittaukselle haastavat tilanteet

Kerrostuma osin irronnut ja luultavasti myös osin irti pinnasta



Putken kuumalla pinnalla kerrostumaa vähemmän kuin putken sivulla

⇒ Tilanne epänormaali, syy selville jatkotutkimuksissa

Esimerkki turvallisuuden vaarantavasta ominaisuudesta ja viasta

Ehjän seinäputken sisäpinta



Korrodoituneen seinäputken sisäpinta



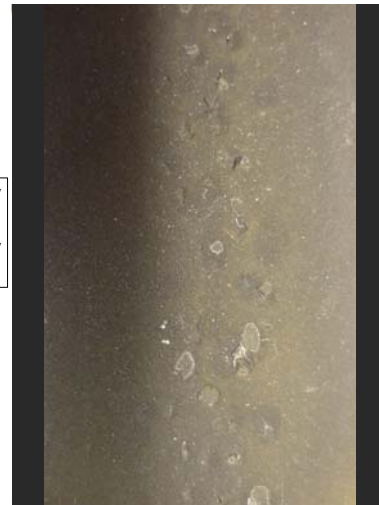
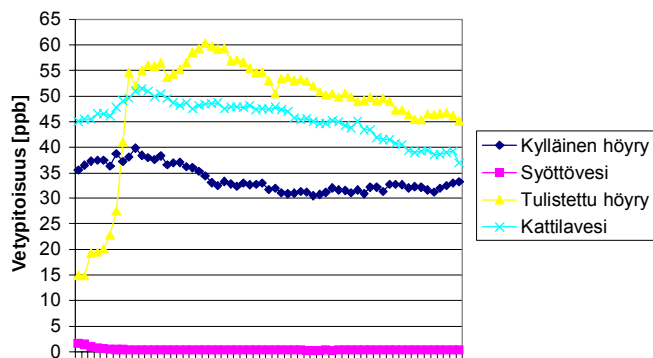
Kerrostuman paksuus keskimäärin $\approx 150 \mu\text{m}$
Paikallisesti 200 – 300 μm
Kattila peittauskunnossa

Pitkälle edennyt vetyhyökkäys

Vetyhyökkäyksen tunnistus vetymittauksella

Mittaus huhtikuussa 2002

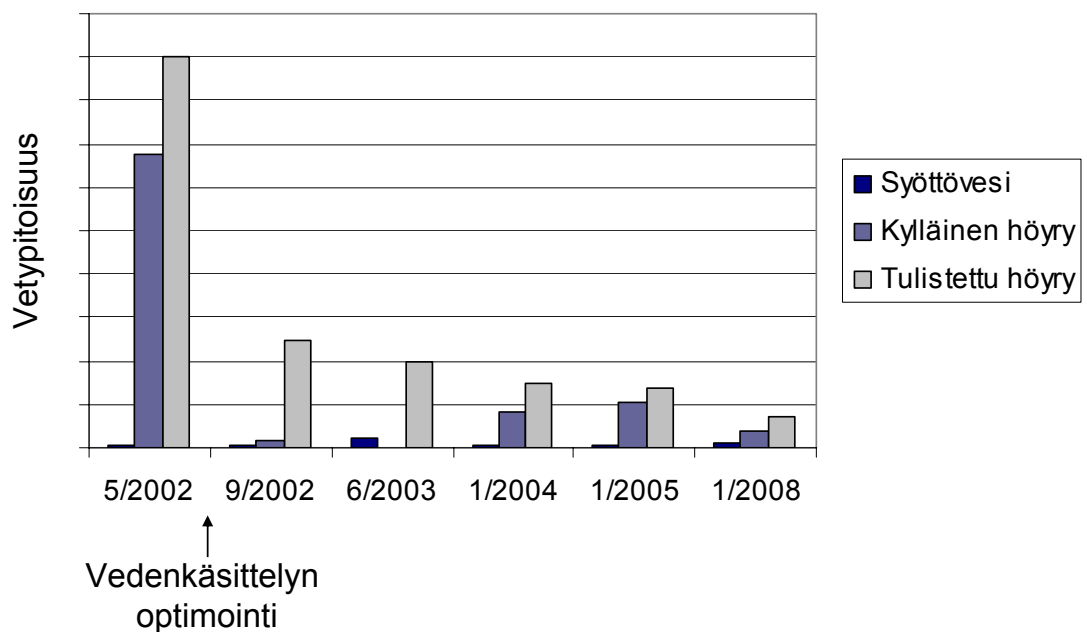
Putkinäyte kerätty kesäkuussa 2002



Vetyhyökkäys saatiin tunnistettua ajoissa niin, että se oli torjuttavissa pelkästään veden laatua parantamalla

Sisäpuolisen korroosion seuranta määrääjain tehdyillä vetymittauksilla

Vetymittausten tulokset 2002 - 2008



Yhteenveto

Kokemuksien mukaan sisäpuolisissa tarkastuksissa ei aina havaita ”vikoja ja ominaisuuksia, jotka vaarantavat painelaitteen turvallisen käytön”

Tilannetta voidaan parantaa määräraikaistarkastuksilla, joissa mitataan

- tulipesän seinäputkien sisäpuolisten kerrostumien paksuus tulipesän alaosassa sekä compoundin jatkosaumoissa.
- syöttöveden ja kylläisen höyryn vetypitoisuudet (käynnin aikana).

Tarkastuksen tulosten perusteella voidaan

- a) poistaa kattilasta putket, joissa kerrostumat ovat hyvin paksuja ja joiden seinämäpaksuus on vaarallisen ohut (vetyhyökkäyksen mahdollisuus ml.)
- b) peitata kattila, jos kerrostumat ovat paksuja, mutta putkien seinämäpaksuus on vielä riittävä eikä vetyhyökkäys ei ole mahdollinen
- c) parantaa vedenkäsittelyä, jos kerrostumat ovat normaalia paksumpia, mutta ei vielä niin paksuja, että kerrostumien poisto peittaamalla olisi tarpeen

Tarkastuksen avulla em. toimenpiteet voidaan tehdä oikea-aikaisesti

Paloilman esilämmittimien korroosiomittausten tuloksia

Timo Karjunen

Boildec Oy



Boildecin tutkimuksen tavoitteet

- 1.** Miten korroosionopeutta voidaan seurata käynnin aikana?
- 2.** Miten paljon korroosionopeutta voidaan hillitä käytettävissä olevin keinoin
 - veden laatua parantamalla
 - kemikaalien annostelua lisäämällä / vähentämällä
 - ottamalla käyttöön uusia kemikaaleja.

Boildecin tutkimuksen keinot

1. Mittaukset eri menetelmiä käyttäen

- höyryn ja lauhteen vetypitoisuuden mitta
- höyryn ja lauhteen rautapitoisuuden mitta

Näytteet joko kultakin patterilta erikseen tai yhteislauhteesta

1. Mittaukset eri tehtailla, joilla on

- eroja veden laadussa (varsinkin lauhteiden puhdistuksessa)
- käytössä erilaisia / eri toimittajien kemikaaleja

2. Mittaukset kemikaaliannosteluja muuttaen

© Boildec Oy

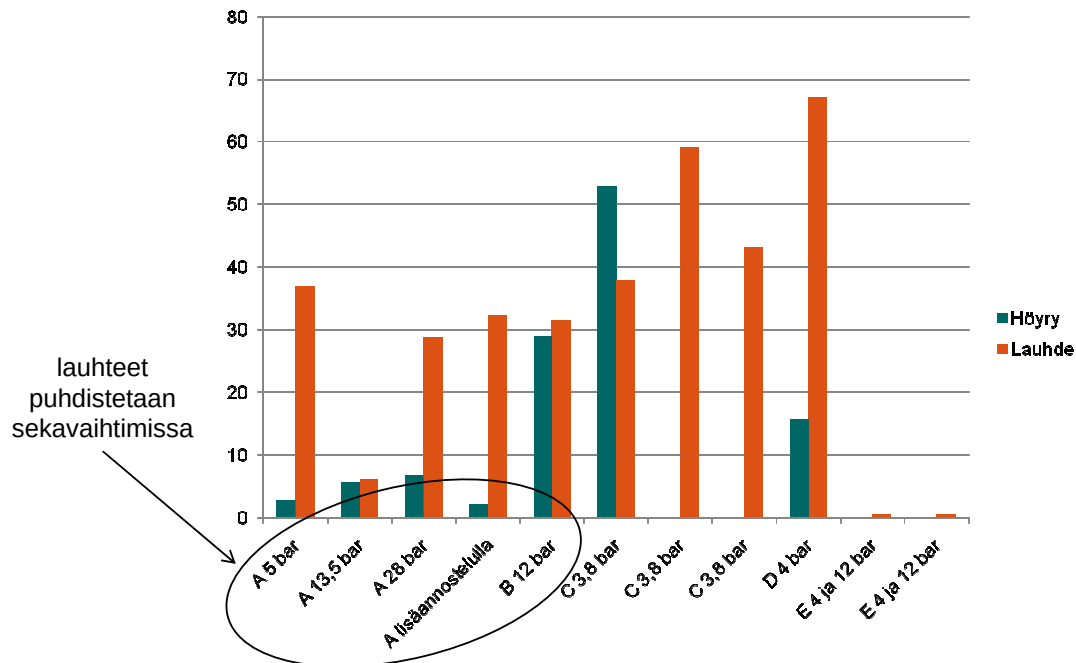
Boildecin tutkimuksen tulokset

	Kemikaalit	Lauhteiden rautapitoisuus (µg/l)	Patterin paine (bar)
Tehdas A	Na ₃ PO ₄ ,	18, 37 ja 46	5
	Boilex 510	5 ja 6	13,5
		29	28
Tehdas A	Na ₃ PO ₄ , Boilex 510-lisäannostelu 5 bar höyryyn	34 ja 52	5
Tehdas B	Na ₃ PO ₄ , ammoniakki ja hydratsiini	32	12
Tehdas C*	Na ₃ PO ₄ , Elimin-ox + amiiniseos	38, 59	3,8
Tehdas D*	Na ₃ PO ₄ , KK-Amina	48, 67	4
Tehdas E	Helamine	0,4	3,5 ja 12

* Ilmapattereissa vuotoja

Boildecin tutkimuksen tulokset

Höyryn ja lauhteen rautapitoisuudet (µg/l)



Boildecin tutkimuksen tulokset

Tehdas A (fosfaatti + Boilex 510)

- Rautaa pattereiden lauhteissa vaihtelevasti, 2/3:ssa paljon
- Yhden patterin kaasunpoisto tukossa => pH lauhteessa n. 5,3
- Boilexin lisäannostelulla ei vaikutusta lauhteen rautapitoisuuteen, lauhteessa rautaa edelleen 20 - 50 µg/l enemmän => Korroosio nopeaa
- Tilanne huono 5 ja 28 barin pattereissa, hyvä 13,5 barin patterissa

Tehtaat B (fosfaatti + ammoniakki, Hz) ja C (fosfaatti + Elimin-ox+amiinit)

- Lauhteen rautapitoisuus korkea, mutta rautaa paljon myös höyryssä
- Korroosio hallinnassa pattereissa, mutta ei sitä ennen

Tehdas D (fosfaatti + KK-amina)

- Lauhteessa rautaa huomattavasti (33 – 51 µg/l) enemmän kuin höyryssä
- Korroosio nopeaa (pattereissa vuotoja)

Tehdas E (Helamine)

- Lauhde puhdasta, rautaa erittäin vähän, ei korroosiota

Johtopäätökset

- Ilmapattereiden korroosiota voidaan valvoa höyryn ja lauhteen rautapitoisuutta mittaamalla
- Lauhteiden vetypitoisuus ei kuvaa korroosionopeutta suoraan, sillä vety poistuu pääasiassa kaasunpoiston kautta, jos kaasunpoisto toimii normaalisti.
- Lauhteen rautapitoisuudet olivat korkeita tehtailla, joissa oli käytössä
 - ammoniakki & hydratsiini
 - amiiniseos, joissa ei ollut pinta-aktiivista amiinia (Boilex/Elimin-Ox/KK-Amina)
- Amiiniseoksen lisäännostelulla höyryyn ei ko. tapauksessa ollut positiivista vaikutusta lauhteen rautapitoisuuteen
- Selvästi puhtainta höyry ja lauhde olivat tehtaalla, jossa käytetään Helamine-kemikaalia, jossa on mukana pinta-aktiivinen amiini. Ko. tehtaalla ei lauhdeita puhdisteta kationi- tai sekavaihtimissa ja lisäveden laatu on korkeintaan kohtalainen, joten tulos ei ole seurausta panostuksista vedenpuhdistukseen.

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

- 1/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 22.1.2009, esitelmät
Sokos Hotel Vaakuna, Kouvola/UPM Kymmene Oyj, Kymin tehdas, Kuusankoski
(16A0913-E0099) 22.1.2009
- 2/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2008
(16A0913-E0100) 2.4.2009
- 3/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Pöytäkirja. Vuosikokous 2.4.2009, Pöyry Industry Oy, Vantaa
(16A0913-E0101) 16.4.2009
- 4/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilan keon lämmönsiirto-ominaisuudet – Kirjallisuuskatsaus
Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Professori Esa Vakkilainen
(16A0913-E0102) 30.6.2009
- 5a/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Utveckling och användning av en korttidssond vid mätningar av överbäring
i sodapannor
Åbo Akademi, Niklas Vähä-Savo
(16A0913-E0103) 25.9.2009
- 5b/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Minuuttison-di-projekti
Åbo Akademi, Niklas Vähä-Savo
(16A0913-E0104) 25.9.2009
- 6/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Sähkösuodintuhkan puhdistus. Osa IV
Prosessin koeajo tehdaskaltaisella laitteistolla
Sirra, KCL, Kurt Sirén
(16A0913-E0105), 13.10.2009
- 7/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 29.10.2009
Sokos Hotel Flamingo, Vantaa
(16A0913-E0106)
- 8/2009 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Muutosilmiöt soodakattilakeossa
Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto, Tanja Pentisaari
(16A0913-E0107), 5.11.2009

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

1/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 11.2.2010, esitelmät
Scandic Oscar Varkaus/Stora Enso Oyj, Varkauden tehdas
(16A0913-E0108) 2.2.2010