



A. Tikkanen

20.1.2022

1 (6)

Suomen Soodakattilayhdistys ry

LIPEÄTYÖRYHMÄN KOKOUS 4/2021

AIKA 30.11.2021 klo 14.00 – 15.00

PAIKKA Microsoft Teams

LÄSNÄ

Tuuli Oljakka	Andritz Oy, Helsinki, VPJ
Markus Engblom	Åbo Akademi, Turku
Esa Vakkilainen	LUT-yliopisto, Lappeenranta
Camilla Karlemo	Valmet Technologies Oy, Tampere
Juha Hakala	VTT, Espoo
Teppo Pakarinen	Stora Enso Oy, Varkaus
Kaarina Fagerholm	Eurofins Lactium Oy, Espoo
Antti Tikkanen	AFRY Finland Oy, Vantaa, siht.

Lisäksi Kestoisuustyöryhmästä mukana olivat kohtaa 3.1 kuulemassa

Sanni Yli-Olli	Replico Oy
Jaakko Kangas	Vahinkovakuutusyhtiö If, Espoo
Tero Arvilommi	Stora Enso Sunila, Kotka

JAKELU

Julkaisu: Soodakattilayhdistyksen kotisivulla
Tiedote: Hallitus Yhdyshenkilöt Lipeätyöryhmä
Sihteeristö

1 POISSAOLOILMOITUKSET

Kokoukseen olivat estyneet osallistumasta:

Toni Orava	UPM Kymmene Oyj, Kuusankoski, PJ
Petri Qvintus	AFRY Finland Oy, Vantaa
Janne Mäkelä	Stora Enso Oy, Imatra

2 ASIALISTA

Ei muutoksia.

3 KÄYNNISSÄ OLEVAT PROJEKTIT

3.1 Pulp mill deposit formation and aging – role of intra-deposit alkali chloride transport, Phase 2, Åbo Akademi

Tausta ja tavoite:

Projekti on jatkoa aiemmalle Lipeätyöryhmän toteuttamalle tutkimukselle, missä tutkittiin tuhkakerrostumassa tapahtuvaa kloridi-ionien kulkeutumista näytesondeilla kerättyistä tuhkanäytteistä.

Tämän jälkimmäisen osaprojektin tarkoitus on jatkaa samaa tutkimusta ensimmäisessä osassa kehitettyjen välineiden ja menetelmien avulla. Tämän tutkimuksen merkittävimmät tavoitteet ovat:

- Tuhkakerrostumanäytteiden kerääminen pidemmältä aikaväliltä. Näytteet kerättäisiin neljän ja kahdeksan viikon ikäisistä tuhkakerrostumista.
- Saada dataa näytesondilla, mikä täydentää muuta Åbo Akademiassa käynnissä olevaa tulistinalueen tuhkan tutkimusta. Alla olevassa taulukossa on esitetty Åbo Akademin tutkimuskokonaisuus aiheen ympäriltä.
- Em. tietojen pohjalta arvioida ja tiivistää tähän asti saadut tutkimustulokset tuhkakerrostuman ikääntymisestä

Toteutus:

Näytteenottoa jatkettiin Rauman soodakattilalla. Projektin toteutus oli suunniteltu vuodelle 2020, jolloin se myös valmistuisi, kun näytteenotto- ja seisakkiaikataulusta oli sovittu tehtaan kanssa. Projektista julkaistiin loppuesitys sekä erillinen tutkimusraportti, joka kasasi yhteen myös aiempaa tutkimusta aiheesta. Suomalaisia tuloksia verrattiin myös brasilialaisen tehtaan likakerrostumiin ja pyrki tekemään eroa puulajien välille likakerrostumien kannalta.

Table I. Summary of work so far done in boilers, and how the present proposal fits into overall situation

Boiler	Probe sampling up to one week	Probe sampling up to four weeks	SH deposit samples	ESP ash data for reference
Rauma (CI and K typical of Nordic mills)	Done	<i>This proposal</i>	Received, analysis on-going	Available
Brazil (high CI and K compared to Finnish and Nordic mills)	Desirable, but needs to be agreed upon with mill	Perhaps possible, but not planned at this stage	Received, analysis on-going	Should be possible to obtain

Tilanne:

Markus Engblom piti loppuesityksen (Liite 1) projektista, kuten aiemmin sovittiin. Kokoukseen oli mukaan kutsuttu myös Kestoisuustyöryhmäläiset, sillä aiheen oletettiin kiinnostavan myös heitä.

Projekti saatiin toteutettua onnistuneesti sekä 4 että 8 viikon näytteiden keräilyn osalta. Tulosten perusteella klooripitoisuus kasvaa likakerrostumassa ajan myötä ja näyttää rikastuvan lähemmäs tulistinmateriaalia. Tästä johtuen likakerrostuman paikallinen T_0 -lämpötila on jopa 15 °C pienempi tulistinpinnan lähellä kuin likakerrostuman ulkopinnalla. Tämän voidaan ennakoida lisäävän korroosioriskiä.

Työryhmä katsoi projektin onnistuneen odotetulla tavalla. Koronarajoitusten vuoksi näytesondien asentaminen viivästyi alkuperäisestä suunnitelmasta, mutta ei vaikuttanut muuten työhön. Loppuraportti kasasi hyvin yhteen aiemman ja nykyisen tutkimuksen aiheesta ja tuloksia verrattiin myös muihin tuloksiin.

Sovittiin että Markus ja Roland päivittävät vielä työn viiteluettelon ja lähettävät raportin uudelleen sihteeristölle. Työn katsottiin päättyneen, kun päivitetty raportti on sihteeristöllä.

4 PROJEKTITARJOUS

4.1 Tulistimissa käytettävä lämpötilalisä

Tausta

Uudet sellutehtaat ovat yhä isompia, mikä on johtanut isompiin kattiloihin ja isompiin tulistimiin. Työn tarkoituksena on tutkia oletetun lämpötilamarginaalin vaikutusta suhteessa kattilan kokoon.



Painelaitemitoituksessa tulistimien putkipaksuus riippuu paitsi mitoituspaineesta myös mitoituslämpötilasta. Kattilateollisuudessa perinteisesti käytetään mitoitukseen arvoa, jossa tulistimen keskilämpötilaan lisätään lämpötilamarginaali $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jos toimintalämpötila on suurempi kuin mitoituslämpötila, niin tulistinputket viruvat nopeammin. Onko $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ lämpötilalisä oikea mitoitus kaiken kokoisille kattiloille? Marginaali $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ on peräisin ajalta, kun kattilat olivat kapasiteetiltaan alle 1000 tka/d. Suhteessa nykypäivään, jolloin kattiloiden kapasiteetti voi olla yli 5000 tka/d, etuseinän leveys on kasvanut kolminkertaiseksi. Onko lämpötilaero tulistimen reunoilla vs. keskellä myös noussut koon kasvun myötä?

Toteutus

Projektin toteutus jaettaisiin neljään kokonaisuuteen.

Vaihe I – datan keräys suomalaisista kattiloista n. 1 vuosi (FRBC & LUT)

- Kolme esimerkkitehdasta
- Viimeinen tulistin ja savukaasun suunnassa ensimmäinen tulistin
- Dataa ajon aikana myös eri putkista
- Raportointi ja datan analysointi

Vaihe II – rinnakkaisten putkien koon ja lukumäärän vaikutus n. 6 kk (LUT)

- Laskelmia siitä miten putkimäärä vaikuttaa, tarvittava ruiskutusmäärä?

Vaihe III – CFD mallitus n. 6 kk (ÅA)

- Virtausmallitus perustuen esim. Wisaforestin malliin
- Lämpövirrat keskellä ja reunoilla (erot)

Vaihe IV – miten tuloksia hyödynnetään, loppuraportti (ÅA & LUT)

- Lämpötilajakauma – miten muutamalla mittauksella arvioida jakaumaa
- Miten eri ajo- ja ilmamallit voi aiheuttaa eroja materiaalilämpöihin
- Nuohous- ja ruiskutus yhteistoiminta

Päätös

Sihteeri esitteli tarjouksen (Liite 2) ja tarjouksesta käytiin keskustelua:

- Ensimmäinen vaihe ei aseta ehtoja toiselle vaiheelle. Tärkeää kokonaisuuden kannalta olisi kuitenkin saada tehtaalta mittausdataa, ettei kyseessä ole pelkkä laskentaan perustuva tutkimus
- Sihteeri selvittää lämpötilamittausten paikkoja alustavasti mukaan lupautuneilla tehtailla. Tavoite olisi että brassien kattiloita vastaavat paikat tulisi mukaan
- LUT:sta Aleksi Mankonen tekisi työtä

Työryhmä päätti esittää projektin ensimmäisen ja toisen vaiheen toteutusta hallitukselle.



5 SEURAAVA KOKOUS

Seuraavan vuoden kokoukset sovittiin alustavasti seuraavasti:

Aika: 20.1.2022 klo 09:15–12:00

Vakuudeksi

Antti Tikkanen

**Loppuesitys:
” Pulp mill deposit formation and aging –
role of intra-deposit alkali chloride transport, Phase 2
Åbo Akademi”**



Pulp mill deposit formation and aging – role of intra-deposit alkali chloride transport – Phase 2

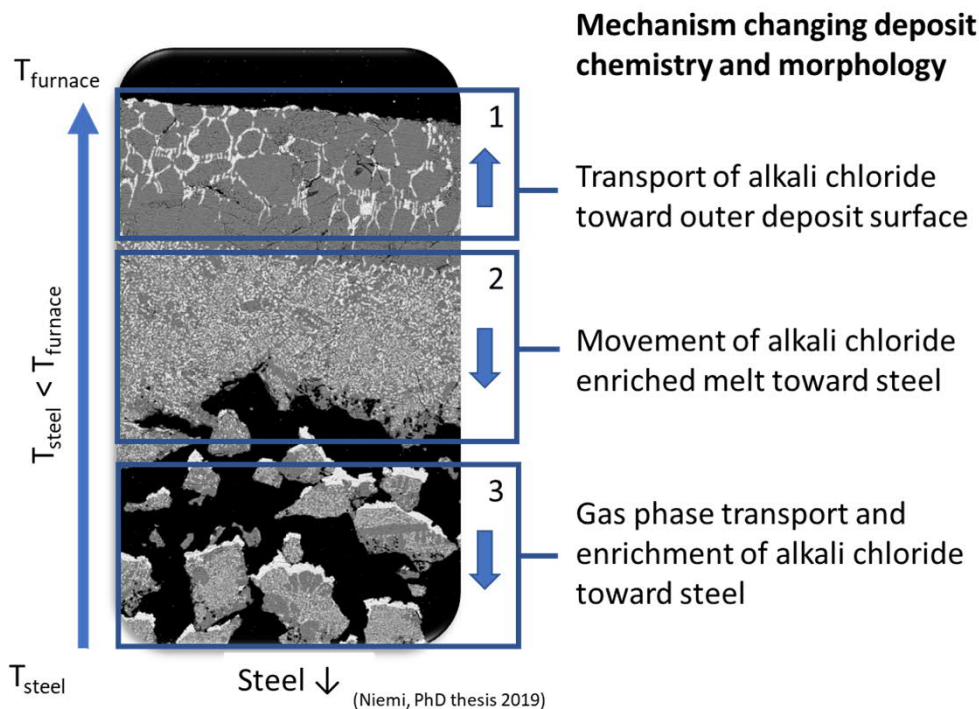
Roland Balint, Tor Laurén, Emil Vainio, Markus Engblom

SKY LTR 30.11.2021



Mechanisms that change deposit morphology and chemistry with time and due to temperature gradient

Laboratory deposit exposed to temperature gradient

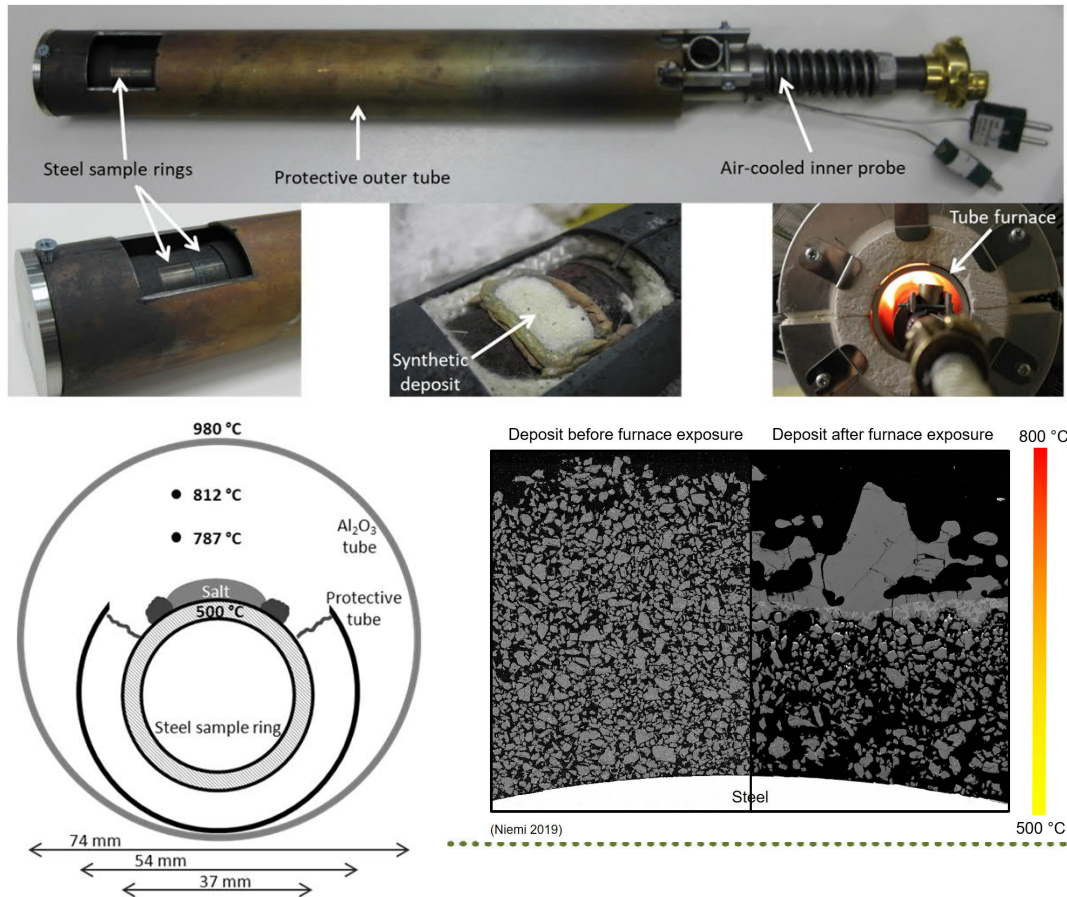


These mechanisms are observed in Brazilian superheater deposits

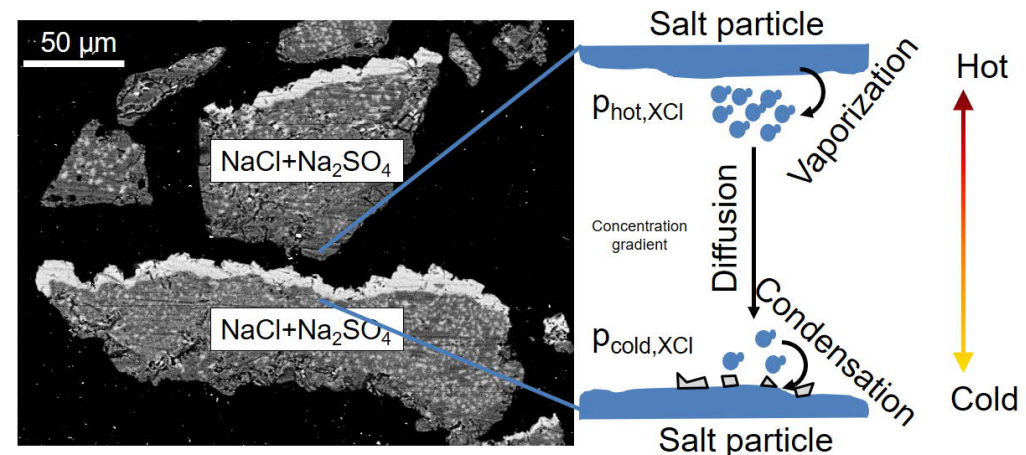
The gas phase alkali chloride transport is observed in SKY project probe samples as well as SH deposit samples from the same Finnish boiler.

(Gas phase alkali chloride transport also seen in Brazilian deposits)

Gas phase transport and enrichment of alkali chlorides toward steel

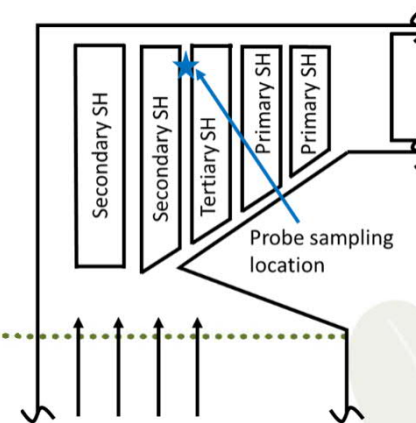
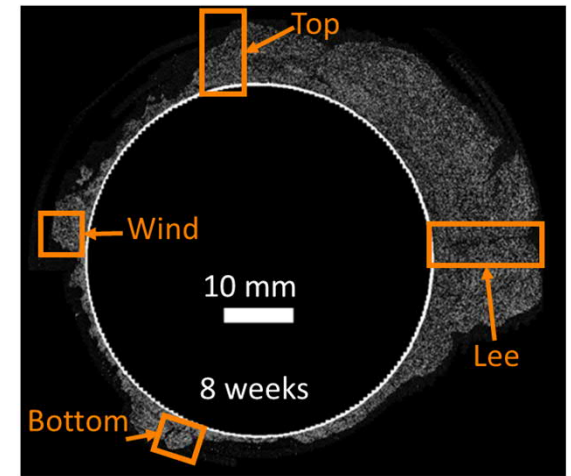
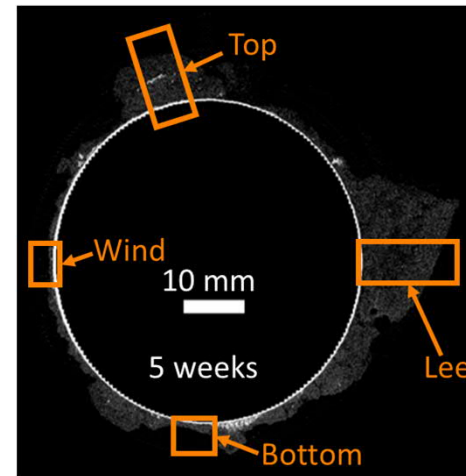


- Temperature gradient induced concentration diffusion
- Moves alkali chlorides toward steel resulting in alkali chloride enrichment toward and onto steel



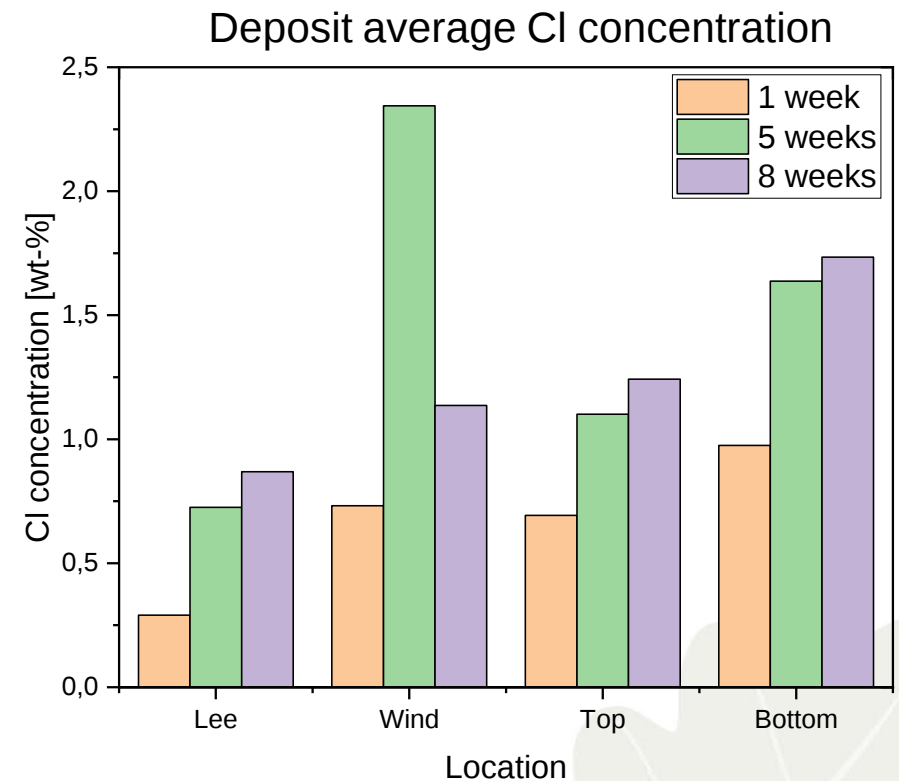
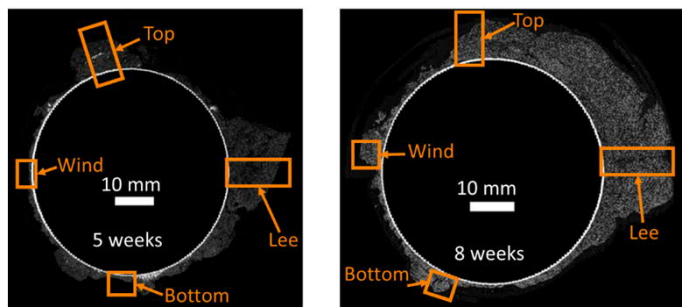
Probe measurements

- Phase 1
 - 1 week measurement
- Phase 2
 - 5 and 8 week measurements



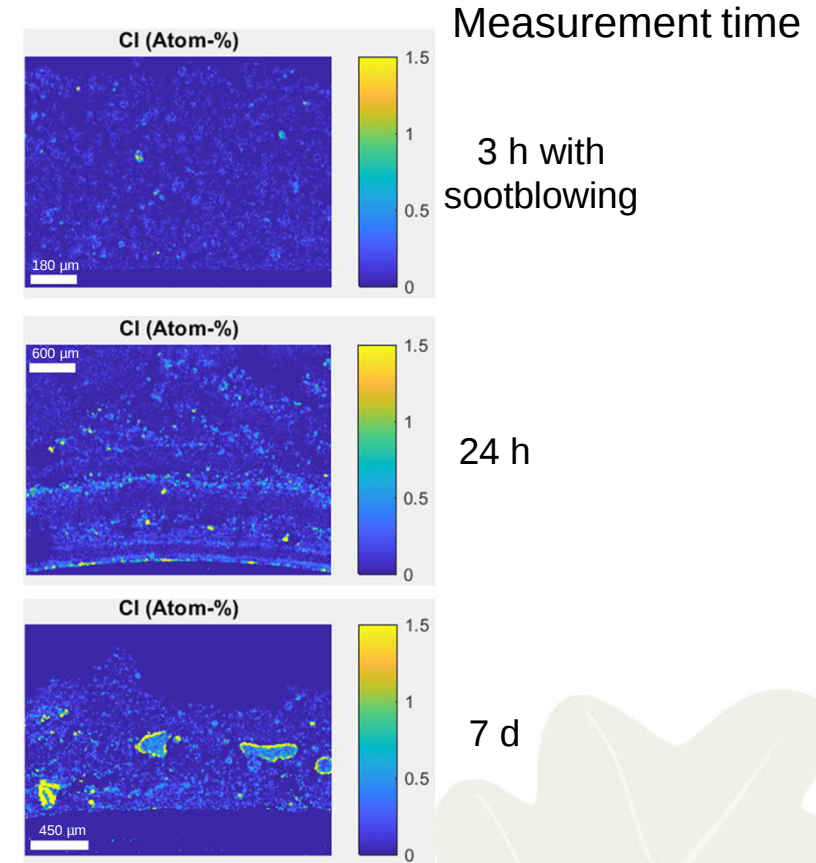
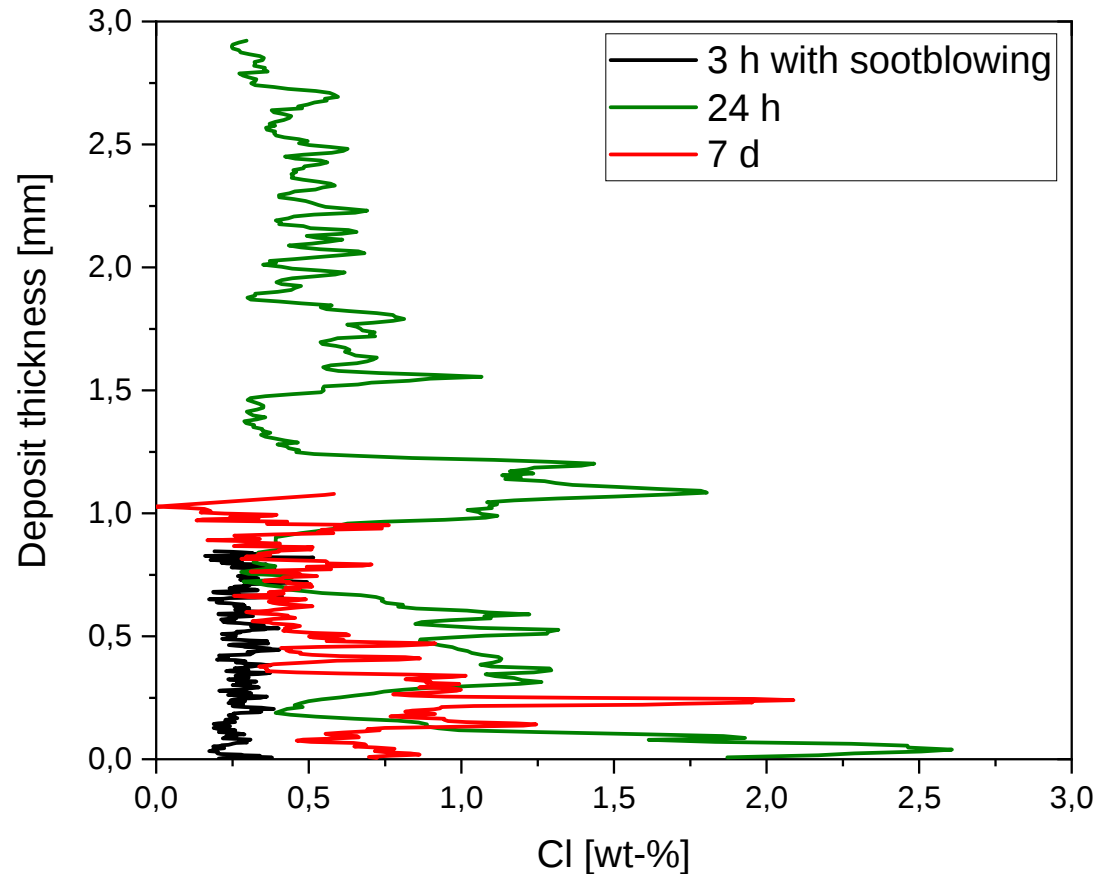
Probe measurements - Results

- Deposit chloride concentration increases with time



1 week measurement is from Phase 1

Phase 1 probe measurements

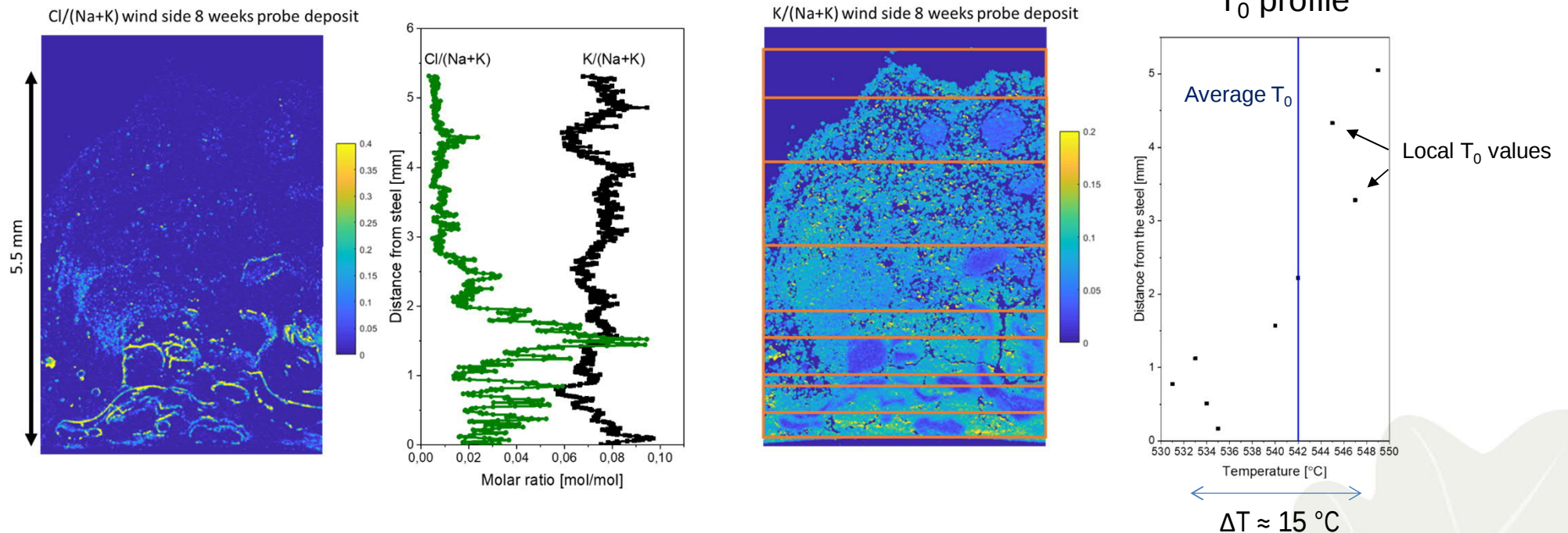


Samples from vind side

The profiles are calculated from maps on right by averaging over the horizontal plane

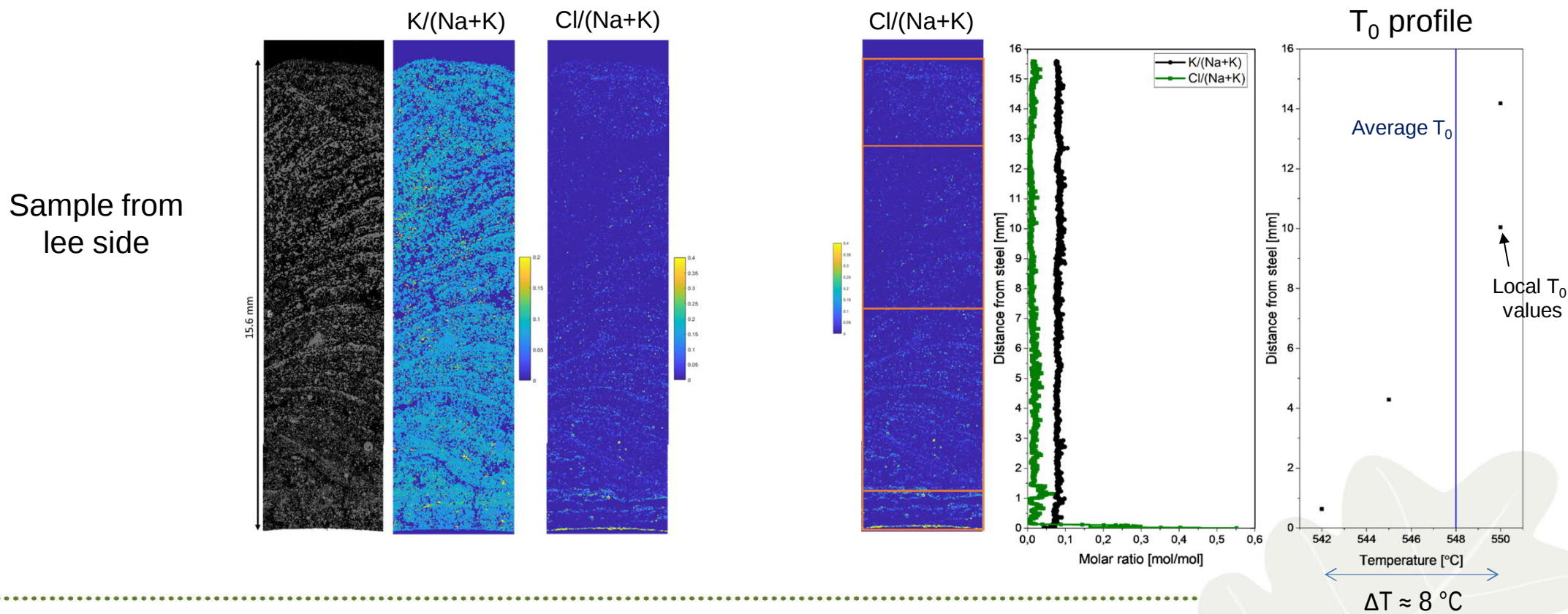
Phase 2 probe results – Deposit T_0 profiles

- Deposit local T_0 is lower toward steel



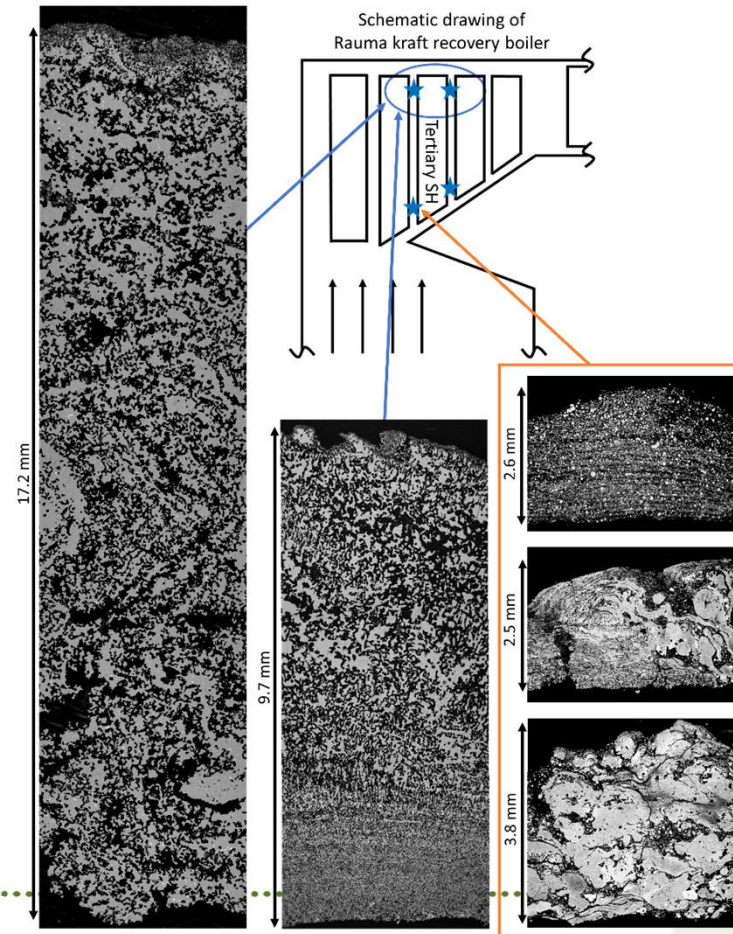
Phase 2 probe results – Deposit T_0 profiles

- Deposit local T_0 is lower toward steel

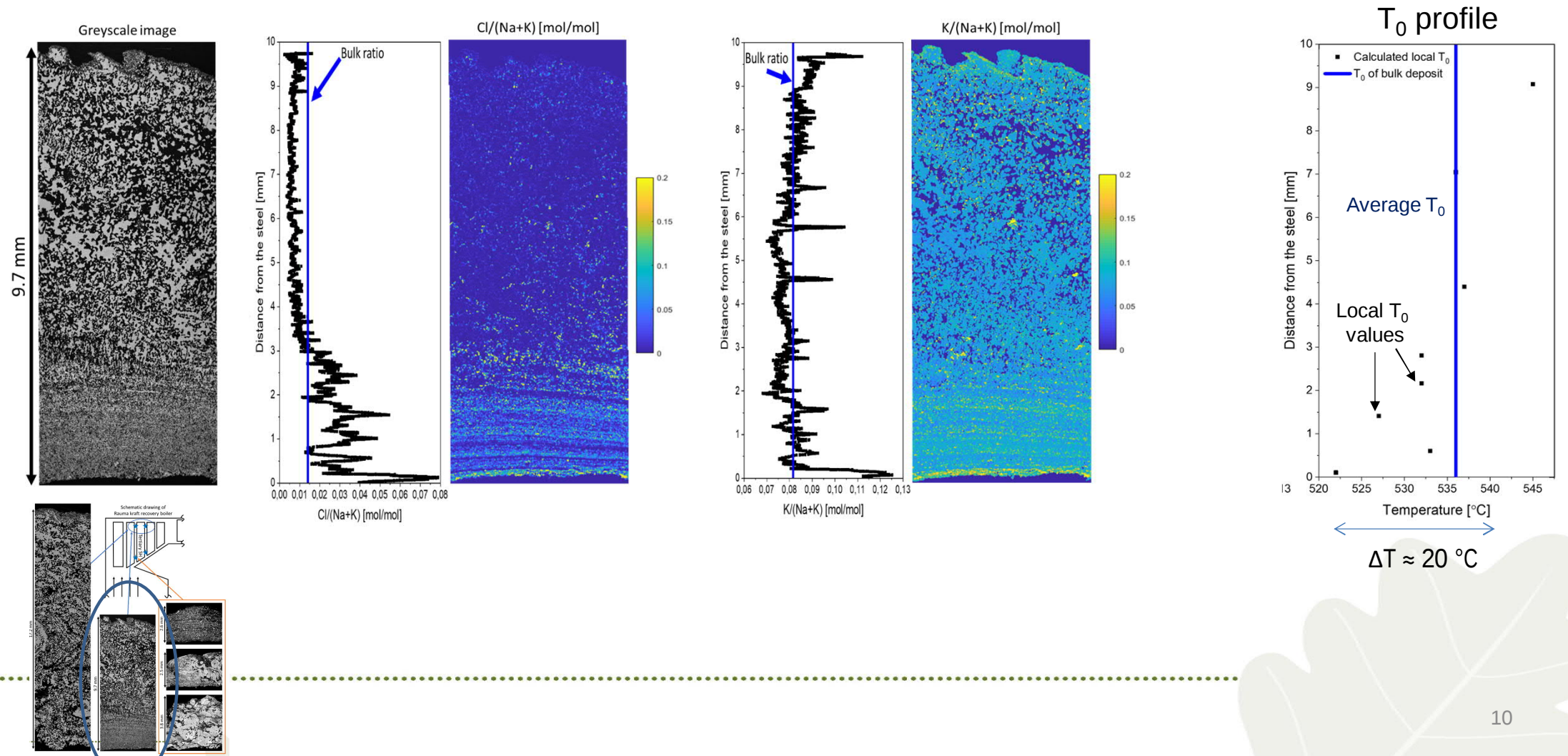


Superheater deposit samples

- In addition to probe samples, deposit samples have been obtained from superheaters
- Superheater samples "only" 1 month old
- Similar observations as with probe samples ("Type 1 deposit")
 - Cl enrichment toward/onto steel
 - Local T_0 lower toward steel
- In addition, in some probe and SH deposits, a Cl depleted region close to steel observed ("Type 2 deposit")
 - Possibly due to sulfation

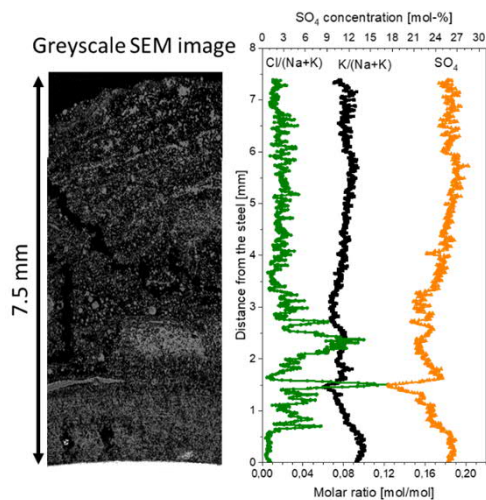


Superheater deposit samples ("Type 1")

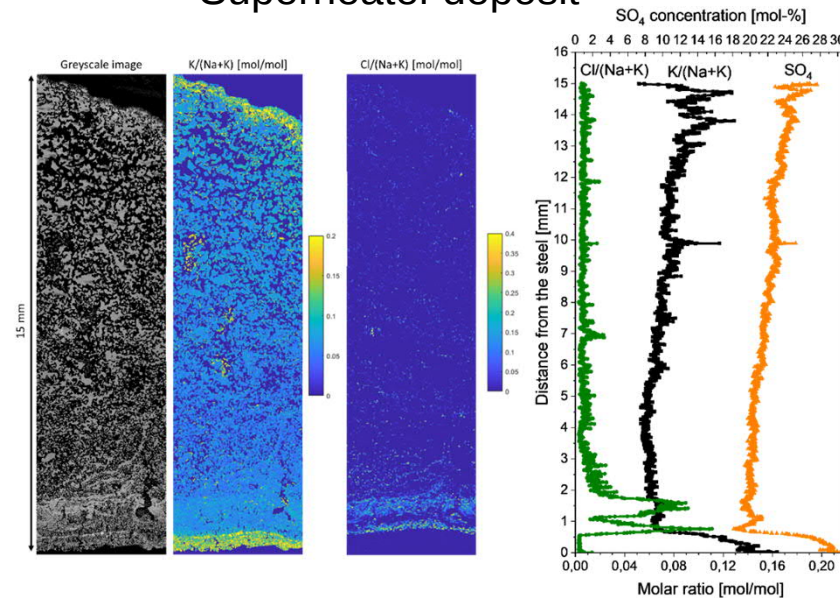


Deposit samples ("Type 2")

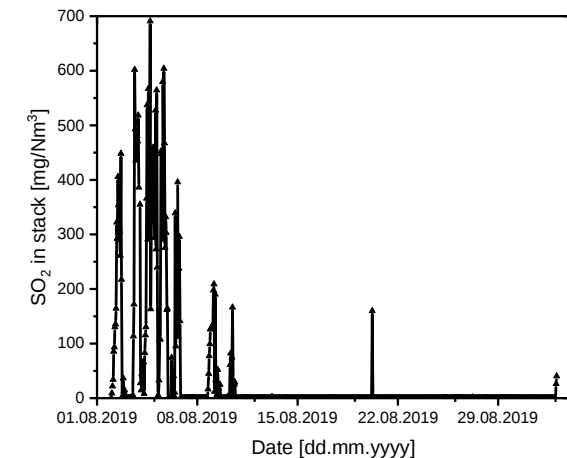
8 week probe deposit



Superheater deposit



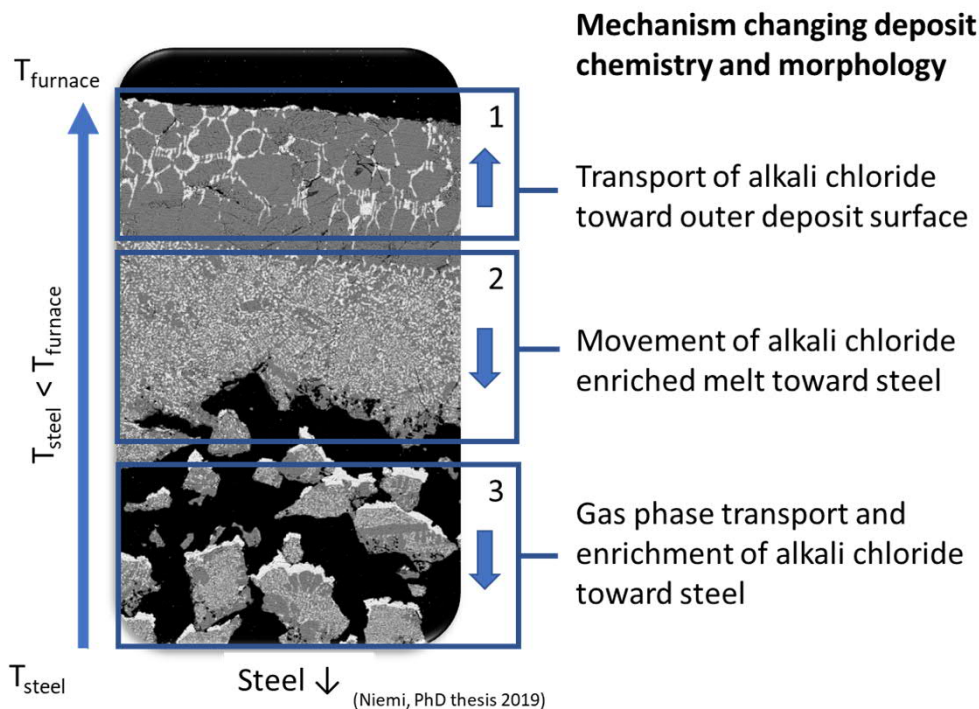
Stack SO_2 during time when superheater deposit in boiler



- In some probe and SH deposits, a Cl depleted region close to steel observed ("Type 2 deposit")
 - Possibly due to sulfation
- Further work needed to understand better

Mechanisms that change deposit morphology and chemistry with time and due to temperature gradient

Laboratory deposit exposed to temperature gradient



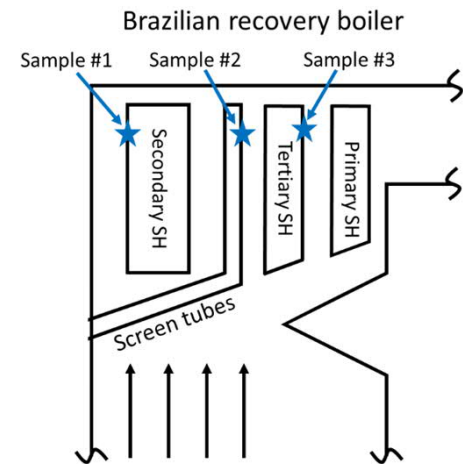
These mechanisms are observed in Brazilian superheater deposits

The gas phase alkali chloride transport is observed in SKY project probe samples as well as SH deposit samples from the same Finnish boiler.

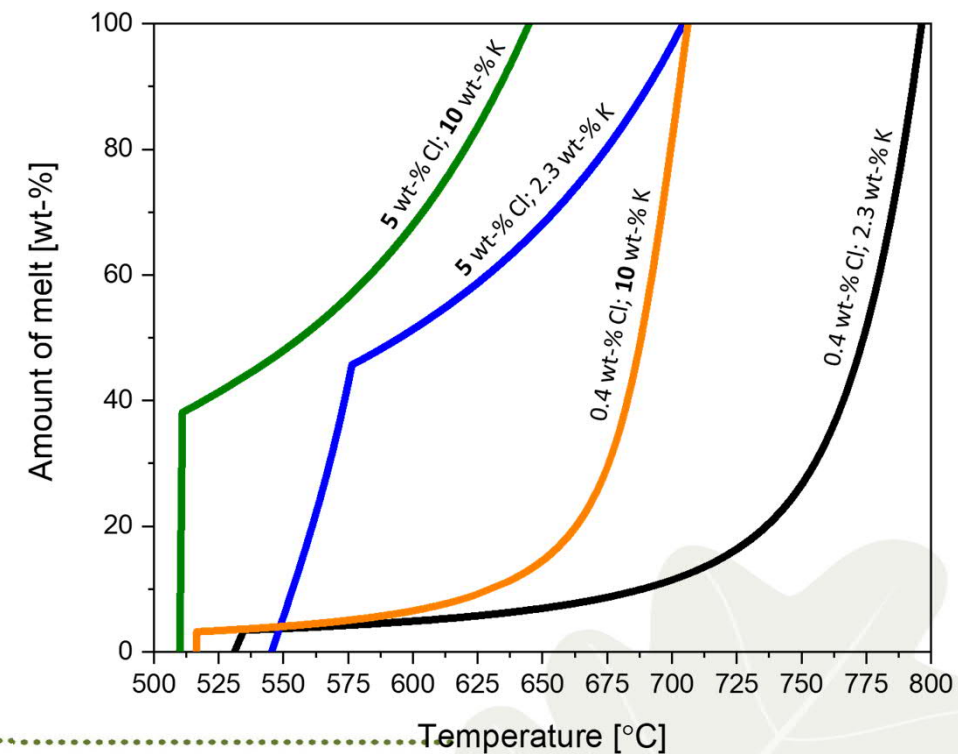
(Gas phase alkali chloride transport also seen in Brazilian deposits)

Brazilian superheater deposits

- Brazilian liquor/deposits higher in Cl
- More melt formed at temperatures relevant for SH region
- The melt that forms has a lower T_0 than the original bulk deposit
- The low- T_0 melt moves toward the steel

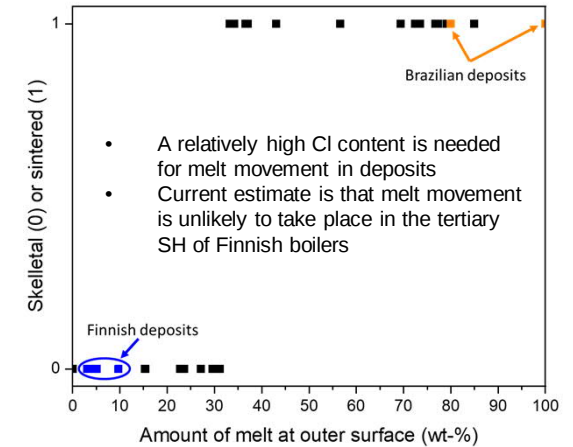
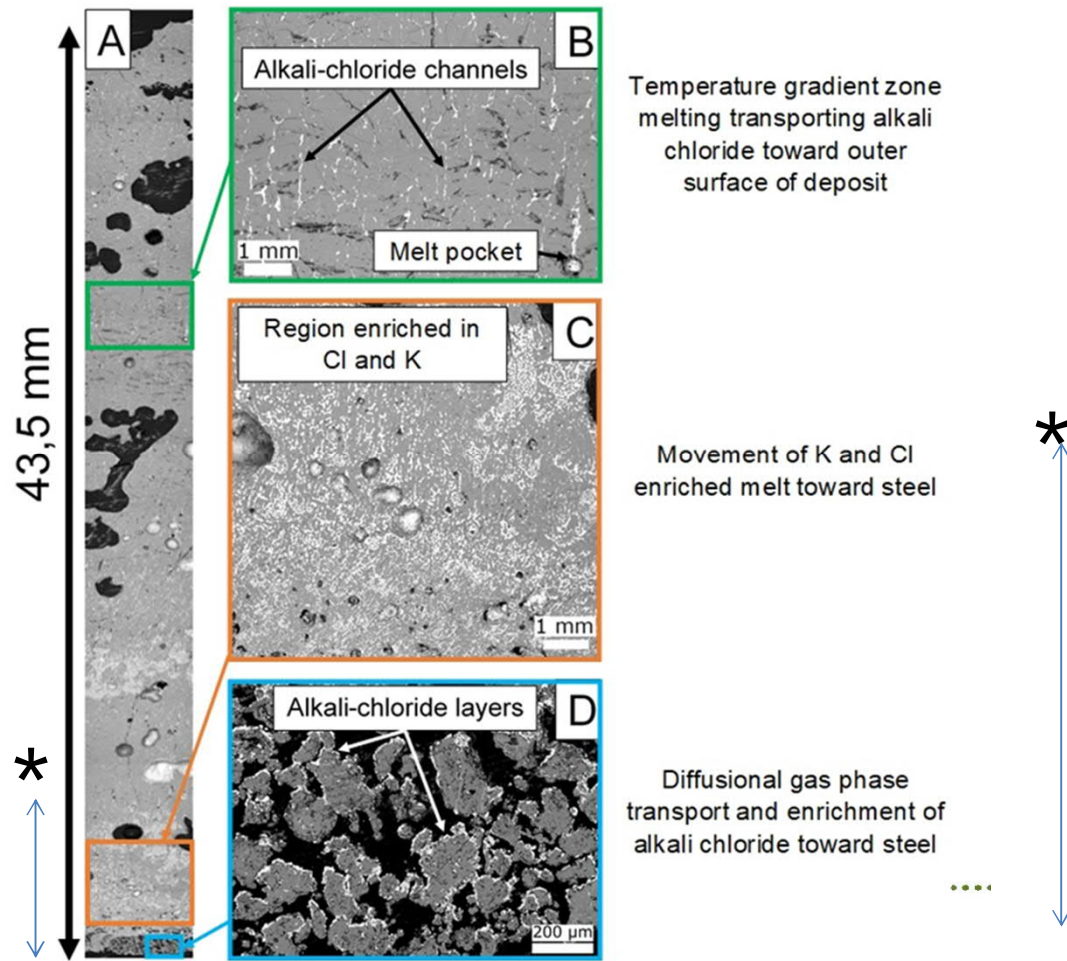


Compound [wt-%]	Brazilian deposits	Finnish deposits
Na	34.4	31.6
K	3.4	4.9
Cl	4.4	0.7
SO ₄	37.5	48.9
CO ₃	20.3	13.9

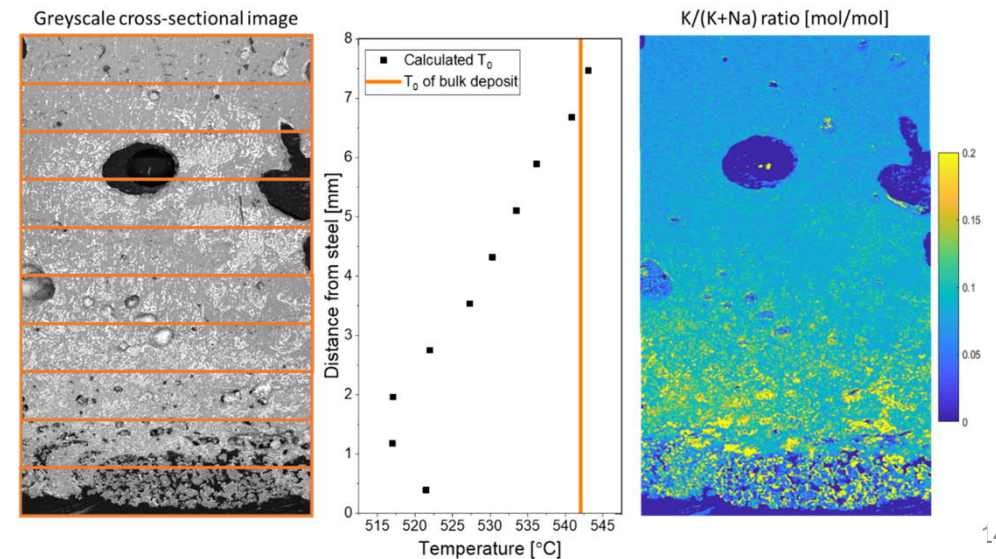


Brazilian superheater deposits

Deposit aging mechanism



Melt with low T_0 moves toward steel



Rauma probe and SH deposits - Conclusions

- 5 and 8 week probe measurements successfully carried out
- Deposit chlorine content increases with time
- Chlorine enrichment toward steel
- Local T_0 within deposit (up to ~ 15 °C) lower toward steel as compared to T_0 at outer parts of the deposit
 - Increased risk of corrosion

Tarjous:

”Tulistimien maksimipintalämpötilalisän muutos kattilan koon funktiona”

PROJEKTIEHDOTUS

Tulistimien maksimipintalämpötilalisän muutos kattilan koon funktiona

Soodakattilayhdistys ry

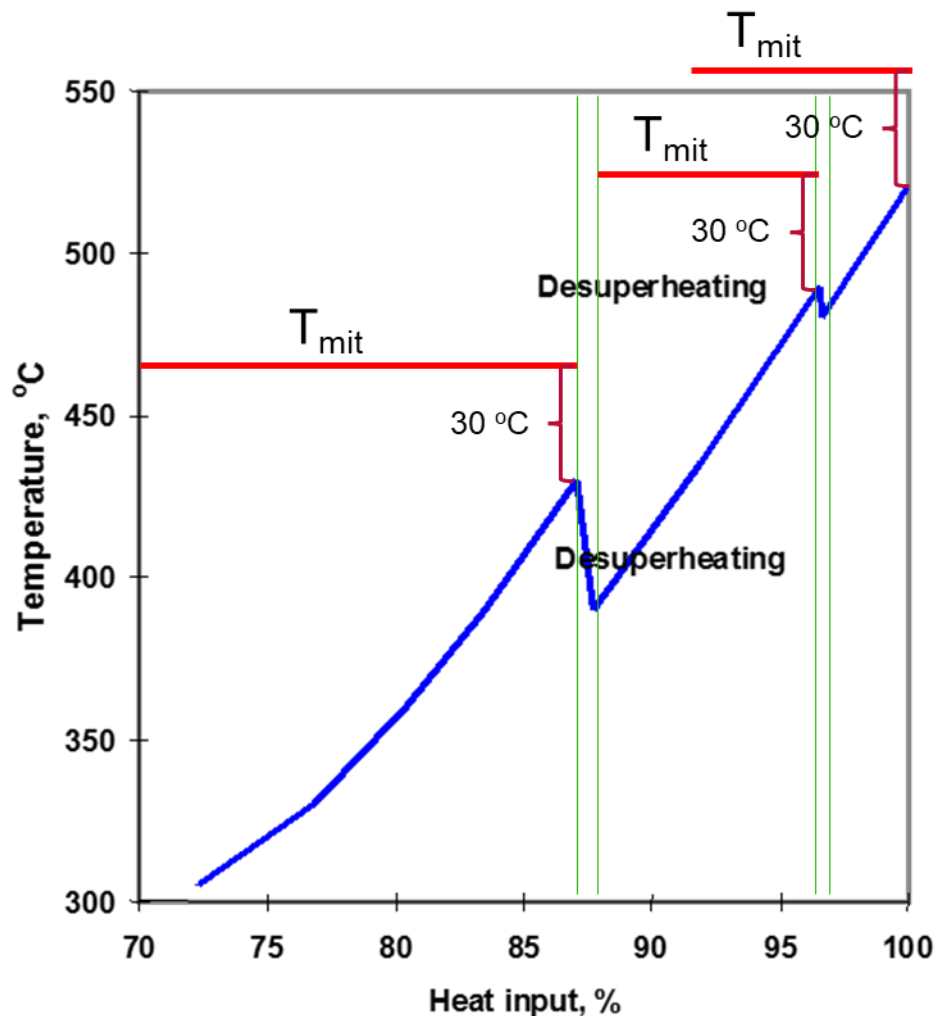
1.2.2022-31.1.2023

LUT Yliopisto
Esa Vakkilainen
Åbo Akademi
Markus Engblom

1

JOHDANTO

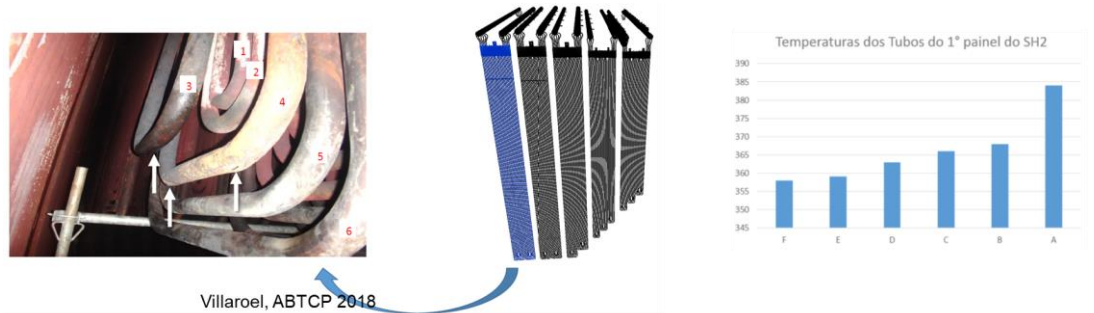
Soodakattiloiden valmistajat käyttävät tulistinmitoituksessaan ohjetta ”Tulistimen maksimipintalämpötila on xxx °C korkeampi kuin keskimääräinen höyryn ulostulolämpötila ko. tulistimesta.



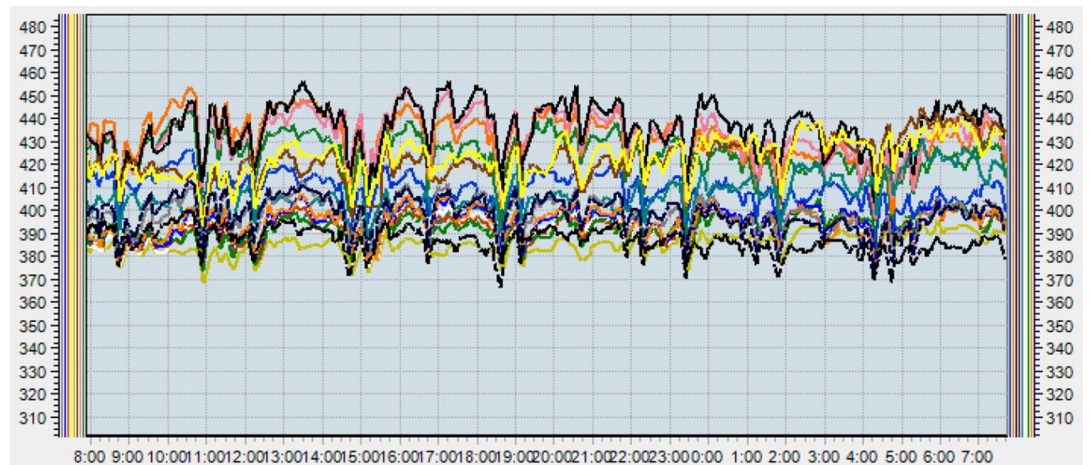
Maksimipintalämpötilaa tarvitaan, kun arvioidaan tulistimen korroosioherkyyttä tai tulistimen painelaitemitoitusta. Jos tulistimen joku putki käy kuumempuna kuin maksimimitoitustilalämpötila, niin on vaara korroosion kasvusta ja siitä että tulistustilalämpötilaa pitää laskea, jotta kattila voi toimia painelaitelupansa mukaisesti. xxx °C on määritelty kokemukseen perustuen, mutta sille on myös painelaitemääräyksissä esitetty arvo ja usein se on kattilakoosta riippumatta 30 °C.

Uusimmissa isoissa soodakattiloissa on tullut esiin että.

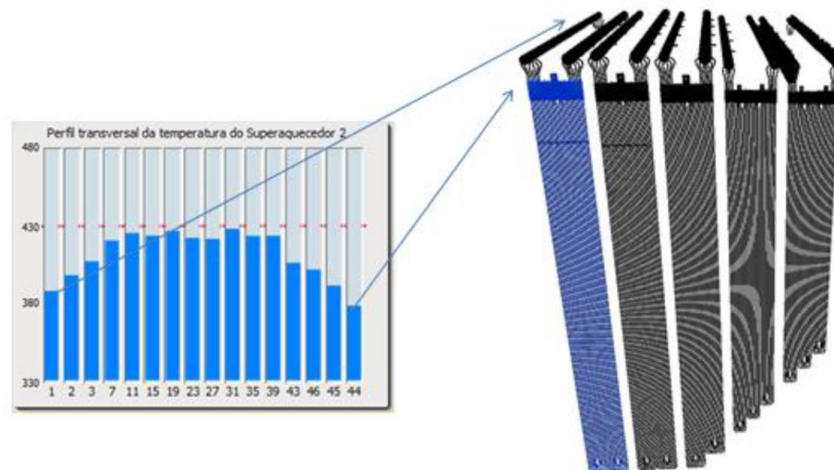
- Kun isossa kattilassa on monta rinnakkaista putkea, niin reunimmainen tulistaa enemmän kuin muut, koska reunimmainen saa säteilylämpöä toisin kuin muut.



- Käynnin aikana tulistus (höyryn lämpötila) voi vaihdella yhdellä putkella n. 370 °C aina 450 °C. Huom. ka. noin 410 °C jolloin vara olisi 50-60 °C, koska putki kuumempi kuin höyry.



- Tulistimen keskellä putket kuumempia kuin reunoissa, koska kattilan keskellä kuumimmat savukaasut. Eli isossa kattilassa tulee iso ero kattilan keskimmäisen ja kattilan reunimmaisten (sivuseinien läheisten) rivien välillä.



Villaroel, ABTCP 2018

- Etuseinän leveys kasvanut kolminkertaiseksi. Onko lämpötilaero reunat – keskellä myös noussut? Onko Kotka (7 m leveä tulistin) sama ero kuin Äki (18 m leveä tulistin)

Siis periaatteessa kylmimmän putken reunimmaisessa paneelissa ja kuumimman putken keskimmaisessa paneelissa välillä on todella iso ero. On selvää, että nykyiset lämpötilalisäohjeet kaipaavat täydennystä ja tarkennusta.

2

TAVOITTEET

Työssä tehdään kartoitus sopivasta lisästä ja ehdotuksia siitä miten ko. lisää voisi pitää kohtuullisena. Lisäksi mietitään, onko erilaisilla tulistintyypeillä, niille tyypillisiä eroja.

Selvitys koostuu:

Vaihe I – datan keräys suomalaisista kattiloista n. 1 vuosi FRBC & LUT

- Kolme esimerkkitehdasta
- Viimeinen tulistin ja savukaasun suunnassa ensimmäinen tulistin
- Dataa ajon aikana myös eri putkista
- Raportointi ja datan analysointi

Vaihe II – rinnakkaisten putkien koon ja lukumäärän vaikutus n. 6 kk LUT

- Laskelmia siitä miten putkimäärä vaikuttaa, tarvittava ruiskutusmäärä?

Vaihe III – CFD mallitus n. 6 kk ÅA

- Virtausmallitus perustuen esim. Wisaforestin malliin
- Lämpövirrat keskellä ja reunoilla (erot)

Vaihe IV – miten tuloksia hyödynnetään, loppuraportti ÅA & LUT

- Lämpötilajakauma – miten muutamalla mittauksella arvioida jakaumaa
- Miten eri ajo- ja ilmamallit voi aiheuttaa eroja materiaalilämpöihin
- Nuohous- ja ruiskutus yhteistoiminta

2.1

Aikataulu

Vaihe I – datan keräys suomalaisista kattiloista n. 1 vuosi 1.2.2022-30.11.2022

Vaihe II – rinnakkaisten putkien koon ja lukumäärän vaikutus n. 6 kk 1.5.2022-30.11.2022

Vaihe III – CFD mallitus n. 6 kk 1.2.2023-30.8.2023

Vaihe IV – miten tuloksia hyödynnetään, loppuraportti 1.9.2023-30.11.2023

3 RAPORTOINTI JA AIKATAULU

3.1 Raportti

Työn loppuraportti kirjoitetaan suomeksi. Työstä raportoidaan sen kestäessä Suomen Soodakattilayhdistykselle sen haluamalla tavalla.

3.2 Tehtaat

Projektista on alustavasti keskusteltu merkittävän määrän yhdistyksen jäsenetehtaita kanssa ja periaatteellista hyväksyntää eri tehdasryhmiltä projektiin osallistumisesta on saatu.

3.3 Aikataulu

Projekti aloitetaan heti kun sen sisältö, toteutustapa ja aikataulu on sovittu. LUT-yliopisto Energiatekniikka on valmis aloittamaan heti, kun Soodakattilayhdistys on saanut aikaan asiaa koskevan päätöksen.

Raportti vaiheista I&II valmistuu vuoden päästä aloituksesta.

Raportti vaiheista III&IV valmistuu kahden vuoden päästä aloituksesta.

4 RESURSSIT JA YHTEISTYÖ MUIDEN KANSSA

Projektin organisaatio

Projektin vastuullinen johtaja (LUT): Esa Vakkilainen

Projektin vastuullinen johtaja (ÅA): Markus Engblom

5 KUSTANNUSARVIO JA RAHOITUSSUUNNITELMA

Projektin kokonaiskustannus on 83 000 euroa (ilman liikevaihtoveroa).

Tämä ei sisällä erityisiä tehdaskuluja. Projektin raportin painatuksesta vastaa Soodakattilayhdistys.

5.1 **Projekti kustannuserittely (vain LUT ja ÄÄ kustannukset)**

Vaihe I – datan keräys suomalaisista kattiloista 10 000 €

Vaihe II – rinnakkaisten putkien koon ja lukumäärän vaikutus 32 000 €

Vaihe III – CFD mallitus pieni ja iso kattila n. 32 000 €

Vaihe IV – miten tuloksia hyödynnetään, loppuraportti 8 000 €



Esa Vakkilainen