



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS
FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE

Suomen Soodakattilayhdistys ry

Konemestaripäivä 2020

**Sokos hotelli Lappee, Lappeenranta
UPM-Kymmene Oyj, Kaukaan tehtaat**

23.1.2020

Raportti 1/2020

(16A0913-E0201)



Raportti 1/2020 Konemestaripäivä 2020



KONEMESTARIPÄIVÄ 2020

Sokos hotelli Lappee
UPM Kaukaan tehtaat

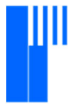
23.1.2020

Klo

- 09.00** Ilmoittautuminen alkaa
*Sokos hotelli Lappee
Brahenkatu 1, 53100 Lappeenranta*
- 09.25** Tilaisuuden avaus
- 09.30** Soodakattilayhdistyksen toiminta sekä hajukaasusuosituksen päivitys
Markus Nieminen / Antti Tikkanen, Suomen Soodakattilayhdistys ry
- 10.00** Sisäpuolinen säröily ja sen havaitseminen
Jouni Koivumäki, Kiwa Inspecta
- 10.30** Kahvitauko
- 11.00** Compound-putkien korjaukset – S0-linjaus
*Sanni Yli-Olli ja Markus Nieminen,
Replico Oy & Suomen Soodakattilayhdistys ry*
- 11.30** Sularännitutkiuksen yhteenveto
Sanni Yli-Olli, Replico Oy
- 12.00** Lounas
Ravintola Rakuuna Banquet
- 13.00** Tulipesäkameran hyödyntäminen soodakattilan virityksessä
Eetu Rantala, Valmet Technologies Oy
- 13.30** Soodakattilan ohjaus visuaalisin keinoin – ilmiöiden ymmärtäminen ja hyödyntäminen
Heikki Lappalainen, ANDRITZ
- 14.00** Tauko
- 14.15** Bussikuljetus lähtee Kaukaan tehtaille
- 14.30** Tehdasesittely + kapasiteetin nosto
UPM-Kymmene, Kaukaan tehtaat
- 15.00** Tehdaskierros
- 16.30** Bussikuljetus lähtee takaisin hotellille
- 17.00 - 19.00** Sauna
Sokos Hotelli Lappeen saunaosasto
- 19.30 ->** Päivällinen
Ravintola Rakuuna Banquet

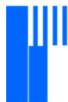
SOODAKATTILAYHDISTYKSEN TOIMINTA

Markus Nieminen ja Antti Tikkanen
Suomen Soodakattilayhdistys ry



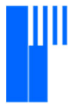
Katsaus soodakattilayhdistyksen toimintaan

Konemestaripäivä 23.1.2020

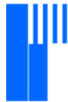


Tulevia tapahtumia

- Soodakattilaoperaattoreiden kokemustenvaihtopäivä 2020
 - 12.-13.2.2020, paikkana Sokos hotelli Presidentti, Helsinki
 - Tilaisuuden kohderyhmänä on soodakattilan operaattoritason henkilöt
 - Käydään läpi käytännön esimerkkien avulla soodakattiloissa tapahtuneita vaurioita sekä ajossa syntyneitä ongelmatilanteita.
 - Soodakattilapäivä 22.10.2020 Sokos Hotel Torni Tampere
-

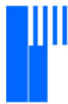


Yhdistyksen projektit



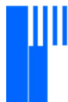
3-vuotissuunnitelma

- Vuosikokouksessa päätettiin ottaa käyttöön tietyt teemat joita tullaan korostamaan seuraavat 3 vuotta (2018-2020). Näitä teemoja ovat:
 - pitkät ajojaksot (mm. sularännit, soodakattilan likaantuminen)
 - hajukaasut
 - Teemoihin liittyvät projektiehdotukset ovat etusijalla rahoituksesta päätettäessä.
-



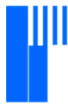
Projekteja 2018-2019

- Mustalipeän polttomenetelmät Suomen soodakattiloissa
 - Soodakattila ja talteenottokierron vierasaineet
 - Putken kuorinta ja S0-linjaus
 - Selvitys sularännivaurioista
 - Hajukaasusuosituksen päivitys
-



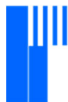
Mustalipeän polttomenetelmät Suomen soodakattiloissa 2018

- Soodakattilayhdistys teetti vuonna 2004 Teknillisessä korkeakoulussa diplomityön, joka on julkaistu yhdistyksen julkaisusarjassa nimellä "Mustalipeän polttomenetelmät Suomen soodakattiloissa"; raportti 3/2004, E0058"
 - Raportissa päivitetty vertailu muun muassa lipeän ruiskutusparametreistä, käytetyistä ilmajaoista ja päästöistä
-



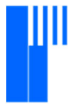
Soodakattilan ja talteenottokierron vierasaineet

- Jäsenistöltä tulleen palautteen perusteella toteutettu
 - Vierasaineet vaikuttaa haitallisesti prosessiin aiheuttaen mm. prosessilaitteiden likaantumista ja korroosiota
 - Kerätty kuudelta tehtaalta näytteet seitsemästä kohtaa talteenottokiertoa analysointia varten sekä haastateltu henkilökuntaa
 - Analysoidaan pitoisuudet seuraaville alkuaineille: Na, S, Cl, K, Ca, P, Mg, Mn, Al, Si + polttoliipeästä lisäksi F ja Hg
 - Tehtaat on valittu siten että ne muodostavat keskenään kaksi vertailuryhmää puunkorjuualueen mukaan
 - Tulokset esitelty Soodakattilapäivillä 2019
-



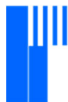
Putken kuorinta ja S0-linjaus

- Muutamissa soodakattilan korjausprojekteissa on jouduttu keskustelemaan putken kuorinnasta ja S0-alueelle tunkeutumisesta.
 - Tavoitteena muodostaa yhtenäinen linja eri osapuolten kesken:
 - Työssä teetetty standardisoidut menetelmäkokeet, tarkennettuna korotetun lämpötilan vetokokeilla seuraaville liitoksille:
 - 304 – compound liitokselle 309 – lisäaineella
 - Normaalille sanicro 38 liitokselle
 - 304 – compoundin liitokselle Sanicro – lisäaineella
-



Selvitys sularännivaurioista

- Tarkoituksena on kerätä tietoa missä kunnossa rännit ovat ajojakson jälkeen ja mistä kohdista rännit vaurioituvat
 - Projektin tavoitteet:
 - käyttäjille tarkempaa tietoa rännien kunnosta ja ajon vaikutuksesta ränneihin -> ovatko este pidemmille ajojaksoille
 - millä kattiloilla on haasteita, millä ei ole ->
 - suositukset käyttäjille lisäselvitysten tekemiseksi
 - Projektin koostuu useasta eri osaprojektista:
 1. yhdistyksen sularännikyselyn päivittäminen mennessä
 2. käytetystä poistettujen sularännien VT&PT tarkastus
 3. valittujen sularännien metallurginen tutkimus -> VTT
-



Hajukaasusuosituksen päivitys

- Päivityksen pohjana on Kirsi Hovikorven selvitys
 - NCG-järjestelmien turvallisuusauditointi, tyypilliset onnettomuuteen johtavat syyt (esitys SKP 2017)
 - Perustettu oma työryhmä, tehtaas/kattilatoimittajat
 - Suosituksen uudet kappaleet (tähän mennessä):
 - soihdut ja hajukaasukattilat yhteistoiminta
 - vaaranarvioinnissa huomioitavaa
 - Päivitystyö pyritään tekemään kevääseen 2020 mennessä
-

SISÄPUOLINEN SÄRÖILY JA SEN HAVAITSEMINEN

Jouni Koivumäki
Kiwa Inspecta

SISÄPUOLINEN SÄRÖILY

Konemestaripäivät 2020



Kiwa Inspecta

Jouni Koivumäki
Johanna Tuiremo

Inspecta Oy

Konemestaripäivät 2020

**Trust
Quality
Progress**

SISÄPUOLINEN SÄRÖILY



SICC



**KORROOSIOVÄSYMÄNEN
/ TERMISET SHOKIT**

SICC – Strain Induced Corrosion Cracking

“Jännityksen aiheuttama korroosiosäröily”

■ Vaatii syntyäkseen

- Jännitystilaa
- Olosuhteet otolliset alas –ja ylösajo tilanteissa
- Lämpötila $>100^{\circ}\text{C}$ (nopein särön kasvu $\sim 240\text{--}280^{\circ}\text{C}$)
- Korkea happipitoisuus kattilavedessä (20-100ppm)
- Säröilyä alkaa usein pistekorroosiokoloina (MnS, Rikki, ECP, hiilipitoisuus)
- Säröjen etenemisnopeus riippuu jännitystilasta ja särön koosta sekä syvyydestä

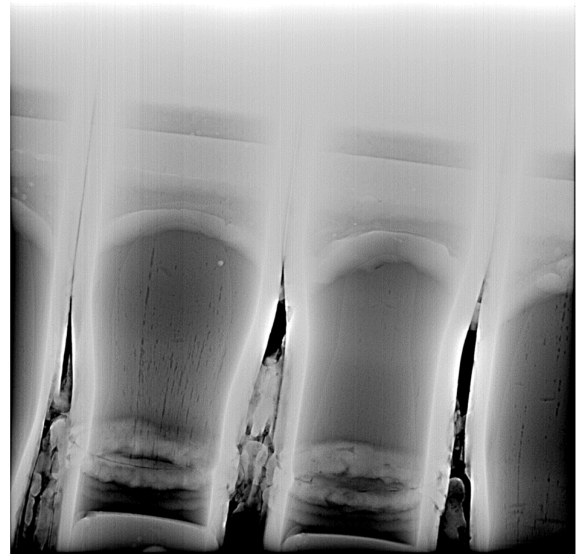
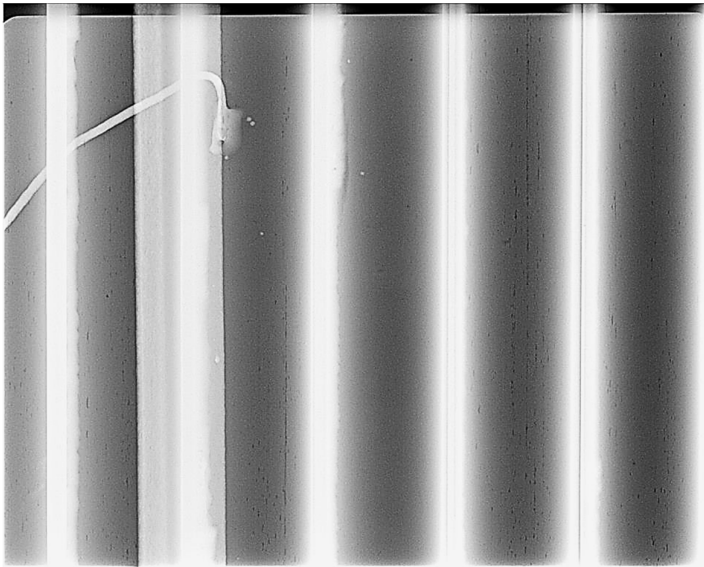
SICC – Strain Induced Corrosion Cracking

“Jännityksen aiheuttama korroosiosäröily”

■ Olosuhteet jotka edesauttavat säröilyä:

- Ajallisesti pitkä alas –ja ylösajo
- Huono vesikemia ja jännitykset murtaneet magnetiittikalvon
- Jännitykset rakenteissa
 - Käyrät ja niiden muoto poikkeamat
 - Tulipesän seinäputket
 - Kammiot ja lieriöt
 - Putkiin hitsatut evät (eväseinä, pohjan/seinän liitos, ulkopuolelle hitsatut rakenteet)
 - ”väkivaltaisesti” asennetut komponentit l. rakenteissa kovat jännitykset jo asennusvaiheessa

Havainnot DDA

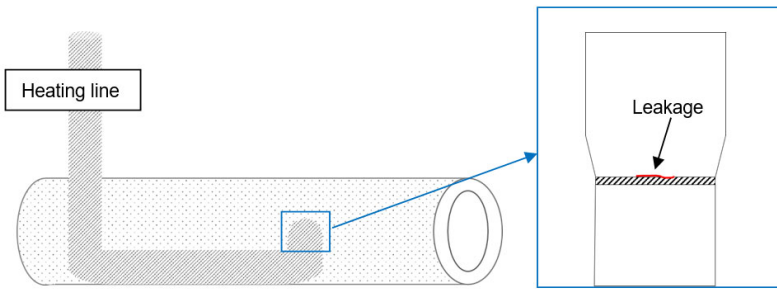


Korroosioväsyminen / termiset shokit

- Viime vuosina on tehty useita havainnot sisäpuolisesta säröilystä kohteissa, joissa lämpötilan vaihtelut aiheuttavat veden höyrystymistä ja kondensoitumista
- Toistuvat termiset shokit ja hapettava ympäristö johtavat säröjen syntyyn ja etenemiseen



Lämmityslinjan vuoto

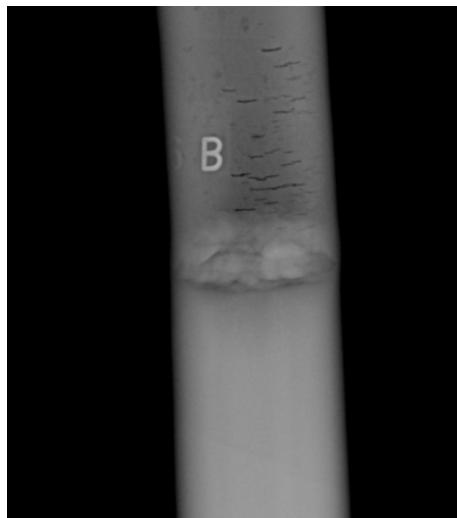


- Lämmityslinja on käytössä ylösajon aikana
- 540°C, 15 – 40 bar
- 10 CrMo 9 10, OD~100x17 mm
- ~200 000 h

- Vuotokohtaa koitettiin poistaa hiomalla, kunnes sisäpinnalta havaittiin säröverkko....

- Höyry jäähtyy lämmityslinjassa normaalin käytön aikana → vesi kondensoituu
- Sekoittuminen 540 ° C: n höyryn kanssa lähellä liitoskohtaa → höyrystyminen / kiehuminen
- Höyrystyminen / lämpötilan muutokset aiheuttavat jännityksiä... toistuvasti

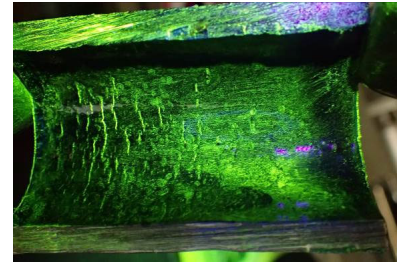
Vesitysputken säröily



- Hitsin DDA-tarkastuksen (digitaalinen radiografia) yhteydessä havaittiin säröjä III-tulistinkammio veistysputkessa
- Materiaali 13 CrMo 4 4, OD~42x5 mm
- Käytössä ~300 000 h

Vesitysputken säröily

- Sisäpuoli oli paksun kerrostuman peitossa – säröt eivät olleet havaittavissa
- Kerrostuman poiston jälkeen sisäpinnalla oli korroosiojälkiä, mutta säröt eivät olleet silmin havaittavia
- Fluoresoiva magneettijauhetarkastus paljasti putken sisäpinnalla poikittaista säröilyä
- **Johtopäätökset:** Vesi kondensoituu vesitysputken sisälle – sekoittuminen kuumen höyryn kanssa – höyrystyminen / kiehuminen → toistuvat lämpöshokit aiheuttavat väsymissäröjen syntymisen



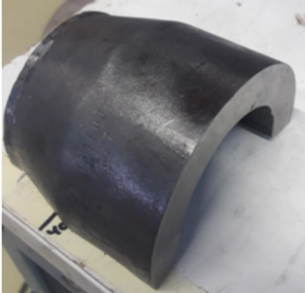
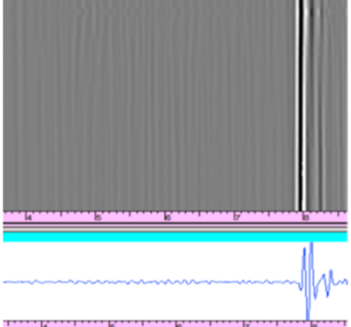
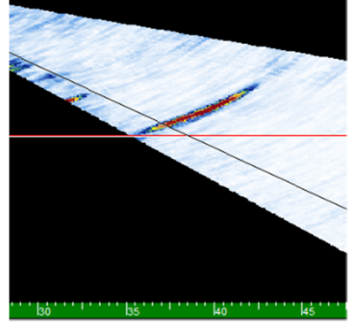
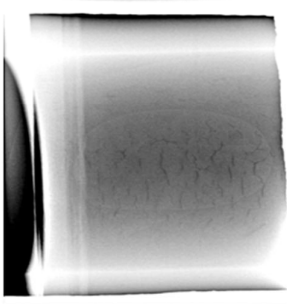
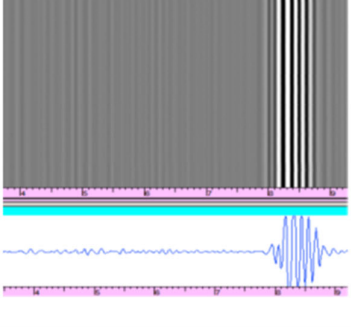
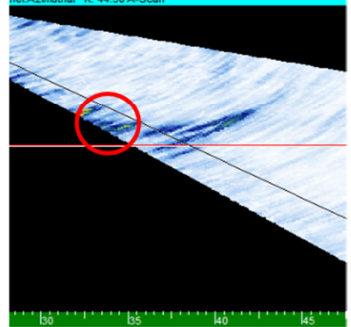
Johtopäätökset

- Sisäpuolisesta säröilystä kohteissa, joissa lämpötilan vaihtelut aiheuttavat veden höyrystymistä ja kondensoitumista
- Toistuvat termiset shokit ja hapettava ympäristö johtavat säröjen syntyyn ja etenemiseen
- **Vaurion estämiseksi mm. seuraavat kohteet tulisi tarkastaa:**
 - Venttiilit (päähöyry, startti, vero, reductio)
 - Vesitysyhteet ja vedenpoistotaskut
 - Poikkeamat kannakoinnissa ja eristyksissä
 - Tai muut kohteet, joissa vettä ruiskutetaan tai vesi pääsee kertymään

Johtopäätökset jatkuvat...

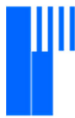
Soveltuvia NDT menetelmiä SICC / Termisten shokkien havaitsemiseen :

- **Ultraäänimetodit**
 - **Tavanomainen UT sekä vaiheistettu PAUT** voidaan käyttää kun säröily on edenneessä vaiheessa.
 - **EMAT** sovellukset
 - **TOFD** eli kulkuaikatekniikka on erittäin hyvä havaitsemaan jo aikaisessa vaiheessa säröilyn erinomaisen herkkyytensä vuoksi.
- **DDA, Digitaaliradiografia** soveltuu hyvin säröilyn havaitsemiseen edenneessä vaiheessa.
- **FEM mallinnus (SICC)**

Sample	DDA	TOFD	PAUT
			
Reference - no defect		Narrow back wall echo	
			
Shallow cracks inside surface		Wide back wall echo	

KOMPOUND-PUTKEN KORJAUKSET – S0-LINJAUS

**Sanni Yli-Olli ja Markus Nieminen
Replico Oy / Suomen Soodakattilayhdistys ry**



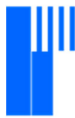
Kompound-putkien korjaukset – S0-linjaus

Konemestaripäivä 23.1.2020



Projektin tausta

- Soodakattilan korjaus- ja muutosprojekteissa mahdollista että putken kuorinnan (panelihitsaus vetää putket hieman soikeiksi) jälkeen ollaan lähellä painetta kantavan putken laskennallista minimiä eli nk. S0-aluetta, jolloin pinnoitehitsin tunkeuma tulee menemään S0:n puolelle.
 - Koskee erityisesti korkeapaineisia kattiloita
- Soodakattilayhdistyksen materiaalisuosituksessa linjataan on ettei tunkeumaa S0:n puolelle saa olla
- Standardi (EN 12952-6, liite A kohta A.2.2.2.1) sallii tunkeutumisen S0-alueelle tietyin ehdoin



Kattilastandardi EN 12952-6: 2011

liite A kohta A.2.2.2.1

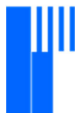
A.2.2.2 Vaaditut lisäkokeet

A.2.2.2.1 Pinnoitteen hitsin tunkeuman syvyys

Makrohietutkimuksessa määritetään pinnoitteen hitsin tunkeuman syvyys ferriittiseen painetta kantavaan sisäosaan tai hitsiin. Tunkeuma ei saa olla olennaisesti ferriittisen painetta kantavan sisäosan pinnan alapuolella. Ilman tunkeumaa olevan alueen täytyy aina olla vähimmäispaksuuden suuruinen.

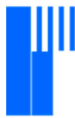
Pinnoitteen hitsi voi tunkeutua lasketun ferriittiseen painetta kantavaan sisäosaan vähimmäispaksuuteen asti seuraavissa tapauksissa:

- a) lisääineen ja hitsiaineen lujuus- ja sitkeysominaisuudet täyttävät ferriittisen painetta kantavan sisäosan materiaaliominaisuudet;
- b) hitsausohjeiden hyväksyntä vastaa standardin EN ISO 15614-1 sekä standardissa EN 12952 esitettyjä lisävaatimuksia;
- c) pinnoitteen hitsin enimmäistunkeuma laskettuun ferriittisen painetta kantavan sisäosan vähimmäispaksuuteen on 1,5 mm;
- d) ennen tuotantoa tehdään työkoe. Käsinhitsauksessa jokainen hitsaaja tekee työkokeen. Mekanisoidussa hitsauksessa tehdään yksi työkoe kutakin hitsausohjetta kohti;
- e) rikkomaton aineenkoetus suoritetaan päällehitsauksen jälkeen standardin EN 12952 mukaisesti.



Projektin tavoite

- Poistaa Soodakattilayhdistyksen suositusten ja standardien väliset ristiriidat ja luoda yhteiset pelisäännöt kaikille liittyen tunkeumaan S0:n puolelle.
- Selvittää, sekä teoreettisesti että kokeellisesti, täyttyykö standardin vaatimus hitsin lujuus- ja sitkeysominaisuuksien osalta, kun hitsauksessa tunkeudutaan S0-alueelle.
- Erityisesti oli tarkoituksena selvittää, miten pinnoitehitsin lisääinevalinta vaikuttaa muodostuvan hitsin ominaisuuksiin
- Projektia varten perustettiin projektityöryhmä jossa edustajat kattilanvalmistajilta sekä tarkastuslaitoksilta.



Projektin toteutus

- Tutkimuksia varten hitsattiin 18 koehitsiä.
- Tavoitteena oli saada aikaan päittäishitsejä, joissa pinnoitteen hitsin tunkeuma S0 – alueelle on välillä 1–1,5 mm.
- Hitsaukset tehtiin annettujen hitsausohjeiden mukaan:
 - Päittäishitsauksen jälkeen päällehitsaus pyrittiin suorittamaan simuloiden kattilaolosuhteita
 - Hitsaus suoritettiin lähellä ohjeistuksen mukaista virranarvojen ylärajaa pyrkien mahdollisimman suureen sekoittumiseen ja tunkeumaan.
 - Päällehitsaus suoritettiin niin sanottuna eripariliitoksena, eli jokaiseen hitsipalkoon tuli mukaan sekä seostamatonta perusainetta (tai seostamatonta hitsiainetta) että kompond-kerrosta (tai seostettua hitsiainetta).

SULARÄNNITUTKIMUKSEN YHTEENVETO

Sanni Yli-Olli
Replico Oy

Sulakourujen materiaalitutkimus

Konemestaripäivät 23.01.2020

Sanni Yli-Olli

Satu Tuurna

17.1.2020 VTT – beyond the obvious

1

Tavoite

- Selvittää soodakattiloiden sulakouruissa havaittavia vaurioita ja niiden vaikutusta sulakourujen käytettävyyteen
 - usealla laitoksella sulakourut eivät ole kestäneet suositeltua yhden vuoden ajojaksoa
- Kourujen valinta SKYn kestoisuustyöryhmän ohjeistuksen mukaisesti (paras & huonoin + taustatiedot)
- Sulakouruista kartoitettiin ja raportoitiin niissä havaitut vauriot, näiden mekanismi, sijainti ja syvyys
- Tuloksien yhteenveto yhdessä soodakattilayhdistyksen ja kattilakäyttäjien kanssa

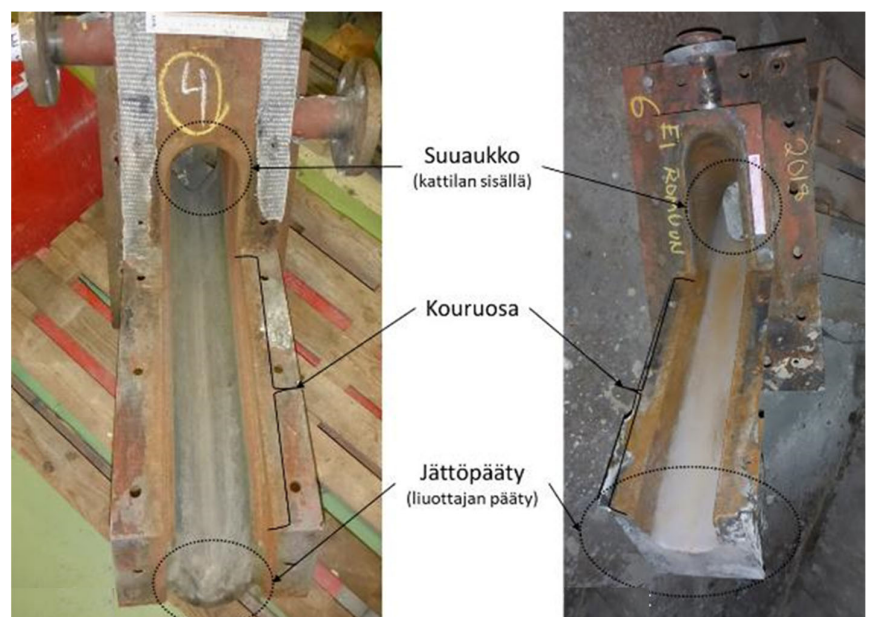
Tarkastellut sulakourut

- Tutkimuksessa mukana eri tyyppisiä kouruja seuraavilta laitoksilta:
 - Enocell
 - Joutseno
 - Kaukaa
 - Kaukopää
 - Kemi
 - Kotkamills
 - Kymi
 - Oulu
 - Pietarsaari
 - Rauma
 - Sunila
 - Veitsiluoto
 - Äänekoski

17/01/2020 VTT – beyond the obvious

Suoritetut tutkimukset

- Visuaalinen tarkastelu kaikille sulakouruille
- Tarkempi tarkastelu 4 laitoksen kouruille:
 - Mikrorakenne tarkastelut näytteille kourun seinämästä, pohjasta ja jättöpäädystä
 - Säröjen syvyyden määrittäminen
 - Oksidien/kerrostumien määrittäminen



17/01/2020 VTT – beyond the obvious

Huomioita visuaalisesta tarkastelusta

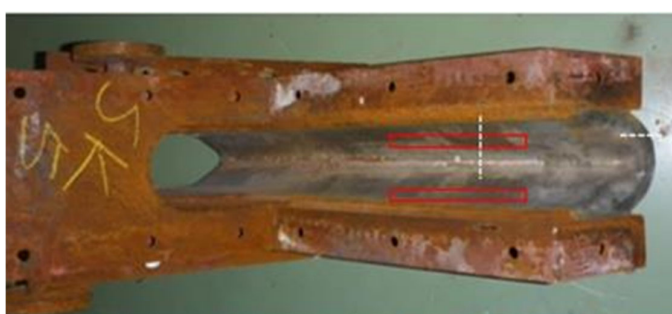
- Rännit olivat geometrialtaan erilaisia
 - pituus (770 mm ja 900 mm, 1 poikkeus)
 - Poikkileikkaus V ja U
 - Sisäinen virtauskanavisto
- Materiaalit vaihtelivat
 - Compoud / Laserpinnoitettu
 - Musta (päädyt hitsattu eri tavalla)
- Suuaukoissa ei havaittu säröilyä tai merkittävää syöpymää



Huomioita visuaalisesta tarkastelusta - kouruosa



Rassauksen jättämiä jälkiä

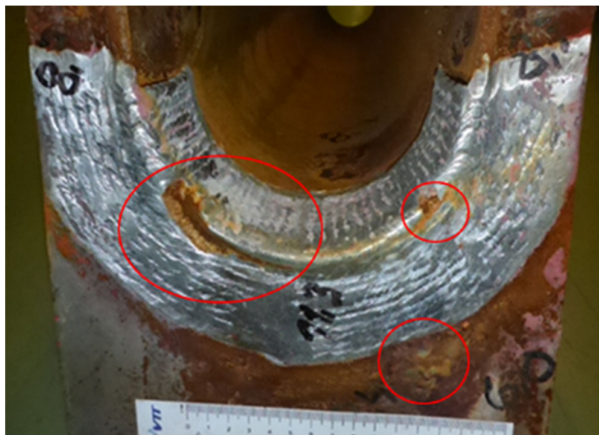


Säröilyä kourun seinämällä



Säröilyä kourun pohjalla

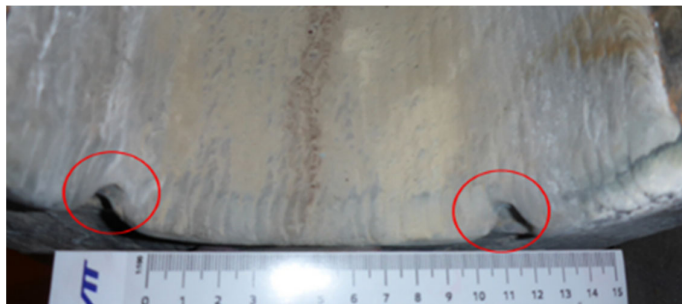
Huomioita visuaalisesta tarkastelusta - jäätöpääty



Päädyn syöpymiä



Päädyn syöpymiä



Päädyn syöpymiä

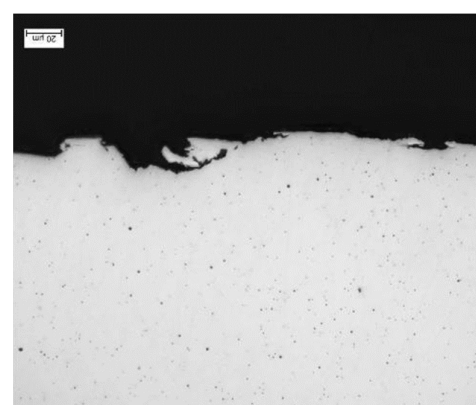
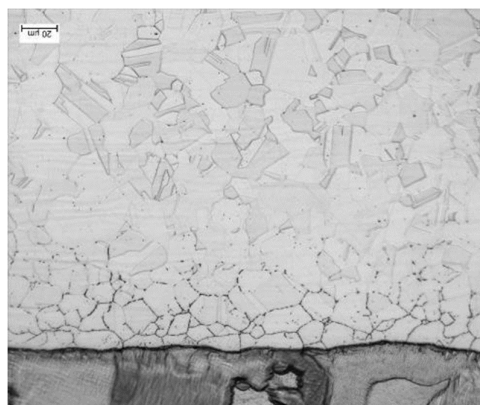
17/01/2020 VTT – beyond the obvious

Tarkemmat tutkimukset

- Neljän eri laitoksen sulakouruille
- Laitos 1, jossa eri kattiloissa eri malliset kourut
- Laitos 2, jolla ollut käytössä sekä compound & laserpinnoitetut kourut
- Laitos 3, jossa V:n malliset kourut (toisessa säröjä kouruosalla, toisessa syöpymää päädyssä)
- Laitos 4, jossa U:n malliset kourut (toisessa säröjä kouruosalla, toisessa syöpymää päädyssä)

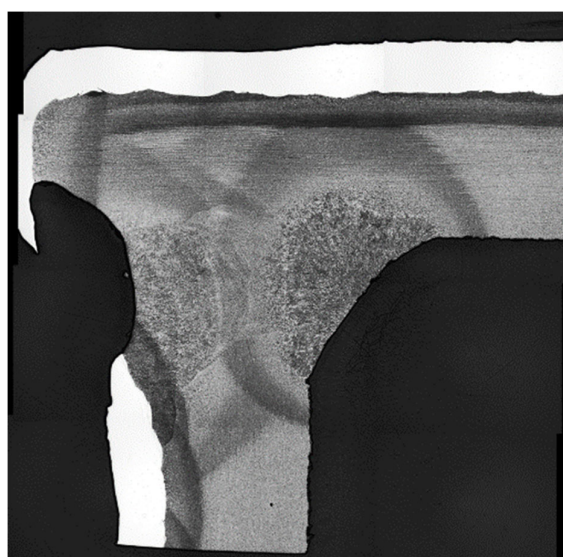
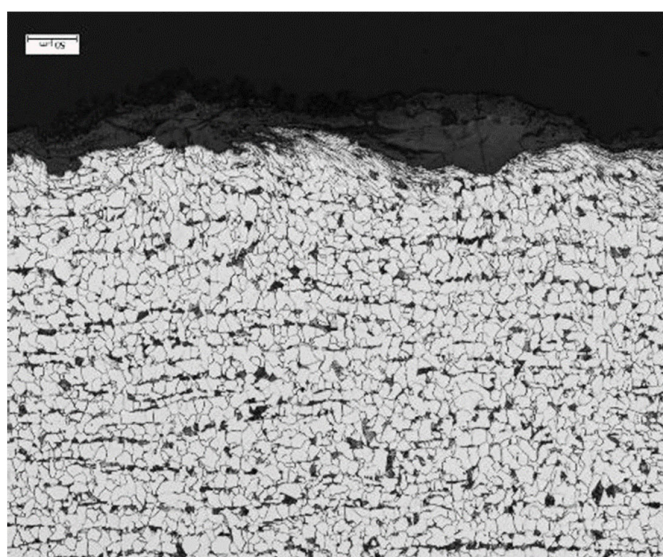
17/01/2020 VTT – beyond the obvious

Laitos 1 – V:n mallinen compound -kouru



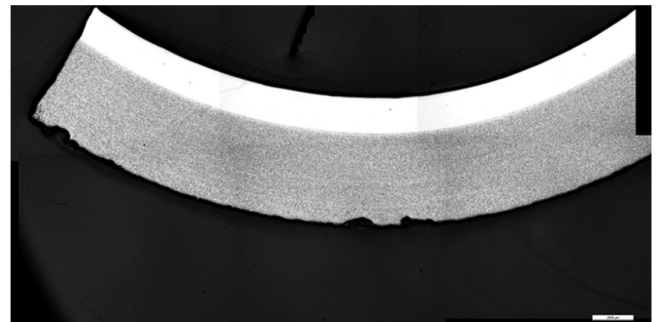
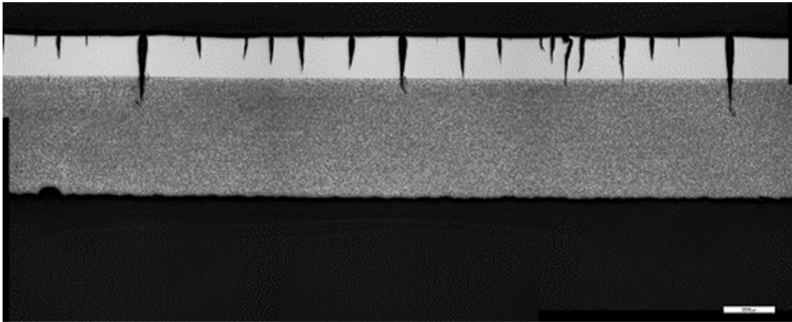
- pinnoitteen puolella n. 55 μm matkalla karbideja raerajoilla sekä perusaineen puolella n. 200 μm hiilenkatovyöhyke
- pinnoitteen pinnalla kourun seinämällä pieniä säröjä
- ajojakso 12 kk

Laitos 1 – U:n mallinen kouru



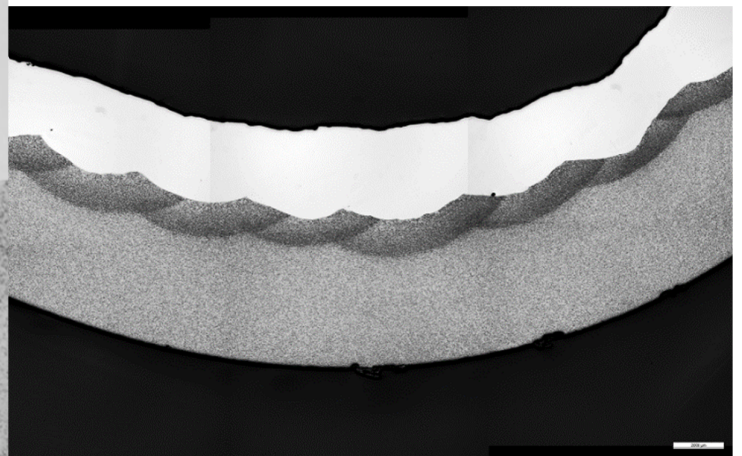
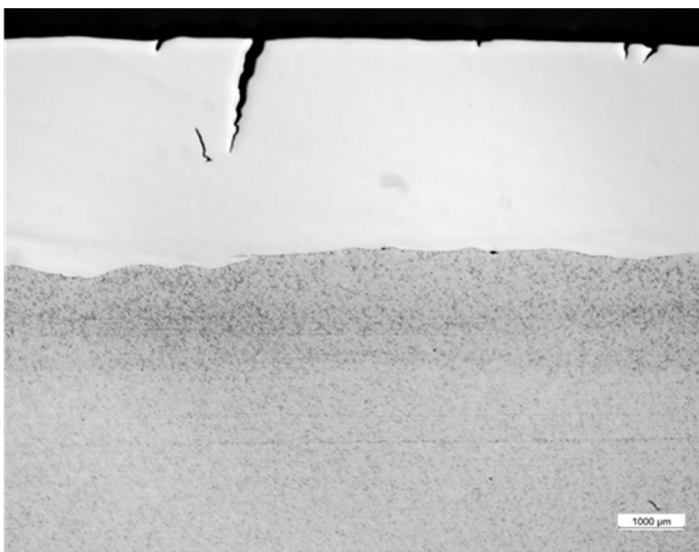
- pinnoittamattomalta kourun pohjalla suolakerrostumia sekä pieniä, matalia säröjä
- pinnoitetussa jättöpäässä syöpymäkuoppa
- ajojakso 12 kk

Laitos 2 – V:n mallinen compound -kouru



- seinämällä perusaineeseen ulottuvia säröjä, syvimät yli 3000 μm
- ajojakso 18 kk

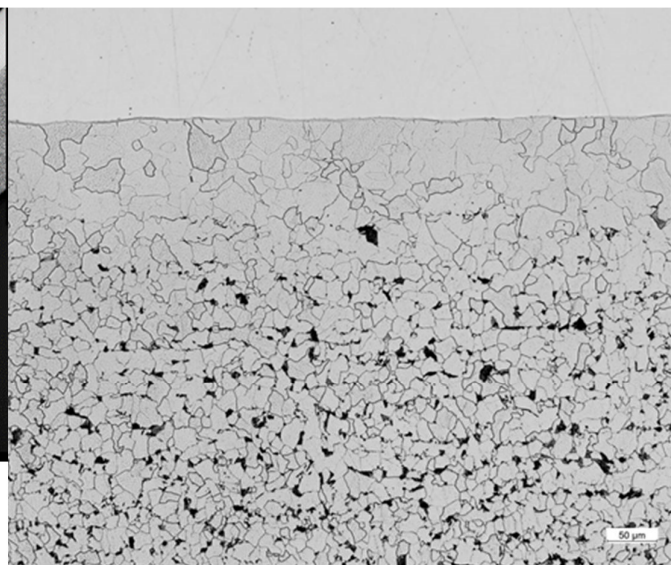
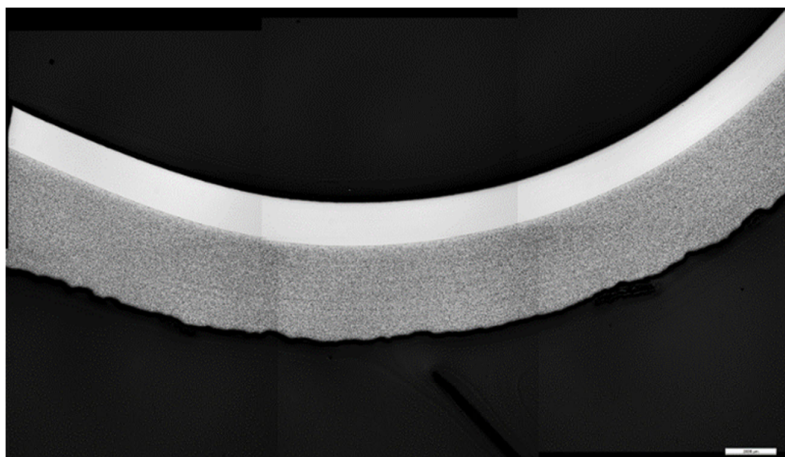
Laitos 2 – V:n mallinen laserpinnoitettu kouru



- seinämällä satunnaisia säröjä, jotka eivät ulottuneet perusaineeseen, syvin 1800 μm
- ajojakso 18kk

Laitos 3 – syöpymää compound -kourun jättöpäädyssä

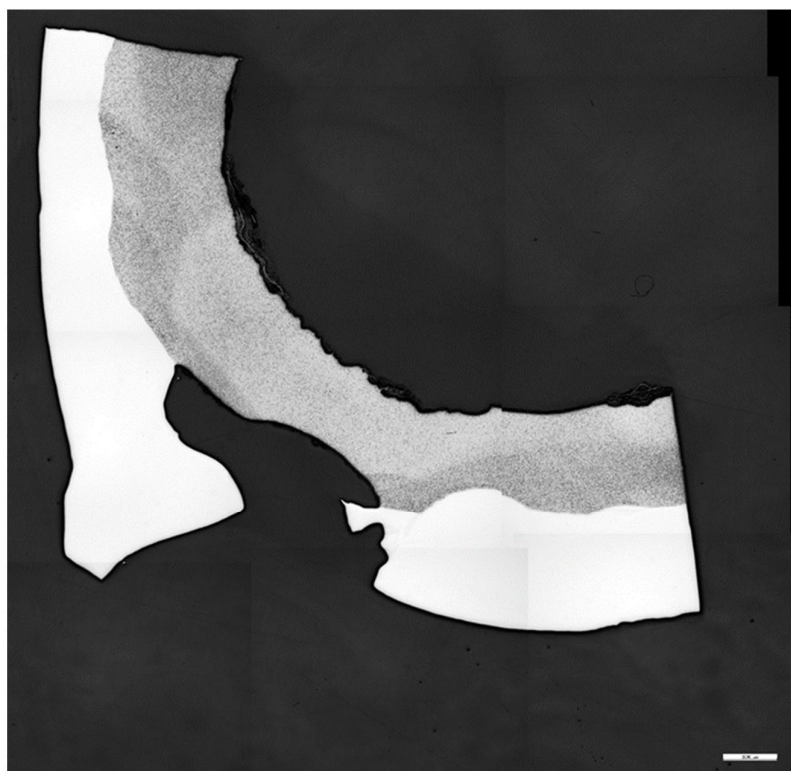
VTT



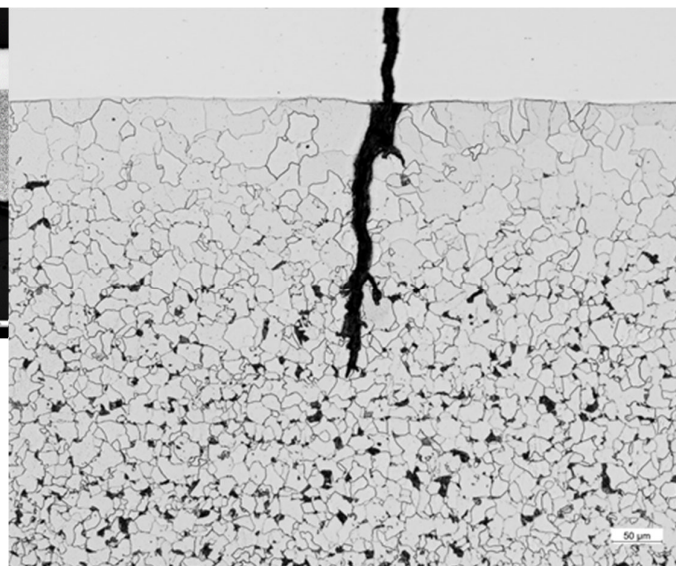
- ferriittis-perliittinen, ei lämpökuorman aiheuttamaa rakenteen hajaantumista
- pinnoite-perusainerajapinnalla noin 140 μm paksuinen hiilenkatovyöhyke
- ajojakso 24 kk

Jättöpään syöpymää

VTT

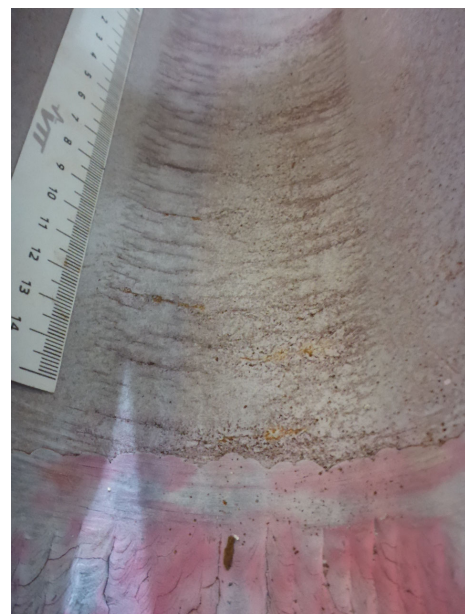
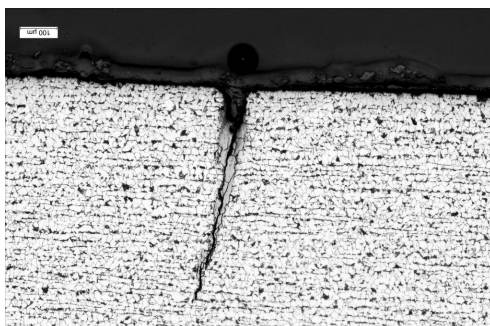


Laitos 3 – säröjä compound -kourun seinämällä



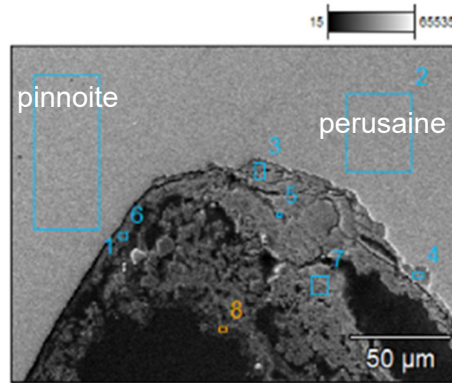
- seinämällä perusaineeseen ulottuvia säröjä ($> 2100 \mu\text{m}$)
- ajojakso 24 kk

Laitos 4 – musta kouru, säröjä kourun pohjalla



- pinnoitetta jättöpäässä n. 110 mm matkalla
- pinnoittamattomalla alueella kourun pohjalla säröjä, syvyys noin $750 \mu\text{m}$
- ajojakso 12 kk

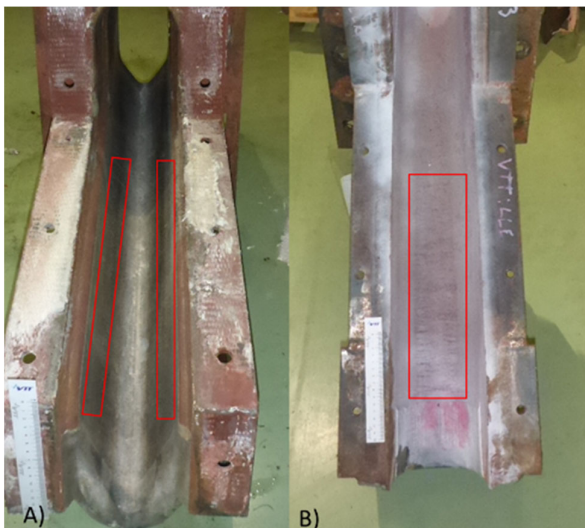
Laitos 4 – musta kouru, syöpymää jättöpäädysssä



	O	Mg	Al	Si	S	Cl	Ca	Cr	Mn	Fe	Ni	Mo	Nb
1	-	-	-	0,5	-	-	-	15,1	-	33,9	41,6	5,0	2,5
2	-	-	-	0,7	0,2	-	-	-	1,3	97,8	-	-	-
3	34,9	-	-	0,2	2,4	-	0,3	-	-	62,2	-	-	-
4	40,3	-	-	-	4,1	-	0,4	-	-	55,2	-	-	-
5	33,7	-	-	-	3,9	-	-	-	-	62,3	-	-	-
6	31,2	3,2	1,9	2,3	1,3	-	1,2	1,8	2,5	52,9	-	1,6	-
7	39,1	-	-	-	0,7	-	0,3	-	-	58,2	-	1,8	-
8	39,3	1,0	8,0	9,4	2,1	2,0	1,3	-	-	36,9	-	-	-

Yhteenveto

Rakenne	Materiaali	Tutkitut kourut (kpl)	Säröjä (kpl)	Syöpymää (kpl)	Ka. Ajoaika (kk)
V-malli	Compound	8	6 (75%)	1 (13%)	16 ± 5
V-malli	Laser	7	1(14%)	0	9 ± 4
U-malli	Musta	12	2 (17%)	7 (58%)	11 ± 1



- Havaitut säröt vastasivat termisen väsymisen säröjä (riippumatta sijainnista)
- U:n mallisissa kouruissa säröt sijoittuivat kourun pohjalle
- V:n mallisissa compound ja laser-pinnoitetuissa kouruissa säröt kourun seinämillä, etenivät pinnoitekerroksen läpi perusaineeseen
 - Laserpinnoitetuissa kouruissa vähemmän säröilyä eikä näiden havaittu etenevän perusaineelle

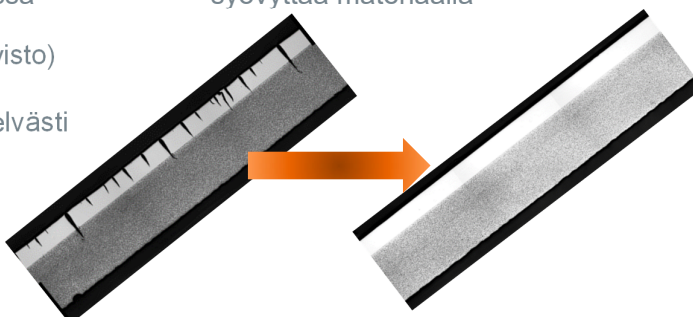
Rakenne	Materiaali	Tutkitut kourut (kpl)	Säröjä (kpl)	Syöpymää (kpl)	Ka. Ajoaika (kk)
V-malli	Compound	8	6 (75%)	1 (13%)	16 ± 5
V-malli	Laser	7	1 (14%)	0	9 ± 4
U-malli	Musta	12	2 (17%)	7 (58%)	11 ± 1



- Tutkittujen sulakourujen jättöpäädyissä havaittiin eroosio-korroosion aiheuttamia syöpmiä lähinnä U:n mallisissa sulakouruissa
- V:n mallisissa kouruissa havaittiin vain yhdessä vakavampaa syöpymää ja muissa vain pientä kulumaa
- Jättöpäädyt, joissa ei havaittu syöpymää, rakenteeltaan hieman sulavalinjaisempia
- Yhdessä syöpymässä havaittiin syöpymän lähtevän liikkeellä kahden hitsipalon rajapinnalta => hitsauksen laadunvalvonta

Johtopäätökset – terminen säröily

- Geometriasta ja materiaalista riippumatta havaittiin terminen väsymisen säröjä
 - Compound -kouruissa säröt perusaineelle (12 kk ~3000 µm)
 - Laserpinnoitetuissa säröt eivät ulottuneet perusaineeseen (18 kk ~ 1800 µm)
 - Mustissa säröt pohjalla (12 kk ~ 750 µm)
- Säröjen ilmentyminen eri kohtiin kourua eri mallisilla kouruilla on selitettävissä sekä erilaisella rakenteella (sekä ulkoinen rakenne että virtauskanavisto) että eri materiaaleilla
- U-mallisissa kouruissa havaittiin selvästi vähemmän termistä säröilyä
- Termisen väsymisen säröjen syntyyn ja kasvuun vaikuttavat:
 - Sulakourun rakenne ja materiaali
 - Suuret lämpötilojen vaihtelut, esim. suuret kuorman vaihtelut ja sulasyöksyt
- Lisäksi säröjen kasvua kiihdyttää:
 - Liian korkea materiaali- ja lämpötila (liian kuuma jäähdytysvesi ja paksut oksidit)
 - Mahdollisesti säröihin päässyt sula voi syövyttää materiaalia



Johtopäätökset – eroosio-korroosio

- Molemmissa geometrioissa havaittiin eroosio-korroosiota jättöpäädyssä, kuitenkin V-mallisessa vain yhdessä merkittävää
- Eroosio-korroosion aiheuttamien syöpymien syntyyn ovat vaikuttaneet:
 - Päädyn rakenne ja materiaali
 - Epäjatkuvuuskohdat jättöpinnalla
 - Päädyn lämpötila sekä
 - Sulan määrä, virtausnopeus ja viskositeetti
- Jättöpäätyjen syöpymisen estämiseksi on suositeltavaa:
 - Hioa jättöpääty jouhevaksi niin, että sula pääsee virtaamaan liuottajaan hyvin eikä aiheuta pyönteitä päätyyn eikä pintaan jää epäjatkuvuuskohtia, joihin sulasta tai liuottajan höngästä aiheutuvat rikkiyhdisteet voisivat tunkeutua aiheuttaen korroosiota.
 - Pidettävä sulan virtaus mahdollisemman tasaisena, riippuen kuorman ja viskositeetin vaihteluista
 - Huolehtia päätyjen laadun valvonnasta



Tiivistelmä

- Sulavirtauksen tasaisuus
 - Pienemmät lämpögradientit
 - Tasainen virtaus jättöpäädyssä
- Jäähdytysveden lämpötila
- Sulakourun geometria ja materiaali
 - Jouhevuus
- Laadun valvonta

Kiitos!

**TULIPESÄKAMERAN HYÖDYNTÄMINEN SOODAKATTILAN
VIRITYKSESSÄ**

**Eetu Rantala
Valmet Technologies Oy**

Tulipesäkameran hyödyntäminen soodakattilan virityksessä

Eetu Rantala, Valmet Technologies Oy
Konemestaripäivä 2020



Sisältö

1 Yleistä tulipesäkamerasta

2 Mustalipeän ruiskutus

3 Nuohous

4 Yhteenveto



Valmet Furnace Imaging System

Mobiilitulipesäkamera



- Komponentit:
 - Linssiputki ja suojalevy
 - Kamerayksikkö, jossa integroitu näyttö
 - Tabletti
- Saatavana suoralla linssillä ja kulmalinssillä
- Kamerayksikkö saa virtansa akusta
- Kuvan siirto ja tallennus WiFi:llä tablettiin
- Paineilmajäähdytys linssiputkelle

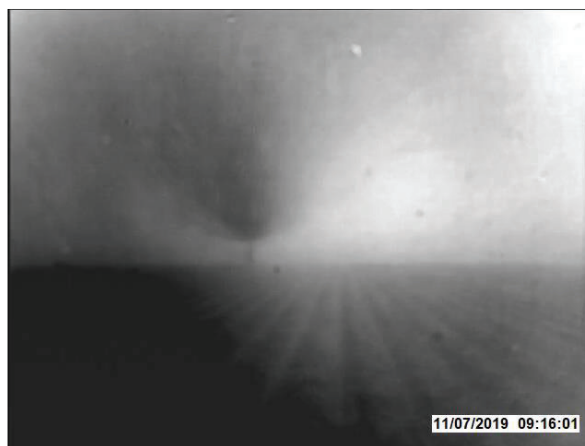
Mustalipeän ruiskutus

Mustalipeän ruiskutus

Lusikkasuuttimet yläpuolelta kuvattuna



Etuseinä, 2 lusikkaa



Etuseinä, 1 lusikka

- **Havainnot:**

- Lusikkasuutinten viuhkojen kulma lähes 180°, mutta suurin osa lipeästä ruiskuaa viuhkan keskeltä
- Sivuseinillä huomattava määrä osittain palanutta lipeää lusikkasuutinten heittämänä
- Matalammalla kuormalla etuseinällä oli yksi lusikka, jolloin sivuseinillä oli huomattavasti vähemmän lipeää

INTERNAL

Mustalipeän ruiskutus

Lusikkasuuttimet lipeäruiskutasolta kuvattuna



Lusikkasuutin omasta aukosta



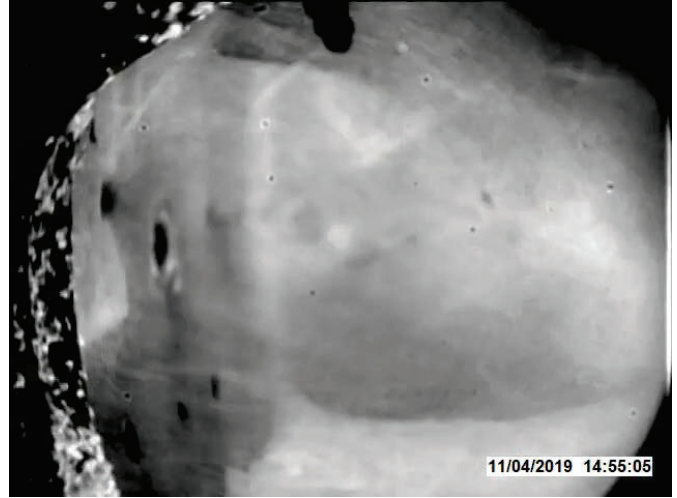
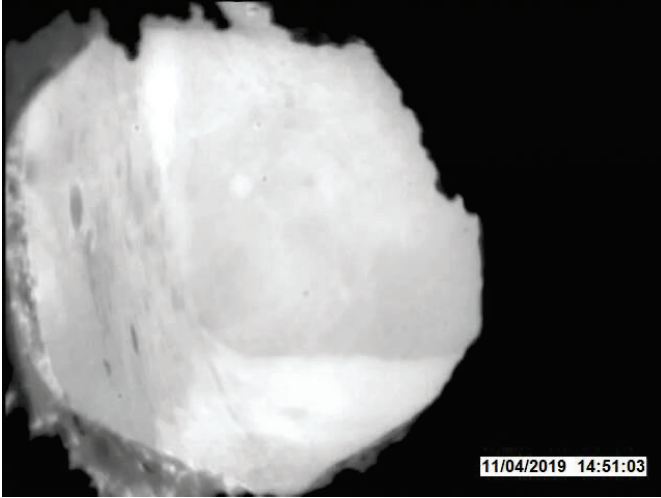
Lusikkasuuttimet kulmalinssillä

- **Havainnot:**

- Suuttimen aukolta kuvattuna viuhka ei ole tasainen vaan pikemminkin U:n muotoinen
- Kuvaus kulmalinssillä vahvistaa, että lipeäpisarat nousevat ilmaan viuhkan reunoilta

Mustalipeän ruiskutus

Lusikkasuuttimet starttipoltinaukosta kuvattuna



Starttipoltin aukko, likainen lusikkasuutin

Starttipoltin aukko, puhdas lusikkasuutin

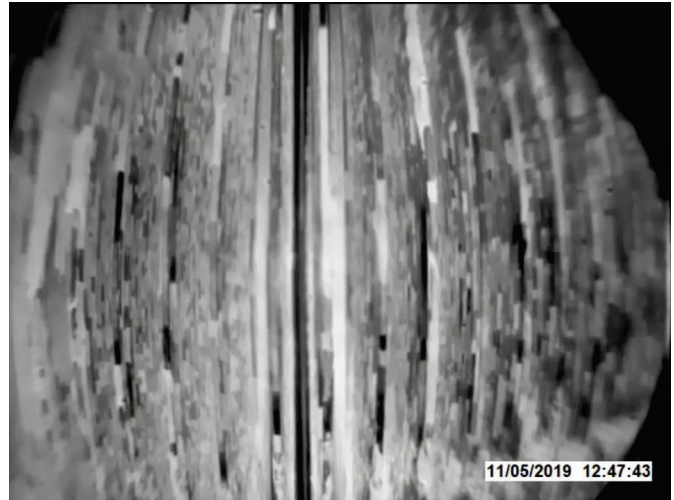
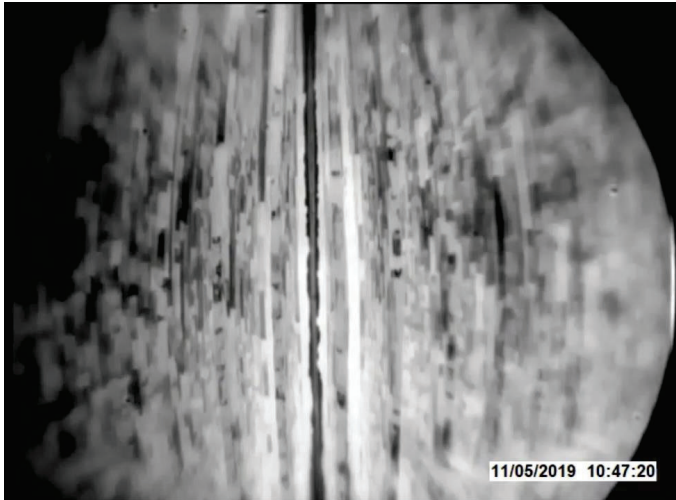
- **Havainnot:**

- Lipeäsuutinten rassauksen tärkeys!
- Aukolta katsottuna kyseinen lusikkasuutin ei näyttänyt erityisen likaiselta

Nuohous

Nuohous

Sekundääritulistin etuseinältä kuvattuna



- Havainnot:

- Tarkoituksena nähdä miten nuohoin irrottaa likaa tulistinpinnoilta, ja onko nuohous tehokasta vielä nuohoimen palatessa takaisinpäin
- Kyseisen tulistimen alueella kertymää irtoa myös nuohoimen palatessa

Nuohous

Nuohoimen tarkistusluukusta kuvattuna



- Havainnot:

- Nuohoimen käyntiä kuvattiin myös nuohoimen yläpuolisesta tarkistusluukusta
- Näistä ei voida havaita kerrostuman irtoamista selkeästi, koska oletettavasti tuhka irtoaa kovalla vauhdilla höyryn virtaussuuntaan

Yhteenveto

- Liikuteltavan tulipesäkameran avulla voidaan havaita mitä kattilan sisällä todella tapahtuu ja miten prosessiparametrien muutos vaikuttaa
 - Ei olla pelkästään epäsuorien indikaattoreiden varassa
- Mahdollista hyödyntää soodakattilan eri osissa mm.
 - Mustalipeän ruiskutus ja keon sijainti
 - Nuohous ja lämpöpintojen likaantuminen
 - Mekaaniset/prosessissa olevat ongelmatilanteet
- Valmet mobiilitulipesäkameran vahvuutena laadukas kuva ja käyttäjäystävällisyys



**SOODAKATTILAN OHJAUS VISUAALISIN KEINAIN – ILMIÖIDEN
YMMÄRTÄMINEN JA HYÖDYNTÄMINEN**

**Heikki Lappalainen
ANDRITZ**

RECOVERY BOILER CONTROL BY VISUAL MEANS

UNDERSTANDING AND UTILIZING THE PHENOMENA

23.1.2020

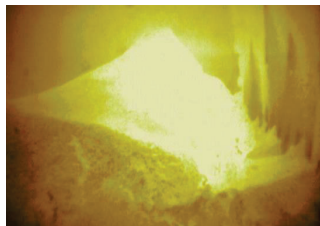
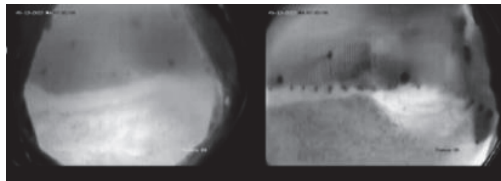
ANDRITZ

ENGINEERED SUCCESS

RECOVERY BOILER CONTROL BY VISUAL MEANS VISUAL MEASUREMENTS

Conventional approach

- There are now several targets to detect by the operator:
 - Is there any carryover?
 - How is the charbed – height and position?
 - Are liquor burners in right position and clean?
 - Are smelt spouts clean and the flow even?
 - Reduction rate now?



- Subjective detection leads to complex results that are difficult to use later

RECOVERY BOILER CONTROL BY VISUAL MEANS

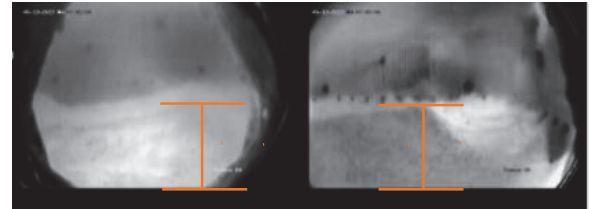
VISUAL MEASUREMENTS

Metris
ANDRITZ Digital Solutions

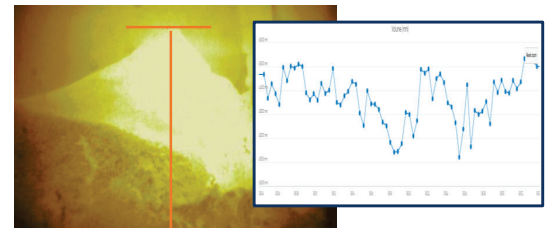
Visual measurement-based approach

- Benefits
 - Vision based feedback about the process
 - Same issues in numbers that the operator does estimate anyway
 - Fast to use and easy to monitor
 - Immediate new data about the combustion process
 - Comparable values (numbers) to use and store (e.g. HMI, DCS)
 - Safe way to measure process in dangerous areas
 - Time savings vs. laboratory results
 - Operator training

- Automatic detection with scaling and timestamping gives comparable results and measurement history



1200 mm 10.10.2019 17:21 x_y 7023_6553 1899 mm 11.11.2019 03:22 x_y 7222_2215



2919 mm 12.12.2019 01:11 x_y 7927_4575

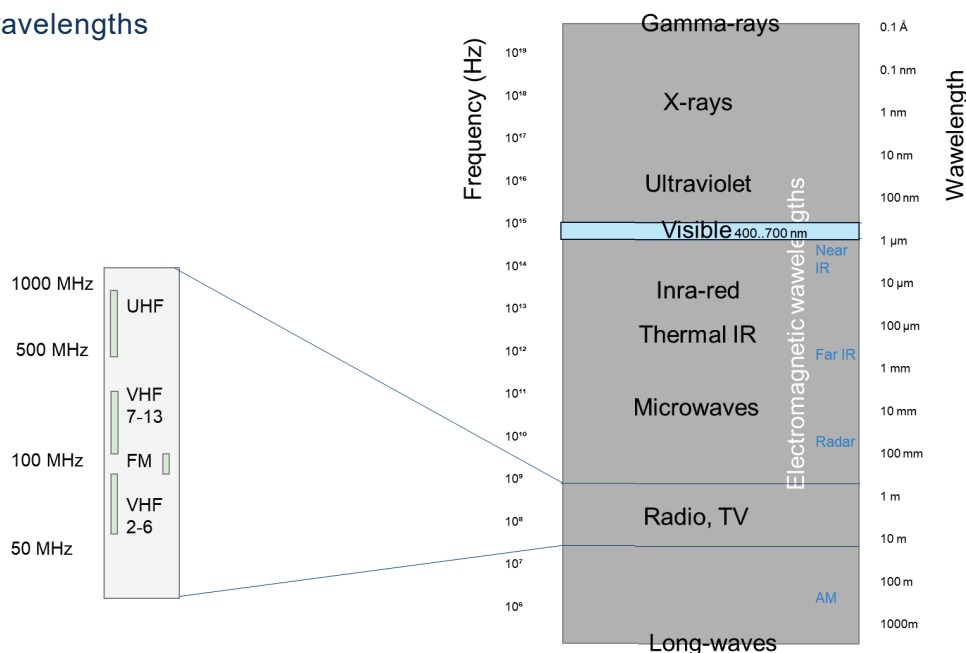
3 / ANDRITZ OY PKR/ KONEMESTARIPÄIVÄ 24.1.2020/ © COPYRIGHT ANDRITZ OY

RECOVERY BOILER CONTROL BY VISUAL MEANS

VISUAL MEASUREMENTS

Metris
ANDRITZ Digital Solutions

Electromagnetic wavelengths



4 / ANDRITZ OY PKR/ KONEMESTARIPÄIVÄ 24.1.2020/ © COPYRIGHT ANDRITZ OY

RECOVERY BOILER CONTROL BY VISUAL MEANS

VISUAL MEASUREMENTS

Are these good enough for measurements?

- We are human and believe what we see
 - Easy to verify if the result is good or bad
 - We have reachable technologies available to automatize this decision making
 - Digitalization, IoT, AI etc. offers contact interfaces for further use
- Measurement result is comparable to any measurement
 - Value + unit + timestamp (e.g. flow 00.00 kg/s)
- Instant measuring values from previously missing process measurement areas
- Visual feedback with time stamped values are excellent for tuning the boiler
- Either from analogical or digital camera
- “Lying factor” can be set case by case to get the **most informative** display value

- AVA is ANDRITZ visual analysis system
- AVA philosophy is to detect any phenomenon that can be defined from the picture and turn that to numbers
- AVA creates data from previously not possible or unsafe areas to measure
- AVA data is based on visibility and is thus easy for us
- AVA gives measurement results

5 / ANDRITZ OY PKR/ KONEMESTARIPÄIVÄ 24.1.2020/ © COPYRIGHT ANDRITZ OY



RECOVERY BOILER CONTROL BY VISUAL MEANS

VISUAL MEASUREMENTS

How to use these new measurements?

- With low automation degree without visual measurements
 - There will be several opinions about the carryover amount, reduction rate, charbed height, smelt flow or spray orientation and no data or history to check or for training later
 - This means information and knowledge leakage
- With low automation degree
 - Visual measurements or analyze results are like a fever measurement, you get the result and decide what to do
 - The data is stored with timestamp
 - History + training
- With medium automation degree
 - Visual measurements or analyze results are used with the process data and target rules to create operator advisory systems
 - Previous + optimized operating actions

6 / ANDRITZ OY PKR/ KONEMESTARIPÄIVÄ 24.1.2020/ © COPYRIGHT ANDRITZ OY



RECOVERY BOILER CONTROL BY VISUAL MEANS

VISUAL MEASUREMENTS

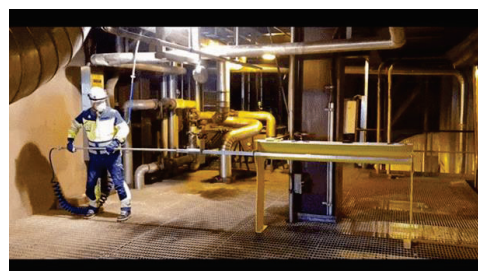
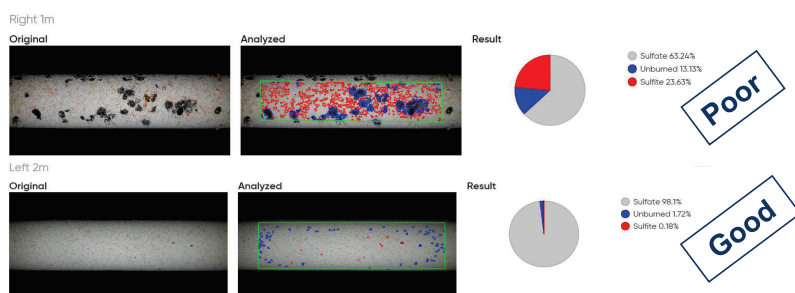
How to use these new measurements?

- With high automation degree
 - Visual measurements or analyze results are used to automatic process control
- With upper level automation
 - Visual measurements or analyze results are used together with automation system, optimization, simulation, big data, artificial intelligence etc. and other available systems so that the process control in decent flow area is totally autonomous
 - Towards intelligent autonomous pulp mill

RECOVERY BOILER CONTROL BY VISUAL MEANS

VISUAL MEASUREMENTS

AVA Recovery Boiler Toolbox



VALUE

- Unburned
- Sulfate
- Sulfide



CONTROL

- Liquor temperature, flow
- Soot blowing
- Air distribution



BENEFITS

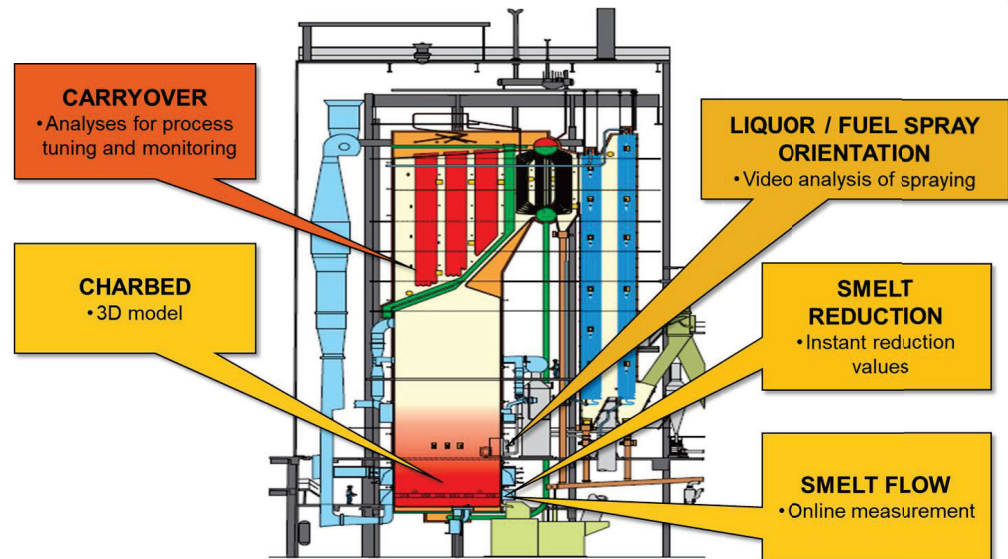
- Less fouling, less washing
- Improved emission and chemical balance

RECOVERY BOILER CONTROL BY VISUAL MEANS

VISUAL MEASUREMENTS

Balance your boiler with AVA Recovery Boiler Toolbox

- The new data from AVA RB Toolbox is often connected to the DCS (data, trends, programs, displays etc.)



9 / ANDRITZ OY PKR/ KONEMESTARIPÄIVÄ 24.1.2020/ © COPYRIGHT ANDRITZ OY

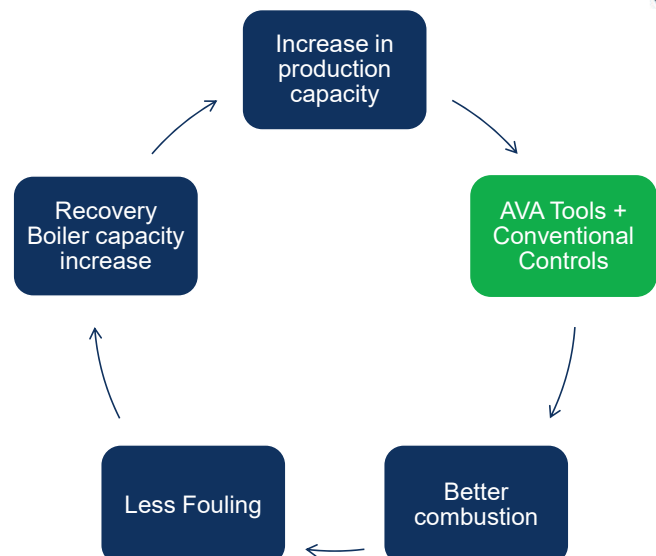
RECOVERY BOILER CONTROL BY VISUAL MEANS

VISUAL MEASUREMENTS

AVA addresses limitations of conventional control

AVA measurements – Customer case

- AVA measurement values are used to create better combustion control and balance to the recovery boiler
- Better balance => more fluent operation
 - Steady production
 - Availability
 - Less emissions
 - Dissolving tank control
 - Additional marginal to process changes

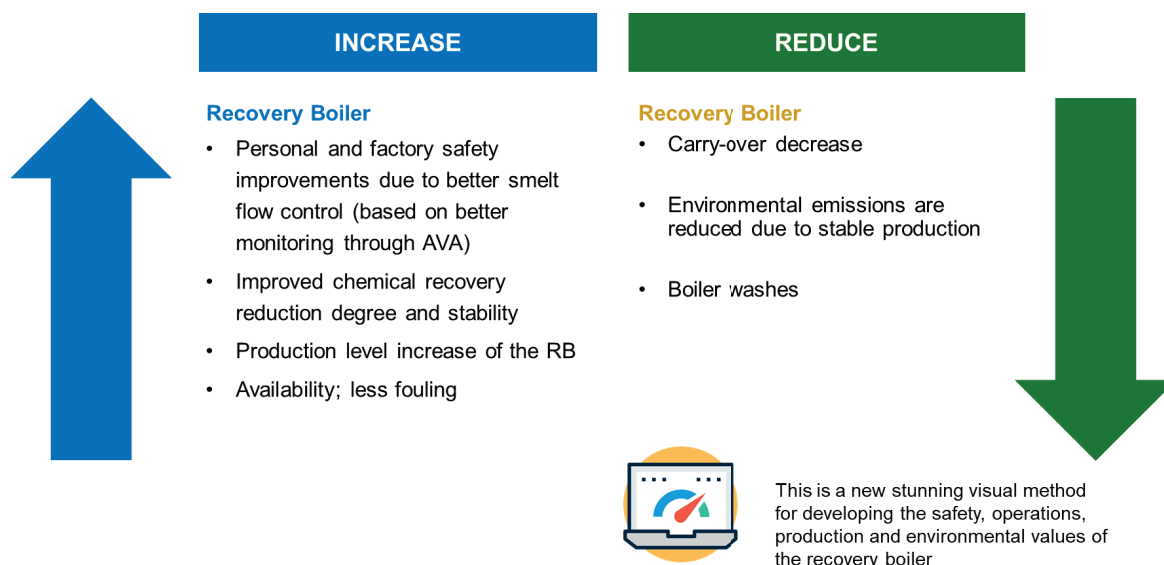


10 / ANDRITZ OY PKR/ KONEMESTARIPÄIVÄ 24.1.2020/ © COPYRIGHT ANDRITZ OY

RECOVERY BOILER CONTROL BY VISUAL MEANS

VISUAL MEASUREMENTS

Results



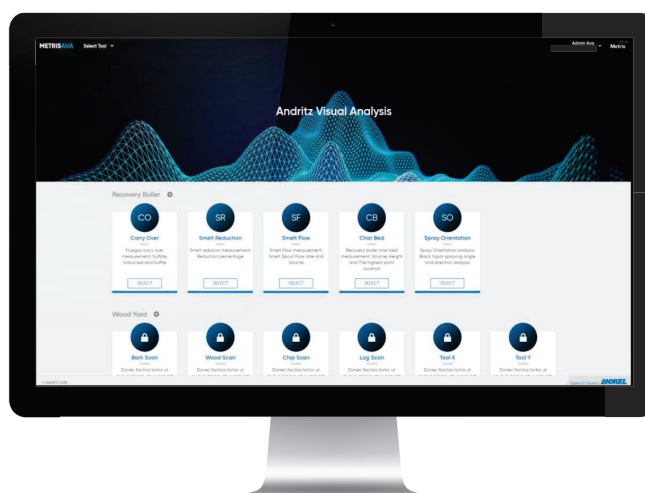
RECOVERY BOILER CONTROL BY VISUAL MEANS

VISUAL MEASUREMENTS

Summary

- Measurements only available by ANDRITZ
- Based on state of the art technology
- Common HMI and Cyber security
- Fast comparable results
- History and trend
- Compatible with automatic sample taking by robots

Balance your boiler with **AVA** Recovery Boiler Toolbox



LEGAL DISCLAIMER



This presentation contains valuable, proprietary property belonging to ANDRITZ AG or its affiliates ("the ANDRITZ GROUP"), and no licenses or other intellectual property rights are granted herein, nor shall the contents of this presentation form part of any sales contracts which may be concluded between the ANDRITZ GROUP companies and purchasers of any equipment and/or systems referenced herein. Please be aware that the ANDRITZ GROUP actively and aggressively enforces its intellectual property rights to the fullest extent of applicable law. Any information contained herein (other than publically available information) shall not be disclosed or reproduced, in whole or in part, electronically or in hard copy, to third parties. No information contained herein shall be used in any way either commercially or for any purpose other than internal viewing, reading, or evaluation of its contents by recipient and the ANDRITZ GROUP disclaims all liability arising from recipient's use or reliance upon such information. Title in and to all intellectual property rights embodied in this presentation, and all information contained therein, is and shall remain with the ANDRITZ GROUP. None of the information contained herein shall be construed as legal, tax, or investment advice, and private counsel, accountants, or other professional advisers should be consulted and relied upon for any such advice.

All copyrightable text and graphics, the selection, arrangement, and presentation of all materials, and the overall design of this presentation are © ANDRITZ GROUP 2019. All rights reserved. No part of this information or materials may be reproduced, retransmitted, displayed, distributed, or modified without the prior written approval of Owner. All trademarks and other names, logos, and icons identifying Owner's goods and services are proprietary marks belonging to the ANDRITZ GROUP. If recipient is in doubt whether permission is needed for any type of use of the contents of this presentation, please contact the ANDRITZ GROUP at welcome@andritz.com.

TEHDASESITTELY: UPM-KYMMENE OYJ, KAUKAAN TEHTAAT

Cay Gunnila
UPM-Kymmene Oyj, Kaukaan tehtaat

Konemestaripäivät 23.1.2020



Kaukaan mäellä harrastettu teollista puunjalostusta yli 140 vuotta.

Maailman monipuolisimpaan biometsteollisuuden integraattiin kuuluu:

- Sellutehdas, 770 000 t/v
- Paperitehdas, 305 000 t/v
- Biojalostamo, 130 000 t/v
- Saha, 510 000 m³/v
- Tutkimuskeskus
- BRDC-laitos
- Kaukaan Voima



Sellutehdas:

- Kuorimo
- Kuitulinjat, havu 1450 ADt/d ja koivu 850 ADt
- Lisämassakeitin, 110 Adt/d
- 2 kuivatuskonetta, 1100 + 1500 ADt/d
- Talteenotto



Talteenotto:

- Valmistunut vuonna 1991
- Haihduttamo, 230-250 kgH₂O/s
- Soodakattila, 4200 tDs/d
- TG9, 70 MW
- Valkoliipeälaitos, 8700 m³/d
- Meesauuni, 650 tCaO/d
- Mäntyöljylaitos, 90 t/d

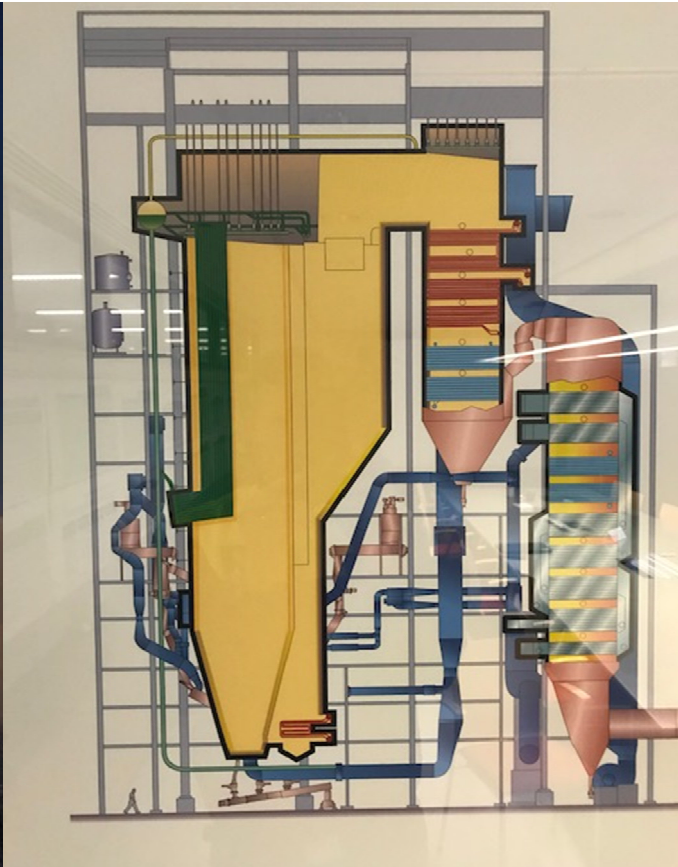


Kaukaan kattilat:

- Soodakattila
- KauVo
- Apukattilat, 3 x 34 MW
- Hajukaasukattila, 6 MW

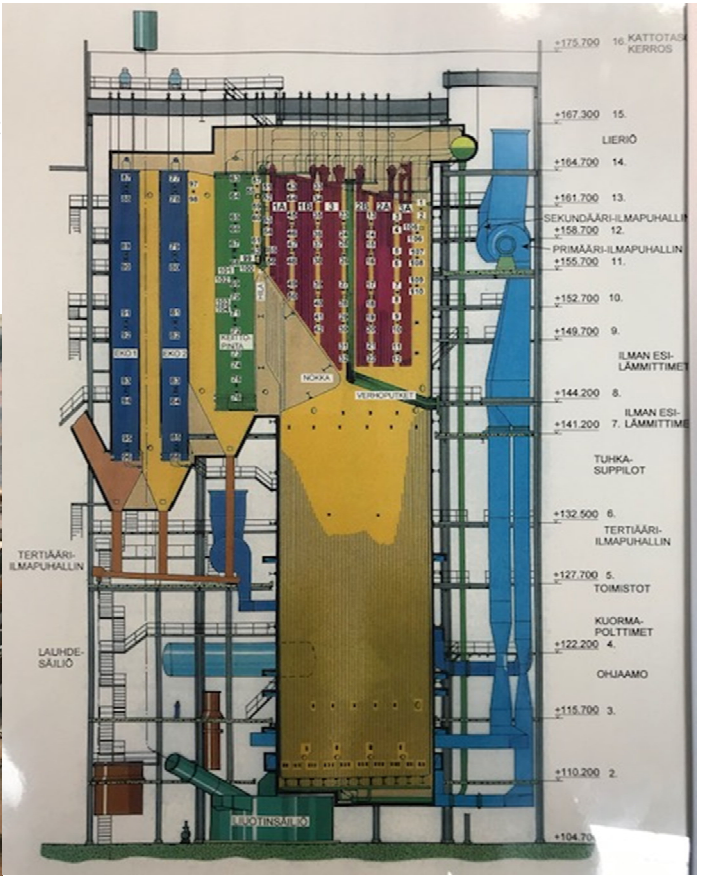
Lisäksi biojalostamon kuumaöljykattila ja vetylaitoksen kattila.

- ### Kauvo:
- Kiertopetikattila
 - 385 MW, 149 kg/s, 115 bar ja 550 °C
 - Polttoaineina kuori ja turve

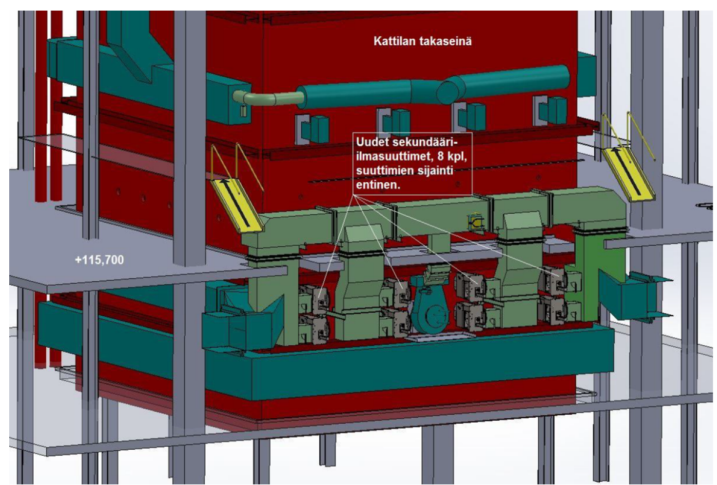
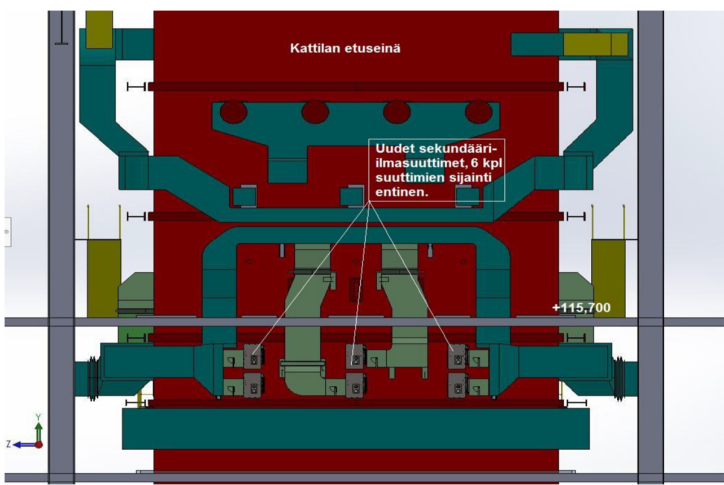


Soodakattilan historia:

- 1991 2700 TDs/d, 118 kg/s, 84 bar ja 480 °C
- 1996 2700 => 3780 TDs/d, 141 kg/s, 84 bar ja 480 °C
- 2018 kapasiteetinnosto 3780 => 4000TDs/d, 170 kg/s, 84 bar ja 480 °C (4200 TDs/d ilman väkeviä)
- 2019 ajettu 4440 TDs/d => Enempää ei lähde.
- Pohjakuorma korkeahko, 3,8–4,0 MW/m2

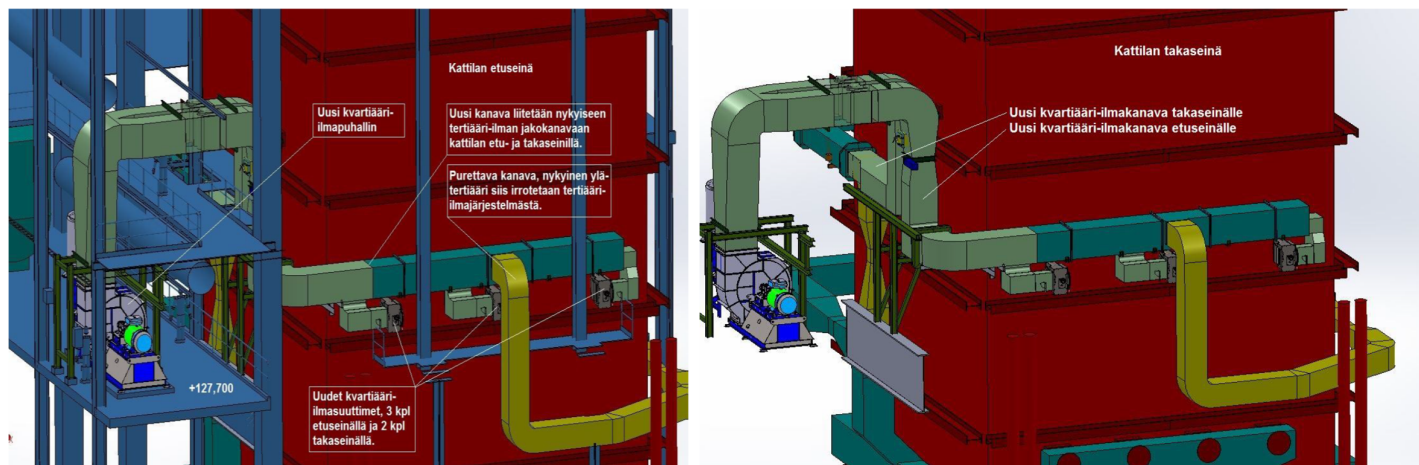


Sekundääri-ilma



– Ala- ja yläsekundääri-ilma-aukkoja etuseinällä 3 kpl ja takaseinällä 4 kpl. Aukkojen kokoa kasvatettiin 700 cm2 => 1100 cm2.

Kvartiääri-ilma



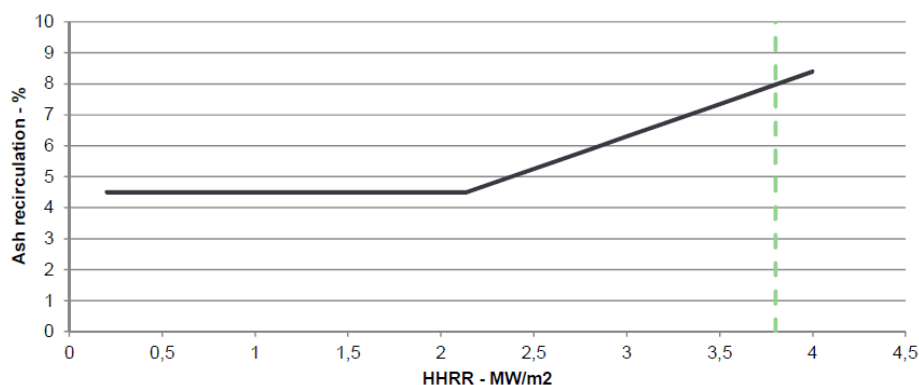
- Ylätertiääritason pienet aukot, 8 kpl, tulpattiin
- Rakennettiin erillinen kvartiääri-ilmataso 5 ilma-aukolla
- Aukkojen kokoa kasvatettiin 900 cm²
- Kvartiääri-ilmajärjestelmälle tuli oma puhallin

UPM **BIOFORE-BEYOND** FOSSILS

Kaksiparinuohous

- Nuohousjärjestelmän uusinta kaksiparinuohoukseksi
- Tulistimien nuohous erotettiin keittopinnan ja ekonomaiserin nuohouksesta

Ash recirculation





Tulevaisuuden haaveita:

- Pohjan uusinta
- Pohjanvaihdon yhteydessä pimääri-ilman modernisointi
- 2A/B-tulistimen uusinta sekä avarrus



Kysymys yleisölle,
onko Sanicro38 riittävän
hyvä meille pohjaan?



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY, RAPORTTISARJA

- 1/2019 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 24.1.2019, esitelmät
Scandic Laajavuori, Jyväskylä, Metsä Fibre Oy, Äänekosken Biotuotetehdas
(16A0913-E0194) 24.1.2019
- 2/2019 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2018
(16A0913-E0195) 11.4.2019
- 3/2019 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Pöytäkirja. Vuosikokous 11.4.2019, Lapland Hotels Bulevardi, Helsinki
(16A0913-E0196) 11.4.2019
- 4/2019 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 31.10.2019
Sokos hotelli Presidentti, Helsinki (16A0913-E0197) 31.10.2019
- 5/2019 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Mustalipeän polttomenetelmät Suomen soodakattiloissa 2018
Esa Vakkilainen, LUT-yliopisto
(16A0913-E0198) 1.11.2019
- 6/2019 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Non-process elements in the recovery cycle of six Finnish kraft pulp mills
Camilla Karlemo, Åbo Akademi
(16A0913-E0199) 1.11.2019
- 7/2019 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Evaluation of three different gas phase chemistry mechanisms for
predicting NO_x emission formation in recovery boilers
Markus Engblom, Åbo Akademi
(16A0913-E0200) 1.11.2019

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY, RAPORTTISARJA

1/2020 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 23.1.2020, esitelmät
Sokos hotelli Lappee, Lappeenranta, UPM-Kymmene Oyj, Kaukaan tehtaat
(16A0913-E0201) 23.1.2020