

Raportti

Yhteyshenkilö

Markus Nieminen

Jaakko Tiainen

Puhelin

+358 10 33 22525 (M. Nieminen)

+358 45 124 9261 (J. Tiainen)

Sähköposti

markus.nieminen@afry.com

jaakko.tiainen@afry.com

Pvm

30/10/2024

Projekti

101026151-001

Suomen soodakattilat - tuhkan koostumus ja määrä eri kuormatilanteissa – OSA 1

Esipuhe

Soodakattilayhdistys on tilannut AFRY Finland Oy:ltä haastattelututkimuksen aiheesta "Suomen Soodakattilat, tuhkan koostumus ja määrä eri kuormatilanteissa". Tavoitteena oli saada kattava katsaus tehtaiden tilanteesta mahdollisen tuhkaongelman ja siihen liittyvien tekijöiden jatkotutkimustarpeen arvioimiseksi.

Työ on tehty Lipeätyöryhmän aktiivisessa ohjauksessa. Lämpimät kiitokset koko työryhmälle valaisevista keskusteluista ja asiantuntevista neuvoista työn aikana.

Vantaa, 30.10.2024

AFRY Finland Oy

Markus Nieminen

Jaakko Tiainen

Tuija Vartia

Raportti

Sisällys

1	Johdanto.....	3
2	Haastattelukysymykset.....	3
3	Haastatteluiden tulokset	4
3.1	Tulistin	4
3.2	Keittopinta	5
3.3	Ekonomaiseri	5
3.4	Savukaasukanava ja sähkösuotimet.....	6
4	Haastatteluissa kerätty tieto soodakattiloista.....	7
5	Yhteenveto haastattelun tuloksista	7
6	Haastattelukysymyksiä projektin osaa 2 varten.....	9

Raportti

1 Johdanto

Tämä projekti on ensimmäinen osa Soodakattilayhdistyksen projektia, jonka tavoitteena on tutkia ja analysoida soodakattilan likaantumista, erityisesti savukaasukanavistossa sijaitsevan hanhenkaulan likaantumista.

Yksi syy soodakattiloiden suunnittelemattomille käyttökeskeytyksille on lentotuhkasta johtuva lämpöpintojen likaantuminen ja lopulta tukkeutuminen. Lisäksi isot tuhkakerrostumat voivat pudota kerralla alas rikkoen esimerkiksi putkistoa tai sähkösuodatinta.

Tässä projektin ensimmäisessä osassa kartoitettiin Suomalaisten soodakattiloiden likaantumista haastatteleamalla tehtaiden Soodakattilayhdistyksen yhdyshenkilöiltä. Haastatteluiden tavoitteena oli selvittää missä kohdissa soodakattilaa ja savukaasukanavistoa likaantumista ilmenee. Raportti perustuu haastatteluissa kerättyihin tietoihin. Yhdyshenkilöiden haastattelut suoritettiin elo- ja syyskuun aikana 2024.

2 Haastattelukysymykset

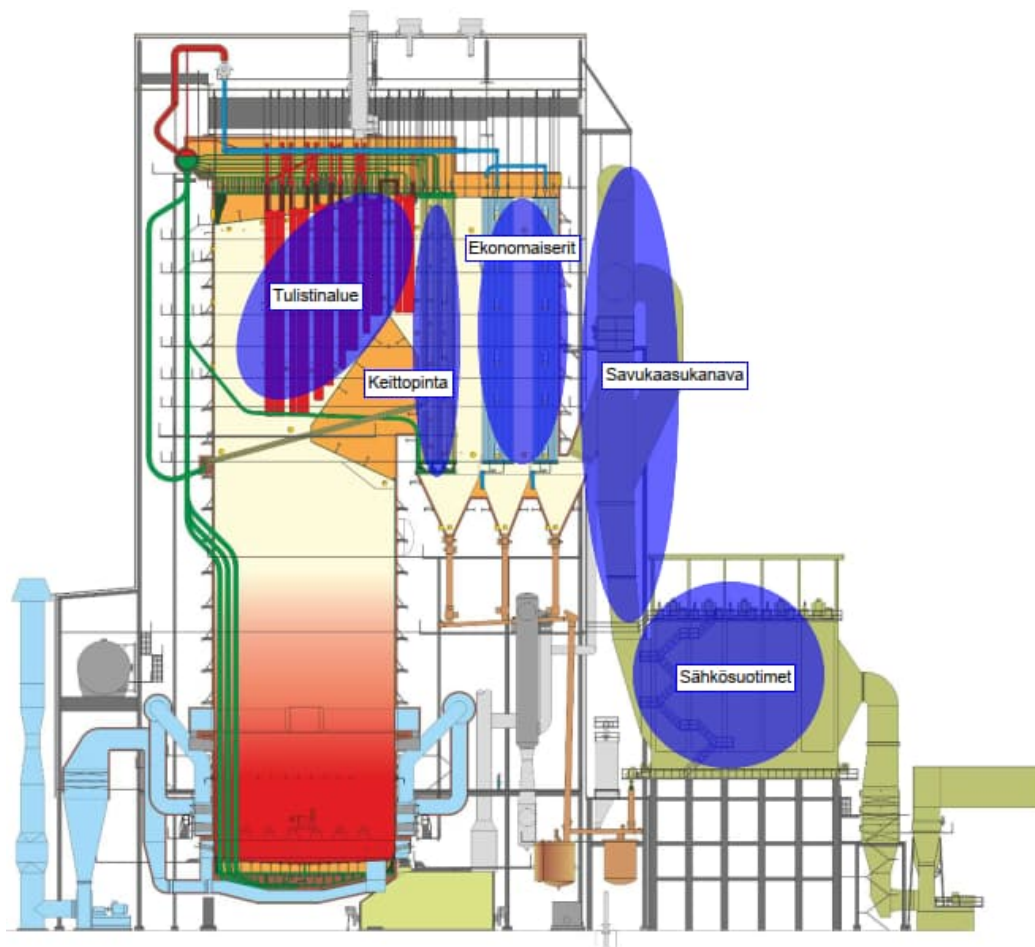
Alla on listattu haastatteluissa käytetyt kysymykset:

1. Mitkä kohdat kattilassa/savukaasukanavistossa likaantuvat? Likaantumiskohdat merkitään soodakattilan poikkileikkauskuvaan.
2. Kauanko ongelma on ollut ja milloin se on ilmaantunut?
3. Onko likaantumiskohtia, kuten hanhenkaulaa kuvattu?
4. Onko ollut ylimääräistä puhdistustarvetta (mekaaninen tai/ja pesu)?
5. Onko likaantumisongelmia yritetty korjata ja millaisia tuloksia toimenpiteillä on saatu?
6. Rajoittaako likaantumisongelma tuotantoa?
7. Soodakattilan polttoliipeäkuorma (virgin) ja kuiva-aine (virgin)?
8. Muut polttoaineet?
9. Savukaasun lämpötila ja lämpötilamittauksen sijainti?
10. Syöttöveden lämpötila?
11. K-pitoisuus (jos tiedossa ja mistä mitattu)?
12. Cl-pitoisuus (jos tiedossa ja mistä mitattu)?
13. Muuta huomioitavaa/poikkeavaa soodakattilasta/ajotavoista?

Raportti

3 Haastatteluiden tulokset

Haastatteluissa ilmenneet likaantumiskohdat on tässä raportissa jaettu neljäksi eri alueeksi: tulistin, keittopinta, ekonomaiserit, sekä savukaasukanava/sähkösuotimet, kuva 1.



Kuva 1. Soodakattilan likaantumiskohtien jaottelu

3.1 Tulistin

Viisi tehdasta (B, E, H, I ja J) raportoi, että heillä on aikaisemmin ollut haasteita tulistimien likaantumisen (carry-over) kanssa mutta nyt likaantuminen on saatu hallintaan. Tehtaat ovat tehneet muutoksia soodakattilan ajomalliin (polttolipeän ruiskutusparametreihin ja ilmanjakoon). Tehtaalla I soodakattilan nokkaa on typistetty ja tehtaalla B polttolipeän laatu on tasaisempi johtuen mäntyöljylaitoksen saannon parantumisesta (polttolipeässä oleva suopa häiritsee polton ohjausta).

Lisäksi kahdella tehtaalla (E ja J) on aikaisemmin syntynyt tukkeumaa (kami) kattilan etuseinän ylänurkkaan. Pudotessaan isot kamit ovat taivuttaneet/rikkoneet verhoputkia.

Raportti

Molemmilla tehtailla on lisätty nuohoimet likaantuvalla alueella ja tehtaalla E on muutettu lisäksi ilmajakoa, jolloin kamin muodostus on vähentynyt.

3.2 Keittopinta

Kolme tehdasta (C, H, I) raportoivat, että heillä on haasteita keittopinnan likaantumisen kanssa. Tehtailla likaantumisongelmaa on pyritty välttämään lisäämällä nuohoimia keittopinnoille. Lisätyt nuohoimet ovat vähentäneet keittopinnan tukkeutumista, mutta pitkään ajettaessa suurella kattilakuormalla keittopinta tukkeutuu.

Keittopinnan likaantumisongelma ei rajoita tehtaiden tuotantoa. Tehtaalla H suoritetaan kuitenkin soodakattilan suunniteltu vesipesu noin 12 kk välein likaantumisesta johtuen (kattilan tarkastusväli on 24 kk).

Lisäksi kaksi tehdasta (A ja B) raportoivat keittopinnan likaantumisen olleen aikaisemmin haasteena. Tehtaalla A on tapahtunut tuhkan sintraantumista keittopinnalle, kun pH on ollut alle 10. Tehtaalla B keittopinnan likaantuminen vähentyi, kun mäntyöljylaitoksen saanto parantui.

3.3 Ekonomaiseri

Kolmella tehtaalla (B, C ja J) raportoitiin likaantumisongelmista ekonomaisereilla (eko). Likaantuvat kohdat ovat varsinkin ekojen sisään- ja ulostulot, joissa virtausnopeus kasvaa, mutta myös tasaisesta likaantumisesta ja ekossa olevaan ulkonevaan lenkkiin kertyvästä tuhkasta raportoitiin. Tehdas B kertoi, että ekot puhdistuvat luonnollisella kuorman vaihtelulla, jossa lämpötila vaihtelee ja tuhka irtoaa lämpöpinnoilta. Tehtaalla C on tehty muutoksia ekojen nuohoukseen, mikä on auttanut vähentämään likaantumista, mutta suurella kattilakuormalla pitkään ajettaessa ilmenee tukkeutumista. Tehtaalla J likaantumisen syyksi on myös epäilty, että nuohous ei ole ollut riittävää.

Myös tehtaalla I ekojen likaantuminen on ollut aiemmin ongelmana, mutta se on vähentynyt nuohoinparin lisäyksellä.

Kolme tehdasta (A, B ja C) raportoivat ekonomaisereiden ja keittopinnan alapuolella olevien suppiloiden likaantumisesta. Tehtaalla A viimeiseen suppilon laidoille ennen savukaasukanavaa kertyy tuhkaa sähkösuodattimen vinokuorman takia. Suppilo on mitoiltaan liian leveä ja sähkösuotimille on epäsymmetrinen imu niiden kokoerojen takia, minkä takia savukaasun virtaus suppilossa aiheuttaa tuhkan kertymistä sen laidoille. Tehtaalla C suppilot tukkeutuvat keittopinnalta ja ekonomaisereilta putoavasta kamista. Kamien aiheuttamien tukkeutumisten estämiseksi suppiloihin on asennettu tärytinvasarat.

Raportti

3.4 Savukaasukanava ja sähkösuotimet

Tehtaat B ja C raportoivat, että savukaasukanavan likaantuminen vaatii toimenpiteitä ajojakson aikana.

Tehtaalla B haasteena on ekonomaiseri 1 jälkeen tuleva savukaasukanavan mutka ns. hanhenkaula. Kyseisessä kohdassa kanava kääntyy ja kapenee (savukaasun virtausnopeus kasvaa). Tukkeutunut kanava avataan räjäytyspuhdistuksella ajojakson aikana tai viimeistään ennen huoltoseisokkia. Mikäli kanavaa ei puhdisteta ennen huoltoseisokkia suuri määrä tuhkaa romahtaa hallitsemattomasti tukkien tuhkasuppilot mahdollisesti vaurioittaen niitä. Hallitsemattomasti putoava tuhka on myös vaaraksi huoltotyöntekijöille.

Tehtaalla C haasteena on tuhkan kertyminen savukaasukanavan yläosan mutkaan, jossa kanava menee ylös ja tulee sitten alas. Tuhkan kertymisen ehkäisemiseksi kanavaan on asennettu ääninuohous, mutta ei ole ollut tarpeeksi tehokas estämään tuhkakasan muodostumista ajojakson aikana. Tukkeutunut kanava avataan räjäytyspuhdistuksella.

Lisäksi neljä tehdasta (D, F, G, I) kertoi tuhkan kertymisestä savukaasukanavaan mutta se ei ole vaikuttanut soodakattilan käytettävyyteen. Ainoa toimenpide on ollut puhdistus ennen huoltoseisokkia. Likaantumista on havaittu kohdissa, joissa savukaasun virtauksen suunta muuttuu tai kanavassa on pintoja joihin tuhka voi kasaantua, kuten savukaasukanavan poikkipalkit (tehdas F), savukaasun ohjauspellit (tehdas G) ja savukaasukanavan yläosassa oleva mutka (tehdas D).

Kolmella tehtaalla (A, B, G) raportoitiin likaantumista sähkösuotimen sisääntulon liuskassa tai tuloverhoissa, joiden tarkoitus on saada tasainen virtaus sähkösuodattimeen. Likaantumista hallitaan kolistelemalla paineilmavasaroilla.

Raportti

4 Haastatteluissa kerätty tieto soodakattiloista

Haastatteluissa selvitettiin myös soodakattiloiden taustatietoja, mukaan lukien kalium- ja klooripitoisuudet. Taulukko 1 on esitetty tehtaiden raportoimat (lihavoidut) pitoisuudet, jotka on mitattu joko polttolipeästä tai lentotuhkasta. Karkean vertailun vuoksi, tehtaiden ilmoittamat pitoisuudet muunnettu mustalipeästä lentotuhkaan käyttämällä kaliumille rikastumiskerrointa $2,5 \text{ K-}\%_{\text{lentotuhka}}/\text{K-}\%_{\text{mustalipeä}}$ ja kloorille kerrointa $4 \text{ Cl-}\%_{\text{lentotuhka}}/\text{Cl-}\%_{\text{mustalipeä}}$. Vertailussa on kuitenkin huomioitava että rikastumiskerroin vaihtelee tehdaskohtaisesti ja soodakattilan likaantumiseen/korroosioon vaikuttavat Cl- ja K-pitoisuudet ovat myös tehdaskohtaisia ja siihen vaikuttaa mm. tuorehöyryn arvot ja valitut tulistinmateriaalit.

Taulukko 1. Soodakattiloiden K- ja Cl-pitoisuudet polttolipeässä ja lentotuhkassa. Tehtaiden raportoimat luvut ovat lihavoiduina.

Tehdas	K-pitoisuus [%]		Cl-pitoisuus [%]	
	Polttolipeä	Lentotuhka	Polttolipeä	Lentotuhka
A	1,41	2,81	0,15	0,60
B	1,85	3,70	0,15	0,59
C	1,25–1,35	2,50–2,70	0,38–0,60	1,50–2,40
D	1,10	2,20	0,69	2,77
E	2,25	4,50	0,16	0,63
F	1,90	3,80	0,15	0,76
G	2,18	4,36	0,27	1,35
H	2,70	5,40	0,13	0,65
I	2,87	5,74	0,24	1,20
J	4,20	8,40	0,61	3,03
K	1,90–2,90	3,80–5,80	0,01–0,08	0,05–0,32

5 Yhteenveto haastattelun tuloksista

Haastatteluiden perusteella soodakattiloiden likaantuminen/tukkeutuminen ei tällä hetkellä ole säännöllinen ongelma, joka johtaisi suunnittelemattomiin käyttökeskeytyksiin.

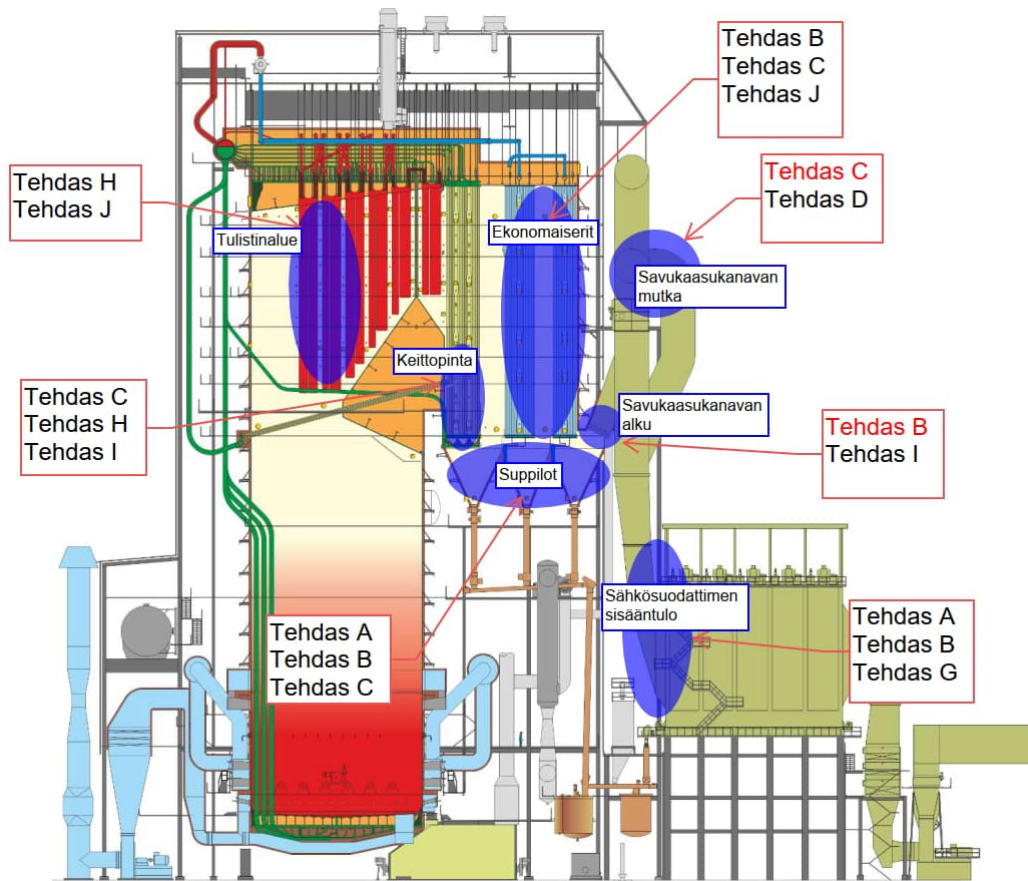
Ne tehtaot, joilla lämpöpintojen likaantuminen ja lopulta tukkeutuminen on ollut aikaisemmin haasteena, ovat ratkaisseet asian tekemällä muutoksia soodakattilan ajomalliin esimerkiksi polttolipeän ruiskutusparametreihin, nuohousjärjestykseen sekä ilmanjakoon ja kiinnittämällä huomiota polttolipeän laadun tasaisuuteen. Yleisesti käytetty keino on ollut nuohouksen parantaminen/kunnossapito sekä nuohoimien lisääminen. Lisäksi osalla tehtaista soodakattilan kuormitus oli haastatteluhetkellä

Raportti

aikaisempaa matalampi (ei ole ajettu jatkuvasti ylikuormassa) joka osaltaan vähentää likaantumista.

Savukaasukanavassa likaantumista ilmeni kohdissa, jossa virtauksen suunta tai kanavan geometria muuttuu. Ratkaisuna tehtailla on käytetty tukkeuman poistamista räjäytyspuhdistuksella ajojakson aikana tai viimeistään ennen huoltoseisokkia. Savukaasukanava täytyy puhdistaa ennen huoltoseisokkia koska pudotessaan suuri määrä tuhkaan voi aiheuttaa vauriota kanavalle/sähkösuodattimille sekä vaaratilanteita huoltotyöntekijöille. Muutamalla tehtaalla tuhkan kerääntymistä kanavan ongelmakohtiin on pyritty ehkäisemään ääninuohouksella.

Kuvassa 2 on esitetty kattilan ja savukaasukanaviston kohdat, jotka likaantuvat. Punaisella värillä on korostettu tehtaat, joilla on erityinen haaste tukkeutumisen kanssa.



Kuva 2. Kattilan ja savukaasukanaviston kohdat, joissa esiintyy likaantumista haastatteluhetkellä.

Raportti

6 Haastattelukysymyksiä projektin osaa 2 varten

Haastattelututkimuksen aikana esille nousi myös asioita, joita ei ollut alun perin otettu haastatteluihin mukaan. Alle on listattu asioita tai haastattelukysymyksiä, joita voisi hyödyntää vastaavassa tutkimuksessa tai tämän projektin seuraavissa vaiheissa.

- K-pitoisuus mitattuna sekä polttolipeästä että lentotuhkasta
- Cl-pitoisuus mitattuna sekä polttolipeästä että lentotuhkasta
- Onko käytössä kalium/kloori erotusprosessi, onko sen toiminnassa haasteita
- Soodakattilan ajojakson pituus
- Mustalipeän ylempi lämpöarvo
- Soodakattilan reduktio
- Sähkösuotimen tuhkan pH ja karbonaattipitoisuus
- Sulfiditeetti ja sen vaihteluväli