



M Nieminen

19.4.2017

1(3)

Suomen Soodakattilayhdistys ry

KESTOISUUSTYÖRYHMÄN KOKOUS 2/2017

AIKA: 2.2.2017 klo 9.30 – 10.30

PAIKKA: Skype

OSALLISTUJAT:

Reijo Hukkanen	Stora Enso Oyj, Oulun tehdas, PJ
Markus Nieminen	Pöyry Finland Oy, Vantaa, siht.
Taisto Rajala	Valmet Technologies Oy, Tampere
Johanna Tuiremo	Inspecta Oy
Kalle Kostamo	Metsä Fibre Oy, Kemi
Sanni Yli-Olli	VTT
Seppo Uosukainen	VTT
Eija Liikola	Stora Enso Oyj, Heinola
Tony Puikkonen	Andritz Oy, Varkaus
Tatu Pekkarinen	Caverion Industrial Oy

LIITE 1

VTT: Äänen käyttäytyminen soodakattiloiden ääninuohouksessa – tutkimussuunnitelma
7.11.2016

LIITE 2

VTT: Äänen käyttäytyminen soodakattiloiden ääninuohouksessa – tarjous osa 1
10.11.2016

JULKAISU

Soodakattilayhdistyksen kotisivuilla

Tiedotetaan sähköpostilla:

Hallitus, Kestoisuustyöryhmä, Vaurioraportoinnin yhdyshenkilö, Yhdyshenkilöt,
Sihteeristö

1 POISSAOILOILMOITUKSET

Tero Arvilommi	Stora Enso Oyj, Sunilan tehdas
Pekka Salmi	Replico Oy
Lauri Mattila	UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaari
Ari Santavuori	If Vahinkovakuutus Oy, Helsinki
Martti Hirttiö	Metsä Fibre Oy, Äänekoski

2 ASIALISTA

Asialista hyväksyttiin muutoksitta.

Kokouksen tarkoitus oli käydä läpi ja keskustella VTT:n ääninuohous-tarjouksesta.

3 ÄÄNINUHOUS SOODAKATTILASSA

Tausta

Nirafon Oy lähestyi Kestoisuustyöryhmää vuonna 2014 ehdotuksella tutkia ääninuohouksen mahdollisuuksia soodakattilassa. Kestoisuustyöryhmän tietojen mukaan ääninuohousta on 30 vuoden aikana kokeiltu ääninuohousta ratkaisemaan paikallisia tukkeentumisongelmia. Kokeilut eivät kuitenkaan ole johtaneet pysyviin ratkaisuihin soodakattiloiden nuohouksessa eikä niistä ole tehty julkisia dokumentteja. Teknologiassa kuitenkin nähdään potentiaalia esimerkiksi ekonomaisemmin nuohouksessa.

Ennen varsinaisen tutkimusprojektin aloittamista [Niko Peltolan kandidaatityössä](#) selvitettiin minkälaisia tutkimuksia ja käytännön kokeita ääninuohoimilla on tehty soodakattilassa ja mitä tuloksia niistä on saatu.

Tavoite:

Varsinaisessa tutkimusprojektissa tulisi selvittää seuraavia asioita:

- Tutkia äänen käyttäytymistä kattilaympäristössä ja kattilarakenteiden akustiikkaa, jotta ääninuohouksen toimivuutta voitaisiin ennakoida ja nuohoustulokseen vaikuttavia tekijöitä, kuten äänentaajuutta ja nuohoimien sijoituspaikkaa, optimoida
- Ääninuohouksen kattilarakenteille aiheuttamasta rasitus
- Miten ääninuohous aiheuttaa tuhkakerrostuman irtoamisen

Tilanne:

Tarjous saatu VTT:ltä, tutkimussuunnitelma LIITE 1 ja osan 1 tarjous LIITE 2.

Työ koostuu viidestä osasta: edellistä työstä saadaan lähtötietoa seuraavaan:

Osa 1: Soodakattilaympäristön akustiset parametrit

Osa 2: Äänen absorptio tuhkakerrostumissa

Osa 3: Äänen etenemisabsorption laskenta kattilaympäristössä

Osa 4: Nuohouksen fysikaalinen toiminta ja sen optimointi

Osa 5: Ääninuohouksen aiheuttama värähtely kattilarakenteille

Tarjouksessa oleva ensimmäinen osa (soodakattilaympäristön akustiset parametrit) sisältää VTT:n tekemän MATLAB-ohjelman muuttamisen kattilaympäristöön sopivaksi, nyt ohjelma laskee viskositeetin, lämmönjohtavuuden ja ominaislämmöt lämpötilan funktioina toistaiseksi vain normaalille ilmalle. Lähtötietona tarvitaan tyypillinen soodakattilan savukaasun koostumus (kaasujen suhteelliset osuudet) sekä olosuhteet (paine- ja lämpötila-alueet). Varsinaista tutkimusta ei tehtäisi ja sitä kautta tuloksia ei ole vielä luvassa.

Työryhmän kommentteja tutkimussuunnitelmaan:

- Osa 1: Soodakattilaympäristön akustiset parametrit
 - Työ vaikuttaa suppealta kustannuksiin nähden. Jos VTT:llä on jo ohjelma ilman akustisten ominaisuuksien mittaamiselle, onko sen muokkaaminen kattilaympäristöön todellakin näin iso työ? Olennaiset kaasukomponentit ohjelmasta löytyy.
- Osa 2: Äänen absorptio tuhkakerrostumissa
 - Mistä tuhkakerrostumanäytteet on ajateltu hankittavan, ja miten ne valitaan? Mikä vaikutus tuloksiin on sillä, että ne kiinnitetään keinotekoisesti mittausputken pinnalle?
- Osa 3: Äänen etenemisabsorption laskenta kattilaympäristössä
 - Työssä ei mainita mitään kattilan geometriasta, eli putken sijoittelun vaikutuksesta ääniaaltojen etenemiseen jne. minkä tutkiminen olennaista
- Osa 4: Nuohouksen fysikaalinen toiminta ja sen optimointi
 - Miten tämä käytännössä aiotaan toteuttaa? Kokeellisesti vai mallintamalla?
- Osa 5: Ääninuohouksen aiheuttama värähtely kattilarakenteille
 - Onko tätä mahdollista tutkia kokeellisesti laboratoriossa?

Päätös:

Koska ensimmäisestä osasta ei saada varsinaisia tuloksia, tähän yhdistettäisiin osa 3 (äänen etenemisabsorption laskenta kattilaympäristössä). Koska osasta 1 on jo tarjous, VTT:ltä pyydetään erillinen tarjous osasta 3 sekä tarkennus mitä lähtötietoja tarvitaan.

Sihteeri selvittää mahdollisuutta saada esimerkki ekonomaiserin geometriasta (putkien sijoitus jne.)

4 SEURAAVA KOKOUS

Seuraava kokous pidetään sovitusti Pöyryllä 6.4.2017 alkaen klo 10.00.

Vakuudeksi

Markus Nieminen

LIITE 1

**VTT: Äänen käyttäytyminen soodakattiloiden ääninuohouksessa –
tutkimussuunnitelma 7.11.2016**

ÄÄNEN KÄYTTÄYTYMINEN SOODAKATTILOIDEN ÄÄNI- NUOHOUKSESSA, TUTKIMUSSUUNNITELMA

Tausta

Suomen Soodakattilayhdistys ry on teettänyt Tampereen teknillisessä yliopistossa tutkimuksen ”Soodakattilan ääninuohous”¹. Työn tavoitteena oli kartoittaa aiheesta jo tehtyä tutkimusta. Työhön on koottu ääninuohoinvalmistajien käyttökokemuksia ja tutkimustuloksia soodakattilan tuhkan koostumuksesta ja ominaisuuksista. Lisäksi työssä on käsitelty ääniaaltoa fysikaalisena ilmiönä ja pohdittu äänentaajuuden vaikutusta ääninuohouksen lopputulokseen. Tutkimuksen yhteenvedossa esitetään seuraavanlaisia jatkotutkimustarpeita:

”Jatkotutkimuksessa voitaisiin tutkia äänen käyttäytymistä kattilaympäristössä ja kattilarakenteiden akustiikkaa, jotta ääninuohouksen toimivuutta voitaisiin ennakoida ja nuohoustulokseen vaikuttavia tekijöitä, kuten äänentaajuutta ja nuohoimien sijoituspaikkaa, optimoida. Äänenpaine hajaantuu kattilassa laajalle taajuuskaistalle, minkä vaikutus nuohoustulokseen on tuntematon. Lisäksi äänentaajuuden vaikutus äänen etenemiseen savukanavassa ja heijastumiseen kerrostumasta on epävarma. Myös äänen eri absorptiomekanismien merkitys äänen vaimentumiseen kattilaympäristössä on tuntematon.”

”Eräs keskeinen ääninuohouksen kehittämistä hidastava tekijä vaikuttaa olevan epätietoisuus ääninuohouksen kattilarakenteille aiheuttamasta rasituksesta. Jatkossa myös tätä aihetta on syytä tutkia.”

”Jatkotutkimuksessa voitaisiin myös pyrkiä selvittämään, miten ääninuohous aiheuttaa tuhkakerrostuman irtoamisen. Jos ääninuohouksen aiheuttamat tuhkakerrostuman hajoamismekanismit olisivat tiedossa, olisi helpompaa arvioida, miten tuhkakerrostuman fysikaaliset ominaisuudet ja äänen ominaisuudet vaikuttavat kerrostuman irtoamiseen. Myös tuhkan sintraantumisenopeutta on syytä tutkia tarkemmin, jotta nuohousvälin pituus voitaisiin optimoida ja tuhkan sintraantuminen nuohouskertojen välillä välttää. Kaikkiaan ääninuohouksen tulokseen vaikuttavia tekijöitä on runsaasti ja niiden vaikutuksia ei täysin tunneta, minkä vuoksi ääninuohouksen kehittäminen vaatii tutkimusta todellisessa soodakattilaympäristössä.”

Tämä tutkimussuunnitelma pyrkii antamaan vastauksia esitettyjen jatkotutkimustarpeiden akustisille kysymyksille. Ensin selvitetään äänen etenemiseen ja absorptioon liittyviä akustisia parametreja soodakattilaympäristössä laskennallisesti ja mittaamalla. Tulosten perusteella tarkastellaan nuohouksen fysikaalista toimintaa ja sen optimointia sekä simuloidaan ääninuohouksen aiheuttamaa värähtelyä kattilarakenteilla.

Tutkimussuunnitelma koostuu osista, jotka on tarkoitus toteuttaa peräkkäisinä erillisinä toimeksiantoina. Toteutettavaa toimeksiantoa seuraavien kokonaisuuksien suunnitelmia täsmennetään tarvittaessa. Osa niistä on tällä hetkellä vain otsikkotasolla.

¹ Peltola, Santeri, Soodakattilan ääninuohous. Kandidaatintyö. Tampereen teknillinen yliopisto 2015. 44 s. + liitteet 6 s.

OSA 1. SOODAKATTILAYMPÄRISTÖN AKUSTISET PARAMETRIT

Lähtökohta

VTT:llä on tehty MATLAB-ohjelma, joka tuottaa ilman akustiset parametrit. Lähtötietoina se tarvitsee staattisen lämpötilan ja ilmanpaineen sekä ilman koostumuksessa esiintyvien kaasujen suhteelliset osuudet. Nykyisillään koostumukseen voi sisällyttää seuraavat kaasut: typpi, happi, argon, hiilidioksidi, vesi, rikkidioksidi, typpioksidi, hiilimonoksidi, helium ja metaani. Jos kaasujen suhteellisia osuuksia ei anneta, oletusarvona on typpi 78.08 %, happi 20.95 %, argon 0.934 % ja hiilidioksidi 0.036 %. Ohjelma tuottaa seuraavat akustiset parametrit ilmalle: äänen nopeus, tiheys, adiabaattivakio, puristuvuus, karakteristinen impedanssi, viskositeettikerroin, lämmönjohtumiskerroin sekä ominaislämmöt vakiopaineessa ja -tilavuudessa. Ohjelman logiikka perustuu pääosin eri aineiden molekyylipainoihin ja rotaatiovapausasteiden lukumäärään.

Tavoite

Tehtävän tavoitteena on määrittää tyypillisen kattilaympäristön akustiset parametrit. Näiden avulla on määriteltävissä tärkeimmät äänen etenemiseen liittyvät seikat.

Osatehtävä 1.A Ohjelman muuttaminen kattilaympäristöön sopivaksi

Ohjelmaa laajennetaan siten, että sillä voi käsitellä kattilaympäristössä esiintyviä kaasukoostumuksia. Tilaaja toimittaa kyseiset kaasukoostumukset. Tilavuusviskositeetti (bulk viscosity) sisällytetään laskentaan. Tämän ja joidenkin muiden parametrien osalta on tarvetta etsiä kirjallisuudesta relevantteja parametrien riippuvuuksia eri tekijöistä.

Osatehtävä 1.B Akustisten parametrien laskeminen tyypillisissä kattilaympäristöissä

Akustiset parametrit lasketaan tyypillisillä lämpötila- ja painealueilla kattilaympäristössä. Tilaaja toimittaa tyypilliset olosuhdearvot.

OSA 2. ÄÄNEN ABSORPTIO TUHKAKERROSTUMISSA

Osatehtävä 2.A Tuhkakerrostumien Biotin parametrien määrittäminen

Tyypillisten tuhkakerrostumien pintaimpedanssit mitataan impedanssiputkella. Biotin parametreista ominaisvirtausvastukset ja relevantit elastiset parametrit mitataan. Muut Biotin parametrit määritetään käänteisellä karakterisoinnilla FOAM-X -ohjelmaa ja mitattuja parametreja hyödyntäen.

Haaste

Tuhkakerrostumien saattaminen muotoon, jossa ne pysyvät pystyssä vaakasuuntaisen mittausputken poikkileikkaustasolla.

Osatehtävä 2.B Tuhkakerrostumien äänen absorption laskenta

Tuhkakerrostumien äänen absorptio taajuuden funktiona lasketaan. Ohjelmistona käytetään joko VTT:llä kehitettyä MATLAB-koodia tai kaupallista NOVA-ohjelmistoa. Osatehtävien 1.B ja 2.A tuloksia käytetään lähtötietoina.

OSA 3. ÄÄNEN ETENEMISABSORPTION LASKENTA KATTILAYMPÄRISTÖSSÄ

Lähtökohta

Kansainvälinen standardi ISO 9613-1 sisältää menetelmän ilmakehän absorption aiheuttaman äänen etenemisvaimentumisen laskemiseksi. Siinä otetaan huomioon klassinen absorptio eli ilman viskositeetin

ja lämmönjohtavuuden vaikutukset sekä hapen ja typen relaksaatioprosessien vaikutukset. Logiikka on koodattu MATLABille VTT:llä. Lähtötietoina se tarvitsee lämpötilan ja suhteellisen kosteuden arvot

Osatehtävä 3.A MATLAB-koodin muokkaaminen kattilaympäristöön soveltuvaksi

MATLAB-koodia muokataan kattilaympäristöön paremmin soveltuvaksi. Viskositeetin ja lämmönjohtavuuden osalta hyödynnetään osatehtävän 1.B tuloksia. Relaksaatioprosessien osalta on tarvetta tutkia niitä kirjallisuuden avulla.

Osatehtävä 3.B Etenemisabsorption laskeminen tyypillisissä kattilaympäristöissä

Etenemisabsorptio taajuuden funktiona lasketaan tyypillisillä lämpötila- ja kosteusalueilla kattilaympäristössä. Tilaa toimittaa tyypilliset olosuhdearvot.

OSA 4. NUOHOUKSEN FYSIKAALINEN TOIMINTA JA SEN OPTIMOINTI

Tehtävien 1 – 3 tuloksia hyödynnetään tässä tehtävässä.

Osatehtävä 4.A Tuhkakerrostumien irtoamisen fysiikka

Taajuuden ja taajuusjakauman vaikutus. Äänitason vaikutus. Äänen geometrisen etenemisvaimennuksen vaikutus.

Osatehtävä 4.B Nuohouksen tehokas etäisyys äänilähteestä

Osatehtävä 4.C Suolakerrostumien ominaisuuksien vaikutus nuohoustulokseen.

OSA 5. ÄÄNINUOHOUKSEN AIHEUTTAMA VÄRÄHTELY KATTILARAKENTEILLA

FEM-pohjainen mallinnus ja simulointi. Tehtävien 1 – 3 tuloksia hyödynnetään tässä tehtävässä.

LIITE 2

**VTT: Äänen käyttäytyminen soodakattiloiden ääninuohouksessa –
tarjous osa 1 10.11.2016**

10.11.2016

1 (2)

Suomen Soodakattilayhdistys ry
c/o Pöyry Finland Oy
Markus Nieminen
PL 4
01621 Vantaa

SOODAKATTILAYMPÄRISTÖN AKUSTISET PARAMETRIT

Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoudumme tekemään toimeksiannon liitteenä 2 olevan tutkimussuunnitelman osasta 1 ”Soodakattilaympäristön akustiset parametrit”.

Hinta ja laskutus

Toimeksiannon hinta on 15 000 €. Hintaan lisätään kulloinkin voimassa oleva arvonlisävero sekä mahdolliset ulkomaiset verot ja viranomaismaksut.

VTT laskuttaa toimeksiannon kertalaskuna, kun toimeksianto on suoritettu ja kirjallinen raportti on toimitettu asiakkaalle.

Lisäksi veloitetaan matka- ja majoituskustannukset sekä päivärahat VTT:n voimassaolevan matkustusohjeen mukaisesti.

Maksuehdot

Maksuehto on 21 päivää laskun päiväyksestä. Viivästyskorko on korkolain mukainen.

Aikataulu

Työ voidaan aloittaa heti tilauksen saapumisen jälkeen ja se valmistuu viimeistään 2 kk:n jälkeen tilauksen saapumisesta.

Raportointi

Tulokset raportoidaan suomenkielisenä VTT:n tutkimusraporttina.

Muut ehdot

VTT:llä on oikeus mainita toimeksiannon ja asiakkaan nimet referenssinään.

Tätä tarjousta tai sen sisältämiä tietoja saa hyödyntää vain VTT:n ja tarjouksen saajan välisessä suhteessa. Tämän tarjouksen osittainenkin kopioiminen, muuttaminen, edelleenluovuttaminen tai käyttäminen muuhun tarkoitukseen ilman VTT:n lupaa on kielletty.

Toimeksiannon ulkopuoliset työt veloitetaan erikseen VTT:n laskutushintojen mukaan.

Muutoin noudatetaan VTT:n yleisiä sopimusehtoja (liite 1).

Yhteyshenkilö

VTT:ssä asiaa hoitaa:
Seppo Uosukainen
Puh. 020 722 6983
Sähköposti: Seppo.Uosukainen@vtt.fi

10.11.2016

2 (2)

Voimassaolo

Tarjouksemme on voimassa edellä mainituin ehdoin 30 päivää tarjouksen päiväyksestä. VTT laatii tilausvahvistuksen, jos tilaus poikkeaa tarjouksesta tai tilaus on suullinen. Näissä tapauksissa tilaus astuu voimaan, kun VTT on sen vahvistanut.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy



Juha Virtanen
Tutkimustiimin päällikkö

LIITTEET

- | | |
|---|---|
| 1 | VTT yleiset sopimusehdot |
| 2 | Äänen käyttäytyminen soodakattiloiden ääninuohouksessa, tutkimussuunnitelma |

Hyväksyminen

Hyväksymme yllä olevan tarjouksen ja teemme tarjouksen mukaisen tilauksen: