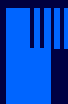


Liite 1

Talousasiat



Sihteeristön tunnit

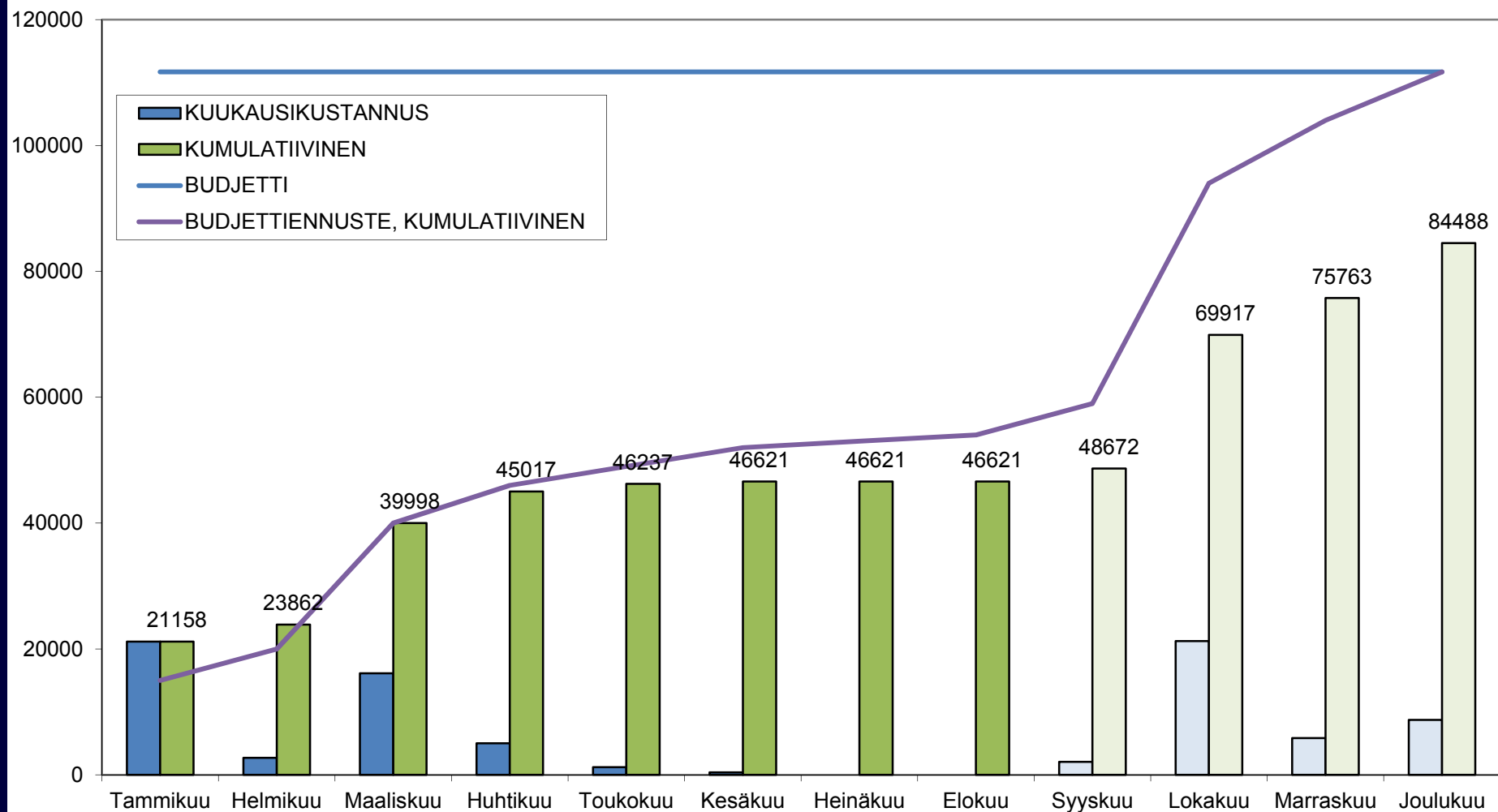


	Toteuma elokuu	Budjetti
Hallitus ja työryhmät kokoukset	tuntia	tuntia
Nieminen Markus	102	250
Lampinen Päivi	16	45
Tikkanen Antti	80	150
Yhteensä	198	445
 Sihteerityö/taloushallinto/KV-toiminta	 tuntia	 tuntia
Nieminen Markus	19	25,5
Lampinen Päivi	191	386
Tikkanen Antti	3	25,5
Yhteensä	213	437
 SKP/KMP/VSK	 tuntia	 tuntia
Nieminen Markus	139	
Lampinen Päivi	122	
Tikkanen Antti	7,5	
Yhteensä	268,5	411
 Yhteensä	 679,5	 1293

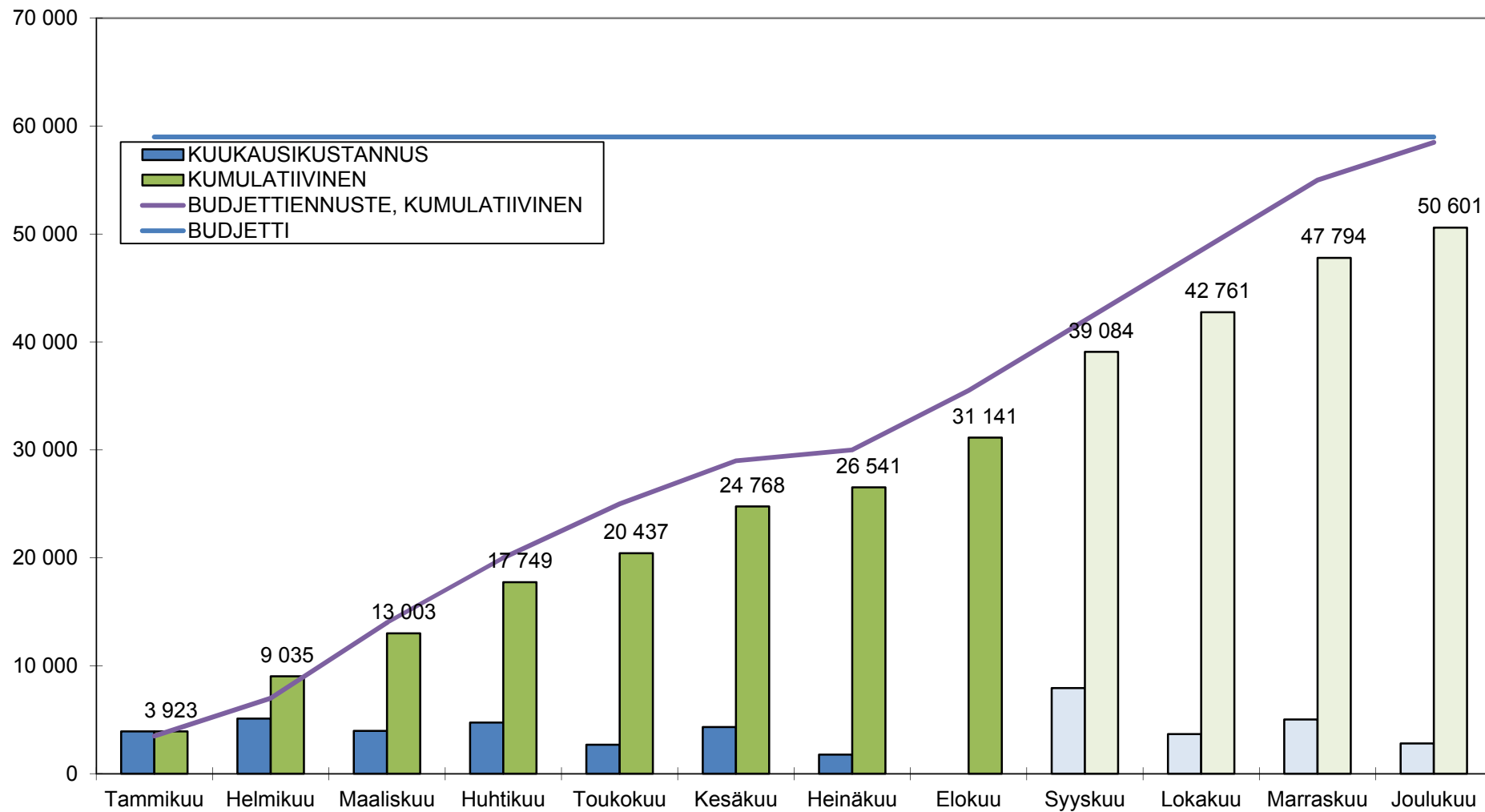


Taloustilanne

Varsinainen toiminta (seminaarit, taloushallinto, vuosikokous, kotisivu) kustannuskehitys v. 2018
(budjetti 111 700 eur)

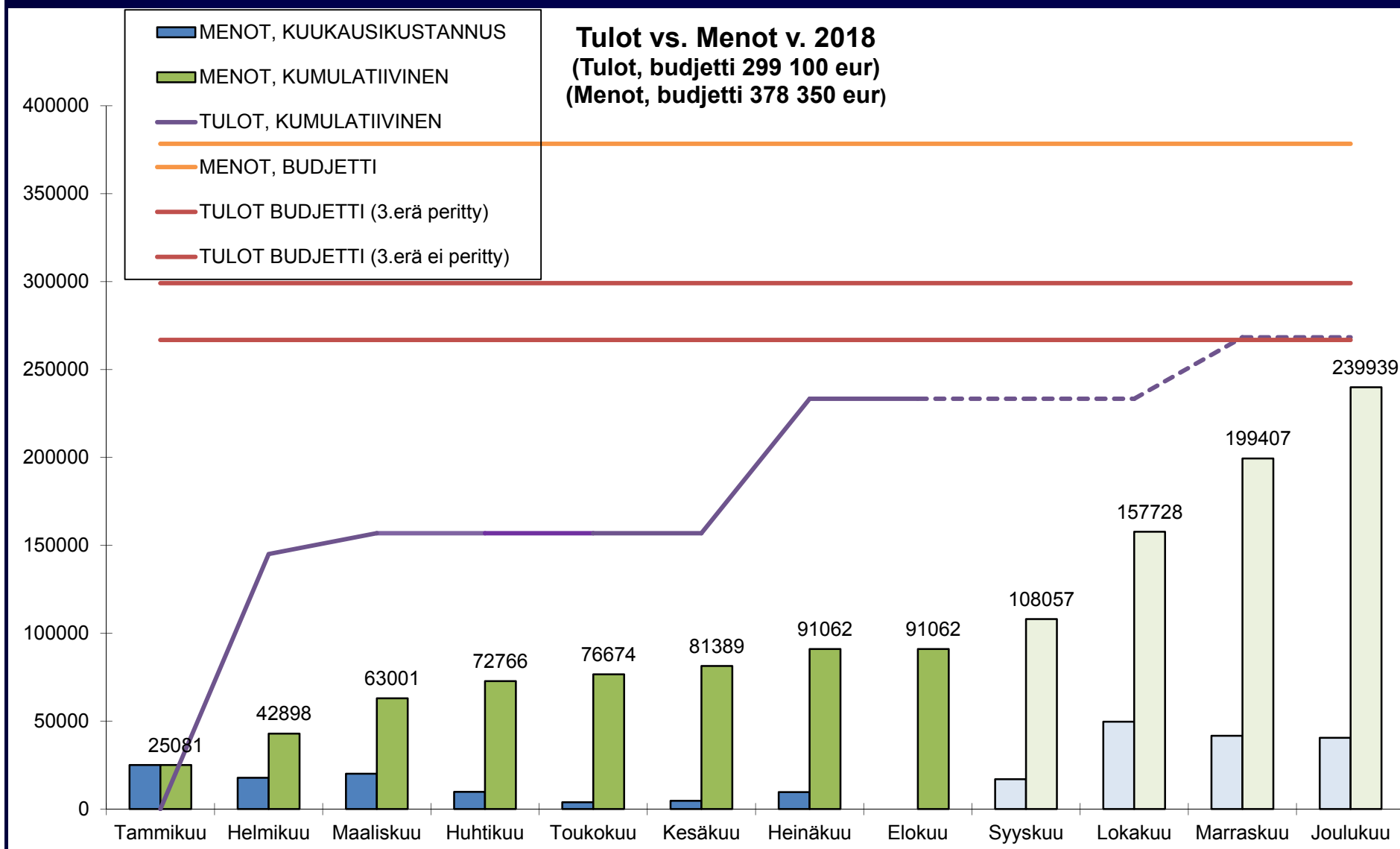


Jatkuvaluonteiset tehtävät (sihteeristö, työryhmät) kustannuskehitys v. 2018 (budjetti 59 000 eur)



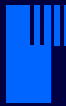
	Budjetti 2018	Toteuma (elokuu) 2018	Ennuste (joulukuu) 2018
PROJEKTIT			
Kestoisuustyöryhmän tehtäväalue			
Hyväksytyt projektit vuodelle 2018			
Sularännisuositus (KTR)	3 000	0	1 500
Hyväksytyt projektit vuodelle 2018 yhteensä	3 000	0	1 500
Projektiehdotukset ja varaukset (hallituksen hyväksyntä puuttuu):			
Selvitys sularännivaurioista (tehtaat/KTR/VTT)	82 200	0	25 200
Materiaalisuosituksen päivitys: Putken kuorinta ja S0-linjaus (KTR)	3 000	0	1 000
Soodakattilatyöntekijöiden suojautumisoppaan päivitys (Työterveyslaitos)	0	0	0
Ääninuohoustutkimus (VTT)	0	0	0
Projektiehdotukset ja varaukset yhteensä	85 200	0	26 200
Kestoisuustyöryhmän tehtäväalue yhteensä	88 200	0	27 700
Lipeätyöryhmän tehtäväalue (5710)			
Hyväksytyt projektit vuodelle 2018			
Black liquor evaporation book (ÅA)	14 750	0	14 750
Deposit formation and aging – role of intra-deposit alkali chloride transport (ÅA)	7 000	0	7 000
Hyväksytyt projektit vuodelle 2018 yhteensä	21 750	0	21 750
Projektiehdotukset ja varaukset (hallituksen hyväksyntä puuttuu):			
Soodakattilan ja talteenottokierron vierasainetaseet (ÅA)	40 000	0	15 000
Projektiehdotukset ja varaukset yhteensä	40 000	0	15 000
Lipeätyöryhmän tehtäväalue yhteensä	61 750	0	36 750

	Budjetti 2018	Toteuma (elokuu) 2018	Ennuste (joulukuu) 2018
PROJEKTIT			
Ympäristötyöryhmän tehtäväalue (5720)			
Hyväksytyt projektit vuodelle 2018			
Hajukaasujärjestelmien turvallisuusauditointi (LUT)	10 000	10 000	10 000
Evaluation of three different gas phase chemistry mechanisms for predicting NOx emission formation in recovery boilers (ÅA)	10 000	0	10 000
Hajukaasusuosituksen päivitys	3 000	0	1 000
Hyväksytyt projektit vuodelle 2018 yhteensä	23 000		21 000
Projektiehdotukset ja varaukset (hallituksen hyväksyntä puuttuu):			
Lisäpäästömittaukset soodakattilassa	5 000	0	0
Projektiehdotukset ja varaukset yhteensä	5 000	0	0
Ympäristötyöryhmän tehtäväalue yhteensä	28 000	10 000	21 000
Automaatiotyöryhmän tehtäväalue (5730)			
Hyväksytyt projektit vuodelle 2018			
Soodakattilan päästömittausten menetelmät (Pöyry)	8 900	7 900	7 900
Hyväksytyt projektit vuodelle 2018 yhteensä	8 900	0	7 900
Projektiehdotukset ja varaukset (hallituksen hyväksyntä puuttuu):			
Soodakattiloiden vesi-höyrypiirin määramittausmenetelmät	15 800	0	15 800
Turva-automaatiosuosituksen päivitys	5 000	0	0
Projektiehdotukset ja varaukset yhteensä	20 800	0	15 800
Automaatiotyöryhmän tehtäväalue yhteensä	29 700	7 900	24 700
Muut projektit			
Muut projektit yhteensä	0	0	0
TYÖRYHMIEN PROJEKTIT 2018 YHTEENSÄ	56 650	17 900	52 150
Työryhmien projektiehdotukset ja varaukset	151 000	0	57 000
Projektit + projektiehdotukset yhteensä	207 650	17 900	109 150



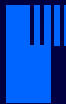


Kirjanpitoyrityksen vaihto



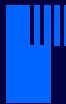
Sähköinen taloushallinto

- Kokouksessa 1/2018 hallitus päätti tilata tilitoimistopalvelut Tilitoimisto S.Astola Oy:ltä. (sisältäen Netvisor sähköisen taloushallinnon)
 - Kaikki kirjanpidon materiaali tasekirjaa lukuun ottamatta voidaan säilyttää sähköisesti
 - Tilikauden tositteet tulee säilyttää 6 vuotta
 - Tilinpäätös, toimintakertomus ja tililuettelo tulee säilyttää 10 vuotta
 - Tähän asti tositteet on säilytetty Pöyryn arkistossa, jatkossa palvelinkeskuksessa
- Kirjanpito siirtyi S.Astola toukokuussa (aikaisempi kirjanpitäjä Pirca teki tammi-huhtikuun kirjanpidon)



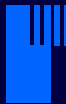
Sähköinen taloushallinto

- Järjestelmän 100% hyödyntäminen on viivästynyt koska yhteys Netvisorin ja yhdistyksen tilin (Nordea) välillä puuttui:
 - puheenjohtaja vaihtui vuosikokouksessa ja tietojen päivitys yhdistysrekisteriin kesti aikansa. Yhdistysrekisteriote tarvitaan tilimuutoksen yhteydessä.
 - Nordean kanssa oli vaikea saada sovittua aikaa (ei vapaita aikoja)
 - Yllättäen Nordea alkoi vaatimaan kaikkien hallituksen jäsenten nimet ja henkilötunnukset, sekä tiedon ovatko he poliittisesti vaikutusvaltaisia ennen kuin tili avattaisiin Netvisoriin
 - Perusteluna se että pankeilla on lakiin perustuva velvollisuus tunnistaa ja tuntea asiakkaansa.
 - Rahanpesulaki tullut voimaan 7/2017
- Emme suostuneet tähän



Sähköinen taloushallinto

- Emme suostuneet luovuttamaan tietoja hallituksesta:
 - Sihteeristöllä ei ole näitä tietoja
 - Sihteeristön noudatettava henkilötietolakia ja tietosuojaa koskevia säännöksiä -> ei ole oikeutta luovuttaa tietoja automaattisesti
 - Pankeilla on valvoa asiakkaidensa toimintaa, mutta valvonta täytyy kuitenkin suhteuttaa riskeihin.
 - Yhdistyksen toiminnan luonne ja niihin liittyvät rahanpesun ja terrorismin rahoittamisen vähäiset riskit huomioden mielestämme tosiasiallisina edunsaajina pidetään kaupparekisteriin merkittyjä hallituksen jäseniä (PJ ja VPJ). Ei koko hallitusta.
- Lopulta Nordea avasi yhteyden syyskuun alussa

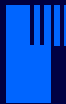


SKY hallitus 2018

- Yhdistyksen puheenjohtajuus kiertää 3 metsäkonsernin välillä. Puheenjohtajan kausi on 2 vuotta.
- 2018 vuosikokouksessa hallituksen puheenjohtaja muuttui aiemmin sovitusta. Stora Enson puheenjohtaja ehdokas Timo-Pekka Veijonen joutui viime hetkellä vetäytymään puheenjohtajuudesta ja korvaaja SE:n puolelta ei saatu nopealla aikataululla.
- Vuosikokous hyväksyi ehdotuksen että puheenjohtajuus siirtyy Metsä Fibrelle ja Jukka Kiurulle. Metsä Fibren puheenjohtajakauden (2 vuotta) jälkeen vuoro siirtyy Stora Ensolle

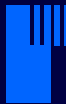
SKY Hallitus 2018

Jukka Kiuru	Metsä Fibre Oy, PJ
Ville Korhonen	Stora Enso Biomaterials, Pulp Competence Centre, VPJ
Markus Nieminen	Pöyry Finland Oy, Vantaa, siht.
Jens Kohlmann	Pöyry Finland Oy, Vantaa
Kalle Kostamo	Metsä Fibre Oy, Kemi (KTR)
Keijo Salmenoja	Andritz Oy, Helsinki
Ari Kankkunen	Aalto-yliopisto, Espoo (OTR)
Kari Haaga	Valmet Technologies Oy, Tampere
Timo Saarinen	Metsä Fibre Oy, Rauma (LTR)
Timo Kurki	If Vahinkovakuutus Oy, Espoo
Toni Orava	UPM Kymmene Oyj, Kuusankoski
Toni Henriksson	Stora Enso, Sunilan tehdas (ATR)
Sanna Hämäläinen	Metsä Fibre Oy, Joutseno (YTR)



Hallituksen/työryhmien roolit

- Hallituksella on kokonaisvastuu yhdistyksen toiminnasta ja taloudesta jäsenilleen
 - Hallitus asettaa tavoitteet, ohjaa, päättää, organisoi ja rahoittaa (jakaa rahoituksen toiminnalle)
- Työryhmillä on asiantuntija vastuu yhdistyksen toiminnasta määritellyllä aihealueillaan
 - Projektien ideointi, arviointi, valmistelu, perustelu ja esittely hallitukselle
 - Projektien ohjaus ja aikataulussa/budjetissa
 - Tulosten hyödyntäminen ammattikunnassa ja teollisuudessa



3-vuotissuunnitelma

- Yhdistyksen näkökulmasta yksi vuosi on lyhyt aika toteuttaa projekteja (vuosi menee helposti tutkimussuunnitelman kehittämisessä), joten hallitus päätti ottaa käyttöön tietyt teemat joita tullaan korostamaan seuraavat 3 vuotta.
- Näitä teemoja ovat 2018-2020:
 - pitkät ajojaksot (sularännit)
 - soodakattilan likaantuminen
 - hajukaasut
- Teemoihin liittyvät projektiehdotukset ovat etusijalla rahoituksesta päätettäessä

YTR: NCG-järjestelmien turvallisuusauditointi, syntyvät hajukaasumäärät ja koostumukset, tyypilliset onnettomuuteen johtavat syyt – prosessikonseptitarkastelut, LUT – loppuraportti 22.8.2018



PROJEKTIRAPORTTI

**NCG-järjestelmien turvallisuusauditointi, (syntyvät
hajukaasumäärät ja koostumukset), tyypilliset onnettomuuteen
johtavat syyt - prosessikonseptitarkastelut**

Soodakattilayhdistys ry

22.08.2018

Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto
nuorempi tutkija Kirsi S. Hovikorpi
professori Esa Vakkilainen



SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	3
2	Tavoitteet	3
3	Perusteet hajukaasumäärien syntyyn, rikkipitoisuuksiin ja analyysihin sellutehtaan eri prosessiosastoista	4
4	Tyypilliset hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmät	6
5	Kirjallisuudesta löytyneet erilaiset hajukaasuonnettomuudet	7
6	Hajukaasukattiloiden ja soihtujen toiminta	8
7	Hajukaasupäästöjen syitä	8
7.1	Keittämö	8
7.2	Avoin laimeiden keräily	9
7.3	Yli- ja alipainesuojat sekä lauhteenpoistot	9
7.4	Haihduuttamon tyhjökaivo	10
7.5	Likaislauhteiden käsittely	10
7.6	Haihduuttamon likaislahdesäiliö	10
7.7	Lipeän paisunta haihduuttamoalueella	11
7.8	Polttolipeäsäiliö ja vahvamustalipeäsäiliö	11
7.9	Sellutehtaan jätevedenpuhdistamo	12
7.10	Soodakattilan liuottajan höngät	12
7.11	Laimeat hajukaasut soodakattilan eri ilmatasoille	12
7.12	Hajukaasujen esilämmittimien lämmönsiirtopintojen likaantuminen	12
7.13	Lauhteiden pääsy soodakattilaan	13
7.14	Hajukaasupesurin lämmönsiirtimen likaantuminen	13
7.15	Kaustistamon laimeat hajukaasut	14
7.16	Kuitulinjan laimeat hajukaasut	14
7.17	Mäntyöljykeittämön höngät	14
7.18	Hakesiilon höngät	14
7.19	Tärpätti	15
7.20	Laimeiden hajukaasupesureiden lauhteet	15
7.21	Haihduuttamon käyntiinajo	16
7.22	Soodakattilan väkevien polttimen ongelmat	16
7.23	Varapolttopaikkojen häiriöt	16
8	Haastatteltavien toiveita	17
LIITE 1:	ENV9281 Burgess Tom and Young Randy, 1992, Explosive Nature of Noncondensable Gases	18
LIITE 2:	10APR06 LAUTKASKI, RISTO, REAPPRAISAL OF ROLE OF TURPENTINE VAPOR IN NONCONDENSIBLE GAS EXPLOSIONS, APRIL 2010 TAPPI JOURNAL	18
LIITE 3:	2017 ICRC Estimation of Amounts and Collection Degrees of Modern Pulp Mill NCG Flows presentation	18
LIITE 4:	2017 ICRC Estimation of Amounts and Collection Degrees of Modern Pulp Mill NCG Flows Final	18
LIITE 5:	SKY päivät LUT Hovikorpi 02112017	18
LIITE 6:	Finnish Recovery Boiler committee days LUT Hovikorpi 02112017 in English	18



1 JOHDANTO

Suomen Soodakattilayhdistys on aiemmin laatinut ohjeen ”Hajukaasujen polttopuositus, revisio B 29.10.2013”. Ohjeen tarkoitus on ollut edistää väkevien ja laimeiden hajukaasujen turvallista polttoa ja käsittelyä soodakattiloilla.

Raportin laatimisen jälkeen on eri tehtaissa tullut ilmi vakavia tilanteita mm.

- ”Stora Enson Kemin tehtaalla hajukaasuräjähdytys – kuului kilometrien päähän.” Kaleva 29.6.2016
- ”Stora Enson Veitsiluodon tehtaalla rikkivetyvuoto, viisi kaasulle altistunutta sairaalaan”. Kaleva 07.11.2016

On selvää, että nykyiset pelkät poltto-ohjeet, jotka käsittelevät vain normaalikäyttöä eivät ole riittäviä estämään poikkeustilanteista tai toimintahäiriöistä johtuvia vaaratekijöitä.

Lappeenrannan Teknillisen Yliopiston Energiatekniikan osasto on tässä projektissa avustanut Soodakattilayhdistystä hajukaasujärjestelmien turvallisuuden parantamiseen tähtäävässä työssä. Projektin johtoryhmänä on toiminut yhdistyksen Ympäristötyöryhmä jota kiitämme kommentteista ja tuesta.

2 TAVOITTEET

Tämän työn tarkoituksena oli luoda pohja tulevaisuudessa tehtävälle suositusraportille. Suositus tähtää koko sellutehtaan hajukaasujärjestelmien mahdollisten vaaratilanteiden tunnistamiseen ja sen laatii Soodakattilayhdistyksen valitsema, tehtaisten edustajista ja alan toimijoista koostuva ryhmä. Suosituksen osana tehtävässä turvallisuusauditoinnissa oli samalla tarkoitus selvittää mistä, miten paljon ja millä pitoisuuksilla moderneilla tehtailla hajukaasuja syntyy ja miten eri osastoilla hajukaasuja käsitellään ennen polttoon johtamista. Lisäksi oli tarkoituksena miettiä onko erilaisilla keräilytavoilla keräilyprosessista syntyviä, niille tyypillisiä vaaratyyppejä.

Tässä loppuraportissa luodaan yhteenveto työssä tehdyistä hajukaasutarkasteluista. Erityisesti tarkoituksena oli selvittää tarvittavin osin seuraavaa

1. (Esitetään perusteet hajukaasumäärien syntyyn, rikkipitoisuuksiin ja analyysihin sellutehtaan eri prosessiosastoista.)
2. Kartoitetaan tyypilliset hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmät.
3. Dokumentoidaan kirjallisuudesta erilaisia hajukaasuonnettomuuksia.
4. Selvitetään hajukaasukattiloiden ja soihdun toimintaa.
5. Dokumentoidaan syitä miksi ja mistä hajuja on päässyt ”karkuun” tehtailta.

Suomen Soodakattilayhdistyksen hajukaasujen polttopuosituksessa 29.10.2013, rev B sanotaan:



”Tämä suositus ei yritä yhtenäistää hajukaasujärjestelmien rakennetta tai pakottaa käyttäjiä tai valmistajia samanlaisiin laitteisiin tai prosessiratkaisuihin. Suosituksessa esitetään perustietoutta, jota voidaan käyttää suunnittelun, valmistuksen ja käytön apuna.

Tarkoituksena on kehittää suositusta edelleen ja tästä syystä mahdolliset huomiot virheistä, parannusehdotuksista ja kokemuksista pyydetään lähettämään Soodakattilayhdistyksen sihteeristölle.”

Myös tämän raportin selvityksissä pyrittiin katsomaan tehtaita ja toteutettuja prosessiratkaisuita avoimin mielin. Haasteeksi sellutehtaiden hajukaasujen käsittelyssä ja polttojärjestelmissä osoittautui tehtaiden mahdollisesti eri vuosikymmenien aikana toteutetut hajukaasukeräilyjärjestelmien suunnittelut ja toteuttaminen. Etenkin, kun modifioidaan olemassa olevaa hajukaasujärjestelmää, oli se sitten vanhaa tai uudempaa suunnittelua, esim. tehtaan kapasiteetin nousun tarpeesta tai ympäristövaatimusten tuomien suljetumpaan keräilyyn tarvittavien vaatimusten mukaan.

3 PERUSTEET HAJUKAASUMÄÄRIEN SYNTYYN, RIKKIPITOISUUKSIIN JA ANALYYSIIN SELLUTEHTAAN ERI PROSESSIOSASTOISTA

Uusia laajamittaisia keräilykohteiden mittauksia ei suomalaisilla sellutehtailla ole juurikaan 1990-luvun huippuvuosien jälkeen tehty. Myöskään julkaistua dataa ei uusista korkean polttolipeän kuiva-ainepitoisuuden omaavista 2000-luvun tehtaista ole saatavilla. Kirjallisuustietous perustuu pääosin 1960-80-luvulla suoritettuihin mittauksiin ja osalta tehtaista löytyy 1990-luvulla suoritettuja mittauksia, jolloin polttolipeän kuiva-ainepitoisuudet ovat olleet 65 ... 75%. Ainoastaan yhdeltä tehtaalta on saatavana mittausdataa 2010-luvulla toteutettuna, mutta sitäkin on vain rajalliselta osalta tehtaan hajukaasujen keräilykohteista.

Tehtailla suoritettujen vanhojen mittauksien perusteella on alettu työstämään järjestelmällistä listaa hajukaasujen mittauskohteista tulevaisuudessa mahdollisesti tehtäviä hajukaasumittauksia varten. Näin saadaan mittausdataa ja analyysijä tutkimuksia varten samoista suhteellisen vertailukelpoisista prosessikohdista. Yhdelle projektiin osallistuvalla tehtaalla käytiin merkitsemässä laimeiden hajukaasujen mahdollisia keräilykohteita eri tehdasosastoilta, tarkoituksena suorittaa mittauksia vuoden 2018 ... 2019 aikana.

Soodakattilayhdistyksen hajukaasujen ohjeistukseen tulee korjata väärä tärpätin liekinetenemisnopeus $154 \text{ m/s} \rightarrow 0.62 \text{ m/s}$. Täpätistä on tehty selvitys (LIITE 2), jossa selvityksen tekijä löysi virheellisesti ilmoitetun täpätin liekinetenemisnopeuden lähteen (LIITE 1) juurisyyt.

Parametrit, joita hajukaasumittauksien lisäksi suositellaan kerättävän mittauksilanteissa:

- mittausajankohdan keittämön sellutuotanto
- puulaji(t) ja suhde
- kappa
- sulfiditeetti



- metanolisaanto
- tärpättisaanto
- mitattavien lipeäsäiliöiden lipeän analyysit ja prosessiarvot
- likaislauhteista analyysit
- metanolista analyysi
- mustalipeän kuiva-ainepitoisuus

Prosessista tarvittavat tiedot, joita yleensä toivotaan tarkentavina lähtötietoina:

- keitintyyppi
- hakesiilon tyyppi, hakesiilon hönkien käsittely ja selvitys, onko hakesiilo laimeiden hajukaasujen keräilyssä
- paisunnan höyryjen johtaminen ja käsittely
- paisunnan/pasutuksen höyryjen lauhduttimen tyyppi ja toiminta
- tärpätindekantointi ja sen toimivuus, tärpätindekantoinnin likaislauhteiden keräily ja johtaminen eri tilanteissa, prosessilämpötilat
- muuta keittoon liittyvää, jolla merkitystä TRS-jakeiden syntyyn, tärpätin irtoamiseen, metanolin muodostumiseen
- onko likaislauhteiden käsittelyä
- onko metanolin nesteytyslaitosta
- minne hyödynnetään eri lauhdejakeita (A-, B- ja C- eli likaislauhde) eri osastoilla, kytkennät
- onko tarvetta lipeän lämpökäsittelylle korkeamman kuiva-aineen omaavan mustalipeän viskositeetin laskemiseksi?
- onko paineellinen vai vapaasti hengittävä polttolipeäsäiliö
- onko happivaiheen puskusäiliö kuitulinjan laimeiden hajukaasujen keräilyssä

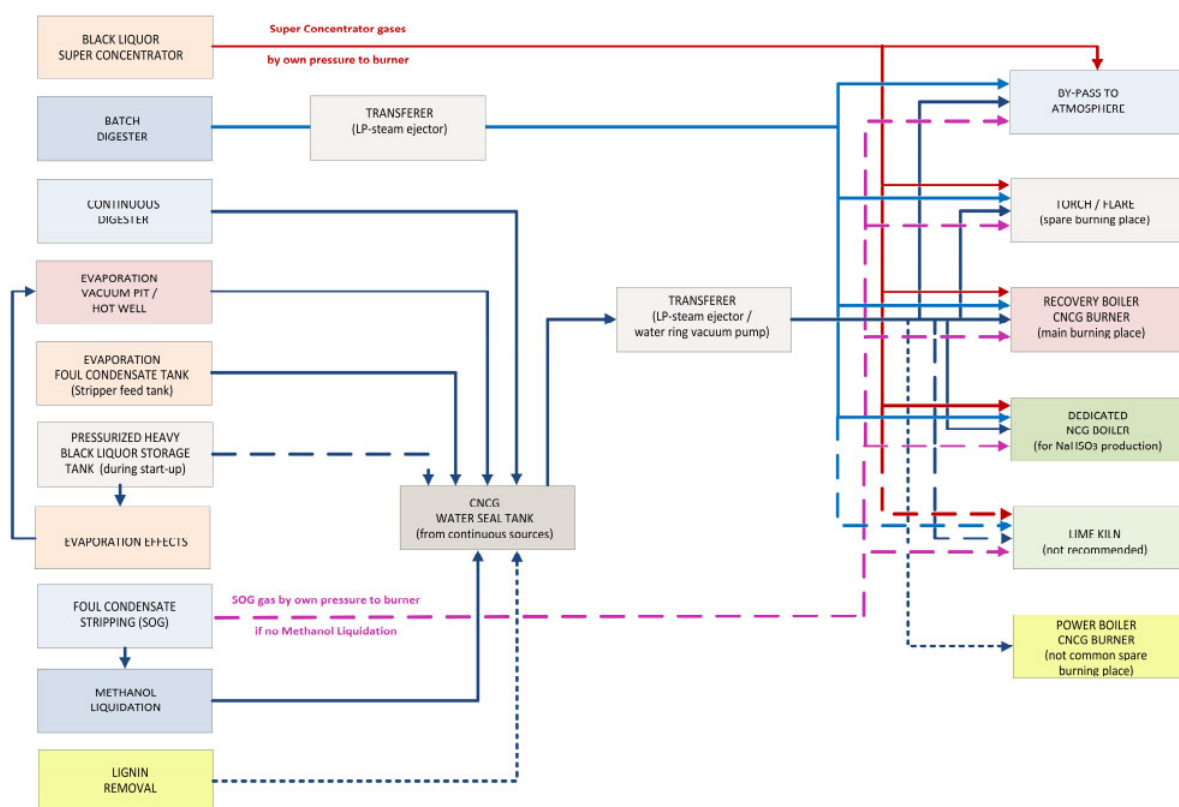


4 TYYPILLISET HAJUKAASUJEN KERÄILY- JA KÄSITTELYJÄRJESTELMÄT

Projektissa tehtyjen tehdaskäyntien myötä kartoitettiin tehtaiden nykyisiä hajukaasunkeräily- ja käsittelyjärjestelmiä. Joidenkin tehtaiden nykyiset tekniset ratkaisut käytiin useamman kerran läpi, minkä lisäksi paneuduttiin myös operointi- ja seurantatapoihin.

Projektiin liittyen pidettiin kansainvälisessä ICRC2017 konferenssissa esitys nykyaikaisen sellutehtaan hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmästä, joka toimii myös runkona tarkemmille ja syvällisemmille hajukaasuihin liittyville tutkimuksille Kirsi Hovikorven jatko-opintoihin liittyen. Tämän raportin liitteenä on seminaariesitys (LIITE3) ja siihen tehty englanninkielinen julkaisu (LIITE4).

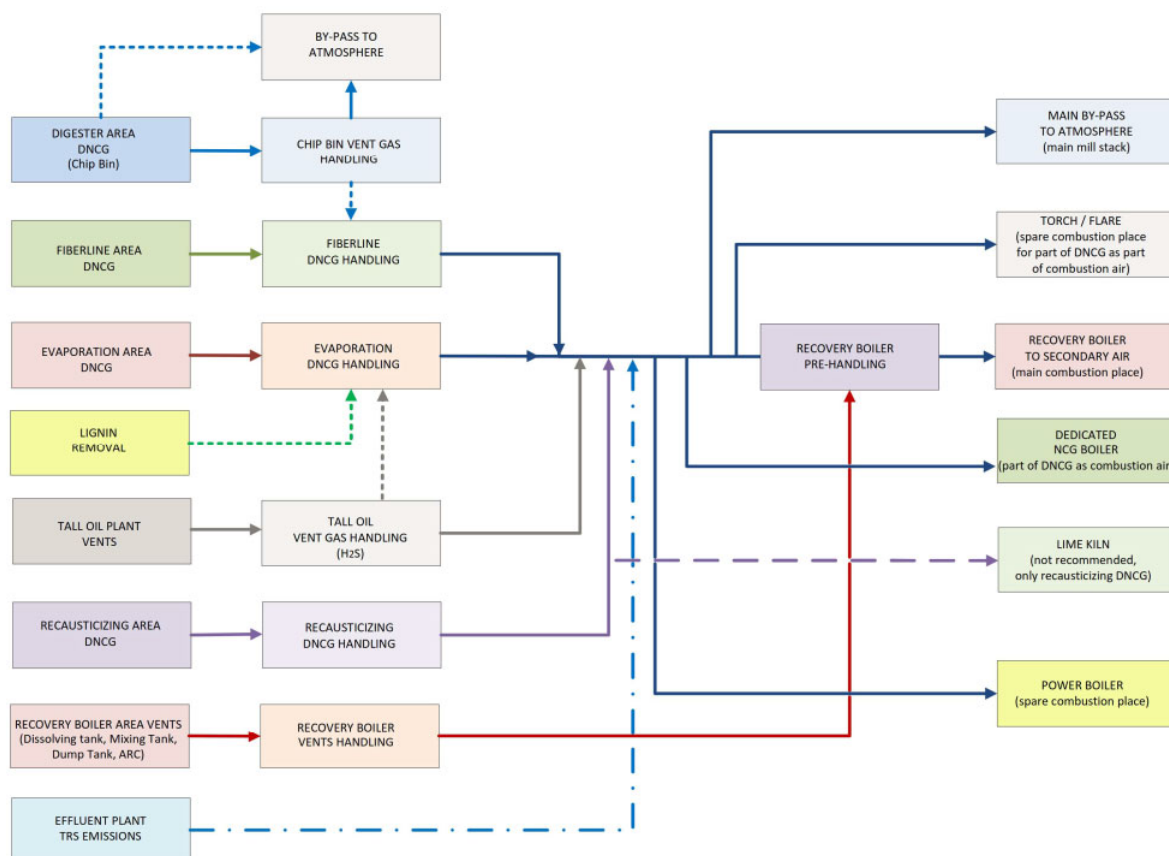
Kuvassa 1 on esitetty nykyaikaisen sellutehtaan väkevien hajukaasujen keräilykohteita, keräilylaitteita ja eri polttopaikkamahdollisuuksia.



Kuva 1 Väkevien hajukaasujen keräily ja kaasujen käsittely nykyaikaisessa sellutehtaassa.



Kuvassa 2 on esitetty nykyaikaisen sellutehtaan laimeiden hajukaasujen keräilykohteita osastoittain, kaasujen käsittelyvaiheita ja eri polttopaikkamahdollisuuksia.



Kuva 2 Laimeiden hajukaasujen keräily ja kaasujen käsittely nykyaikaisessa sellutehtaassa.

5 KIRJALLISUUDESTA LÖYTÄNEET ERILAISET HAJUKAASUONNETTOMUUKSET

Varsinaisesti tieteellisestä kirjallisuudesta ei ole vielä löytynyt hajukaasujen onnettomuuksista kerrottua aineistoa. Onnettomuustietoa on löytynyt Soodakattilayhdistyksen Hajukaasujen polttopaikkasuosituksista, eri yhdistyksien seminaarien esiintymisaineistoista sekä TUKES:n julkisista onnettomuusraporteista. Onnettomuustiedoista pidettiin esitys yhdistyksen soodakattilapäivillä 02.11.2017 (LIITE 5). Englanninkielinen esitys lähetettiin myös Sweden Norway Recovery boiler committéen sihteeri Kajsa Fougnerille (LIITE 6).



6 HAJUKAASUKATTILOIDEN JA SOIHTUJEN TOIMINTA

Tehdaskäynneillä käytiin läpi lyhyesti olemassa olevien hajukaasukattiloiden ja soihtujen toimintaa. Tehtaiden hajukaasujärjestelmille oli useita eri laitetoimittajia. Haastatteluissa tuli esille, että jotkut tehtaat eivät välttämättä halua omista prosesseistaan kertoa syvällisesti.

Soihtujen osalta tehtailla, joilla on soihtu, toimii soihtu joko pelkille väkeville hajukaasuille varapolttopaikkana tai väkevien lisäksi myös tehtaan laimeille hajukaasuille varapolttopaikkana.

Soihdut eivät ole millään tehtaalla koko ajan päällä. Joissakin tehtaissa on minimoitu soihdun käynnistytksen ja hajukaasujen käynnön välistä aikaa pitämällä soihdun palamisilmapuhallin koko ajan päällä ja minimikierroksilla. Tällä toiminnolla pitkäkestoinen tuuletussekvenssiosio voidaan hypätä yli soihdun käynnistytksessä (automatisoitu) ja nopeuttaa näin soihdun polttimen käynnistysaikaa jolla saadaan minimoitua hajukaasujen mahdollista ulosajoaikaa. Lisäksi jatkuva palamisilmalla tuuletus pitää soihdun sisuskalut kuivana.

Joillakin tehtailla väkeviä hajukaasuja voidaan myös pantata putkistossa tietyn aikaa, kun kääntö soihdulle on mahdollista. Tämä edellyttää koko väkevien keräilyn suunnittelua siten, että kaasun panttaus on koko keräily- ja siirtoputkiston ja laitteiston mahdollisena paineen nousuna huomioitu.

Soihtutoimittajia on haastatelluilla tehtailla ollut pääsääntöisesti kahta eri toimijaa. Joillakin tehtailla on kokemusta historian saatossa molemmista toimijoista. Tehtailla on myös erityyppisiä soihtuja käytössä: ulkovaipan jäähdytys on hoidettu joko pakkojäähdytyksellä tai luonnonvetojäähdytyksellä. Jos soihdun poltin sijaitsee rakennuksen sisätiloissa, on kyseessä pakkojäähdytteinen, ja jos soihtu sijaitsee täysin ulkona, on kyseessä yleensä luonnonvetojäähdytteinen ulkovaippa.

Hajukaasukattiloiden toimintaa ei tässä raportissa käydä läpi, vaikka useammalla haastatelluista tehtaista erillinen väkevien hajukaasujen kattila olikin.

7 HAJUKAASUPÄÄSTÖJEN SYITÄ

Tehdaskäyntien yhteydessä keskusteltiin hajukaasupäästöistä, päästöjen taajuudesta, mahdollista syistä ja pyrittiin myös kartoittamaan ja tekemään ajotapaan sekä asetusarvoihin muutoksia tehdaskäyntien aikana tilanteen parantamiseksi.

7.1 Keittäminen

Keittämön väkevien hajukaasujen keräilystä tulevat painepiikit pääsääntöisesti nousi muutamalla tehtaalla selkeäksi päästöjen juurisyyn aiheuttajaksi. Painepiikkejä syntyy mm. keittimen paisunta/pasutushöyryjen lauhdutuksen riittämättömyydestä, säätöpiirin hitaudesta, lauhduttimen lauhdelastiin joutumisesta ja riittämättömän lauhteenpoiston vuoksi. Tällainen painepiikki kumuloituu muihin väkevien hajukaasujen keräilyn prosesseihin. Etenkin, jos on vanhakantaista yli-/alipainesuojaratkaisua keittämön ja haihduttamon alueen väkevien hajukaasujen keräilyssä ja nämä on viety ensi yhteiseen vesilukkoastiaan, pääsee painepiikki purkautumaan näistä keittämön ja haihduttamon



tyhjökaivon vesitoimisista yli-/alipainesuojista taivaalle aiheuttaen ympäristöön merkittäviäkin hajuhaittoja.

7.2 Avoin laimeiden keräily

Joidenkin tehtaiden laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmät ovat ns. avoimella keräilyllä toteutettuja. Tällöin laimeiden hajukaasujen keräilyjärjestelmää on alettu toteuttamaan olemassa olevaan tehtaaseen siten, että kaasujen keräily-yhteet on kytketty etenkin säiliöalueilla säiliöiden keskeltä kattoa lähtevän pystysuuntaisen huokausputken kyljestä. Keräilyyn lähtevään linjaan on asennettu käsiventtiili, jolla on käyntiinajon yhteydessä säädetty käsiventtiilin asento sopivaan asentoon riittävän alipaineen asettamiseksi kohteeseen niin, että säiliö ei höngi ulos ajon aikana. Tällöin vedetään tarkoituksella koko ajan hieman ilmaa huokauslinjan kautta keräilyyn.

Paljon on keskusteltu, onko suljettu laimeiden keräily etenkin haihduttamoalueen vahvamustalipeäsäiliöiltä ja tuhkan sekoitussäiliöltä aina alle LEL:n pitoisuuksissa. Tutkimuksissa haluttaisiin todentaa mittauksin niin keräilylähteenä olevan lipeäsäiliön kaasujakeen kuin siinä sillä hetkellä olevan lipeän analyysit. Tällä hetkellä ei ole vielä tietoa, onko Suomessa tehtaita, joissa olisi samanaikaisesti tehty kaasujakeiden ja lipeän analyysit.

7.3 Yli- ja alipainesuojat sekä lauhteenpoistot

Yli-/alipainesuojien nestetäyttyiset suojaukset perustuvat tiettyyn hydrostaattisen paineen muodostamaan painesuojaan yli- ja alipainetta varten, joka aikaansaadaan vesipatsaan korkeudella. Tehtaiden välillä ja tehtaan osastojen välillä vesipatsaiden korkeudet voivat vaihdella suurestikin eri yli-/alipainesuojissa.

Esimerkiksi yhden haastatellun tehtaan alkuperäinen väkevien hajukaasujen keräily on suunniteltu alkujaan ilman mitään yli-/alipainesuojia. Väkevien hajukaasujen keräilyjärjestelmään on kuitenkin lisätty jossain vaiheessa yli-/alipainesuojia toisen laitetoimittajan toimesta. Tarkkaa syytä ei selvinnyt mutta syynä on voinut olla, että joku aiemmin paineastiaksi luokiteltu astia on haluttu muuttaa uusinnan yhteydessä ei-paineastia luokitteiseksi.

Jos tehtaan olemassa oleva väkevien hajukaasujen keräily (perustuen 1980 ja 2000 luvun alun välisiin tavanomaisiin suunnittelun perusteisiin) halutaan modifioida nykyaikaista, täysin suljettua suunnittelua mukaillen (täysin suljettu ilman yli-/alipainesuojia, paineastialuokitukset kaikille laitteille) ja poistaa yli-/alipainesuojia mahdollisina päästölähteiden kohteena, tulee koko väkevien hajukaasujen keräilyprosessi ja laitteiden paineenkestot (yli-/alipaineet) käydä kauttaaltaan tarkasti läpi, jotta ei tahtomatta aiheuteta prosessiin ongelmia, laiterikkoja ja vaaratilanteita.

Sama koskee laimeiden hajukaasujen keräilyä, joka uusimmissa sellutehdasratkaisuuksissa pyritään suunnittelemaan ja toteuttamaan täysin suljettuna, minimoimaan turhat kanavisto- ja laitekokoja kasvattavat vuotoilmat ja myös hajuhaittoja aiheuttavat hönkimiset taivaalle. Jos sellutehtaat haluavat modifioida olemassa olevaa avointa laimeiden hajukaasujen keräilyä suljetummaksi/suljetuksi, tulee etenkin olemassa



olevien säiliöiden yli-/alipaineenkestot tarkistaa huolella, onko keräilyä mahdollista toteuttaa suljetummaksi, ettei aiheuteta säiliöiden lommahtamista.

7.4 Haihduttamon tyhjökaivo

Joillakin tehtailla on vanhempaa suunnittelutapaa olevia tyhjökaivoja, joissa on ns. putkivesilukko ylikaa-dolle. Riippuen ylikaa-don putkivesilukon vesilukkokorkeudesta ja ajettavasta väkevien hajukaasujen alipaineesta tyhjökaivon kaasuille, on syytä tarkastaa tällaisissa tyhjökaivoissa vesilukon pinnankorkeus ja kaasunkeräilyn alipaine, jotta ei vedetä ilmaa väkevien hajukaasujen järjestelmään ja aiheuteta mahdollisuutta hajukaasuräjähdyksille. Alipaineensäädön säätöparametrit on myös syytä tarkistaa.

7.5 Likaislauhteiden käsittely

Pääsääntöisesti sellutehtailla kerättiin ja käsiteltiin syntyneet likaislauhteet likaislauhteiden stripperillä. Osalla tehtaista stripperiltä tulevat metanolipitoiset kaasut johdettiin metanolinnesteytyslaitokselle, osalla stripperikaasut johdettiin omana kaasulinjanaan polttoon. Eri puhtausasteella omaavia lauhteita hyödynnetään kuitulinjalla ja kaustistamalla pesuvesinä. Yhdellä tehtaalla ei käsitellä haihduttamon likaislauhteita vielä ollenkaan, vaan osa syntyneistä likaislauhteista johdetaan tehtaan jätevesien käsittelyyn ilman metanolin ja mahdollisen tärpätin talteenottoa.

7.6 Haihduttamon likaislahdesäiliö

Vielä 1980...1990 –luvun suunnittelussa etenkin haihduttamoalueen likaislahdesäiliö on joillain tehtailla ollut laimeiden hajukaasujen keräilyssä, vapaasti hengittävänä, avoimena keräilylähteenä.

Jos tämän tyyppinen olemassa oleva vapaasti hengittävä likaislahdesäiliö halutaan ottaa laimeiden keräilystä väkevien hajukaasujen keräilyyn, tulee säiliö modifioida täysin suljetuksi ja varustaa tarvittavilla yli-/alipaineenkestoilla. Tällöin säiliö tulee vahvistaa tyhjörenkailla, varustaa yli-/alipainesuojalla, tiivistää miesluukut, modifioida säiliön ylikaato väkevien keräilyyn soveltuvaksi, toteuttaa ATEX-tilaluokitustarkastelu, jne.

Lisäksi tulee huomioida, oli uusi tai vanha tehdas, olemassa olevan likaislahdesäiliön tyyppi: onko varustettu mahdollisesti dekantoivalla väliseinällä, joka havupuuajossa on perusedellytys. Yhden tehtaan osalta oli jouduttu modifioimaan olemassa ollut likaislahdesäiliö väliseinälliseksi, koska likaislauhteen pinnalle kevyempänä jakeena noussut tärpätti pääsi tiettyssä säiliön ajotilanteessa sekundäärilauhteen joukkoon, ja edelleen kuitulinjalle massan pesuun. Tätä tärpätin kulkeutumista muilla tehdaskäynneillä ei ehditty käydä vielä läpi.

Yhdellä tehdaskäynnillä keskusteltiin likaislahdesäiliölle tulevista likaislauhteista (keittämöltä, haihduttamolta). Yhdessäkään likaislahdesäiliölle tulevassa linjassa ei ole suodattimia, joilla varmistettaisiin, ettei itse säiliöön kertyisi kiintoainetta, esim. mahdollista hienoainesta keittämöltä. Likaislahdesäiliöltä pois pumpattavassa likaislahdelinjassa on suodin, josta kyseisellä tehtaalla on löydetty mm. haketta.



Nykypäivän suunnittelussa haihduttamoalueen likaislahdesäiliö tulee olla aina väkevien hajukaasujen keräilyssä ja täysin suljettuna. Säiliön kaasunkeräily tulee olla varustettuna omalla kaasunkeräilylinjan alipaineensäädöllä, mahdollisesti omalla mekaanisella yli-/alipainesuojalla (jos ulkona, talviolosuhteet) ja lisäksi säiliön ylikaato tulisi varustaa joko mekaanisella läpällä tai nestetäytteisellä vesilukolla (joko säiliön sisään rakennettuna tai säiliön ulkopuolella riittävällä nestekorkeudella varustettuna).

7.7 Lipeän paisunta haihduttamoalueella

Haihduttamoalueen lipeäsäiliöiden keräilyssä on joillakin tehtailla ilmennyt vahvamustalipeäsäiliöiden selkeää hönkimistä taivaalle. Tätä havaitaan helpoiten tapahtuvan avoimen keräilyjärjestelmän omaavilla tehtailla. Yhdeksi runsasta hönkimistä aiheuttavaksi syyksi on selvinnyt lipeän riittämätön paisunta haihduttamon sarjoilla. Lipeä ei pääse paisumaan syystä tai toisesta haihdutinsarjojen paisuntasäiliöillä jolloin lipeä tulee liika kuumana vahvalipeäsäiliölle. Kuuma lipeä paisuu säiliössä aiheuttaen ympäristölle tuntuja hajuhaittoja ja kohonneita TRS-pitoisuuksia haihduttamon laimeissa hajukaasuissa. Kohonneet TRS-pitoisuudet ovat aiheuttaneet joillakin tehtailla seisokkien jälkeisissä starteissa jopa toistuvia hajukaasuräjähdyksiä.

7.8 Polttolipeäsäiliö ja vahvamustalipeäsäiliö

Jossain vaiheessa hajukaasujärjestelmien suunnittelun historiaa 1990-luvulla, johtuen kohonneesta polttolipeän kuiva-ainepitoisuudesta (>75%DS) ja sen tarvitsemasta lipeän lämpökäsittelystä viskositeetin alentamiseksi, on kytketty paineellisia polttolipeäsäiliöitä tehdasseisokin aikaisen kaasausmahdollisuuden takia laimeiden hajukaasujen keräilyyn. Tämä kytkentämalli on aiheuttanut laimeiden hajukaasujen väkevöitymistä seisokin aikana putkistoihin ja laitteistoihin, ja tehtaan osastojen käynnistykseen yhteydessä pahimmillaan hajukaasuräjähdyksiä. Edelleen on tällaisia kytkentöjä joillakin tehtailla käytössä, vaikka vaaranpaikka olisikin tiedostettu. Tällainen kytkentämalli on aiheuttanut lisäksi mm. lipeän kulkeutumista haihduttamon laimeiden hajukaasujen keräilyyn pesurille ja sitä myötä aiheuttanut ongelmia lauhdutuksen nestekierrossa.

Väkevät ja laimeat hajukaasut tulee aina pitää erillään niin kaasu- kuin likaislahdepuolilla. Paineellista polttolipeäsäiliötä ei tule koskaan kytkeä laimeiden hajukaasujen keräilyyn missään tilanteessa.

Vahvamustalipeäsäiliöt ovat paineettomia, vapaasti hengittäviä säiliöitä, jotka otetaan laimeiden hajukaasujen keräilyyn. Kun puhutaan soodakattilaan polttoon menevän vahvamustalipeän varastosäiliöstä, on tärkeää tiedostaa hajukaasujen keräilyyn osalta, onko tehtaalla kyse paineellisesta polttolipeäsäiliöstä vai vahvamustalipeäsäiliöstä josta polttoon menevä lipeä pumpataan.

Normaali kytkentä hajukaasuille paineellisesta polttolipeäsäiliöstä on haihduttamon 3. tai 4. yksikköön, ja tehtaan ylös- ja alasajotilanteita varten kytkentä väkevien hajukaasujen keräilyyn vesilukkoastialle lauhdutuksen kautta.



7.9 Sellutehtaan jätevedenpuhdistamo

Harvemmin toteutettua suunnitteluratkaisua väkevien hajukaasujen käsittelyssä on johtaa väkevät hajukaasut sellutehtaan biologisen jätevedenpuhdistamon ilmastusaltaaseen ilmastusilman joukkoon. Tämä ei välttämättä sido kaikkea TRS- ja VOC-pitoista kaasujaetta, vaan hajupäästö laimenee suureen ilmamäärään. Häiriötilanteissa väkevät hajukaasut käännetään esimerkkitehtaalla olemassa olevalle vanhalle soihdulle jonka hapetusaste ei ole välttämättä riittävällä nykyaikaisella tasolla.

Nykyaikaisissa moderneissa sellutehtaissa pyritään täysin suljettuun hajukaasujen keräilyyn (hajukaasut, haisevat likaislaauhteet) ja mahdollisimman tehokkaaseen rikin talteenottoasteeseen. Hajukaasujen sisältämän rikin talteenotto tapahtuu joko soodakattilassa tai erillisessä hajukaasukattilassa rikkiyhdisteitä hapettaen ja rikkiä alkaliin sitoen. Joissakin tehtaissa väkevät hajukaasut alkalipestään ns. TRS-pesurissa ennen polttoon johtamista, jossa pyritään sitomaan alkaliin osa TRS-jakeiden sisältämästä rikistä ja vähentämään näin polttopaikassa hapetusreaktiossa syntyvän rikkidioksidin (SO_2) määrää.

7.10 Soodakattilan liuottajan höngät

Liuottajan hönkäpesurit ovat hajuhaittojen lähteenä silloin, kun tehtaan hönkäpesurin hönkiä ei ole kytketty soodakattilan palamisilmasysteemiin. Joillakin tehtailla liuottajan höngät ainoastaan johdetaan pölypesurin kautta taivaalle tai soodakattilan savukaasupesurin kautta taivaalle.

Nykyaikaisissa tehtaissa liuottajan, sekoitus- ja vuotosäiliön höngät käsitellään erityyppisillä lauhduttavilla pesureilla ja johdetaan soodakattilan sekundääri-ilmasysteemiin.

7.11 Laimeat hajukaasut soodakattilan eri ilmatasoille

Eräillä tehtailla laimeita hajukaasuja johdetaan edelleen tertiääri-ilmatasoille. Tilanteissa, joissa soodakattilan kuormaa joudutaan laskemaan, vähenee myös tertiääri-ilman kokonaismäärää. Laimeat hajukaasut joudutaan tällöin kääntämään jo aiemmin pois taivaalle tai varapolttopaikkaan (jos on) kuin jos laimeiden hajukaasujen kytkentä olisi sekundääri-ilman joukkoon.

Nykyaikaisessa soodakattilassa laimeat hajukaasut tuodaan aina sekundääri-ilmatasolle.

7.12 Hajukaasujen esilämmittimien lämmönsiirtopintojen likaantuminen

Joillain tehtailla on ajoittain ongelmana hajukaasujen esilämmittimen (höyrypatteri) tukkeutuminen, jolloin laimeat hajukaasut joudutaan johtamaan ohiajolinjan kautta taivaalle. Näillä tehtailla tukkeutuville esilämmittimille tulee mm. soodakattilan liuottajan ja sekoitussäiliön hönkiä tehtaan laimeiden hajukaasujen lisäksi.

Hajukaasupesureiden ja lauhduttimien jälkeisellä kaasun lämpötilalla on merkitystä kosteuspitoisuuteen. Ei ole tietoa, onko koskaan tutkittu paljonko pesureiden ja lauhduttimien jälkeiset kosteat, kylläiset kaasut sisältävät esim. kosteuteen liuenneita



suoloja, jotka mahdollisesti kuivaavat kiinni matalapainehöyrypattereiden otsapintaan ja näin tukkivat patterin.

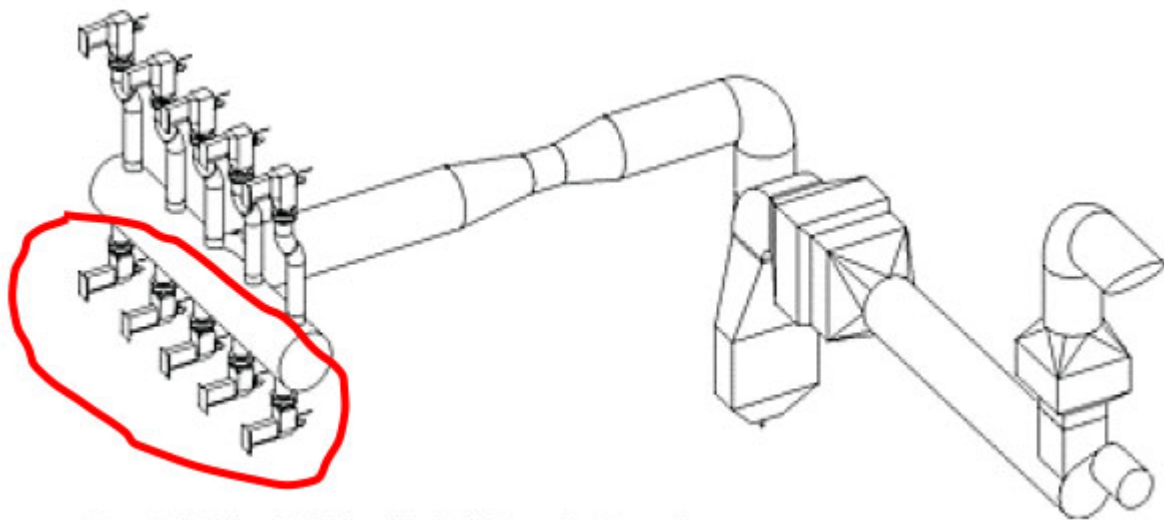
7.13 Lauhteiden pääsy soodakattilaan

Lauhteiden (hajukaasuista, käyttöhöyrystä) pääsystä hajukaasujärjestelmien kautta soodakattilaan ei käyty tarkemmin läpi tehdaskäynneillä. Ainoastaan kiinnitettiin aina huomiota ilmarenkaisiin ja putkistosijoitteluun, joissa joillain tehtailla on hieman arveluttavia vientejä soodakattilaan.

Ohessa kuva, joka on otettu Suomen soodakattilayhdistyksen Hajukaasujen polttosuosituskäsikirjasta, jossa on esimerkki laimeiden hajukaasujen kanavistosta.

Kuvan systeemissä ilmarenkaasta otetaan niin yläpuolelta kuin alapuolelta ilma-aukkoihin palamisilmaa/laimeita hajukaasuja. Jos kanavistoon pääsee lauhdetta/vettä, jonka puhallin kuljettaa eteenpäin, niin kaikki vesitys tapahtuu ilmarenkaan alaosan alimmasta kohdasta eli ilma-aukoille johtavista ostoista.

Suosittelua olisi, että ilmarenkaasta otetaan lähdöt ilma-aukoille joko päältä ja/tai sivuilta, ja toteutetaan vesitykset ilmarenkaiden molemmista päistä pohjilta esim. ylikatavaan vesilukkoastiaan.



Kuva 5-1. Esimerkki laimeiden hajukaasujen kanavistosta

7.14 Hajukaasupesurin lämmönsiirtimen likaantuminen

Hajukaasupesureiden niin pesukierron kuin jäähdytysvesikierron puolilla ollut joillakin tehtailla likaantumisoongelmia.

Jäähdytysveden puolella likaantumista on aiheuttanut mm. kesällä raakaveden lämpötilan nousun aikaansaama limoittuminen.

Pesurin pesukierron puolella tukkeentumista ovat aiheuttaneet mahdolliset kiintoainepartikkelit, joiden kulkeutumisreitit ei ole välttämättä saatu selvitettyä.



Tehdaskäynneillä ei käyty tarkemmin läpi ajotapoja ja asetusarvoja, esim. onko liuottajan ja sekoitussäiliön hönkien keräilyn alipaineasetukset liika suurelle alipaineelle, jolloin turhaan vedetään tuhkaa ja liuottajalta roiskepisaroita hönkien lauhdutusjärjestelmiin.

7.15 Kaustistamon laimeat hajukaasut

On vielä tehtaita, joissa laimeiden hajukaasujen keräilylähteet eivät ole 100% keräilyssä. Esim. kaustistamon alueilla voi olla kohteita joita ei ole otettu keräilyyn tai alueen hajukaasut on keräilty osittain mutta johdettu esim. lämmöntalteenoton jälkeen vain taivaalle.

Nykyaikaisilla moderneilla tehtailla kaustistamon laimeiden hajukaasujen keräily on täysin suljettu ja hajukaasut johdetaan joko muiden tehtaan laimeiden hajukaasujen kanssa soodakattilalle palamisilmaksi tai meesauunille sekundääri-ilman joukkoon.

7.16 Kuitulinjan laimeat hajukaasut

Jollain tehtaalla kuitulinjan laimeat hajukaasut eivät ole vielä keräilyssä ollenkaan, vaan aiheuttava hajukaasupäästöjä ympäristöön.

On tavanomaista käyttää eri puhdistusasteen omaavia lauhteita (A- ja B-lauhteet) kuitulinjalla ja kaustistamolla.

Tehdaskäynneillä ei ehditty käydä läpi näiden osastojen lauhdeidenkäyttökohteita ja mahdollisia hajukaasupäästökeräilykohteita.

7.17 Mäntyöljykeittämön höngät

Joillakin tehtailla on mäntyöljylaitos, jossa osalla on itse mäntyöljylaitoksella sijaitseva H₂S pesuri ja osalla tehtaista taas johdetaan mäntyöljykeittämön rikkivetytypitoiset kaasut laimeiden hajukaasujen pesurille esim. haihduttamon laimeiden pesurille, joka on varustettu pH:n säädöllä H₂S:n pesua varten.

Yhdellä tehtaalla ei aiemmin ollut H₂S pesuria, ja kun kytkentäkohta muiden laimeiden hajukaasujen kanssa on soodakattilarakennuksen sisällä laippaliitoksella, niin kyseisellä alueella haisi aina selkeästi. On syytä huomioda, että mäntyöljykeittämön suovan rikkihappopalstoituksessa syntyvä rikkivety (H₂S) ei ole räjähtävällä pitoisuudella vaan ainoastaan tappavalla tuhansia ppm:ia sisältävällä pitoisuudella, mm. tästä syystä mäntyöljykeittämön höngät on hyvä alkalipestä ennen kytkentää muiden laimeiden hajukaasujen joukkoon.

Myös putkiston materiaalivalinta mäntyöljykeittämön hönkälinjojen osalta on syytä tarkistaa, ettei kaasuputkisto pääse syöpymään ja aiheuttamaan etenkin sisätiloihin vuotovaaroja ennen kaasujen alkalipesua.

7.18 Hakesiilon höngät

On tehtaita joissa hakesiilon höngät johdetaan täysin käsittelemättömänä taivaalle ilman mitään esikäsittelyä (pölyn/hakkeen poistoa) ja mahdollista tärpättilauhdutinta (alentaa tärpättisaantoa). Prosessiratkaisussa jossa hakesiilolla hyödynnetään hakkeen



pasutuksessa keittimen mustalipeän paisunnan TRS-pitoisia höyryjä aiheuttavat hakesiilon ulos vapaasti johdettavat höngät hajuhaittoja ympäristöön.

Nykyaikaisissa tehtaissa käytetään keittimeltä poistuvan mustalipeän lämpöenergiaa hakkeen pasutuksessa käytettävän puhtaan tuorehöyryn valmistamiseen. Tämä on toteutettu erityyppisillä (höyry-neste, neste-neste) höyryn kiehuttimillä eli ns. reboilereilla sen sijaan, että johdettaisiin paisunnan TRS-jakeita sisältäviä höyryjä suoraan hakesiilon.

Hakesiilolle hakkeen pasutusta varten johdettavat paisunnan höyryt ovat olleet pääsiallisina tekijöinä laimeissa hajukaasuissa tapahtuneisiin hajukaasuräjähdyksiin niin Suomessa kuin maailmallakin. Laimeiden hajukaasujen pitoisuudet ovat päässeet nousemaan yli alemman räjähdysrajan (LEL) mm. hakesiilon häiriötilanteissa.

7.19 Tärpätti

Ainakin muutamalla tehtaalla on havaittu tärpättijaetta kuitulinjan massan pesussa, ja ainakin yhdellä tehtaalla oli tullut vastaan tärpättijakeen pääsy sekundäärilauhteiden joukkoon ja sitä kautta muualle tehtaalle sekundäärilauhdetta hyödyntäviin prosesseihin.

Tärpätin kulkeutumista likaislauhteiden käsittelyn kautta puhtaampien lauhteiden joukkoon tulisi tarkastella niin säiliökuvien (soveltuuko säiliö havupuutehtaille, onko väliseinää tärpätin dekantoinnille) kuin putkistokytkentöjen osalta (mahdollisia kääntöventtiileitä).

Ei ole tarkempaa tietoa, onko tärpättisaantojen vaihteluita eri tehtailla tutkittu ja mistä faaseista (neste, kaasu) tärpättiä hajukaasujärjestelmissä on todennettu. Tärpättijaetta ei pysty seuraamaan likaislauhteista esim. johtokykymittauksella.

7.20 Laimeiden hajukaasupesureiden lauhteet

Pääsääntöisesti laimeiden hajukaasujen pesureilta poistuvat lauhteet johdetaan haihduttamon likaislahdesäiliölle. Lauhteiden tarkempaa johtamista ei ehditty käydä läpi. Jollakin tehtaalla laimeiden hajukaasupesurin lauhteet johdetaan pääosin kanaaliin aiheuttaen hajuhaittaa.

Nykyaikaisissa tehtaissa kunkin osaston (kuitulinja, haihduttamo, kaustistamo, soodakattilan liuottaja) lauhdutusjärjestelmien lauhteet johdetaan kullakin osastolla takaisin prosessikiertoon. Kuitulinjan mahdolliset kuitupitoiset lauhteet palaavat takaisin kuitulinjan prosessiin, kaustistamon meesapitoiset lauhteet takaisin kaustistamon prosessiin. Ainoastaan haihduttamon laimeiden hajukaasujen pesurin lauhteet johdetaan laimeiden hajukaasujen pesureilta haihduttamon likaislahdesäiliöön. Tämä vähentää stripperille tulevaa laimeiden hajukaasujen likaislahdemäärää ja vähentää myös likaantumista, joka on aiemmin johtunut esim. kulkeutuneista kuiduista tai meesasta.



7.21 Haihduttamon käyntiinajo

Kun haihduttamoa ajetaan käyntiin, on lipeän kuiva-ainevahvuuksilla merkitystä etenkin havupuutehtailla haihduttamon peräpään kuohaamiselle ja sitä myötä väkevien hajukaasujen keräilylle haihduttamon tyhjöpumpun kautta. Havupuuajossa suopaa on päässyt jollain tehtaalla väkevien hajukaasujen keräilyyn ja polttoon asti.

Lisäksi käyntiinajon yhteydessä on tullut tehtailla vastaan suuret keräilyyn tulevat väkevien hajukaasujen kaasumäärät. Tehtailla on pohdittu ovatko käyntiinajotilanteiden suuret väkevien hajukaasujen kaasumäärät (etenkin haihduttamon tyhjöjärjestelmästä) pitoisuuksiltaan väkevien hajukaasujen määritelmän eli yli ylemmän räjähdysrajan alueella vai räjähtävällä alueella. Näistäkin ajotilanteista olisi hyvä tehdä edes jollain tehtailla kaasuanalyysijä todentamaan kaasupitoisuudet, ja löytämään turvalliset ajomallit käyntiinajon ajaksi.

7.22 Soodakattilan väkevien polttimen ongelmat

Yhdellä tehtaalla on ollut soodakattilan väkevien hajukaasujen polttimella tukkeentumisongelmia liekinestinelementin otsapinnalla ja itse väkevien hajukaasujen polttimessa olevien hajukaasuaukkojen osalta tietyllä osaa aukkoja. Tukoksista on löytynyt jonkinlaista kiintoainetta, jota ei ole vielä tarkemmin analysoitu. Tehtaalla on epäilyksenä haihduttamon tyhjökaivon kautta tuleva suopa tai keittämöltä asti tuleva hienonhieno kiintoaines.

7.23 Varapolttopaikkojen häiriöt

Useammalla tehtaalla on etenkin väkevien hajukaasujen poltossa soodakattilan väkevien hajukaasujen polttimen lisäksi varapolttopaikkana erityyppisiä varapolttimia, esim. soihtuja (luonnonvetojäähdytteinen tai pakkojäähdytteinen ulkovaippa, riippuen soihtun polttimen sijoittumisesta ulos tai rakennuksen sisälle), erillispolttokattiloita ja joillakin tehtailla väkevien hajukaasujen ja likaislauhteiden stripperikaasujen (SOG) varapolttopaikkana toimii meesauuni. Joillakin tehtailla väkevien hajukaasujen pääpolttopaikkana toimii erillispolttokattila(t) ja varapolttopaikkana soihtu.

Varapolttopaikkojen hajukaasupäästöihin liittyviä syitä ehdittiin tehdaskäynneillä käydä vain pintapuolisesti. Yhdellä tehtaalla soihtulle polttoon käynnön yhteydessä olleet kaasunvirtaamattomuusongelmat johtuivat käytettävän matalapainehöyrylinjan lauhteenpoiston riittämättömyydestä ja höyrynlauhteenpoistimen toimimattomuudesta. Kaasulinjaan johdettu höyrynlauhde esti polttimelle menevän kaasuvirtauksen. Lisäksi polttimen vesityslinjan koko oli kyseiselle lauhtemäärän poistamiselle liian pieni (DN25). Soodakattilayhdistyksen suosituksissa minimi nimelliskoko hajukaasujärjestelmien (DNCG, CNCG) lauhteenpoistolinjoille on DN50, koskien niin putkistoa kuin laitteitakin (polttimet, puhaltimet, jne.).

Lisäksi itse soihtupolttimelta lähtevien vesityksien keräilylle ja lauhteiden johtamiselle erilliseen pumppausastiaan on erilaisia putkivetomalleja. Tärkeää olisi tiedostaa, missä prosessin ajopaineissa polttimelle tulevat eri väkevien hajukaasujen (jatkuva-toiminen prosessi, eräkeitto, erillinen väkevöitin, likaislauhteiden strippauksen kaasut SOG) linjat ovat ja onko niiden vesitykset kytketty samaan lauhteenkeräilytুক্কiiin, onko



tukissa aina riittävä nestepinta erottamaan eri ajopaineessa olevat kaasut ja palamisilmat (ettei paineta väkeviä esim. alhaisempipaineiseen palamisilmalinjastoon tai päinvastoin palamisilmaa laimentamaan väkevien tulolinjaa, jolloin kaasun palaminen voi tapahtua jo siirtoputkessa).

8 HAASTATTELTAVIEN TOIVEITA

Projektin aikana tuotiin tehtailla esiin jatkotoiveita joita voitaisiin yhdistyksen piirissä miettiä, mm.:

- BAT- ja BREF- vertailu, miten kohtaa tänä päivänä tehtaalla
- Tärpättidekantterin toiminta ja oikeat lämpötilat
- kaikkien TRS –jakeiden tarkastelua turvallisuusmielessä
- Tärpätin kulkeutuminen
- Metanolin analyysit ja typpipitoisuudet
- LEL-pitoisuudet ja mittaukset
- Miten hallita haihduttamon käynnistyksessä tyhjökaivon kaasujen määrää väkevien hajukaasujen keräilyyn, että ei aiheuteta valtavaa kaasumäärää ja turvallisuusriskiä väkevien hajukaasujen polttopäässä



LIITE 1: ENV9281 BURGESS TOM AND YOUNG RANDY, 1992, EXPLOSIVE NATURE OF NONCONDENSIBLE GASES

LIITE 2: 10APR06 LAUTKASKI, RISTO, REAPPRAISAL OF ROLE OF TURPENTINE VAPOR IN NONCONDENSIBLE GAS EXPLOSIONS, APRIL 2010 TAPPI JOURNAL

LIITE 3: 2017 ICRC ESTIMATION OF AMOUNTS AND COLLECTION DEGREES OF MODERN PULP MILL NCG FLOWS PRESENTATION

LIITE 4: 2017 ICRC ESTIMATION OF AMOUNTS AND COLLECTION DEGREES OF MODERN PULP MILL NCG FLOWS FINAL

LIITE 5: SKY PÄIVÄT LUT HOVIKORPI 02112017

LIITE 6: FINNISH RECOVERY BOILER COMMITTEE DAYS LUT HOVIKORPI 02112017 IN ENGLISH

**ATR/YTR: Soodakattilan päästömittausten menetelmät,
Pöyry Finland – loppuraportti 13.7.2018**

101005313-001-E0001

12.7.2018

Esipuhe

Soodakattilayhdistys on vuonna 2007 laatinut raportin soodakattiloiden päästömittausten parhaista menetelmistä. Tuon jälkeen kansainväliset ilmansuojelutavoitteet ja Euroopan unionin päästötavoitteet ovat päivittyneet. Euroopan teollisuuden päästöjä koskeva direktiivi (IE-direktiivi) on astunut voimaan ja parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) vertailuasiakirjojen BAT päätelmiin sisältyvät päästötasot ovat tulleet sitoviksi. IE-direktiivi on muuttanut myös kansallista lainsäädäntöä. Tavoitteiden saavuttamiseksi päästöraja-arvot ovat tiukentuneet ja päästöjen seurantaa on yhtenäistetty. Näiden muutosten seurauksena Soodakattilayhdistys on teettänyt soodakattilan ilmapäästötarkkailua koskevan yhteenvedon.

Tähän yhteenvetoon on koottu taustaa päästörajoille. Paperi- ja massateollisuuden BAT-päätelmien soodakattiloita koskevat ilmapäästöt on koottu selvitykseen. Myönnettyistä luvista on koottu tietoa siitä, miten muutokset ovat näkyneet BAT päätelmien jälkeen päivitettyjen ympäristölupien raja-arvoissa ja tarkkailun vaateissa paikallisella tasolla. Osana selvitystä on tarkasteltu sitä, miten tarkkailua tulee parhaan käytännön mukaan toteuttaa ja mitä sen toteutuksessa on huomioitava. Tausta-aineisto on koottu julkisista lähteistä. Arviot ja käytäntöön liittyvät kommentit perustuvat yhteenvedon laatijan pitkään käytännön kokemukseen päästö- ja vertailumittauksista, mittausten laaduntarkkailusta, menetelmien seurannasta ja käyttöön-otosta sekä kenttähavaintoihin.

Soodakattilayhdistyksen ympäristöryhmä on tarkistanut ja kommentoinut sekä esittänyt liitteisiin lisättäväksi yhteenvetoja eri tehtaiden luparajoista, ylösajo-, alasajo- ja häiriöjaksojen määrittelyehdotuksia sekä koontia yleisimmistä käytössä olevista mittaustekniikoista.

Yhteenveto

Euroopan teollisuuspäästöjen direktiivin (2010/75/EU) voimaantulon jälkeen BAT vertailuasiakirjat ja BAT päätelmät ovat ohjanneet paikallista päätöksentekoa esim. ympäristölupien käsittelyä. Tavoitteena on yhtenäistää päästöjen tarkkailua ja raportointia sekä päästä entistä pienempiin päästöihin.

Tähän selvitykseen on koottu muutoksia vuoden 2007 jälkeen niin ympäristölainsäädännössä ja -luvista kuin ilmapäästöjen tarkkailun tavoitteissa unohtamatta päästömittausten toteutusta, laadunvarmennusta ja tulosten käsittelyä. BREF dokumenttien laadinta on kuvattu, jotta toiminnanharjoittajat välittäisivät toimialan edunvalvontaa toteuttaville tietoa myös BAT tavoitteisiin pääsemisen haasteista. BAT-päätelmiin on esitetty raja-arvoja, joiden todentamiseen ei välttämättä ole virallisia menetelmiä tai käytössä olevien menetelmien herkkyyks ei riitä todennukseen.

Selkeyttäminen, yhtenäistäminen ja ohjeistaminen lienevät hyvästä. Tavoitteita ja raja-arvoja asetettaessa olisi hyvä huomioida käytettävissä olevat tarkkailumenetelmät ja realistiset mahdollisuudet todentaa asetettuja raja-arvoja käytännön toimintaympäristössä. Mittausjärjestelmille on asetettu laatuvaateita ja niiden tulosten luotettavuuden on täytettävä hyvinkin tiukat vaatimukset.

Muun muassa hiukkasten pitoisuusraja-arvot ovat uusille laitoksille hyvinkin haasteellisia huomioiden käytettävissä olevien jatkuvatoimisten mittalaitteiden ja niiden kalibrointiin käytettävän manuaalisen menetelmän mahdollisuudet. Savukaasupesuri hankaloittaa tilannetta entisestään. Referenssimenetelmän määrittämisraja pesurin jälkeen toteutetuissa mittauksissa ylittää 20 % raja-arvosta, mikä on ko. menetelmälle sallittu kokonaisepävarmuus.

Rikkidioksidin ja hajurikkijyhdisteiden mittauksille ei ole olemassa virallista 'on-line' menetelmästandardia, vaikka kiinteät järjestelmät ovat olleet useiden soodakattiloiden savukaasuja mittaamassa 1990-luvulta alkaen. Hajurikkijyhdisteiden kokonaispitoisuuden (TRS) raja-arvot vuorokausi- ja vuositasolla on asetettu niin alas, että menetelmällisiä haasteita on niin kiinteästi asennetuille järjestelmille teknisesti kuin järjestelmien toimintaa todentaville vertailumenetelmille. Tulosten luotettavuudelle asetetut tavoitteet ympäristöluvista ovat vaikeasti saavutettavissa.

Mitattavien yhdisteiden määrä on laajentunut ja tähän selvitykseen on koottu myös jaksottaisesti toteutettavien mittausten menetelmiä lähinnä luettelon muotoon avuksi mittauksia tarvitsevalle.

Kiinteille mittausjärjestelmille on asetettu laadunvarmennusmenettelyitä, joihin kuuluvat tyyppi hyväksynnot. Uusien järjestelmien toimittajan on annettava tilaajalle QAL-1 dokumentit, joista käy ilmi mittausjärjestelmän tuloksille laskettu kokonaisepävarmuus. Testauksia on tehty lähinnä LCP ja jätteenpolton mittausvaateiden täyttymisestä em. prosessien tyypillisissä olosuhteissa. Soodakattilalla testauksia ei välttämättä ole tehty. Mittaustulosten keräilyä, käsittelyä ja raportointia yhtenäistävä standardointi on ollut vireillä vuosia. Mahdollisesti standardointi tuo tullessaan raportoinnin tarkastus-/sertifiointitoiminnan.

Sisältö

Yhteenveto

1	YLEISTÄ	3
1.1	Euroopan unionin tavoitteet	3
1.2	Teollisuuspäästöjen direktiivi (IED)	3
1.3	Paras käyttökelpoinen tekniikka	4
1.4	Kansallinen lainsäädäntö	5
2	PARAS KÄYTETTÄVISSÄ OLEVA TEKNIikka (SOODAKATTILAN ILMAPÄÄSTÖJEN BAT)	6
2.1	Soodakattilan savukaasupäästöt ja niihin vaikuttaminen	6
2.2	Sulfaattitehtaan soodakattilan BAT päästötasot	8
2.3	Sulfiittitehtaan soodakattilan BAT päästötasot	9
2.4	Prosessimuuttujien ja ilmapäästöjen tarkkailun BAT-päätelmät	10
2.5	Tarkkailun yleiset periaatteet	11
2.6	Tarkkailun laadunvarmennus	13
2.7	Ympäristölupamääräysten päivittyminen	14
3	TARKKAILUN TOTEUTUS	16
3.1	Mittauspaikka	17
3.2	Mittausmenetelmät ja -järjestelmät	19
3.2.1	Näytteenkäsittely	20
3.2.2	Jatkuvatoimiset mittalaitteet ja menetelmät	21
3.2.3	Jaksottaiset mittaukset	25
3.3	Laadunvarmennus	26
3.3.1	Laitehankinta	27
3.3.2	Vertailumittausten sisältö	27
3.3.3	Mittausjärjestelmän ylläpito	29
3.3.4	Vertailumittaukset käytännössä	30
3.4	Mittausepävarmuus	31
4	MITTAUSTULOSTEN KÄSITTELY JA RAPORTOINTI	32
4.1	Tiedon keräyksen ja käsittelyn standardointi	32
4.2	Mittautulosten käsittely ja muunnokset	32
4.3	Raportointi	35

Liitteet

1. Sellutehtaiden soodakattiloiden päästöraja-arvot uusissa lupapäätöksissä BAT päätelmien voimaan tulon jälkeen vuodesta 2015 alkaen (1 s.)
2. Soodakattilan ylösajo-, alasajo- ja häiriöjaksojen määrittelyehdotuksia (5 s.)
3. TÜV sertifioituja mittausjärjestelmiä EN 15267 mukaan ja järjestelmien toimittajia (1 s.)
4. Yleisimmät analysointilaitteiden mittausperiaatteet (1 s.)
5. Standardiehdotuksessa EN 17255:1 esitetyt päivä-, viikko-, kuukausi- ja vuosiraportteihin sisällytettävät asiat (1 s.)

1 YLEISTÄ

Ilmastonmuutos on puhuttanut jo vuosikymmeniä. Pikkuhiljaa epäilijöiden määrä on vähentynyt ja/tai ääni vaimennut. Maapallon ilmaston lämpenemisen hidastamiseksi on laadittu erilaisia suunnitelmia ja tavoitteita niin kansainvälisesti kuin kansallisesti. Kansainvälisesti kattavin on YK:n ilmastonmuutosta koskeva puitesopimus, jota ovat täydentäneet Kioton pöytäkirja (2005) sekä Pariisin sopimus (2015). Suomi noudattaa YK:n ilmastopoliittista ja on Euroopan unionin mukana neuvotteluissa. Unionin asettamat ilmastopoliittiset tavoitteet koskevat Suomea, minkä lisäksi Suomi tekee omaa kansallista ilmastopoliittistaan.

1.1 Euroopan unionin tavoitteet

Euroopan unioni päivitti 2013 ohjelmansa ”Puhdasta ilmaa Euroopalle” CAFE, joka sisältää pitkän ajanjakson tavoitteet ja keinot ilmansaasteiden aiheuttamien haittojen ehkäisemiseksi. Tavoitteena on vähentää terveydelle haitallisia pienhiukkas- ja otsonipitoisuuksia, happamoitunutta ja rehevöitynyttä alaa sekä rakennuksille aiheutuvia haittoja. Tavoitteiden saavuttamiseksi EU:n päästöjä olisi vähennettävä vuoteen 2030 mennessä seuraavasti vuoteen 2005 verrattuna, Suomelle esitetyt vähennysprosentit omassa sarakkeessaan:

Yhdiste	Vähennys tavoite EU (%)	Vähennystavoite Suomi (%)
SO ₂	81	30
NO _x	69	51
VOC	50	46
NH ₃	27	20
Pienhiukkaset	51	39

Tavoitteiden saavuttamiseksi päästöjä täytyy vähentää kaikilla toimialoilla. Suuri osa tarvittavista toiminnoista on huomioitu jo EU säädösten kautta mm. teollisuuspäästödirektiivissä ja liikenteen pakokaasunormeissa.

1.2 Teollisuuspäästöjen direktiivi (IED)

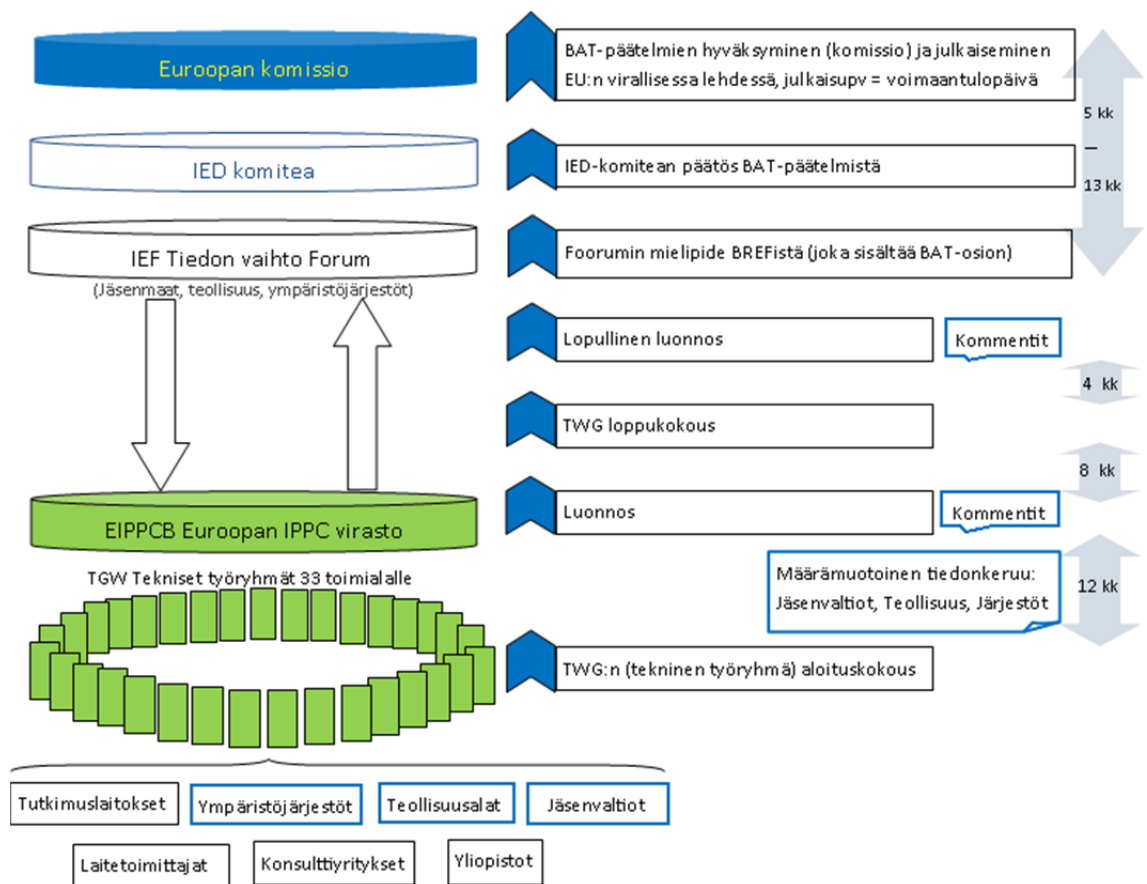
Teollisuuspäästöjen direktiivi (2010/75/EU) eli IE-direktiivi tuli voimaan 6.1.2011. Direktiivi koskee sen liitteessä 1 esitettyjä toimialoja mm. massaa puusta tai muista kuitumateriaaleista tuottavat laitokset. IE-direktiivi korvasi eräät teollisia toimintoja koskevat erityisvaatimukset, joista on aiemmin säädetty toimialakohtaisina direktiiveinä esim. LCP-direktiivi. Merkittävin muutos IE-direktiivissä aiempaan verrattuna on se, että BAT-vertailuasiakirjojen (BREF) BAT-päätelmiin sisältyvät päästötasot ovat sitovia. BAT-periaatetta on noudatettu aiemminkin ja mm. lupamääräysten on pitänyt perustua BAT:iin.



1.3 Paras käyttökelpoinen tekniikka

Parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla (BAT Best Available Techniques) tarkoitetaan:

- mahdollisimman tehokasta ja kehittyntä, teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoista
- tuotanto- ja puhdistusmenetelmää sekä toiminnan suunnittelu-, rakentamis- ylläpito-, käyttö- ja lopettamistapaa,
- joilla voidaan ehkäistä toiminnan aiheuttama ympäristön pilaantuminen tai tehokkaaimmin vähentää sitä, ja
- joka soveltuvat myös ympäristömääräysten perustaksi.



Kuva 1. BREF prosessi pähkinänkuoressa: toimijat, työjärjestys, tavoiteaikataulu

BAT määrittely on eri foorumien laaja prosessi. Euroopan IPPC-toimisto koordinoi teollisuuden ja viranomaisten välistä tietojen vaihtoa parhaasta käyttökelpoisesta tekniikasta Sevillassa ja se kokoaa tekniset työryhmät (TWG) kaikille toimialoille. Ryhmissä ovat edustettuna jäsenmaat, toiminnanharjoittajat, laitetoimittajat, tutkimuslaitokset, yliopistot, ympäristöjärjestöt, mahdollisesti alan konsultit. Kukin TWG on vastuussa oman toimialansa tarvittavien tietojen keräämisestä, BREF luonnosten ja eri dokumenttien kommentoinnista. IPPC toimisto ja TWG kerää kannat jäsenmailta BREF rakenteesta ja merkittävimmistä ympäristötekijöistä. Yhteenvetona laaditaan tausta-asiakirja aloituskokoukseen, jossa määritellään BREFin soveltamisala ja sen rakenne.

Kokouksen jälkeen kerätään tietoja referenssilaitoksilta (tekniikat, päästöt, energian ja materiaalin kulutus), minkä jälkeen BREF kirjoittajat laativat ensimmäisen luonnoksen TWG jäsenille kommentoitavaksi. Kommentit käsitellään loppukokouksessa, jonka perusteella päivitetty dokumentti välitetään vielä TWG jäsenille. Kommenttikierroksen jälkeen laaditaan Final Draft, joka menee Foorumin käsittelyyn. Foorumissa ovat edustettuina samat tahot kuin TWG:ssä.

Forum antaa lausunnon BREF luonnoksesta, minkä jälkeen BAT-päätelmät menevät komission käsittelyyn. Komissiossa ovat edustettuina vain jäsenmaiden edustajat, jotka äänestävät BAT-päätelmien hyväksymisestä tai hylkäämisestä. Menettelyyn liittyy edunvalvontaa ja politikointia. Vertailuasiakirjat ja BAT-päätelmät löytyvät Euroopan IPPC-toimiston (EIPPCB) kotisivuilta (<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/index.html>).

BREF lopputulokseen on mahdollista vaikuttaa TWG-prosessin aikana välittämällä tietoa referenssilaitoksena ja kommentoimalla aktiivisesti dokumentteja. BREF prosessi on tarkoitettu toistua 10 vuoden välein, jotta BREF pysyisi ajan tasalla ja jotta uudet tekniikat tulisivat mukaan. Prosessin kesto on pyritty nopeuttamaan (tavoite noin kolme vuotta) ja tehostamaan tiedonkeruuta ennen TWG-prosessia. Uusien kierrosten aikana on myös pyritty keskittymään tärkeimpään esim. BAT-päätelmiin, korostamaan datan laatua ennen määrää ja tehostamaan työtapoja.

Suomessa BAT-työn tiedonvaihtoa koordinoi SYKE. Kansalliset toimialaryhmät eri aloille on perustettu. Niiden puheenjohtajat tulevat ympäristöhallinnosta, keskeisimmille toimialoille keskushallinnosta kuten massan, paperin ja kartongin tuotantoryhmän (PP). Ko. toimialaryhmässä on edustajia metsäteollisuudesta.

Massan tuotantoon liittyvät toiminnot kuten soodakattilat, meesauunit ja hajukaasujen käsittely kuuluvat toimialan parhaan käytettävissä olevan tekniikan ja BAT-päätelmien piiriin. Päästöraja-arvot tulevat soodakattiloille ko. päätelmistä. Massan, paperin ja kartongin tuotannon viimeisin vertailuasiakirja on julkaistu 2015 ja BAT-päätelmät on vahvistettu syyskuussa 2014. SYKE on tiedottanut asiasta valtion ympäristölupa- ja valvontaviranomaisia, joiden tehtävänä on edelleen tiedottaa toiminnanharjoittajia.

1.4 Kansallinen lainsäädäntö

IE -direktiivin keskeiset muutokset on saatettu Suomessa voimaan osana uutta ympäristönsuojelulakia (YSL 527/2014). Se on tehty vastaamaan Euroopan unionin uudistunutta lainsäädäntöä ja perustuslain tulkintaa ja samalla ympäristönsuojelulain lupa- ja ilmoitusmenetelmiä päivitettiin. Luvanvaraiset toiminnot on ryhmitelty IE-direktiivin mukaisiin laitoksiin ja muihin laitoksiin.

Aiemmin toiminnanharjoittajan velvoitteisiin kuului olla selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, -riskeistä ja haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista. Uuden lain mukaan toiminta on lisäksi järjestettävä niin, että ympäristön pilaantuminen voidaan ehkäistä ennalta. Ympäristölupaa vaativilla toiminnoilla on aiempaa enemmän velvoitteita:

- toiminnassa käytettävä parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT)
- energian käyttö oltava tehokasta
- toiminnasta aiheutuvia päästöjä ja vaikutuksia tulee tarkkailla, mistä on oltava suunnitelma
- em. tarkkailun tiedoista, raaka-aineista, polttoaineista, kemikaaleista, syntyvistä ja käsitellyistä jätteistä on toimitettava tarpeelliset tiedot viranomaiselle
- käytettävä riittävää asiantuntemusta toiminnan laatuun ja laajuuteen nähden

- ennalta varautumista varten on laadittava riskinarviointiin perustuva suunnitelma ja toimintaohjeet onnettomuuksien ja poikkeuksellisten tilanteiden varalta
- käytettävä mahdollisuuksien mukaan kemikaaleja, joista aiheutuu vähiten ympäristön pilaantumisen vaaraa.

Kun komissio on julkaissut direktiivilaitoksen pääasiallista toimintaa koskevat päätelmät, laitoksen ympäristölupa on tarkistettava, jos se ei vastaa voimassa olevia päätelmiä ja lakia tai sen nojalla asetettuja säännöksiä. Toiminnanharjoittajan on toimitettava valvontaviranomaiselle selvitys luvan tarkistamistarpeesta perusteluineen kuuden kuukauden kuluessa päätelmien julkaisusta. Viranomaisen arvioi luvan tarkistamistarpeen ja aikataulun.

Lakiuudistuksen yhteydessä julkaistiin uusi ympäristönsuojeluasetus (YSA 713/2014), joka perustuu suurelta osin aikaisempaan asetukseen. Siihen on lisätty IE-direktiivin säännöksiä lupamenettelystä, parhaan käyttökelpoisen tekniikan noudattamisesta ja luvanvaraisten toimintojen valvonnasta. Valvontaviranomaisen on tiedotettava direktiivilaitoksen (ympäristöluvanvarainen) toiminnanharjoittajalle sen pääasiallista toimintaa koskevien uusien päätelmien voimaantulosta.

2 PARAS KÄYTETTÄVISSÄ OLEVA TEKNIikka (SOODAKATTILAN ILMAPÄÄSTÖJEN BAT)

Massan, paperin ja kartongin tuotannon viimeisimmät BAT-päätelmät on vahvistettu komissiossa syyskuussa 2014. Vertailuasiakirja (Best Available Technology (BAT) Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board) julkaistiin v. 2015. Jälkimmäisessä on esitetty mm. soodakattilan savukaasupäästöt ja niiden muodostuminen ja parhaimmat menettelyt NO_x, SO₂, TRS ja hiukkaspäästöjen vähentämiseksi nykytiedon perusteella. Päätelmissä on esitetty päästötasot, joihin kuvatuilla tekniikoilla on mahdollista päästä.

2.1 Soodakattilan savukaasupäästöt ja niihin vaikuttaminen

Soodakattila ottaa talteen arvokkaita keittokemikaaleja ja tuottaa energiaa mustalipeään liuenneista orgaanisista yhdisteistä.

Soodakattilan tulipesä jaetaan pelkistys- ja hapetusvyöhykkeisiin. Polttoaine, vahvalipeä, syötetään pelkistysvyöhykkeeseen. Se kuivuu tulipesässä matkalla kattilan pohjalla olevaan kekkoon. Kuivuessa kaasutilaan vapautuu vettä, typpeä, hiiltä, natriumia, kaliumia, ammoniakkia, rikkivetyä, jotka hapettuvat hapetusvyöhykkeessä.

Mustalipeässä olevien kemikaalien regeneroituminen tapahtuu keossa pelkistävässä olosuhteissa. Primääri-ilmaa syötetään niin, että keon lämpötila pysyy halutussa lämpötilassa; ko. ilman osuus on noin 20 – 30 % polton kokonaisilmamäärästä. Pelkistysvyöhykkeessä hiili palaa epätäydellisesti ja kaasuuntuu hiilimonoksidiksi. Osa pelkistyneestä rikkivedystä voi poistua savukaasujen mukana, jos ilmasyöttö ei ole sopiva tai sekoitus kattilassa on epätäydellinen tai seinämien kuiva-ainekertymien tipahtaessa sulaan.

Sekundääri-ilman osuus poltossa on noin 30 – 40 %. Sillä rajoitetaan keon kokoa ja vaikutetaan lämpötilaan. Hapetusvyöhykkeessä saatetaan loppuun pelkistysvyöhykkeessä alkanut palaminen. Täydellinen palaminen saadaan säätämällä tertiääri-ilmoja, joiden osuus on noin 30–40 %.

Soodakattilan rikkidioksidin (SO_2) päästöt muodostuvat pääosin H_2S ja COS hapettumisesta. Rikkiyhdisteiden lähteitä ovat itse polttoaine sekä lisäainepolttovirrat kuten hajukaasut ja öljy. Soodakattilan rikkipäästöt riippuvat eri vyöhykkeiden lämpötiloista, joihin vaikuttavat kuiva-aine pitoisuus (lämpöarvo), rikin ja natriumin suhde (S/Na_2) lipeässä (sulfiditeetti), primääri-ilman määrä ja lämpötila, palamisilmojen jako, mustalipeän syöttö ja kattilan kuorma. Korkean kuiva-ainepitoisuuden mustalipeää poltettaessa palamislämpötila nousee. Tällöin höyrystyy enemmän natriumia, joka voi sitoa SO_2 :ta muodostaen Na_2SO_4 :ää, mikä vähentää soodakattilan SO_2 päästöjä. SO_2 päästöjen hallitsemiseksi joissakin laitoksissa on savukaasupesurit, jotka toimivat alueella pH 6 – 7 ja joita säädetään lipeällä tai heikkovalkolipeällä.

Hajurikkiyhdisteiden (TRS) päästöihin vaikuttavat kuiva-ainepitoisuus, kattilan kuorma, lämpötilat ja ilmajaot, jotka vaikuttavat rikkikemiaan. Yleensä haisevien rikkiyhdisteiden päästöt ovat korkean kuiva-aineen kattiloilla hyvin pieniä vakaassa ajotilanteessa. Päästöt syntyvät lähinnä häiriötilanteissa.

Typen oksidien (NO_x) päästöihin vaikuttavat mustalipeän typpipitoisuus sekä ylimäärähappi tulipesässä. Mustalipeän typpipitoisuuteen vaikuttaa tuotannossa käytetyn puun laatu. Arvioiden mukaan 25 – 30 % lipeän tyyppistä muuntuu savukaasun typenoksideiksi. Termisen NO_x osuus on pieni, koska soodakattilan lämpötilat ovat alhaiset. Myöskään pelkistysvyöhykkeen alhaiset happipitoisuudet eivät edistä NO_x muodostumista. Typen oksidipäästöt hallitaan normaalisti ilmajaolla ja polttoolosuhteiden optimoinnilla.

Savukaasujen pöly muodostuu ns. carry-over hiukkasista ja tulipesässä höyrystyneistä ja myöhemmin tiivistyneistä partikkeleista. Carry-over hiukkaset muodostuvat tulipesästä karanneiden lipeäpisaroiden jäännöksistä, jotka sisältävät natriumkarbonaattia ja sulfidia ja ovat kokoluokaltaan suurempia kuin tiivistynyt pöly. Tiivistynyt pöly on hienojakoista (0,5 – 1 μm) ja koostuu pääasiassa natriumsulfaatista. Soodakattilat on yleensä varustettu sähkösuotimilla, joilla pöly saadaan hyvin erotettua. Osa jäljelle jääneistä hiukkasista poistetaan savukaasusta sähkösuotimen jälkeen pesurissa.

Häkäpäästöt johtuvat orgaanisten yhdisteiden epätäydellisestä palamisesta. Useimmat tehtaot toimivat 3 – 6 % jäännöshappitasolla, jolloin CO pitoisuudet jäävät kohtuullisen pieniksi. Kun happitasoja on alennettu 1,5 %:iin typen oksidien vähentämiseksi, CO pitoisuudet ovat kohonneet. Turvallisuuden takia CO pitoisuudet on syytä pitää alhaisina. Korkeat CO pitoisuudet johtavat myös kattilan korroosioon. Tarkalla prosessin säädöllä saavutetaan optimi, jossa CO ja NO_x päästöt ovat tasapainossa.

Muista päästöyhdisteistä metallien pitoisuudet ovat olleet mittauksissa hyvin alhaisia. Myös vetykloridin (HCl) pitoisuudet ovat olleet alhaisia ja alittaneet käytettyjen menetelmien määritysrajat, ellei jopa toteamisrajat.

2.2

Sulfaattitehtaan soodakattilan BAT päästötasot

Massan, paperin ja kartongin tuotannon BAT-päätelmissä on **rikkidioksidin (SO₂) ja hajurikkiyhdisteiden (TRS)** päästöjen vähentämiseksi esitetty seuraavia tekniikoita (BAT 21).

Tekniikka	Kuvaus
a Mustalipeän kuiva-ainepitoisuuden nosto	Mustalipeä voidaan väkevöittää haihduttamalla ennen polttoa
b Optimoidut poltto-olosuhteet	Palamisolosuhteita voidaan parantaa esim. ilman ja polttoaineen huolellisella sekoittamisella tai uunin kuormituksen säätelemisellä
c Märkäpesuri	Kaasumaiset yhdisteet liuotetaan sopivaan nesteeseen (veteen tai emäksiseen liuokseen). Jopa kiinteiden ja kaasumaisten yhdisteiden samanaikainen poistaminen on mahdollista. Märkäpesuprosessin loppuvaiheessa savukaasuihin imeytyy vettä ja pisarat on erotettava ennen savukaasun käsittelyä. Tuloksena olevaa nestettä on käsiteltävä jätevedenkäsittelyprosessissa ja liukenemattomat aineet on kerättävä erottamalla tai suodattamalla.

Taulukko 1. PP BAT 21 tekniikoin päästötasot kaasumaisille rikkiyhdisteille **SO₂** ja **TRS**

Yhdiste	Kuiva-ainepitoisuus	Vrk keskiarvo ^{(1) (2)} mg/Nm ³ 6 % O ₂	Vuosikeskiarvo ⁽¹⁾ mg/Nm ³ 6 % O ₂	Vuosikeskiarvo ⁽¹⁾ kgS/ADt
SO ₂	< 75 %	10 – 70	5 – 50	-
	75 – 83 % ⁽³⁾	10 - 50	5 - 25	-
TRS		1 – 10 ⁽⁴⁾	1 - 5	-
Kokonais S (TRS + SO ₂) S:nä	< 75 %			0,03 – 0,17
	75 – 83 % ⁽³⁾			0,03 – 0,13

⁽¹⁾ Mustalipeän kuiva-ainepitoisuuden nosto vähentää SO₂ päästöjä ja lisää NO_x päästöjä. Tämän takia soodakattila, jolla SO₂ päästöt ovat pienet, saattaa tuottaa vaihteluvälin yläpäässä olevia NO_x-päästöjä ja päinvastoin

⁽²⁾ BAT päästötasot eivät kata ajanjaksoja, jolloin soodakattilaa käytetään tavanomaista kuiva-ainepitoisuutta huomattavasti alhaisemmalla kuiva-ainepitoisuudella haihduttamon alasajon tai huollon vuoksi

⁽³⁾ Jos soodakattilassa on tarkoitus polttaa mustalipeä, jonka kuiva-ainepitoisuus > 83 %, SO₂ päästöjen ja kaasumaisen S:n päästöt on tarkasteltava tapauskohtaisesti

⁽⁴⁾ Vaihteluväliä voidaan soveltaa ilman väkevien hajukaasujen polttamista

NO_x päästöjen vähentämiseksi paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT 22) on käyttää optimoitua polttojärjestelmää, jossa on kaikki seuraavat ominaisuudet:

- Tietokoneohjattu palamisen säätö
- Polttoaineen ja ilman hyvä sekoitus
- Vaiheistettu ilmansyöttöjärjestelmä, jossa käytetään esimerkiksi erilaisia ilmarekistereitä ja ilmantuloaukkoja. Tätä tekniikkaa voidaan soveltaa uusiin soodakattiloihin ja -kattilan perusparannuksiin, koska tekniikka edellyttää suuria muutoksia ilmansyöttöjärjestelmään ja kattilan rakenteeseen.

Taulukko 2. PP BAT 22 tekniikan mukaiset soodakattilan **NO_x** päästötasot

Yhdiste	Raaka-aine	Vuosikeskiarvo ⁽¹⁾ mg/Nm ³ 6 % O ₂	Vuosikeskiarvo ⁽¹⁾ kgNO _x /ADt
NO _x	Havupuu	120 – 200 ⁽²⁾	DS <75 %: 0,8 – 1,4 DS 75 – 83 % ⁽³⁾ : 1,0 – 1,6
	Lehtipuu	120 – 200 ⁽²⁾	DS <75 %: 0,8 – 1,4 DS 75 – 83 % ⁽³⁾ : 1,0 – 1,7

⁽¹⁾ Mustalipeän kuiva-ainepitoisuuden lisääminen vähentää SO₂, mutta lisää NO_x päästöjä. Tämän takia soodakattila, jonka SO₂ päästöt ovat pienet, saattaa tuottaa vaihteluvälin yläpäässä olevia NO_x päästöjä ja päinvastoin

⁽²⁾ Todellinen NO_x päästö riippuu kuiva-ainepitoisuudesta ja mustalipeän typpipitoisuudesta sekä poltettujen lauhtumattomien hajukaasujen ja muiden tyyppä sisältävien virtojen (esim. liuotussäiliön poistokaasujen, lauhteesta erotetun metanolin ja biolietteen) määrästä ja sekoittumissuhteista. Mitä suurempi kuiva-ainepitoisuus, mustalipeän typpipitoisuus ja poltettujen, lauhtumattomien hajukaasujen ja muiden tyyppä sisältävien virtojen määrä on, sitä lähempänä päästöt ovat BAT-päästötasojen vaihteluvälin yläpäättä.

⁽³⁾ Jos soodakattilassa on tarkoitus polttaa mustalipeää, jonka kuiva-aine on yli 83 %, NO_x päästöt tulee tarkastella tapauskohtaisesti

DS = mustalipeän kuiva-ainepitoisuus

Hiukkaspäästöjen vähentämiseksi paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT 23) on sähkösuodatin (ESP) tai sähkösuodattimen ja märkäpesurin yhdistelmä.

Taulukko 3. PP BAT 23 tekniikan mukaiset soodakattilan **hiukkasten** päästötaso

Yhdiste	Hiukkasten puhdistusjärjestelmä	Vuosikeskiarvo mg/Nm ³ 6 % O ₂	Vuosikeskiarvo kg/ADt
Hiukkaset	Uusi tai perusparannettu laitos	10 - 25	0,02 – 0,2
	Olemassa olevat	10 – 40 ⁽¹⁾	0,02 – 0,3 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Käyttöikänsä loppua lähestyvillä, sähkösuodattimilla varustettujen soodakattiloiden savukaasujen hiukkaspitoisuudet voivat olla 50 mg/Nm³ (vastaa 0,4 kg/ADt)

2.3

Sulfiittitehtaan soodakattilan BAT päästötasot

NO_x -päästöjen vähentämiseksi paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT 36) on optimoitu polttojärjestelmä mukaan lukien alla esitetyt tekniikat yksin tai yhdistelminä:

- kattilan toiminnan optimointi poltto-olosuhteita säätelemällä, jota voidaan soveltaa yleisesti
- jäteliemen vaiheistettu ruiskutus, jota voidaan soveltaa uusiin suurikokoisiin kattiloihin sekä suurikokoisten perusparannuksiin
- selektiivinen ei-katalyyttinen pelkistys (SNCR), joka ei sovellu natriumpohjaista prosessia käyttäviin tehtaisiin

Taulukko 4. PP BAT 36 tekniikan mukaiset sulfiittitehtaan soodakattilan NO_x- ja NH₃ päästötasot

Yhdiste	Vrk keskiarvo mg/Nm ³ (5 % O ₂)	Vuosikeskiarvo mg/Nm ³ (5 % O ₂)
NO _x	100 – 350 ⁽¹⁾	100 – 270 ⁽¹⁾
NH ₃ (SNCR-tekniikan päästöt)		< 5

⁽¹⁾ Ammoniumpohjaista prosessia käyttävissä tehtaissa NO_x-päästötasot voivat olla korkeampia; vuorokausikeskiarvot enimmillään 580 mg/Nm³ ja vuosikeskiarvo enimmillään 450 mg/Nm³

Hiukkas- ja SO₂-päästöjen vähentämiseksi paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT 37) on:

- a) sähkösuodatin tai multisyklonit, joissa on monivaiheiset venturipesurit
- b) sähkösuodatin tai multisyklonit, joissa on monivaiheiset kaksoissyöttöpesurit

Em. tekniikan mukaiset päästöt

Taulukko 5. PP BAT 37 tekniikan mukaiset soodakattilan hiukkas- ja SO₂-päästötasot

Yhdiste	Keskiarvo otantajakson aikana mg/Nm ³ (5 % O ₂)	
Hiukkaset	5 – 20 ^{(1) (2)}	
	Vrk keskiarvo mg/Nm ³ (5 % O ₂)	Vuosikeskiarvo mg/Nm ³ (5 % O ₂)
SO ₂	100 – 300 ^{(3) (4) (5)}	50 – 250 ^{(3) (4)}

⁽¹⁾ Soodakattiloissa, joita käyttävien tehtaiden raaka-aineista yli 25 % on kaliumpitoista lehtipuuta, hiukkaspäästöt voivat olla enimmillään 30 mg/Nm³

⁽²⁾ Hiukkasia koskevia BAT-päästötasoja ei voida soveltaa ammoniumpohjaista prosessia käytäviin tehtaisiin

⁽³⁾ Prosessikohtaisten suurempien päästöjen vuoksi SO₂:ta koskevia BAT-päästötasoja ei voida soveltaa soodakattiloihin, joita käytetään pysyvästi happamissa olosuhteissa eli joissa käytetään sulfiittilientä pesuaineena märkäpesurissa osana sulfiitin talteenottoa

⁽⁴⁾ Olemassa olevissa, monivaiheisissa venturipesureissa SO₂-päästöt voivat olla korkeampia; vrk keskiarvo enimmillään 400 mg/Nm³ ja vuosikeskiarvo enimmillään 350 mg/Nm³

⁽⁵⁾ Ei voida soveltaa happokäytön aikana eli pesuria puhdistettaessa enimmillään 300 – 500 mgSO₂/Nm³ (5 % O₂) ja loppupesulaitetta puhdistettaessa enimmillään 1200 mgSO₂/Nm³ (puolen tunnin keskiarvot, 5 % O₂)

Parhaan käytettävissä olevan tekniikan mukainen ympäristönsuojelun taso happokäytön kestossa on pesureille noin 240 h/vuosi ja viimeiselle monosulfiittipesurille < 24 h/kk.

2.4

Prosessimuuttujien ja ilmapäästöjen tarkkailun BAT-päätelmät

BAT- päätelmien mukaan keskeiset seurattavat prosessimuuttujat ilmaan johdettavien päästöjen (BAT 8) sekä päästöjen tarkkailun ja mittaamisen osalta (BAT 9) ovat tarkkailutiheyksineen seuraavat:

Tarkkailtavat suureet	Tarkkailun tiheys
Prosessimuuttujat	
- paine, lämpötila	jatkuvatoiminen
- happi	jatkuvatoiminen
- hiilimonoksidi	jatkuvatoiminen
- vesihöyrypitoisuus	jatkuvatoiminen
Päästösuureet	
- NO _x ja SO ₂	jatkuvatoiminen
- hiukkaset (sulfaatti)	jaksottainen tai jatkuvatoiminen
- hiukkaset (sulfiitti)	jaksottainen
- hajukaasut mukaan lukien H ₂ S	jatkuvatoiminen
- NH ₃ (SNCR-tekniikkaa käyttävät SK:t)	jaksottainen

Jaksottaiset mittaukset tulee tehdä säännöllisin väliajoin. Mittaukset on tehtävä EN-standardien mukaisesti. Jos CEN-standardeja ei ole käytettävissä, parasta käytettävissä olevaa tekniikkaa on käyttää ISON, kansallisia tai muita kansainvälisiä standardeja, joilla varmistetaan toimitettavien tietojen vastaava tieteellinen laatu.

Prosessimuuttujista kanavan painetta, lämpötilaa, happi- ja vesihöyrypitoisuutta tarvitaan päästösuureiden mittaustulosten muuntamisessa vertailuolosuhteisiin. Ilmaan johdettavien päästöjen BAT-tasoilla viitataan normiolosuhteisiin: kuiva kaasu, $T=273,15\text{ K}$ (0 °C) ja $p=101,3\text{ kPa}$. Jos BAT-päästötasot on annettu pitoisuuksina, ilmaistaan myös standardin mukainen happipitoisuus tilavuusprosentteina. Laskenta vertailutilaan käsitellään omassa luvussaan.

Ilmaan johdettavien päästöjen keskiarvojen laskentajaksot määritellään seuraavasti:

Vuorokausikeskiarvo	24 h ajanjakson keskiarvo, joka perustuu jatkuvan mittauksen hyväksyttäviin tuntikeskiarvoihin
Keskiarvo otantajakson aikana	Kolmen vähintään 30 minuuttia kestävä peräkkäisen mittauksen keskiarvo
Vuosikeskiarvo	Jatkuvaa mittausta käytettäessä: kaikkien hyväksyttävien tuntikeskiarvojen keskiarvo Määräaikaismittauksia käytettäessä: kaikkien vuoden aikana saatujen otantajaksojen keskiarvojen keskiarvo

2.5

Tarkkailun yleiset periaatteet

IPPC viraston toimeksiannosta on laadittu päästöjen tarkkailusta IE-direktiivilaitoksilla vertailuasiakirja, jossa käsitellään ilma- ja vesipäästöjen tarkkailua. Muokattu Final Draft (CEN/TC 264 N 2647) on luovutettu Foorumin käsiteltäväksi kesäkuussa 2017. Dokumentti on luonteeltaan informatiivinen yleisistä päästötarkkailun periaatteista ja toimii lähteenä toimialakohtaisten BAT-päätelmien tarkkailuvelvoitteiden laatimiseen. Dokumenttia päivitetään tarvittaessa tarkkailumenetelmien kehittyessä kuten toimialakohtaisia BREF dokumentteja.

Miksi tarkkailua tehdään? Tarkkailun velvoite tulee IE-direktiivistä ja kansallisesta ympäristönsuojelulaista. Tarkkailun tavoitteita on useita:

- lupaehtojen noudattamisen arviointia varten
- teollisuuden päästöjä koskevaa ympäristöraportointia varten
- erityyppisten päästöjen syiden arvioimiseksi
- päästöjen käyttäytymisen arvioimiseksi erilaisissa prosessitilanteissa
- puhdistuslaitteiden toiminnan varmistamiseksi
- mittalaitteiden toimintakyvyn arviointiin
- eri lähteiden suhteellisen osuuden arvioimiseksi kokonaispäästöstä
- tuottaa tietoa turvallisuus arvioihin
- tuottaa tietoa ympäristövaikutusten arviointiin
- tuottaa tietoa mahdollista verotusta varten, siellä missä verotusta toteutetaan.

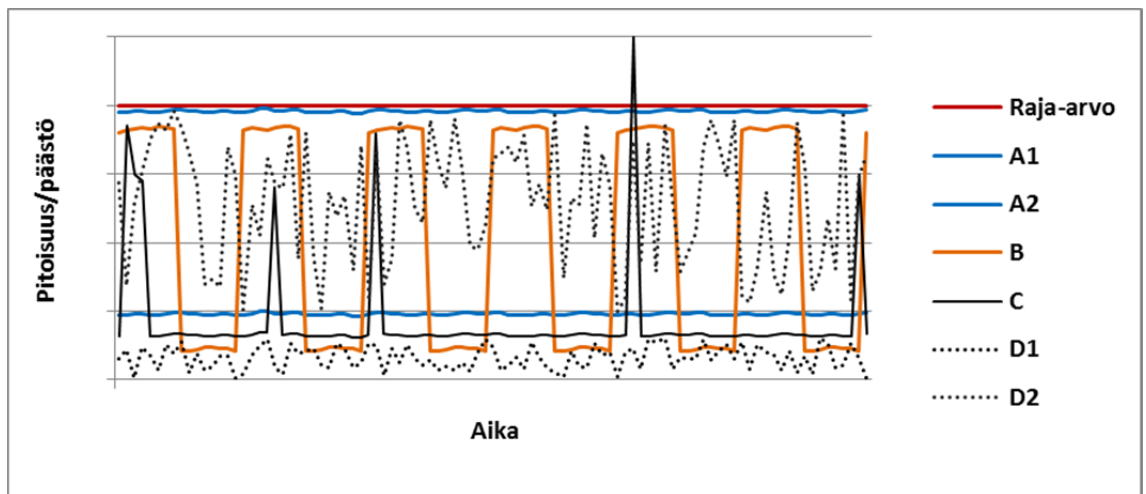
Tarkkailun tuloksia hyödynnetään entistä enemmän myös eri sidosryhmien välisessä viestinnässä.

Ketkä toteuttavat? Vastuu tarkkailusta jakautuu toiminnanharjoittajan ja viranomaisen kesken. Viranomainen tukeutuu usein toimijoiden itsetarkkailuun ja/tai kolmansilla osapuolilla teetetävään tarkkailuun. Tarkkailuvastuut on selvästi jaettu osapuolten kesken.

Mitä tarkkaillaan? Tarkkailtavat parametrit riippuvat tavoitteista, tuotantoprosessista, raaka-aineista ja kemikaaleista. Soodakattilan tarkkailtavat ilmapäästöt on esitetty edellä. Tarkkailuun on hyvä sisällyttää suureita, jota hyödyttävät omaa käyttötarkkailua esim. puhdistusjärjestelmien ja mittalaitteiden toimintaa kuvaavat suureet.

Mistä tarkkailua tehdään? Mittaus tulee toteuttaa sellaisesta kohtaa ja siten, että tulos on mahdollisimman edustava ja vertailukelpoinen. Edustavan mittauspaikan ja -tason vaatimuksia ja arviointia on ohjeistettu standardissa EN 15259.

Milloin ja **millä syklillä** tarkkailua tehdään? Tarkkailun ajoitus ja kesto riippuvat prosessin tyypistä ja mitattavan suureen tulosten vaihtelevuudesta. Tärkeintä ajoituksessa on se, että saadaan ajallisesti mahdollisimman edustava otos, mikä olisi myös vertailukelpoinen muiden laitosten tietojen kanssa.



Kuva 2. Mitattavan päästön luonne vaikuttaa mittausaajuuteen, mittauksen keston ja menetelmän valintaan

- A. Jos päästöyhdisteen pitoisuusvaihtelu on vähäistä, mittaus voidaan periaatteessa toteuttaa ajallisesti vapaasti ja tiheys voi olla harvempi (A1). Mikäli päästöpitoisuus ko. tapauksessa on kuitenkin lähellä raja-arvoa (A2), jatkuvatoiminen mittaus on suositeltava. Soodakattila savukaasuissa esim. pesurin jälkeen rikkidioksidi edustaa tyyppiä A1 ja typen oksidit tyyppiä A2.
- B. Panosprosessissa, jossa taso vaihtelee säännönmukaisesti, tarkkailu riippuu vaiheiden kestosta. Jatkuvin mittauksin päästön keskiarvo ja eri vaiheiden päästöt ovat helposti määritettävissä. Jaksottaisissa mittauksissa arvioidaan se, voidaanko mittaus toteuttaa jakson yli edustavan keskiarvon saamiseksi vai onko mitattava erikseen eri vaiheet.
- C. Suhteellisen stabiilissa prosessissa voi esiintyä pitoisuuspiikkejä esim. ylösajosta johtuen. Mittauksin on syytä selvittää se, kuuluvatko piikit normaaliin prosessiin vai eivät. Kohonneiden pitoisuuksien kestosta riippuen voi olla hyödyllistä mitata jaksottaisesti stabiileissa olosuhteissa ja ajoittain korkeampien pitoisuuksien aikana ns. häiriötilanteessa. Jatkuvat mittauksin saadaan hetkellisesti kohonneet pitoisuudet keskiarvoon edellyttäen, että ne ovat mittausalueella.
- D. Hyvin vaihtelevassa prosessissa voi olla mahdoton erottaa häiriötä normaalitilasta, minkä takia jatkuvalla tarkkailulla saadaan edustavin tulos. Jaksottaisia mittauksia voidaan käyttää, jos pitoisuudet alittavat selvästi päästöraja-arvon (D1). Mittausten toteutus ajoitetaan mielellään korkeimpien päästöjen oletettuun ajankohtaan.

Miten tarkkailu toteutetaan? Tarkkailujärjestelmän valintaan vaikuttavat tarkkailun tavoite ja kohde, pitoisuustaso tai esim. riski päästöraja-arvojen ylittymisen todennäköisyydestä. Käytettävissä olevat menetelmät vaikuttavat myös valintamahdollisuuksiin. Menetelmiä käsitellään myöhemmin kohdassa 3.2.

Mittaukset toteutetaan varmennetuilla mittalaitteilla (sertifioidut) ja menetelmin joko CEN standardeja käyttäen tai näiden puuttuessa kansainvälisten standardien mukaisesti (ISO) tai kansallisin varmennetuilla menetelmin.

Miten tulokset käsitellään? Mittaustulosten keräys, käsittely, raportointi ja taltiointi ovat oleellinen osa tarkkailua. CEN on laatimassa standardia datan keräily- ja käsittelyjärjestelmistä.

Tarkkailun tulokset ilmoitetaan yleensä keskiarvotettuna ja voidaan käyttää erilaisia yksiköjä, esim. pitoisuutta, kuormitusta tai ominaispäästöä, mikä riippuu tarkkailun tavoitteesta. Yksiköjen on oltava kansainvälisesti tunnettuja ja tarkoitukseensa soveltuvia. BAT päätelmissä soodakattiloiden on päästörajat esitetty massapitoisuuksina (mg/m^3) sekä ominaispäästöinä tuotettua ilmakeivää sellutonnin kohti (kg/ADt).

Vertailtavuuden vuoksi tulokset esitetään standardoiduissa olosuhteissa. Soodakattiloiden pitoisuudet ovat normitetut 273,15 K ja 101,3 kPa, kuivassa kaasussa, ilmoitetussa referenssihappipitoisuudessa.

Miten epävarmuus huomioidaan? Mittauksiin liittyy aina epävarmuuksia. Ne on arvioitava ja on raportoitava yhdessä tulosten kanssa niin, että arvio lupaehtojen toteutumisesta on mahdollista toteuttaa asiallisesti. Käytäntö epävarmuuden huomioimisessa vaihtelee Euroopan maiden välillä. Suomessa lupapäätöksissä on yleensä esitetty se, miten epävarmuus huomioidaan tulosten raja-arvovertailussa.

2.6

Tarkkailun laadunvarmennus

Miten varmistetaan laatu? Mittalaitteiden toimivuuden varmistamiseksi on luotu standardoituja laadunvarmennustapoja: a) uusien mittalaitteiden arviointiin sertifioinnit standardien EN 15267 1 – 3 mukaan ja b) hankinnan jälkeiseen ja käytön aikaiseen arviointiin standardin EN 14181 mukaan.

Mittalaitteita sertifioivat:

- Saksassa TÜV (<http://www.qall.de/en/index.htm>) ja
- Britanniassa MCERTS (<http://www.csagroupuk.org/services/mcerts/mcerts-product-certification/mcerts-certified-products/>).

Ko. organisaatioiden nettisivuilta on löydettävissä QAL-1 dokumentteja eri yhdisteiden ja eri laitevalmistajien mittaajärjestelmille. Pelkkä sertifikaatti ei takaa laitteen toimivuutta esim. soodakattilaympäristössä. Testausselosteessa on esitetty se, missä ympäristössä ja millä kokonaiskokoonpanolla testi on tehty.

Toistaiseksi mittalaitteita on sertifioitu pääasiassa suurten kattilalaitosten ja jätteenpolton laatuvaatimusten täyttymisen osoittamiseksi. Soodakattilan jatkuvatoimisesti mitattavista yhdisteistä typen oksidien päästörajat ja käytettävät mittaustekniikat ovat vertailukelpoisia em. toimialojen vaateisiin ja sertifioituja mittaajärjestelmiä on löydettävissä. Myös rikkidioksidin mittaajärjestelmiä on testattu em. kattilalaitosten olosuhteisiin ja raja-arvoihin verraten. Haisevien rikkidioksidien mittaajärjestelmiä ei ole sertifioitu puuttuvien standardien takia. Hiukkasmittalaitteiden sertifiointitodistuksia ja soveltuvuutta soodakattilalle tarkasteltaessa on syytä huomioida se, minkälaista testimateriaalia on käytetty.

Euroopassa käytettäviä standardeja, jotka koskevat kiinteästi asennettuja mittausjärjestelmiä ja niiden laadunvarmennusta ovat:

EN ISO 9169:2006	Air quality – Definition and determination of performance characteristics of an automatic measuring system (ISO 9169:2006)
EN 14181:2014	Stationary source emissions – Quality assurance of automated measuring systems
EN 15259:2007	Air quality – Measurement of stationary source emissions – Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and reports.
EN 15267–1:2009	Air quality – Certification of automated measuring systems – Part 1: General principles
EN 15267–2:2009	Air quality – Certification of automated measuring systems – Part 2: Initial assessment of the AMS manufacturer's quality management system and post certification surveillance for the manufacturing process
EN 15267–3:2007	Air quality – Certification of automated measuring systems – Part 3: Performance criteria and test procedures for automated measuring systems for monitoring emission from stationary sources
EN 17255: ??	Stationary source Emissions – Data acquisition and handling systems – Part 1: Specification of requirements for the handling and reporting of data Part 2: Specification of requirements on data acquisition and handling systems Part 3: Specification of requirements for the performance test and certification of data acquisition and handling systems

Jaksottaisissa mittauksissa edellytetään käytettäväksi CEN standardeja tai kansainvälisiä ISO standardoituja menetelmiä. Näiden puuttuessa voidaan käyttää kansallisia, yleisesti tunnettuja standardeja. Kiinteiden järjestelmien laadunvarmennus asennuksen jälkeen toteutetaan EN 14181 mukaan käyttäen standardoituja menetelmiä. Lisäksi vertailumittauksen toteuttajalta edellytetään menetelmien akkreditointia. Standardit on esitetty taulukossa 6.

2.7

Ympäristölupamääräysten päivittyminen

Sellutehtaiden ympäristölupia päivitetään viimeisimpien BAT-päätelmien tultua voimaan. Liitteeseen 1 on koottu Aluehallintoviraston Lupa -tietopalveluun (AHTI, <https://tietopalvelu.ahp.fi/Lupa/>) taltioituista ympäristöluvista kerättyjä savukaasupäästöjen luparajoja niin ominaispäästöinä kuin pitoisuusraja-arvoina. Jälkimmäisissä keskiarvotusajat vaihtelevat. Mikäli raja-arvoista on valitettu, päätöksistä ei ole päivitettyä tietoa.

Vuoden 2014 jälkeen annetuissa selluteollisuuden ympäristöluvuissa on huomioitu massan, paperin ja kartongin tuotannon BAT-päätelmät raja-arvojen asettamisessa. Aikaisempiin lupapäätöksiin nähden useisiin päätöksiin on tullut muutamia tarkkailun laatua ja tulosten raja-arvoon vertaamiseen liittyviä tarkennuksia, joista on koottu alle kirjoittajan havaintoja niiden vaikutuksesta ja toteutushaasteista.

Jatkuvatoimisten mittausten laadunvarmennukseen on sovellettava standardia SFS-EN 14181 myös lipeälinjan kiinteille mittaussjärjestelmille, jos aiemmin velvoite on koskenut vain energiakattiloiden järjestelmiä.

1. *Mittalaitteet ja mittaussjärjestelmät on kalibroitava sekä niiden toiminta, luotettavuus ja tulosten taso on tarkastettava ulkopuolisen asiantuntijan tekemällä QAL2-menettelyllä viiden vuoden välein sekä AST-menettelyllä vuosittain lukuun ottamatta niitä vuosia, jolloin QAL2-menettely suoritetaan. Päästölaskentaan käytettävien mittaustulosten tulee olla ulkopuolisen asiantuntijan laatimalla kalibroitifunktiolla korjattuja. Mittalaitteiden ja mittaussjärjestelmien luotettavuutta on ylläpidettävä QAL3 -menettelyn mukaisesti.*

QAL-2 ja AST menettelyin kalibroitisuuraa laskettaessa tai sen pätevyyttä tarkasteltaessa on suureella oltava pitoisuusraja-arvo pätevyysarvioinnissa käytettävän vertailuarvon laskemiseksi. Koska useissa tapauksissa typenoksidoille on pitoisuusraja-arvon sijasta määrätty vain ominaispäästöraja-arvo, mitä arvoa käytetään kriteerin laskemiseen? Otetaanko se mahdollisesti BAT-päätelmistä vai lasketaanko ominaispäästöraja-arvosta jollakin perustein.

Kokonaisrikille on annettu ominaispäästö-rajat. Joissakin kohteissa rikkidioksidille ei ole asetettu pitoisuusraja-arvoa. Toimitaanko silloin kuten NO_x raja-arvomäärittelyssä. Kokonaishajurikin (TRS) pitoisuuksille on yleensä esitetty pitoisuusraja-arvo.

Rikkiyhdisteiden pitoisuudet voivat olla savukaasussa hyvin alhaisia, mikä tekee vertailumittauksista haasteellisia. Jos rikkidioksidin pitoisuudet ovat huomattavasti korkeammat kuin TRS pitoisuusraja-arvo, tämäkin voi vaikeuttaa luotettavaa mittausta. Haisevien rikkiyhdisteiden kokonaispitoisuuden (TRS) mittaamiselle ei ole olemassa standardoitua menetelmää. Mittauksissa yleisesti sovelletaan ISO 7935 jatkuvatoimista SO₂ mittaussmenetelmää, jossa TRS -pitoisuus määritetään termisen hapetuksen jälkeen SO₂:na.

2. *Pitoisuusraja-arvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot ja vuosi-arvot määritetään mitatuista raja-arvoon verrattavista tuntikeskiarvoista, jotka saadaan vähentämällä mitatusta arvosta raja-arvopitoisuudesta laskettu mittaustuloksen 95 prosentin luotettavuutta kuvaava osuus. Mittaustuloksen 95 prosentin luotettavuutta kuvaava osuus on rikkidioksidille ja typenoksidoille 20 prosenttia päästöraja-arvosta ja hiukkasille 30 prosenttia. TRS:lle arvo on 30 prosenttia, jos ei luotettavasti osoiteta muuta prosenttiosuutta.*

Edellä esitetyt rikkidioksidin, typen oksidien ja hiukkasten 95 % luotettavuutta kuvaavat %-osuudet ovat suoraan suurten kattila- ja jätteenpolttolaitosten mittaussjärjestelmiltä vaaditut osuudet. Edellä esitettyjä luotettavuustasoja käytetään QAL-2 ja AST menettelyiden mukaisissa laskelmissa. Soodakattiloiden BAT-päätelmien päästötasoista lasketut absoluuttiarvot typen oksidoille ovat kohtuulliset eivätkä välttämättä aiheuta vielä ongelmaa. BAT-päätelmien ja lupiin kirjattujen rikkiyhdisteiden päästötasot ovat olemassa olevaa jätteenpolton raja-arvoa alhaisemmat ja alhaisempia kuin biomassaa polttavien, olemassa olevien kattilalaitosten BAT-päätelmien arvot. Hajurikkiyhdisteiden ja hiukkasten BAT päästötasot ovat alhaiset ja haasteellisesti todennettavat käytettävissä olevin menetelmin. 95 % luotettavuutta kuvaaviin osuuksiin on käytännössä vaikea päästä kohtuullisin kustannuksin.

3. *Päästöraja-arvojen noudattamisen tarkastelussa ei oteta huomioon laitosten käynnistys- ja alasajojaksoja eikä lyhytkestoisia häiriötilanteita. Em. jaksot tulee olla määriteltynä yksityiskohtaisessa tarkkailusuunnitelmassa.*

BAT/BREF dokumentissa soodakattilalle ei ole määriteltä parametreja kyseisille jaksoille. Direktiivin 2010/75/EU III luvun soveltamisalaan kuuluvien polttolaitosten käynnistys- ja pysäytysjaksot on määriteltä. Soodakattilayhdistys on koonnut soodakattilan käynnistys- ja pysäytysjaksojen määrittelyehdotuksia projektissaan vuonna 2015, joka on liitteessä 2.

4. *Päästöraja-arvoja katsotaan kertamittauksissa noudatetun, jos kunkin mittaussarjan tulokset eivät ylitä raja-arvoja.*

Tämä on Suomessa suurilla kattilalaitoksilla käytössä olleen tulkinnan mukainen selvennys epävarmuuksien käsittelyn osalta.

5. *Jaksotaismittauksissa vuosikeskiarvo on kaikkien vuoden aikana saatujen otantajaksojen keskiarvo. Keskiarvo otantajakson aikana on kolmen vähintään 30 minuuttia kestävän peräkkäisen mittauksen keskiarvo.*

Osassa lupia tähän ei ole otettu kantaa, mutta on hyvä periaate ja noudattaa edellä esitetyn tarkkailun vertailuasiakirjan periaatteita.

6. *Sellutehtaan ominaispäästöraja-arvoon verrattavien ominaispäästöjen laskennassa käytetään päästömittausten arvoja ja todellisia toteutuneita tuotantomääriä.*

Pitoisuusmittauksille on esitetty laadunvarmennusmenettelyt. Ominaispäästö-laskentaan kuuluu suureita, joiden mittaus voi olla epävarmaa (esim. virtaus). Myös tuotannon määrän vaati yhtenäistä määrittelyä, jotta tulokset todella olisivat keskenään vertailukelpoisia laitosten kesken.

7. *Jos jatkuvatoimisten mittausten tuloksista joudutaan hylkäämään jonain päivänä enemmän kuin 3 tuntikeskiarvoa käytettävän mittausjärjestelmän toimintahäiriön tai huollon vuoksi, mittaukset on mitätöitävä, Jos mittaukset joudutaan mitätöimään vuoden aikana yli kymmenenä päivänä, on ryhdyttävä toimiin mittausjärjestelmän luotettavuuden parantamiseksi.*

Kohtuullisen tasaisessa prosessissa em. on melko tiukka vaade. Mittausjärjestelmien ennalta määritellyt huollot on mielellään sovitettava kattilaseisokin ajalle, jotta käytönaikaisen laadunvarmennuksen ja testausten takia ei jouduta toimiin luotettavuuden parantamiseksi.

3

TARKKAILUN TOTEUTUS

Ympäristönsuojelulain 64 § mukaan ympäristöluvassa voidaan määrätä, että toiminnan-harjoittajan on esitettävä seurannan ja tarkkailun sekä yhteistarkkailun järjestämisestä erillinen suunnitelma esim. lupa- tai valvontaviranomaisen hyväksyttäväksi. Tarkkailun kuvaus on olennainen osa lupahakemusta. Suunnitelma sisältää käyttö-, päästö- ja vaikutustarkkailun kuvaukset.

Hyvä suunnitelma on erillinen kokonaisuus, joka palvelee useita tahoja mukaan lukien tarkkailua toteuttavat kolmannet tahot. Tarkkailusuunnitelmalle ei ole määrämuotoista ohjeistusta ja hyväksyvällä viranomaisella voi olla erilaisia mieltymyksiä.

Tarkkailusuunnitelmaan olisi hyvä sisällyttää mm.:

- Kuvaus prosessista ja puhdistusmenetelmistä
- Normaalin käyntitilan määrittely, ylösajojakson päätyminen, alasajojakson alkaminen
- Häiriötilanteiden määrittelyt
- Prosessisuureet, joilla käyntitilaa tarkkaillaan ja joiden tiedot voidaan kerätä jaksottaisten mittausten ajalta tulosten sitomiseksi prosessin tilaan
- Päästörajat
- Mittauspaikat: sijoittuminen, saavutettavuus, kanavan mitat, mittausyhteiden määrä, koko ja sijoittuminen, kaasun olosuhteet, työskentelytilat ja varustelutaso
- Jatkuvat toimien mittaussuunnitelmien kuvaukset: periaate, mittausalueet
- Jatkuvat toimien mittausten laadun varmennus: QAL-1 toteuma, huoltosuunnitelma, ylläpito-ohjelma (QAL-3), toiminnalliset testit, vertailumittausten aikataulutus
- Kiinteästi asennetun järjestelmän mittaustulosten käsittelyn ja raportoinnin kuvaus
- Jaksottaiset mittaukset mukaan lukien apusuureet ja harvemmin toteutettava tarkkailu esim. E-PRTR raportointia varten: mittaustiheys, menetelmät, raportointimuoto ja laatuvaatimukset
- Raportoinnit: keille, mitä, missä yksiköissä
- Vastuuhenkilöt

3.1

Mittauspaikka

Mittauspaikka on oleellinen niin kiinteästi asennettujen laitosmittausten kuin jaksottaisten mittausten ja ylläpidon toteutukselle. Vertailukelpoisten ja edustavien tulosten saamiseksi mittauspaikalle/-tasolle on mm. seuraavia vaateita:

Turvallisuus	•Saavutettavuus •Laitteistojen siirto ja nostot •Työskentelytila, olosuhteet, valaistus, puhtaus
Edustavuus	•Häiriötön mittaustaso •Pitoisuusjakauma •Virtausjakauma
Saatavuus	•Erilaisille näytteenotoille •Yhteiden määrä ja koko •Yhteiden sijoitus
Varustelu	•asialliset sijoituspaikat ja olosuhteet laitteille •sähköt, paineilma, vesi •läpiviennit

A. Työskentelyn **turvallisuuden takaamiseksi**:

- paikka on esteittä ja turvallisesti saavutettavissa
- mittauskalusto on siirrettävissä sijoituspaikalle ja työskentelytasolle turvallisesti:
 - portaissa on saatava ote käsijohteesta, jolloin kantamukset ovat vähäisiä
 - köyden varassa käsivaralla raskaiden taakkojen nostaminen riskialtista
 - nostolaitteet ovat asianmukaiset, kunnossa ja niiden käyttö turvallista

- työskentelytaso on riittävän siisti, että näytteet eivät kontaminoituisi ja työntekijät eivät altistu ärsyttävälle tai tautia aiheuttaville aineille aineista (pöly, kemikaalit, taudinaiheuttajamikrobit)
- työskentelytaso on riittävän iso, vakaa ja suojattu säätelijöiltä
- tasolla on turvallisuuden kannalta vaadittavat kaiteet
- työtasolla ei ole vaaraa ulkopuolelta putoavista esineistä, varoventtiileistä purkautuvista kaasuista, säteilystä, terveydelle haitallisista
- työskentelytason alapuolella on tarvittaessa turvallista työskennellä edellisen kohdan seikat huomioiden
- valaistus ja ilmanvaihto ovat riittävät,
- sähkökytkennät ovat kunnossa ja turvalliset
- mittaustasossa kanavassa mielellään ei suurta ylipainetta
- sisäpiipuista on suunnitelmat, välineistö ja/tai reitti hätäpoistumiselle
- vaarahälytykset kuuluvat myös korkealla mittaustasolla työskenteleville

B. Mittausten edustavuuden takaamiseksi mittaustason (poikkileikkauspinta-ala, jolta näytteet otetaan) on:

- sijaittava kanavan pystysuoralla osalla,
- häiriöttömät etäisyydet mittaustason ja virtauksen häiriölähteen välillä tulee olla riittävät:
 - yleensä ennen mittaustasoa ja piipun päätä noin viisi kertaa kanavan hydraulinen halkaisija. Jos ennen piipun päätä on häiriötekijä mittaustason jälkeen, on etäisyys tasosta häiriötekijään oltava kaksi kertaa hydraulinen halkaisija.
- savukaasun virtausprofiili mahdollisimman tasainen:
 - suunta-poikkeama kanavan akselin suunnasta on oltava alle 15°
 - paikallista negatiivista virtausta ei saa olla mittaustasossa
 - virtauksen dynaamisen paineen tulee olla yli 5 Pa
 - mittaustasossa kaasuvirran suurimman ja pienimmän nopeuden suhde on oltava pienempi kuin 3:1.

C. Edustavan näytteen saamiseksi kanavasta on huomioitava:

- Näytteenottoyhteitä on riittävästi samaan aikaan toteutettaviin mittauksiin
 - laitoksen omille mittalaitteille
 - vertailumittauksia ja
 - jaksottaisia ajoittain tehtäviä mittauksia varten
- Näytteenottoyhteet ovat riittävän kokoisia,
 - mittalaitetoimittajan vaateet huomioiden
 - vertailu- ja jaksottaisiin mittauksiin 100 – 125 mm
 - suorakaiteen muotoiset mahdollisia
 - näytteenottomenetelmä vaikuttaa
- Yhteiden pituudessa on huomioitava, että kiinnityspulttien asentaminen on helppoa eristeet huomioiden.

- Yhteet on sijoitettu siten, että sondit on mahdollista saada kanavaan. Vapaata tilaa yhteiden edessä tarvitaan sondin mitan ja 0,5 m työskentelyvaran verran
 - hiukkasmittauksissa käyttävät sondit ovat pituudeltaan joko kanava läpi yltäviä, yleensä maksimissaan 2,5 m käsiteltävissä oleva
 - kaasumaisten yhdisteiden näytteenotto-sondit pituudeltaan lyhyempiä, vapaata työskentelytilaa oltava kuitenkin n. 1,5 m.
- Hiukkasmittaus on mahdollista tehdä kahdelta 90° toisiinsa nähden olevalta akselilta.
- Kaasumaisten yhdisteiden kiinteästi asennetun järjestelmän ja vertailumittausjärjestelmää varten yhteiden on hyvä olla lähekkäin
- Yhteet voivat sijaita rinnakkain ja työskentelytasoon nähden eri korkeuksilla kanavassa, mutta ei mielellään päällekkäin pystysuorassa kanavassa.
- Yhteiden asennuksissa huomioidaan materiaalien korroosiomahdollisuus ja sen minimoiminen ja yhteiden kunto tarkistetaan ajoissa ennen mittausten toteutusta laitoksen toimesta.

D. Mittalaitteiden häiriöttömän toiminnan kannalta **varustelussa on huomioitu**

- siisti, tasalämpöinen sijoituspaikka kohtuullisen lähellä mittaustasoa
 - kiinteästi asennettaville järjestelmille sekä
 - vertailumittauksissa jaksottaisten mittausten kaasuanalysaattoreille,
- sähköä riittävästi saatavissa mittaustasolle ja analysaattoreiden sijoituspaikkaan,
 - kuorma voi olla huomattava linjojen ja sondien lämmitysten takia
- paine-/instrumentti-ilma saatavissa niin mittaustasolle kuin analysaattoreiden sijoituspaikkaan,
- tarvittaessa läpiviennit näytelinjoille, etteivät linjat litisty tai vahingoitu
- mittaustasolla tai läheisyydessä on vesipiste, josta mahdollista saada vettä jäähdytykseen.

Mittauspaikasta ja sen arvioimisesta on esitetty menettelyt standardissa EN 15259 *Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report*. Standardi sisältää em. lisäksi määrittelyn vastuiden jaosta toiminnanharjoittajan ja mittausten toteuttajan välillä sekä periaatteelliset menettelyt mittausten toteutuksen suunnittelulle ja raportoinnille. VTT on toimittanut ohjeistuksen päästömittauspaikalle ja mittausyhteille asetettavista vaatimuksista 2008. (Tutkimusraportti Nro VTT-R-11101-08).

3.2 Mittausmenetelmät ja -järjestelmät

BAT-päätelmissä on esitetty päästötarkkailuun jatkuvatoimista typen oksidien ja rikkiyhdisteiden pitoisuuksien mittausta. Hiukkasten mittaus voi olla joko jatkuvatoiminen tai jaksottainen. Apusuureita tulosten laskentaan ovat happi- ja kosteus-pitoisuus, tilavuusvirtaus, lämpötila ja kanavan paine/paine-ero. Edellä mainituista kaikki on mitattava, jos käytössä on yksikään in-situ mittausmenetelmä. Näytettä ottavien mittausjärjestelmien tulokset yleensä ovat tilavuusosuuspitoisuuksia (ppm_v tai %), jolloin oleellisia apusuureita ovat happi- ja kosteus-pitoisuus, jos näyteteaasu käsitetään analyysitilassa kosteaksi.

Jatkuvatoimiset järjestelmät jaetaan karkeasti näytettä ottaviin ja kanavassa mittaaviin 'in-situ' järjestelmiin. Näytettä ottavat järjestelmät ovat Suomessa yleisimmin käytössä kaasumaisten yhdisteiden mittauksissa. Hiukkasten mittaajärjestelmät ovat yleensä "in-situ" tilassa mittaavia, jos sähkösuotimen lisäksi ei ole pesuria.

3.2.1 Näytteenkäsittely

Näytekaasun käsittelyssä ennen mittausta otettava huomioon mitattavien yhdisteiden käyttäytyminen, sillä käsittely ei saa vaikuttaa mitattavien yhdisteiden pitoisuuksiin. Haasteina ovat kaasukomponenttien ja hiukkas-/ kiintoaineen liukeneminen kondenssiin, hapokkeiden muodostuminen, materiaalien kestävyys, ympäristöolosuhteet sekä hyvin pienet pitoisuudet.

Ensimmäinen näytteenkäsittelyn osa on sondi, joka voi olla lämmittämätön tai lämmitetty ja jossa on syytä olla hiukkasten esierotus. Näytelinjastoon ei saa joutua hiukkasainesta, joka voisi tukkia linjan tai reagoida kaasujen kanssa. Sondiin on mahdollista saada suodattimen puhdistusta ja ylläpitoa varten paineilmahuuhtelu, jos savukaasun hiukaspitoisuus ovat merkittävät. Näytelinja tiiveyden tarkistusta varten on sondiin mahdollista liittää testikaasun syöttömahdollisuus.

Laimennussondi -menetelmässä näytekaasu laimennetaan sondissa kaasun kosteuden pienentämiseksi niin, että näyte voidaan siirtää analysaattoreille ilman kondensoitumisvaaraa. Ko. näytteenkäsittely on käytössä Yhdysvalloissa ja ollut Suomessakin käytössä ensimmäisissä selluteollisuuden kiinteissä mittaajärjestelmissä 1990-luvulla. Euroopassa järjestelmä ei ole kovin yleinen ja ko. näytteenkäsittelyä tuskin on toistaiseksi sertifioitu kovinkaan moneen mittaajärjestelmään.

Jos kosteuspitoisuutta ei alenneta sondissa, näytekaasu on siirrettävä riittävän lämpimänä, yleensä vähintään 20 °C happokastepisteen yläpuolelle lämmitettynä, seuraavaan käsittelyvaiheeseen, kosteuden poistoon tai etälaimennukseen. Perusvaatimuksina näytelinjalle on linja tiiveys ja se, ettei materiaali reagoi mitattavan yhdisteen kanssa. Asennuksessa on huomioitava, ettei linjaan pääse muodostumaan kiintoaineesta johtuvia tukkeumia tai kylmäsiltojen takia pisaroita. Linjojen ylläpitohuoltojen on oltava mahdollisia säännöllisen puhdistamisen varmistamiseksi.

Ennen kuivausta tai ns. etälaimennusta järjestelmässä voi olla hienosuodattimia, joiden materiaalit eivät saa reagoida mitattavien yhdisteiden kanssa ja joiden lämpötilan tulee pysyä happokastepisteen yläpuolella. Suodattimia on tarkkailtava säännöllisesti ja vaihdettava riittävän usein.

Näytekaasun kuivaukseen suositellaan käytettäväksi menettelyä, jossa mitattava vesiliukoinen yhdiste ei pääse liukenemaan kaasusta erotettavaan kondenssiveteen. Kondenssiveden pH vaikuttaa yhdisteiden liukenevuuteen. Neutraali ja lievästi emäksinen liuos sitovat rikkidioksidia, hieman rikkivetyä ja typpidioksidia. Näytekaasun nopeaan jäähtymykseen perustuvien kuivainten käytössä on varmistettava kondenssin poiston riittävyys ja lämpötilan pysyminen riittävän alhaalla (<4 °C), jotta näyte analysaattorille johdettaessa on riittävän kuivaa.

Permeaatiokuivain koostuu ioninvaihtomembraaniputkista, jotka päästävät vesimolekyylit lävitseen. Ko. kuivaustekniikka on käytetty mitattaessa pieniä rikkiyhdisteiden pitoisuuksia, koska kuivaus tapahtuu kaasufaasissa ja veteen liukenevia yhdisteitä (SO₂, NO₂) ei menetetä kondenssiveteen. Ennen kuivainta näytteen on oltava hyvin suodatettu, jotta ohuet membraaniputket eivät tukkeudu. Membraani on säännöllisesti vaihdettava ja kohtuullisen arvokas, minkä takia kuivain on koettu kalliiksi ylläpitää. Kohteissa, joissa kaasun kosteus ylittää 40 til-%, putken kuivaus-

kapasiteetti ei välttämättä ole riittävä. Kapasiteettiin vaikuttaa myös näytevirtaus. Kaasussa oleva ammoniakki voi vaikuttaa putkeen ja häiritä typenoksidien mittausta.

Laimennus perustuu näytekaasun sekoittamiseen kriittisten aukkojen avulla puhtaaseen ja kuivaan instrumentti-ilmaan. Näytettä ei kuivata, vaan kosteuspitoisuus lasketaan tasolle, jolla ei ole kondensoitumisen vaaraa vallitsevissa ympäristölämpötiloissa. Laimennusta käytettäessä päästösuureen mittaustulos on aina kostea ja se on muunnettava kuivaksi mitatun tai epäsuorasti määritetyn kosteuden avulla. Mittausjärjestelmän viritys tapahtuu laimennusjärjestelmän kautta. Laimennusilma ei saa sisältää mitattavia yhdisteitä, joten sen puhdistusjärjestelmä voi olla tarpeen ja sitä on ylläpidettävä. Kriittiset aukot voivat myös tukkeutua, mikäli suodatus ei ole riittävä, jos kaasussa on kiteytyviä yhdisteitä tai näytekaasu pääsee kondensoitumaan ennen laimennusta. Säännöllinen järjestelmän tarkistus on välttämätön.

TRS yhdisteiden mittausjärjestelmissä pelkistyneet rikkiyhdisteet hapetetaan termisesti konvertterin avulla ennen SO₂:ta mittaavalle analysaattorille johtamista. Lämpötilat eri kokoonpanoissa vaihtelevat välillä 450 – 870 °C. Alin lämpötila pystyy hapettamaan vain rikkivetyä, korkea lämpötila mahdollistaa muiden haisevien rikkiyhdisteiden hapettamisen ainakin osittain.

Uudemmissa TRS-mittausjärjestelmissä voidaan ennen konvertteria asentaa rikkidioksidipesuri, joka koostuu kahdesta SO₂ adsorboivasta adsorbenttiputkesta. Näytekaasu ohjataan vuoroperään kulkemaan toisen putken läpi ajastimen avulla. Putket elvytetään kostutetun instrumentti-ilman avulla vuorojen välillä. Adsorbenttiputkien täytemateriaali on vaihdettava määräajoin ja laitteiston kostutusastian vesisäiliössä on oltava riittävästi puhdasta vettä.

Näytteen siirtämiseen järjestelmässä käytetään mekaanisia kaasu- tai ejektoripumppuja, jotka vaativat säännöllisen huollon ja tiiveystarkistuksen.

Mittaus on periaatteessa mahdollista myös kosteasta ja kuumasta näytteestä ilman laimennusta. Soodakattilan savukaasuille menetelmiä ei ole käytetty johtuen kaasun suolayhdisteistä, jotka voivat kuivuessaan kivettyä kuumille mittauskammion pinnoille. Niiden puhdistus ei välttämättä onnistu kunnossapidon toimin.

3.2.2 Jatkuvatoiniset mittalaitteet ja menetelmät

Jatkuvatoimisissa järjestelmissä käytettävien analysaattoreiden toimintaperiaatteita on useita jopa samalle päästökomponentille. Uusien mittalaitteiden hankintaa suunniteltaessa on hyvä selvittää se, onko mittalaitte sertifioitu päästömittauksiin ja minkälaisella näytteenkäsittelyllä. Tämä antaa viitteitä siitä, voiko laite soveltua kohteeseen. Testejä ei välttämättä ole toteutettu soodakattilalla, koska testeissä ensisijaisesti on keskitytty suurten kattilalaitosten ja jätteenpolton tarkkailuvaateiden täyttämiseen. Taulukkoon 6 on koottu soodakattilan savukaasuista määritettävien yhdisteiden eri analysaattoreiden mittausperiaatteita. Yleisimmin soodakattiloiden mittauksissa käytössä olevat on lihavoitu ja menetelmän periaatteet kuvattu lyhyesti liitteessä 4. Taulukossa on esitetty myös standardoitu vertailumenetelmä QAL-2 ja AST mittauksissa, joista osa perustuu samoihin menetelmiin.

Hajurikkien kokonaispitoisuus (TRS) määritetään rikkidioksidianalisaattorilla termisen hapetuksen jälkeen joko ennen hapetusta SO₂ pestystä näytekaasusta tai ennen hapetusta mittaavan SO₂ analysaattorin ja hapetuksen jälkeen mittaavan analysaattorin pitoisuuksien erotuksena. Termisen hapetuksen takia näyte on laimennettava puhtaalla ilmalla hapettumisen varmistamiseksi. Laimennusilmassa ei saa olla rikkiyhdisteitä. Mittausjärjestelmää ko. mittaukseen ei ole sertifioitu, koska ei ole olemassa virallista

standardia TRS mittaamiselle. Markkinat ko. mittaukselle ovat rajalliset, minkä takia kallis testaus ei ole ollut laitetoimittajien intressissä.

Rikkidioksidin (SO₂) mittauksessa on yleisimmin käytetty UV-fluoresenssiin perustuneita analysaattoreita, koska menetelmä on ollut riittävän herkkä ja spesifinen pienillä pitoisuuksilla. Mittaus on toteutettu laimennetusta näytekaasusta joko kosteana tai kuivauksen jälkeen. NDIR menetelmää on käytetty SO₂ mittaukseen, jos TRS yhdisteiden mittauksen näytteenkäsittelyssä SO₂ on voitu poistaa näytekaasusta erillisellä pesurilla.

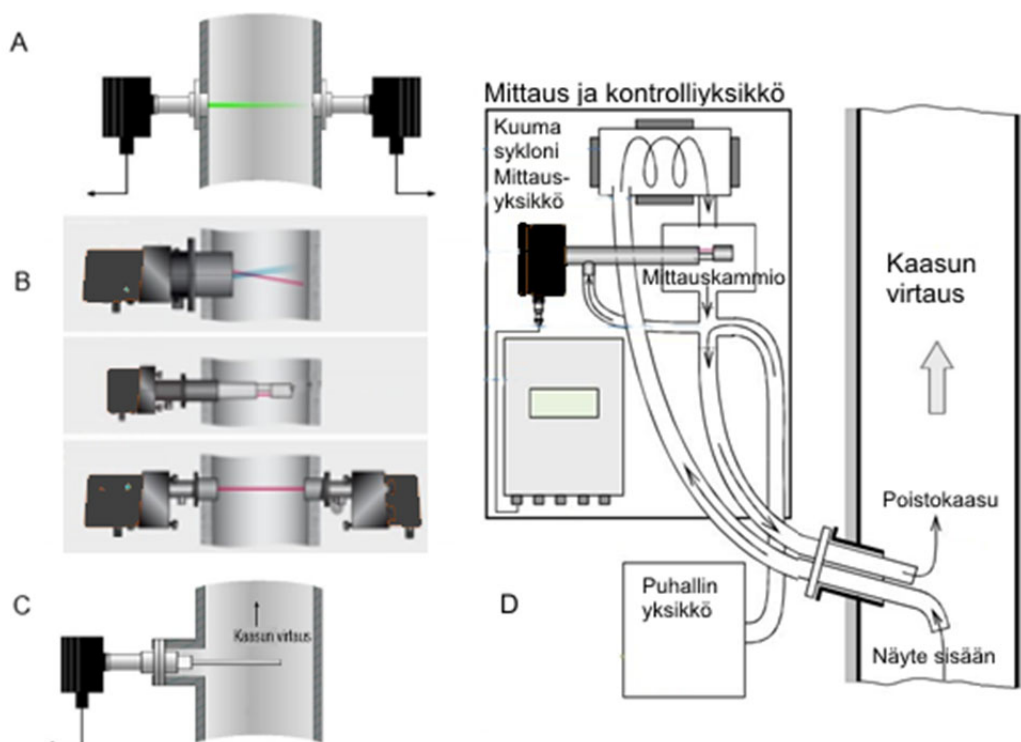
Typhen oksidien (NO_x) mittausjärjestelmissä yleisimmät mittausperiaatteet ovat kemiluminesenssi ja NDIR. IR sovelluksissa näytekaasun kuivauksen laatu oltava hyvä veden häiriövaikutuksen minimoimiseksi.

Vaikka FTIR menetelmällä voidaan määrittää useimmat määritettävät yhdisteet, se ei ole Suomessa soodakattiloilla käytössä. Menetelmässä on omat riskinsä, joista on mainittu edellisessä luvussa kuumien ja kosteiden kaasujen käyttäytymisessä mittauskyvetissä. Savukaasun kosteussisällön ja sen laaja-alaisen interferoinnin takia pienten rikkidioksidipitoisuuksien määrittäminen on haastavaa. Myös muissa yhdisteissä analyysimenetelmä voi vaatia kohdekohtaista hienosäätöä prosessikohtaisten, muiden analyysissä huomioitavien yhdisteiden osalta.

Kuvaan alla on koottu hiukkasmittauksen periaatteita. Kun savukaasun kosteus on savukaasussa varmasti kokonaan kaasumaisessa muodossa, **hiukkaset** mitataan yleensä kanavaan sijoitetulla mittalaitteella valon sirontaan (B) tai sähkövaraukseen (C) perustuen. Opasiteettiin perustuvia (A) mittalaitteita on ollut käytössä, mutta ne soveltuvat raja-arvopitoisuuksia suuremmille pitoisuuksille.

Savukaasupesureiden jälkeen hiukkasten mittalaitetta ei voida asentaa kanavaan, vaan hiukkasmittaus on toteutettava kanavan ulkopuolella mittakammiossa. Näytekaasu otetaan isokineettisesti virtausmittauksen ohjaamana, minkä jälkeen kaasu joko kuumennetaan pisarakosteuden kuivattamiseksi ennen mittakammioita tai näytekaasu laimennetaan lämmitetyllä, kuivalla ilmalla pisarakosteuden poistamiseksi. Mittauksen jälkeen kaasu palautetaan kanavaan.

Suurille kattilalaitoksille (LCP) on asennettu näytettä ottavia laitteita. Vertailumittauksissa on havaittu, että järjestelmällä mitatut pitoisuudet ovat yleensä pienempiä kuin manuaalimenetelmällä, sondidepositio huomioon ottaen on saatu. Kuumennettaessa osa kaasun suolamaisista yhdisteistä voi kuivua kertymiksi kammioon johtavaan linjaan tukkien sen tai kuivua mittauskyvetin pinnoille, mikä johtaa tiheään puhdistamiseen. Soodakattiloilla näytettä ottavista mittausjärjestelmistä on vielä vähän kokemusta. Tuotekehitystä näytekaasun käsittelyn osalta on tehty LCP kokemusten perusteella, mm. pintamateriaaleja muuttaen niin, etteivät hiukkaset tarttuisi pinnoille. Laimennukseen perustuvan järjestelmän herkkyys on oltava todella hyvä pieniä pitoisuuksia mitattaessa. Savukaasupesuri jälkeen mittalaitteiden kalibroinnissakin ovat omat 'out-stack' vertailumenetelmän sondidepositiosta ja sen käsittelystä johtuvat haasteensa. Määrittäysraja on näytteen käsittelystä johtuen suurempi kuin in-stack menetelmällä.



Kuva 3. Hiukkasmittauksen periaatteita In-Situ A) valon läpäisy B) valon sironta, C) sähkövaraukseen perustuvat mittaus D) kostean savukaasun näytettä ottavan mittauksen periaate

Apusuureista laitoksilla on happimittauksessa käytössä joko paramagneettinen menetelmä kuivasta kaasusta ja/tai zirkonium kennoon perustuva menetelmä kosteasta kaasusta. Paramagneettinen mittaus usein antaa vertailumenetelmän kanssa yhteneviä tuloksia, mikäli säätöjen tarkistukset on toteutettu. Zirkoniumkennon mittaamat pitoisuustasot voivat jäädä pienemmiksi kennon kyllästymisen takia, jos savukaasussa on paljon palamattomia hiilivetyjä tai häkää.

Jos laitoksella on kostea ja kuiva happimittaus käytössä, savukaasun kosteuspitoisuus on mahdollista määrittää em. kuivan ja kostean happimittauksen tulosten perusteella. Pienissä kosteuspitoisuuksissa epävarmuus voi nousta, mikäli analysaattorien virituspisteissä on siirtymää tai epästabiiliutta. Pesurin jälkeen eristämättömissä kanavissa lämpötilaan perustuva vesihöyryn pitoisuusmäärittäminen on mahdollista. Ko. kosteuden määrittäminen ei ole sertifioituja. Päästöraportoinnissa on ollut käytössä vakiokosteus, mikä vakaassa prosessissa voi kohtuullisesti olla 30 % epävarmuuden sallimissa rajoissa.

Taulukko 6. Jatkuvatoimisten mittausten sertifioituja analyysi/mittausmenetelmiä sekä kiinteästi asennettujen järjestelmien vertailumenetelmät että jaksotaisten mittausten menetelmät.

Yhdiste	Menetelmä	Vertailumenetelmä (R) / Jaksottainen menetelmä
NO_x	kemiluminesenssi, NDIR, FTIR, NDUV, DOAS	EN 14792:2017 Determination of mass concentration of nitrogen oxides – (R) - Chemiluminescence
SO₂	NDUV, NDIR, FTIR, DOAS	EN 14791:2017 Determination of mass concentration of sulphur dioxide – (R) manual CEN/TS 17021:2017 Determination of the mass concentration of sulphur dioxide by instrumental techniques ISO 7935:1992 Determination of the mass concen-

		tration of sulfur dioxide – performance characteristics of automated measuring methods
TRS*	Konvertteri+ UV-fluoresenssi/FTIR	CEN/TS 17021:2017 sovelletusti ISO 7935:1992 sovelletusti Pussinäytteistä kaasukromatografisesti
H₂S*	NDUV, sähkökemialliset kennot	ISO 7935:1992 sovelletusti SFS 5293 Ilmansuojelu. Päästöt. Rikkivedyn mas- sakonsentraation määrittäminen jodometrisellä titraus- menetelmällä Pussinäytteistä kaasukromatografisesti
Hiukkaset	valon sammuminen valon sironta tribosähköinen	EN 13284 Determination of low range mass con- centration of dust Part 1 : Manual gravimetric method. Part 2 : Automated measuring system
PM10	-	EN ISO 23210:2009 Determination of PM10/PM2,5 mass concentration in flue gas Part: Measurement at low concentrations by use of im- pactors
CO	NDIR , FTIR	EN 15058:2017 Determination of carbon monoxide in emissions by means of the NDIR method (R)
O₂	paramagneettinen sähkökemiallinen kenno zirkonium kenno	EN 14789:2017 Determination of volume concen- tration of oxygen (R) - paramagnetism
H₂O höyry	NDIR GFC , FTIR kuiva O ₂ / kostea O ₂ * lämpötila pesurin jälk.*	EN 14790:2017 Determination of water vapour in the ducts (R) Cox-Antoine's funktio pesurin jälkeen T perustuen
Virtausnopeus	ultraääni, paine-ero (Pitot-putki)	EN ISO 16911 Determination of velocity and vol- ume rate in ducts, Part 1 : manual method, Part 2 : automated measuring system
CO₂	IR	ISO 12039 Determination of carbon monoxide, carbon dioxide and oxygen – Performance charac- teristics and calibration of automated measuring systems
VOC	FID, FTIR	EN 12619:2013 Determination of the mass con- centration of total gaseous organic carbon – Con- tinuous flame ionization detector method
HCl	IR, FTIR	EN 1911:2010 Determination of mass concentra- tion of gaseous chlorides expressed as HCl (R) EN/TS16429:2013 Sampling and determination of hydrogen chloride content in ducts and stacks with IR technique
HF	FTIR	ISO 15713 Sampling and determination of gase- ous fluoride content, manual method
NH₃	FTIR, IR	ISO 17179:2016 Determination of the mass con- centration of ammonia in flue gas - Performance characteristics of automated measuring systems (VDI 3878 Messen von Ammoniak (und gas- und dampfförmigen Ammoniumverbindungen))
N₂O	NDIR	EN ISO 21258 Determination of the mass concen- tration of dinitrogen monoxide (N ₂ O) - NDIR (R)
Hg	AAS, DOAS näytteenotto ja analyysi laboratoriossa	EN 13211:2001 Manual method of determination for the concentration of total mercury
Metallit*	näytteenotto ja analyysi laboratoriossa	EN 14385:2004 Determination of the total emis- sion of As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl and V
PCDD/F*	näytteenotto ja analyysi laboratoriossa	EN 1948:2006 Determination of the mass concen- tration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs Part 1 : Sampling of PCDDs/PCDFs; Part 2 Extrac- tion and clean-up of PCDDs/PCDFs; Part 3 Identi-

		fication and quatification of PCDDs/PCDFs; Part 4 Sampling and analysis of dioxin-like PCBs
PAH*	näytteenotto ja analyysi laboratoriossa	ISO 11338-1 : Sampling by the dilution method, the heated filter/condenser/adsorber method, or the cooled probe/adsorber method EN 1948-1 sovelletaan näytteenottoon

* ei QAL-1 sertifioituja menetelmiä

3.2.3 Jaksottaiset mittaukset

Jaksottaisia mittauksia toteuttavat usein kolmannet osapuolet ts. päästömittauslaboratoriot. Jaksottaisin mittauksin toteutetaan kiinteästi asennettujen mittausjärjestelmien laadunvarmennusmittauksia (QAL-2 ja AST) sekä määritetään päästösuureita, joista toiminnanharjoittaja raportoi viranomaiselle Euroopan päästö- ja siirtorekisteriin (E-PRTR) välitettäväksi. Osa tarkkailun piiriin kuuluvista mittauksista voidaan toteuttaa myös jaksottaisesti, jos päästön vaikutus ympäristöön on vähäinen tai sen jatkuva mittaaminen on kohtuuttoman kallista sen vaikutuksiin nähden.

Soodakattiloiden savukaasuista yleisimmin ulkopuolinen mittaaja määrittää jaksottaisin mittauksin: rikkidioksidin (SO₂), hajurikkiyhdisteiden (TRS), typen oksidien (NO_x), hiilimonoksidin (CO), hiukkasten, hapen (O₂), hiilidioksidin (CO₂) ja kosteuden pitoisuutta. E-PRTR seurantaan liittyviä mahdollisesti raportoitavia muita yhdisteitä ovat mm. PM10, N₂O, NMVOC, PCDD/F I-TEQ, PAH, metallit (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), HCl, HF.

Taulukkoon 6 on koottu eri yhdisteille käytettävissä olevia menetelmiä ja tällä hetkellä käytettävissä olevia standardeja tai teknisiä spesifikaatioita. Kaikille yhdisteille ei ole olemassa vielä CEN-, ISO- standardia tai edes spesifikaatiota.

Haisevien/pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) mittaamiseen savukaasuista ei ole olemassa standardoitua mittausmenetelmää. Edellä esitettyä rikkidioksidin jatkuvatoimisen instrumenttimenetelmän sovellusta on Suomessa käytetty jaksottaisissa mittauksissa ja kiinteästi asennetuissa mittausjärjestelmissä 1990-luvulta lähtien. Menetelmän laatua on testattu metsäteollisuuden tutkimuskeskuksissa ja valtakunnallisissa vertailumittauksissa em. vuosikymmenenä. Pienet pitoisuudet tai pitoisuuksien jyrkkä vaihtelu hetkellisesti sekä näytekaasun laimennus aiheuttavat haastetta mittauksiin. Ympäristöluvista esitettyyn kokonaisepävarmuuteen raja-arvotasolla olemassa olevin menetelmin on mahdoton päästä puhumattakaan puoleen siitä, mitä vertailumenetelmältä vaadittaisiin. Jos rikkivety on määrällisesti merkittävin haisevista yhdisteistä, menetelmällä voidaan päästä ±50 % epävarmuuteen vuosirajavasta, mikäli mittausalue rajataan raja-arvotason mukaan ja korkeammat pitoisuudet rajataan mittauksista pois. Joillakin analysointimenetelmillä on mahdollista asettaa toinen mittausalue suuremmille pitoisuuksille. Raskaampien hajurikkiyhdisteiden osuuden kasvaessa terminen hapettuminen voi olla epätäydellistä ja saadut tulokset jäävät todellista pienemmiksi.

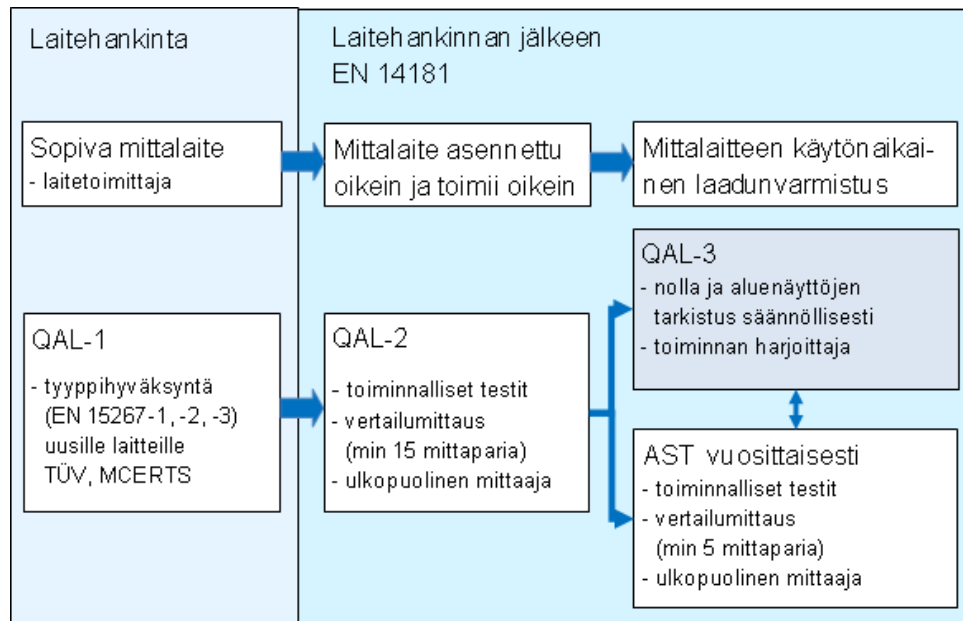
Hetkelliseen näytteenottoon perustuva menetelmä haisevien rikkiyhdisteiden määrittämiseksi on kaasukromatografinen määrittäminen liekkifotometriasta detektoria käyttäen, joka perustuu Yhdysvaltojen EPA 16 menetelmään. Menetelmällä on mahdollista määrittää haisevat yhdisteet yhdisteittäin.

3.3

Laadunvarmennus

Kiinteästi asennettujen mittausjärjestelmien laadun varmennuksesta on laadittu on standardinsa EN 14181 ”*Quality Assurance of Automated Measuring Systems*”, jossa esitetään, miten:

- vertailumittauksin osoitetaan laitoksen päästömittalaitteiden toimivan direktiivin/asetuksen esittämien vaatimusten mukaisesti ja
- mittauksen laatu varmistetaan myös vertailumittauksen välillä.



Kuva 4. Laadun varmennus laitehankinnasta, käyttöönotossa ja käytönaikana

Kiinteästi asennettujen mittausjärjestelmien laadunvarmennus jaetaan neljään vaiheeseen:

- QAL-1: mittalaitteiden sertifiointimenettely, jossa todetaan täyttääkö mittausjärjestelmä sille asetetut vaatimukset mittausepävarmuuksien osalta
- QAL-2: kiinteästi asennettujen mittausjärjestelmien (AMS) asennuksen toimivuuden tarkistus, kalibrointi ja validointi vertailumenetelmien (SRM) avulla
- QAL-3: käytönaikainen laadunvarmistus;
- AST: vuosittainen valvonta ja vertailu AMS toiminnan ja kalibroitaisuorien pätevyyden toteamiseksi.

Kiinteästi asennettujen järjestelmien (AMS) osalta vastuut ja tehtävät laadunvarmennuksessa on esitetty mm. standardissa SFS-EN 14181 ja sen tulkintaa koskevassa VTT:n selonteossa:

Mittalaitevalmistaja/ -toimittaja	- Mittalaitteen asianmukainen asennus mittauspaikalle - Yhteistyö toiminnanharjoittajan kanssa ennen vertailumittauksia ja niiden aikana tarvittaessa - Toiminnallisten testien toteutus osittain tai kokonaan - QAL-1 dokumenttien toimittaminen mittalaitteen tilaajalle
Päästömittausten toteuttaja yritys	- Akkreditoidut mittausmenetelmät vertailumittauksissa - QAL-2 ja AST vertailumittausten tekeminen - Toiminnalliset testit joko toteutus tai toisen tahon tekemien testien raporttien auditointi

Toiminnanharjoittaja	- QAL-2, QAL-3, AST raporttien toimittaminen viranomaiselle ja tarvittaessa vertailumittausten toteuttajalle - Kalibrointisuorien käyttäminen tulosten käsittelyssä - Käytössä olevista kalibrointisuorista ilmoittaminen vertailuja tekeväälle, oikeiden kalibrointifunktioiden pätevyyden tarkistamiseksi AST vertailuissa - Toiminnallisten testien tekemisen varmistus ennen QAL-2 ja AST tarkastelua - QAL-3 tarkastelun toteuttaminen
Viranomainen	- Toiminnanharjoittajan esittämän päästöjen seurannan, raportointiohjelman hyväksyminen, ohjelmatoimien toteuttamisen valvonta laitoksella, raporttien tarkastus ja mahdollisiin toimenpiteisiin ryhtyminen

3.3.1 Laitehankinta

Uutta mittalaitteiston hankintaa suunniteltaessa laitetoimittajalle on hyvä esittää realistiset toimintaolosuhteet mittaushankinnassa, jotta toimittaja pystyy valitsemaan hankintaan sopivan mittalaitteen valikoimastaan.

Uusilta mittalaitteilta edellytetään tyyppihyväksyntää. Tyyppihyväksyntöjä on toteutettu lähinnä suurten kattilalaitosten ja jätteenpolton tarkkailuun liittyville järjestelmille, joille on olemassa jo standardoitu menetelmä. Hajurikkijhdisteiden (TRS) mittaukselle ei ole ollut standardoitua menetelmää, minkä takia ko. järjestelmille ei tyyppihyväksyntäjä järjestelmiä ole ollut toistaiseksi saatavilla.

Mittalaitteille, jotka on otettu käyttöön ennen IE-direktiivin voimaan tuloa, ko. menettelyitä ei ole tehty. Laitteita voi edelleen käyttää, mikäli ne läpäisevät standardin EN 14181 mukaiset laadunvarmennuksen testit (QAL-2 ja AST).

Laitetoimittajalta on hyvä pyytää sertifikaatti ja QAL-1 testidokumentteja järjestelmän arvioimista varten. Jos toimittajalla on kunnon laite ja asiat hoidossa, dokumenttien saanti ei ole ongelma. Testausdokumenteista käy ilmi testatun mittausjärjestelmän kokoonpano, testitulokset ja arvio suorituskäytännöstä ja ylläpidon toteutustarpeesta. Mikäli järjestelmä poikkeaa hankittavaksi suunnitellusta kokonaisuudesta, hyvä on pyytää arvio siitä, miten poikkeama vaikuttaa käytettävyyteen ja luotettavuuteen. Dokumentteja on ladattavissa myös sertifiointielinten nettisivuilta toimittajan tai tuotemerkin alta. Liitteessä 4 on esimerkkinä sertifiointielimen listauksia.

Mittausjärjestelmän käyttöönotto vaatii opastuksen ja mahdollisesti tukea tämän jälkeen, mikä on hyvä sopia hankinnan yhteydessä. Mittalaitteet vaativat myös säännöllistä huoltoa. Mitä haastavammat olosuhteet, sitä todennäköisempää huollon tarve on. Huollon ja varaosien saatavuus ovat merkittävät seikat toimittajan arvioitaessa.

3.3.2 Vertailumittausten sisältö

Ulkopuolisen mittauslaboratorion toteuttamat vertailumittaukset QAL-2 ja AST poikkeavat tarkoitukseltaan ja laajuudeltaan.

Alla on esitetty vertailumittausten sisältö. Standardin EN 14181 uudistuksen jälkeen toiminnalliset testit ovat yhtäläiset laajuudella QAL-2 ja AST. Kuvaan 5 on koottu tiivistelmä vertailumittausten tulosten käytöstä ja tarkastelusta.

Erot / tehtävät	QAL-2	AST
Toteutusrytmi	5 v välein ellei AST osoita tarvetta tai pätevä alue ylity	Edellisten väli-vuosina
Mittausten tarkoitus	asennuksen tarkistus, testaus, kalibrointisuoran määrittäminen	testaus, kalibrointisuoran pätevyys tarkistus
Mittausten kesto	vähintään 3 pv kuukauden sisällä	vähintään 1 pv
Päästösuureiden vertailuparien määrä	vähintään 15	vähintään 5
Apusuureiden tulosten vertailu	x	x
Raportointi	x	x
Mittausjärjestelmän auditointi	visuaalisesti	visuaalisesti
Toiminnallisten testien raportointi	x	x

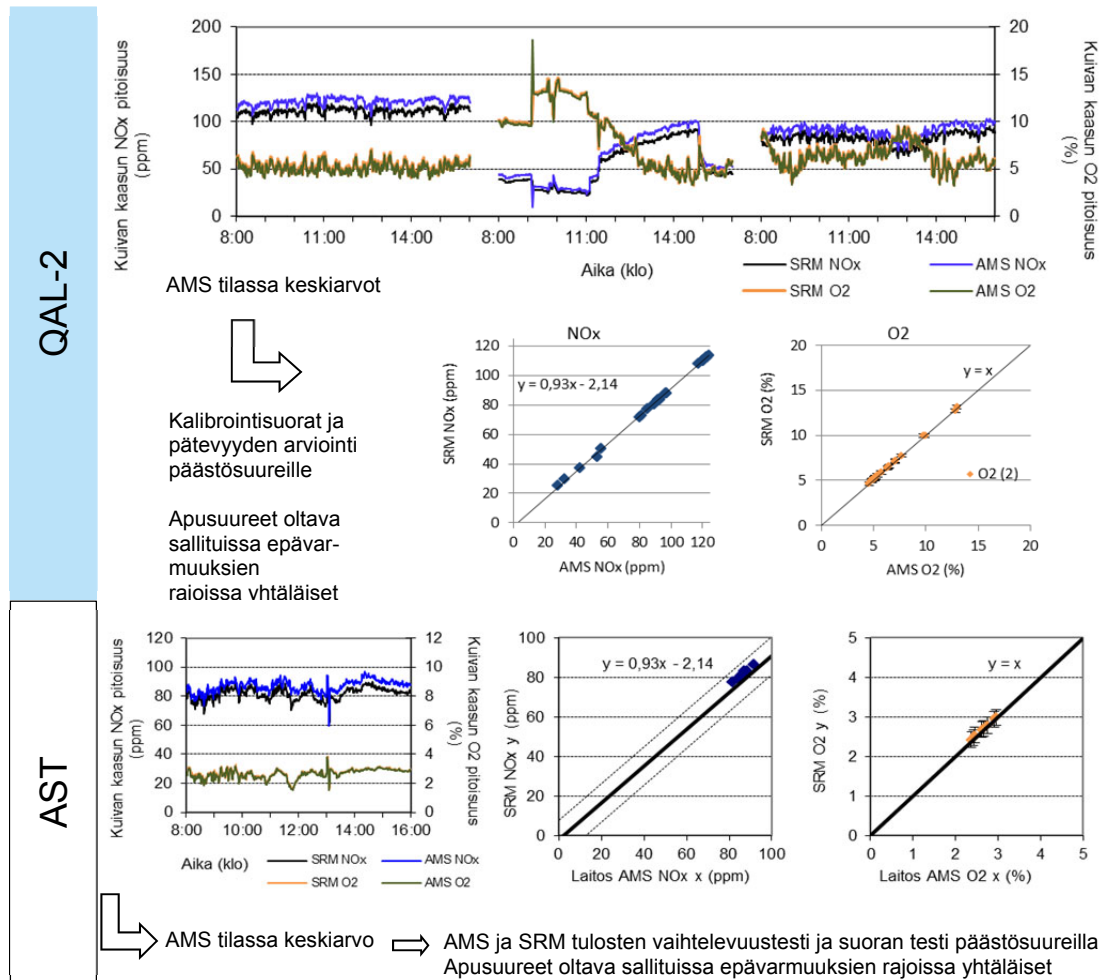
Toiminnalliset testit ennen mittauksia QAL-2 ja AST

- | | |
|--|--|
| - In-situ laitteiden puhtaus ja suuntaus | - Häiriövaikutukset |
| - Näytteenkäsittely ekstrakt. järjestelmillä. | - Vasteaika |
| - Dokumenttien audit | - Nolla- ja span audit ylläpidon dokumenteista |
| - Huollettavuus | - Nolla ja span tarkistus ennen mittauksia |
| - Tiiveystestit ekstraktiivisillä järjestelmillä | - Raportointi |
| - Lineaarisuus | |

Toiminnalliset testit voi toteuttaa vertailumittaja, mikäli tällä on pätevyys ja kalusto testeihin. In-situ järjestelmät vaativat usein erityislaitteistoja, minkä takia laitetoimittaja usein toteuttaa toiminnalliset testit. Myös näytettä ottaville järjestelmille laitetoimittaja voi toteuttaa testit esim. vuosihuoltojen yhteydessä.

Kiinteän järjestelmän ja vertailumenetelmän tulokset vertaillaan kiinteän järjestelmän tulosten tilassa, missä tilassa myös kalibrointisuorat esitetään. Kalibrointisuora lasketaan lineaarisena sovitteena joko vakion kanssa tai ilman sitä riippuen mittausparien pitoisuuksien vaihteluvälistä suhteesta raja-arvopitoisuuteen. Parien keskinäinen vastaavuus testataan normitetussa referenssitilassa, johon tulokset lasketaan apusuureiden tulosten mukaan. Tarvittaessa voidaan käyttää laitoksen kosteusmäärityksen tuloksia.

Tarkkailun luotettavuuden varmistamiseksi mittaukset, näytteenotto ja analysointi on velvoitettu luvissa tehtäväksi standardien mukaisin menetelmin. Jos haitta-aineille ei ole standardoituja menetelmiä, muita yleisessä käytössä olevia menetelmiä voidaan käyttää. Kiinteiden mittausjärjestelmien (AMS) laadunvarmennukseen liittyvät vertailumenetelmät (SRM) tulee olla EU standardien mukaiset ja akkreditoidut.



Kuva 5. QAL-2 ja AST mittauksen ja tulosten tarkastelun ero tiivistetysti

Akkreditointi eli pätevyyden toteaminen on kansainvälisiin kriteereihin perustuva menettelytapa, jonka avulla laboratorion pätevyys ja sen antamien todistusten uskottavuus voidaan luotettavasti todeta. Akkreditointipäätöstä edeltävässä arvioinnissa osoitetaan se, että toimija täyttää standardissa EN ISO/IEC 17025 kuvatut vaatimukset esitetyllä pätevyysalueella. Tulosten oikeellisuus ja vertailukelpoisuus on voitava osoittaa. Akkreditointitoiminnassa noudatetaan maailmanlaajuisesti yhtenäisiä toimintatapoja ja vaatimuksia. Suomessa akkreditointeja myöntää FINAS-akkreditointipalvelu. Heidän nettisivuiltaan löytää mm. päästömittauksia toteuttavien tahojen akkreditoinnin pätevyysalueet eli mille määritysmenetelmille yrityksellä on todettu pätevyys.

3.3.3

Mittausjärjestelmän ylläpito

Mittauksien luotettavuuteen eivät riitä kerran vuodessa tehtävät vertailumittaukset tai toiminnalliset testit. Järjestelmät vaativat säännöllistä ylläpitoa ja tarkistuksia. Ylläpitotoimien taajuus riippuu prosessista ja järjestelmästä. Huolto- ja ylläpitovapaata järjestelmää ei ole olemassa. Laitetoimittajan tulee esittää ylläpitotoimien taajuus, kriteerit säätöjen toteutukselle ja opastaa niitä suorittaville toimenpiteet. Mittalaitteiden säädöistä tulee pitää kirjaa samoin kuin huollot tulee dokumentoida. Nämä edellä mainitut dokumentit auditoidaan vertailumittauksen ja/tai toiminnallisten testien yhteydessä, kun arvioidaan käytönaikaista mittausjärjestelmien toimintaa.

Järjestelmän toimintavarmuuteen vaikuttaa myös laitetoimittajan kyky tukea toiminnanharjoittajaa laitteiden ylläpidossa. Jos jatkuvatoimisista mittauksista hylätään tulokset vuoden aikana yli kymmenenä päivänä, järjestelmän luotettavuuden parantamiseksi on ryhdyttävä toimiin. Tämän takia huollon ja varaosien saanti pikaisesti on merkittävä tekijä mittalaitteiden valinnoissa. Eräillä laitetoimittajilla on uusiin järjestelmätoimituksiin liitettävissä (SMART optio) on-line yhteydet laitetoimittajan huoltoon, jolloin huolto voi selvittää järjestelmä vian etäyhteydellä ja hankkia/ottaa mukaansa tarvittavat varaosat huoltoa toteuttamaan lähtiessään.

3.3.4 Vertailumittaukset käytännössä

Määritettäessä mittausjärjestelmälle kalibrointisuoraa tavoitteena on sen päteminen mahdollisimman laajalla alueella. Suoran pätevyysalue määrittyy vertailumittauksen aikana määritetyn suurimman pitoisuuden mukaan siihen lisäten 10 % tai 20 % raja-arvosta, jos jälkimmäinen arvo on suurempi kuin maksimiin lisätty 10 %. Toivottavaa on, että mittaparit edustaisivat eri pitoisuustasoja. Soodakattilalla tämän toteuttaminen vaatii arviointia olemassa olevien mittaustietojen perusteella siitä, voidaanko ja onko yleensä tarpeen toteuttaa prosessin tai lipeän kuiva-aineen säätöjä vaihtelun saamiseksi vertailua varten. Vertailut tulisi toteuttaa kuitenkin tilassa, jossa ympäristölle ei aiheudu haittaa tai häiriötä.

Nykyaikaisilla, parasta tekniikkaa vastaavilla soodakattiloilla on tavallista:

- Typen oksidien pitoisuuksien vaihtelu on usein hyvin vähäistä tasaisissa prosessiolosuhteissa. Suora joudutaan laatimaan usein yhteen tasoon sijoittuvan pistejoukon läpi, olettaen että suora ei sisällä vakiota.
- Rikkidioksidin ja hajurikkiyhdisteiden (TRS) pitoisuudet alittavat vertailumenetelmien määrittämisrajat ja mittaalueet jäävät hyvin kapeiksi tai kalibrointisuoria ei voida määrittää ollenkaan.
- Hajurikkiyhdisteiden raja-arvot ovat matalat, jopa alle käytettävissä olevien menetelmien määrittämisrajojen, jos rikkidioksidipitoisuudet määräävät mittaalueen laajuuden. TRS mittaamiselle ei ole olemassa standardoitua menetelmää. Kansallisessa ohjeistuksessa on esitetty, että TRS mittaukselle ei tehdä QAL-2 menettelyä, vaan laitteistolle tehdään sen sijaan säännölliset kalibrointien tarkastukset (nolla/span) vähintään kerran kuussa.
- Mittausjärjestelmien huollot ja testaukset tehdään kerran vuodessa. Uuden standardiversion mukaan toiminnalliset testit tulisi olla tehtynä korkeintaan kuukausi ennen vertailumittauksia. Käytäntö vaatii aikataulujen tarkastelua ja yhteensovittamista laajemmalla yhteistyöllä laitoksen, toimittajan ja mittajan kesken.
- Mittausjärjestelmille toteutetaan määräraikaistarkastukset sovitun aikataulun mukaan. Ennen vertailumittauksen aloittamista laitoksen järjestelmien sekä apusuuroiden mittalaitteiden säädöt tulisi tarkistaa juuri ennen vertailu aikataulusta huolimatta.
- Hiukkasmittalaitteet kalibroidaan manuaalisen gravimetrisen menetelmän avulla. Manuaaliseen menetelmään kuuluu isokineettinen näytteenotto kattavasti mittaustasosta useasta pisteestä. Soodakattilalla harvoin päästään mittaustason kattavaan näytteenottoon kanavan laajan pinta-alan sekä työtilojen rajoitteiden takia.
- Jos hiukkaspitoisuudet ovat pieniä, mutta kuitenkin lähellä 30 %:ia raja-arvosta, luotettavan vertailunäytteen saamiseksi näytteenoton kestoa pidennetään, jolloin standardin velvoittamien 15 näytteen ottamiseen menee yli kolme työpäivää.

- Jos hiukkaspitoisuudet alittavat 30 %:ia raja-arvosta, kalibrointimittauksissa näytteenottoaikaa voidaan pidentää ja näyteparien määrää vähentää. AST vertailua tehtäessä näytemäärää voidaan myös laskea.
- Jos päästötasoa keinotekoisesti nostetaan kalibrointia varten suodattimien tehoa alentamalla, häiriötilanteiden järjestäminen on syytä sopia yhteisymmärryksessä viranomaisen kanssa. Luotettavan kalibrointisuoran määrittämiseksi mittauksia tulisi toteuttaa ainakin kolmella eri pitoisuustasolla.
- Hiukkasmateriaalin kokojakaumasta ja/tai väristä johtuen kalibrointisuorien kulmakertoimet alittavat 0,5, mikä on usein herättänyt hämmennystä. Soodakattilan hiukkaset ovat väritään vaaleita ja kooltaan hyvin hienojakoisia. Koska valon sirontaan perustuvien mittalaitteiden tehdaskalibrointi on tehty toisenlaisella standardimateriaalilla, kalibrointifunktion kulmakerroin on usein huomattavasti alle yhden (1).
- Mikäli savukaasussa on mitattavia määriä hiukkasia, näytteitä on otettava enemmän kuin minimimäärä mahdollisten poikkeavien tulosten (outlier) takia. Jos hetkelliset pitoisuudet ylittävät laitoksen järjestelmän mitta-alueen, ko. jakson tulos poikkeaa usein vertailunäytteen tuloksesta.
- Koska hiukkasmittaus toteutetaan kanavan lämpötilassa, paineessa ja kosteudessa, ko. parametreille tulee olla mittaus/määritys mittaustasossa.
- Vertailuista pesurin jälkeen asennettuun järjestelmään ei toistaiseksi ole kokemuksia. Vertailumenetelmän ('out-stack') määritysraja ja epävarmuus ovat suuremmat pesurin jälkeen kuin 'in-stack' menetelmässä ennen pesuria. Jaksottaisissa mittauksissa on havaittu haasteelliseksi näytteenottosondiin kertyvä kiintoaine, sen käsittely ja vaihteleva osuus kokonaishiukkaspäästöstä. Myös kiintoaineen koostumus tai määrä pesurin jälkeen voi poiketa kiintoaineesta ennen pesuria. Tähän vaikuttavat mm. pesurin vesikierto, veden alkuperä, pisaraerotuksen kunto.

Edellä esitetyt havainnot ovat haasteita mittauksissa lähitulevaisuudessa. Markkinoille ei ole toistaiseksi juuri tullut merkittäviä, uusiin tekniikoihin perustuvia laitteita, jotka pystyisivät herkemmin tai tarkemmin määrittämään pieniä pitoisuuksia savukaasun merkittävästi suuremmissa pitoisuuksissa esiintyvien tavanomaisten yhdisteiden (H₂O, CO₂) joukosta saatuun hyötyyn nähden. Mitä pienempiä pitoisuuksia määritetään sitä herkempää, monimutkaisempaa ja kalliimpaa tekniikkaa joudutaan yleensä käyttämään.

3.4

Mittausepävarmuus

Mittaaminen on parhaimman arvion määrittämistä. Absoluuttista arvoa ei muuttuvassa tilanteessa voida määrittää, mikä on otettava huomioon esimerkiksi mittaustuloksia verratessa raja-arvoihin. Tämän takia päästömittausten tuloksiin liittyvä mittaus-epävarmuus ja sen oikeellisuus ovat päästöraja-arvon noudattamisen ja valvonnan näkökulmasta tärkeää.

Kaasumaisten yhdisteiden jatkuvatoimisissa mittauksissa epävarmuuslähteitä ovat mm:

- näytteenotossa sondi sekä linja, niiden materiaali, pituus, tiiveys,
- näytteenkäsittelyssä tekniikka voi vaikuttaa häviöihin, reaktioihin, vääriin tuloksiin
- näytekaasun suodatus häviöihin
- analysaattorin toiminta: epälineaarisuus, häiritsevät komponentit, ympäristöolosuhteiden vaikutus (lämpötila-, paine-, jännitevaihtelu), viritysäättöjen ryömintä, toistettavuus
- viritykseen käytettävien kalibrointikaasujen pitoisuus ja sen epävarmuus.

Näytteen keräykseen perustuvissa mittauksissa kuten hiukkasten näytteenotossa tai absorptioon perustuvissa näytteenotoissa epävarmuuslähteitä ovat:

- kaasumittarin tarkkuus, kalibrointi ja sen epävarmuus
- lämpötilan ja paineen vaikutus mitattuun kaasumäärään
- näytteenottojärjestelmän tiiveys
- mitattavien yhdisteiden häviöt näytteenottojärjestelmään
- absorptioliuosten ja suodatinten erotustehokkuus
- analyysin havainto- ja määrittäysrajat

Standardoiduille menetelmille on standardeissa esitetty menettely epävarmuuden määrittämiseksi. Mittausepävarmuus sisältää yleensä vain mittausjärjestelmälle lasketun epävarmuuden, eikä huomioi mittauksen tai tekijän vaikutusta tuloksen edustavuuteen, koska näiden osuutta kokonaisuuteen on vaikea pisteyttää yksiselitteisesti.

VTT on laatinut EN-standardeihin perustuvat Excel-laskentapohjat päästömittaustalaboratorioille epävarmuuksien laskemiseksi 2017 – 2018 MECE-projektissa, jota rahoittivat mm. Ympäristöministeriö, VTT, osa päästömittauksia harjoittavista toimijoista sekä toiminnanharjoittajista. Tavoitteena on ollut yhtenäinen ja läpinäkyvä laskentatapa kaikille toimijoille sekä työkalu valvovalle viranomaiselle helpottaa ja tehostaa valvontaa. Projektin tulosaaineisto on julkinen ja pyydettyä käyttöön VTT:ltä.

Laskentapohjien käyttö edellyttää laskennassa käytettävien epävarmuustekijöiden arvojen selvittämistä joko testipenkissä tai tyyppihyväksynnän dokumenteista. Uusille kiinteille järjestelmille mittausepävarmuus esitetään QAL-1 dokumentissa.

4 MITTAUSTULOSTEN KÄSITTELY JA RAPORTOINTI

Sellutehtaan käytön aikaista tilaa ja toimintaa valvotaan automaatio- ja informaatiojärjestelmällä. Kiinteiden järjestelmien tulokset sekä mittalaitteiden ja prosessin toimintatilan syötteet kerätään automaatiojärjestelmään ja tietokantaan. Päästölaskenta ja raportointi toteutetaan informaatiojärjestelmässä usein erillisellä sovelluksella, jossa huomioidaan laitoskohtaiset raportointivaateet ja lupaehdot.

4.1 Tiedon keräyksen ja käsittelyn standardointi

Tietojen keräämisestä ja käsittelystä on Euroopan unionin standardointielimessä (CENissä) tekeillä yleiset standardit tietojen keräilyn ja käsittelyn laadun yhtenäistämiseksi. Standardiehdotukset ovat kommentointikierroksella. Niissä on esitetty, että datan keräys- ja käsittelyjärjestelmän tulisi pystyä tuottamaan kaikista mittauskomponenteista raportit päivä-, viikko, kuukausi ja vuositasolla. Kaikkien raporttien tulisi sisältää laitos- ja päästökohteen tunniste, raportointijakso, päästöyhdisteet ja -raja. Negatiiviset päästöarvot tulisi esittää nolla-arvoina. Liitteessä 1 on esitetty standardiehdotuksessa listatut aiheet, joita eri aikatason raporteissa tulisi olla.

4.2 Mittaustulosten käsittely ja muunnokset

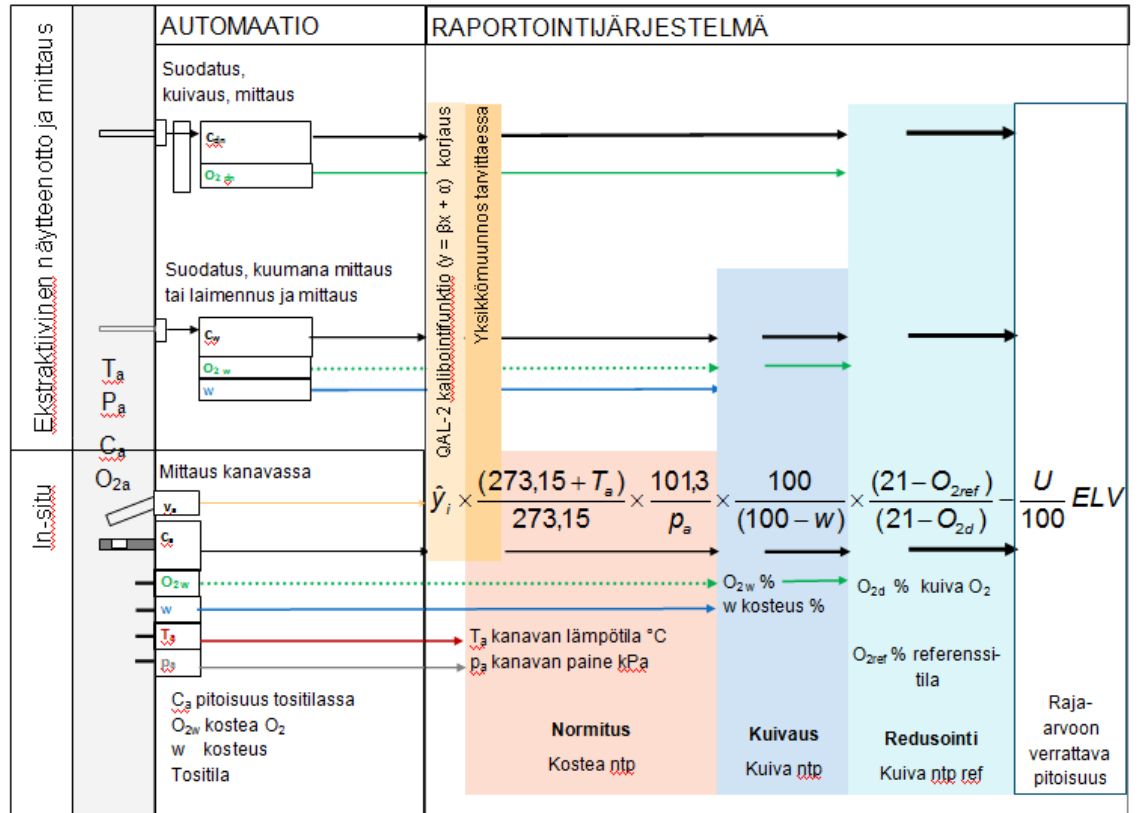
Uusissa ympäristölupapäätöksissä soodakattilan mittausjärjestelmien tuloksille on esitetty samanlaista käsittelyä, kuin suurten polttolaitosten järjestelmien tuloksille. Raja-arvoon verrattava keskiarvo saadaan vähentämällä mitatusta arvosta raja-arvopitoisuudesta laskettu mittaustuloksen 95 % luotettavuutta kuvaava osuus. Raja-arvoon verrattava pitoisuuskasikiarvo määritetään prosessin normaalin käynnin ajalta; mukaan ei lueta siis alas- ja ylösajokasjoja.

Datan mittausravojen käsittelyssä raja-arvoon verrattaviksi luvuiksi on tiivistetysti seuraavat vaiheet, jossa mittausravojen ohella kulkee mukana prosessin tila ja datan ehtojen toteutumisen tarkastelu sekä aika:

1. Arvioidaan mittalaitteen raakatuloksen järkevyyden eli onko mittalaitte mittaustilassa ja onko tulos mittausalueella. Jos näin on, voidaan laskea raaka-arvolle keskiarvo (min tai 10 min), joka kirjautuu validina arvona tietokantaan.
2. Keskiarvotettu raaka-arvo tai lyhimpään raportoitavaan ajanjaksoon keskiarvotettu raaka-arvo korjataan kalibrintifunktiolla (QAL-2) yleensä mittalaitteen yksikössä ja tilassa. Tämän jälkeen toteutetaan mahdolliset muunnokset tilavuusosuuspitoisuudesta (ppm) massakonsentraatioiksi (mg/m^3). Tuntikeskiarvon laskemiseksi vähintään 2/3 lyhyen ajanjakson keskiarvoista tunnin ajalta on oltava päteviä. Sama 2/3-sääntö pätee mm. vuorokausikeskiarvojen laskennassa.
3. Kalibrintisuoralla korjatut keskiarvot lasketaan standardiolosuhteisiin (normitilaan) tarvittavia apusuureita käyttäen. Apusuureilla on myös pätevyys-/tila-arvio. On mahdollista, että epäpätevien apusuureiden sijalla käytetään korvausarvoa, joka edustaa mahdollisimman hyvin normaalia tilaa.
4. Standarditilaan lasketusta keskiarvosta vähennetään tämän jälkeen kokonais-epävarmuus. Tästä saatu tulos on raja-arvoon verrattava keskiarvopitoisuus.

Ominaispäästöraja-arvoon verrattavien ominaispäästöjen laskennassa käytetään päästömittausten arvoja ja todellisia toteutuneita tuotantomääriä. Massapäästöä laskettaessa huomioidaan yleensä sekä ylös- että alasajojaksot sekä muut häiriötilanteet.

5. Massapäästön laskennassa käytetään samassa olotilassa olevia kalibroituja pitoisuuskeskiarvoja ja virtausmittauksen arvoja. Esim. tositilan korjattu pitoisuus voidaan kertoa tositilan virtauksella. Jos pitoisuusmittauksen arvo on kuiva standarditilassa, on virtausmittauksen arvo laskettava ensin samaan tilaan ennen päästön laskentaa.



Kuva 6. Tiivistetysti eri toimintaperiaatteeseen perustuvien mittausjärjestelmien pitoisuustulosten muuntaminen raja-arvoon verrattavaksi pitoisuudeksi tarvittavine apusuureineen ja laskentavaiheineen.

Mittausjärjestelmän toimintaperiaatteesta riippuu se, kuinka paljon apumuuttujia on mitattava ja huomioitava tulosten laskennassa. Kuvaan 6 on koottu niin kanavassa, tositilassa mittaavan järjestelmän tulosten muunnokseen tarvittavat vaiheet kuin kanavasta näytettä ottavien, erilaisten näytteen käsittelyiden jälkeen tarvittavat laskentavaiheet. Tositilan mittausarvoja tuottavan järjestelmän tulosten laskemiseksi vertailtavaan tilaan, savukaasusta on mitattava kosteus, lämpötila, paine, happi.

Mittaustulosten korjaus kalibrointifunktiolla

Vertailumittauksissa kalibrointifunktio määritetään mittalaitteen raakatuloksen olotilaan. Funktio voi olla muotoa:

$$y = \beta x + \alpha \quad \text{tai} \quad y = \beta x$$

y = korjattu mittaustulos

x = kiinteästi asennetun mittausjärjestelmän mittausarvo

β = kulmakerroin

α = vakio

Yksikkömuunnokset

Jos mittalaite mittaa ja se kalibroidaan tilavuusosuuspitoisuuden (ppm_v) mukaan, korjattu tilavuusosuuspitoisuus kerrotaan yhdisteen tiheydellä. Soodakattilalta mitattavien yhdisteiden muunnoskerroin on:

NO _x	2,053
SO ₂	2,926
TRS S:nä	1,463
CO	1,25

Standarditilaan laskenta

Standarditila tai normaalitila (NTP) päästöjä koskien on 101,3 kPa ja 273,15 K (0 °C). Tositilassa mitatut **pitoisuustulokset** muunnetaan normaalitilaan seuraavasti:

$$C_n = C_a \times \frac{(273,15 + T_a)}{273,15} \times \frac{101,3}{p_a}$$

Kostean pitoisuuden muunnos kuivaksi

Raja-arvot on ilmoitettu kuivan kaasun pitoisuuksina. Siksi kosteat pitoisuudet on muunnettava kuivaksi mitatuin tai muutoin määritetyn kosteuden avulla.

$$C_{dn} = C_{wn} \times \frac{100}{(100 - w)}$$

Referenssi happipitoisuuteen laskeminen

Soodakattilan pitoisuuspäästörajoille on referenssi happipitoisuudeksi sulfaattisellutehtaalla BAT-päätelmissä esitetty 6 % ja sulfiittisellutehtaan soodakattiloilla 5 %. Referenssihappipitoisuuteen laskeminen tapahtuu mitattua kuivaa happipitoisuutta käyttäen:

$$C_{ref} = C_{dn} \times \frac{(21 - O_{2ref})}{(21 - O_{2d})}$$

Raja-arvoon verrattava pitoisuus

Mitatusta, korjatusta, normitetusta, kuivasta, referenssitilan keskiarvopitoisuudesta voidaan vähentää yhdisteelle sallittu prosenttiosuus laskettuna raja-arvosta. Typen oksideilla ja rikkidioksidilla sallittu prosenttiosuus on 20 %, hiukkasilla 30 %. Etelä-Suomen aluehallintoviraston myöntämissä luissa TRS:lle vastaava prosenttiosuudeksi on ilmoitettu 30 % ellei pätevästi voida esittää muuta arvoa.

$$C_{ref\ v} = C_{ref} - \frac{U}{100} \times ELV$$

Virtausmittauksen muunnos tositilasta normitetuksi kuivaksi tarvittaessa toteutetaan:

$$f_n = f_a \times \frac{273,15}{(273,15 + T_a)} \times \frac{p_a}{101,3} \times \frac{(100 - w)}{100}$$

Massapäästö lasketaan kalibroidun samassa tilassa olevan pitoisuuskeskiarvon ja tilavuusvirran keskiarvon huomioiden keskiarvotusaika

$$e_t = \bar{C}_a \times \bar{f}_a \times t = \bar{C}_{wn} \times \bar{f}_{wn} \times t = \bar{C}_{dn} \times \bar{f}_{dn} \times t$$

C_n	standarditilan pitoisuus	C_{ref}	kuiva referenssitilan pitoisuus
C_a	pitoisuus kanavan tilassa	O_{2ref}	referenssi happipitoisuus
T_a	kanavan lämpötila	O_{2d}	mitattu kuiva happipitoisuus
p_a	kanavan paine	C_{refv}	raja-arvoon verrattava pitoisuus
f_n	standarditilan virtaus	U	95 % luotettavuutta kuvaava osuus
f_a	virtaus kanavan tilassa	ELV	pitoisuusraja-arvo
C_{dn}	kuiva standarditilan pitoisuus	e_t	keskiarvotusajan massa päästö
C_{wn}	kosteaa standarditilan pitoisuus	t	keskiarvotus jakso
w	kosteus		

4.3

Raportointi

Informaatiojärjestelmään kytketty päästölaskennan raportointi tuottaa usean aikatason sekä tarpeen mukaisia raportteja päästöyhdisteistä. Liitteessä 6 on esitetty datan keräystä ja käsittelyä ohjeistavasta standardiehdotuksessa listatut eri aikatasojen raportteihin sisällytettävät tiedot.

Jaksottaisten mittausten raportoinnista on esitetty vaateet mittausmenetelmien standardeissa. Raporttien tulee sisältää mm. tiedot mittauskohteesta ja -olosuhteista, prosessin tila mittausajankohtana, mittausmenetelmät, tulokset, mittausepävarmuudet ja tulosten vertailu raja-arvoihin.

Toiminnanharjoittajan on kuukausittain toimitettava valvontaviranomaiselle ja vaikutusalueen ympäristöviranomaiselle raportti päästöistä ja poikkeustilanteista. Toiminnanharjoittajan on myös YSL 77§ 2 momentin mukaisesti toimitettava ympäristöluvassa tarkemmin määrättyllä tavalla valvontaviranomaiselle vähintään kerran vuodessa yhteenveto päästöjen tarkkailun tuloksista samalta ajanjaksolta ja samojen vertailuolosuhteiden mukaisina kuin päästötasoissa. Raportin tulee sisältää mm.

- tuotanto- ja käyntitiedot
- energiankäyttö
- polttoaineiden laatu- ja kulutustiedot prosessiyksikkökohtaisesti

- päästöt ilmaan ominaispäästöinä, kokonaispäästöinä ja pitoisuuksina lupamääräyksien mukaisilla ajanjaksoilla ja vertailuolosuhteilla
- ilma- ja vesipäästöjen vertailu lupamääräyksiin ja toimiala BAT-päätelmien ominaispäästöjen ja päästöpitoisuuksien vaihteluväleihin
- tiedot kertaluoteisista mittauksista ja selvityksistä sekä niiden raportit
- laskennalliset vuosipäästöt ja laskentaperusteet sisältäen Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) Nro 166/2006 (E-PRTR) raportointia edellyttämät aineet, yhdisteet sekä jätteet
- yhteenveto jatkuvatoimimisista savukaasumittauksista ja mittalaitteiden toiminta-ajoista
- puhdistinlaitteiden, pesureiden ja suodattimien käyttö- ja toimintatiedot
- yhteenveto pitkäkestoisista alasajoista, poikkeus- ja häiriötilanteista, niiden ajankohdista, kestoajoista, niiden aiheuttamista päästöistä ja toimenpiteistä, joihin niiden johdosta on ryhdytty
- yhteenveto ympäristöpäästöihin, jätteiden määrän vähentämiseen ja hyödyntämiseen, meluun sekä energiatehokkuuteen vaikuttavista toimenpiteistä
- veden käyttöön ja kierrätykseen, jätevesien käsittelyyn liittyvät päästö- ja käsittelytiedot ja vesistöön johdettujen jäähdytysvesiä koskevat tiedot
- käytetyt raaka- ja apuaineet sekä kemikaalit.

Päästötiedot syötetään ympäristönsuojelun tietojärjestelmään. Vuoden 2018 alusta vuoden 2017 tiedot on kirjattu uuteen järjestelmään YLVA, joka korvaa aiemmin käytössä olleen VAHTI järjestelmän. Ympäristönsuojelun tietojärjestelmä määrittää ympäristönsuojelulaissa (222 §). Tietojärjestelmää käytetään ympäristönsuojeluun liittyvien tietojen hallintaan ja käsittelyyn, ympäristölainsäädännön valvonnan toteuttamiseen, ympäristön tilan seurantaan sekä ympäristöön liittyvään tutkimukseen ja suunnitteluun. Järjestelmäuudistus on toteutettu lainsäädäntömuutoksen takia, koska aiemman järjestelmän tietosisältö on suurelta osin vanhentunut ja kuntien tietojen tallentaminen tulee samaan järjestelmän piiriin. Lisäksi teknisesti VAHTI järjestelmän ohjelmistoalusta on saavuttanut elinkaarensa pään, tietosisältövaatimukset sähköiselle asioinnille ovat muuttuneet ja tietoturva-vaatimukset tiukentuneet.

Lähteet

Lainsäädäntö ja vastaava

IE-direktiivi 2010/75/EU

Ympäristönsuojelulaki (YSL 527/2014)

Ympäristönsuojeluasetus (YSA 713/2014)

Komission täytäntöönpanopäätös 26.9.2014, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/75/EU mukaisten parhaita käytettävissä olevia tekniikoita (BAT) koskevien päätelmien vahvistamisesta massan, paperin ja kartongin tuotantoa varten

BREF-dokumentit

Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board (2015)

JRC Reference Report on Monitoring of Emissions for Air and Water from IED installations (Revised final draft)

YM ohjeistus

Ympäristöministeriön raportteja 13/2007, Metsäteollisuuden päästöjen raportointi Euroopan päästö- ja siirtorekisteriin

VTT julkaisut

Tutkimusraportti NRO VTT-R-11101-08 15.12.2008 Ohjeistus päästömittauspaikalle ja mittausyhteille asetettavista vaatimuksista

VTT Technology 289 Ohjeistuksia päästömittausten laadunvarmistukseen Suomessa SFS-EN 14181:n tulkinta ja raskasmetallien näytteenotto

Päästömittausten Käsikirjat osat 1 – 3

CEN standardit ja standardiehdotukset

Lueteltu tekstissä kohta 2.5 ja taulukko 6.

Julkisen hallinnon internet-sivut

<http://www.ym.fi/fi-FI>

<http://www.ymparisto.fi/fi-FI>

<http://www.syke.fi/fi-FI>

<https://tietopalvelu.ahp.fi/Lupa/>

<http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/>

Mittalaitteiden sertifiointielinten internet-sivut

TÜV (<http://www.qal1.de/en/index.htm>) ja

MCERTS (<http://www.csagroupuk.org/services/mcerts/mcerts-product-certification/mcerts-certified-products/>)

Pöyry Finland Oy Mittauspalvelut: Kokemuspohjainen tieto mittauksista

**LTR: Soodakattilan ja talteenottokierron vierasainetaseet,
ÅA – tarjous/tutkimussuunnitelma 15.5.2018**

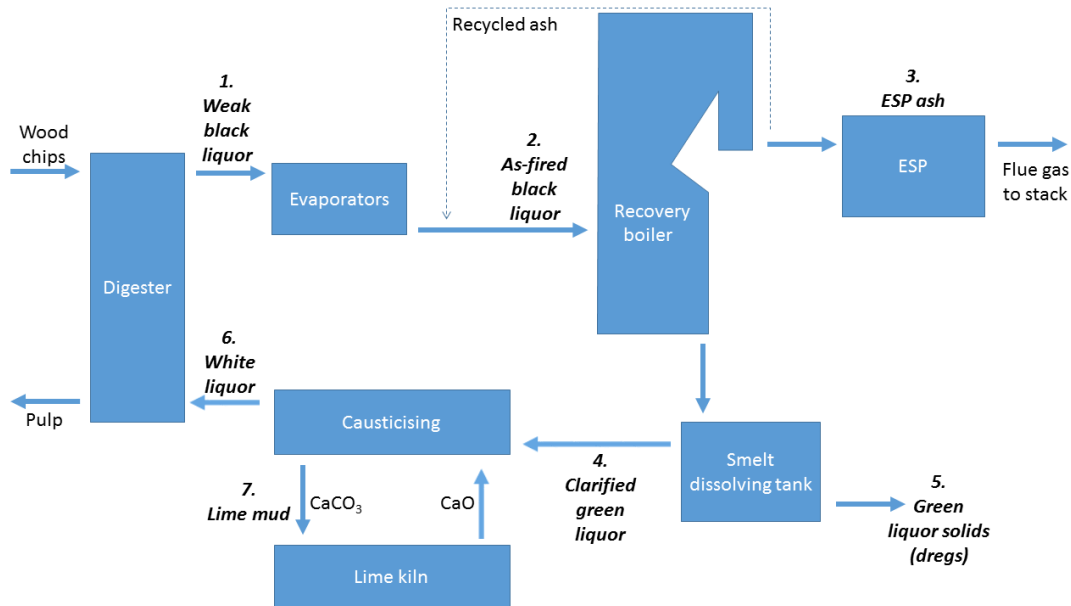
Projektiehdotus:

Soodakattilan ja talteenoton vierasainetaseet

Markus Engblom, Leena Hupa

Åbo Akademi

Projektin tarkoituksena on kartoittaa sellutehtaan kemikaalikierron vierasaineiden pitoisuuksia. Alkuaineiden pitoisuudet määritetään kuvan 1 mukaisesti seuraavista kohdista (1-7) prosessia:



Kuva 1. Näytteenottopisteet

Analysoitavat alkuaineet:

Kohdista 1-7: Na, S, Cl, K, Ca, P, Mg, Al, Si, Mn.

Kohdasta 2 (poltolipeä): F, ja Hg.

Analyysit toteutetaan kolmena rinnakkaismäärityksenä, alkaen näytteen valmistelusta. Näytteitä kerätään kuudesta tehtaasta.

Työ toteutetaan diplomityönä. Yllä mainittujen alkuainepitoisuuksien määritysten lisäksi työn aineistoon otetaan mahdollisuuksien mukaan tehtaiden pidemmän ajan alkuainemittauksia ja kokemuksia alkuainepitoisuuksien vaikutuksista prosessiin. Diplomityössä tarkastellaan kunkin vierasaineet aiheuttamia ongelmia ja niiden saostumiskonsentraatioita (teoriassa ja käytännön havaintoihin perustuen). Lisäksi tarkastellaan mitkä asiat vaikuttavat lipeäkierron alkuainemääriin, mm. puuraaka-aine/puuhankitapiiri, sekä muut prosessi- ja teknologianäkökulmat. Työ raportoidaan Soodakattilayhdistykselle diplomityön lisäksi myös PPT esityksen ja kirjallisen raportin muodossa.

Työn kustannus Åbo Akademin osalta on: 25200 euroa (+ALV).

Analyysikustannukset eivät sisälly yllä olevaan.

Analyysikustannuksista on saatu seuraavat tarjoukset:

ALS Scandinavia:

122 040 SEK (+ALV) = 11 827 euroa (+ALV) 15.5.2018 kurssin mukaan.

Labtium:

14 300 euroa (+ALV)

**LTR: Soodakattilan ja talteenottokierron vierasainetaseet,
AA – teoriakooste 5.9.2018**

Non-process elements in the recovery cycle of six Finnish pulp mills

MASTER'S THESIS DRAFT VERSION 1

CAMILLA KARLEMO

ckarlemo@abo.fi

Abstract

This first draft summarizes the literature research I have done for the period of a few Months. This draft concludes information I have found about this subject that has been accessible and interesting according to me. The aim of this draft is to conclude relevant information of several non-process elements, how they behave and how they are removed from the recovery cycle.

Even though not all of this information found in this draft might be applicable for the Master thesis, it gives a good base for further research and has given me a better understanding of how non-process elements behave in recovery cycles.

Camilla Karlemo

Table of contents

Abstract.....	1
1. Introduction	3
2. Background	5
2.1. Reasons for high NPE concentrations	5
2.2. How NPEs have been studied in older literature	6
3. Non-process elements	8
3.1. Categorization of NPEs.....	8
3.2. Problems caused by NPEs	9
3.3. NPE formations in the recovery cycle	10
3.4. Further description of individual NPEs	13
3.4.1. Phosphorous	13
3.4.2. Silicon	14
3.4.3. Aluminum & Magnesium	15
3.4.4. Calcium.....	16
3.4.5. Iron	16
3.4.6. Potassium and chloride.....	17
3.4.7. Manganese.....	18
4. NPE removal.....	19
4.1. Most used removal techniques.....	19
4.2. NPEs in bleaching plants	20
4.3. The complexity of NPE removal	20
5. Experimental part	23
6. Next steps	26
References	28

1. Introduction

Environmental issues regarding acceptable emission levels have gotten stricter during the past decade. Numerous industry sectors are trying to create new, more environmentally friendly products and optimize their processes to minimize their environmental footprint, and the chemical pulping industry is no exception in this.

These changes towards greener processes should be made however, without negatively affecting the mill's economic feasibility. To achieve this, the pulping mills have created a more closed effluent systems and are trying to reuse and recover as much energy and heat as possible from the pulp production. This has led to decreased water, chemical and energy waste. Some kraft pulp mills reuse up to 99 % of their effluents and are already self-sufficient regarding usage of energy and heat. However, this has led to new problems in pulp mills, such as accumulation of non-process elements (NPEs) in the pulping process, especially in the recovery cycle. Non-process elements are those elements that do not actively participate in the pulping process and some of them, if they are let to accumulate, can cause severe operating problems in the kraft pulp mills. The decreased use of fresh water and the increased use of biofuels rises the levels of NPEs too. (Salmenoja, 2009)

Better fundamental knowledge to address how, where and when the NPEs accumulate in the system is therefore needed. The NPEs tend to accumulate in the recovery cycle and usually cause the most harm in that part of the pulp mill. The operating problems caused by non-process elements are often expensive to repair and create unnecessary expenses for the pulp mills. The attempt to understand the non-process elements behavior in the process has turned out to be an interesting and important subject since mills want to remove the elements in a cheap and effective way.

Effective ways to reduce non-process elements are therefore needed to avoid the accumulation of these elements. There are some natural ways, also called kidneys, for Kraft mills to remove non-process elements. Green liquor dregs in the recovery cycle is the most important and used purging point for the removal of NPEs (Taylor, 2007) (Svensson, 2012) .

New EU regulations also push mills to minimize their emission levels as much as possible. New emission levels are given in the BAT (best available technology) conclusions of the BREF document of pulp and paper industry.

This Master's Thesis is going to examine where these NPEs accumulate and how they most effectively could be removed from the recovery cycle.

Data is going to be assembled from six different pulp mills in Finland from seven different places of the recovery cycle. Nine non-process elements and the white liquor ingredients sodium and sulfur are going to be examined in this project to get a better understanding of the behavior and accumulation of the NPEs.

This project is hopefully going to give a better insight in what the current situation is in Finnish pulp mills with NPEs, if they could be removed and what damages they cause in the pulp mills.

2. Background

The main objective of the recovery cycle is to remove lignin from the wood chips and produce suitable pulp that can further be processed and manufactured to paper or other products. (Adams T.N, 1997)

The name of the Kraft pulping process originates from the German word for strength (*German; Kraft*). The name implies on the properties of the produced pulp. The produced pulp is much darker, harder to process and harder to bleach compared to the pulp of the older soda processes. The Kraft pulp process uses sodium sulphate to remove lignin. (Mehtonen, 2013) The Kraft pulping process is nowadays the dominant global process to chemically remove lignin from the pulp.

Non-process elements are known to do the most damage in the recovery cycle which makes it even more important to understand the recovery cycle properly. Non-process elements enter the system in various ways, which is also going to be further examined in this section.

One important topic is also the comparison of how older articles viewed NPEs and what changes have happened in the pulping industry that also changes the behavior of NPEs in the pulp mills. The counter measures to solve the NPE related problems have also changed during the past decade. This section is also going to highlight what new discoveries about the NPEs in modern pulp mills have been made and if older literature studies still can be applicable to modern Kraft pulp mills.

2.1. Reasons for high NPE concentrations

Wood is the main source of NPEs to enter the pulp mill. If the concentrations of non-process elements increase too much, a good look on the raw material handling helps. The amounts of NPE vary in summer and winter wood, the species of the wood and the location where it has grown has also an impact on the NPE levels. Bark contains more NPEs than the stem wood and a good debarking system is thus required (Ulmgren, 1997).

If the mill uses biofuels in the lime kiln, it could also increase the concentration of non-process elements. Low quality lime rock can increase the accumulation of NPEs

(McGuffie, 2007). The biofuel could unintentionally transfer Si, Al and transition metals like Mn and Fe into the white liquor. If such enriched NPE liquor is used in delignification and bleaching, the transition metals can decompose the bleaching chemicals and pulp quality may be compromised (Bialik, 2014).

The biofuels in the limekiln can for instance contribute with an increase of Mn and Si from bark powder. That is why it is important to have clear NPE specifications for lime rock, fuel oil, salt cake and clarified green liquor, to decrease the accumulation of these elements (Taylor, 2007). If problems for example arise in the lime cycle it is recommended to start with examine the composition of its makeup and if a high NPE content is found, calculating the total costs of switching to a cleaner alternative (Bialik, 2014).

2.2. How NPEs have been studied in older literature

The problems connected with NPEs has taken many shapes since pulp mills have been built. The older mills have had a lot of more severe corrosion and scaling problems compared to the present situation in mills. The difference however, was that the older mills, back in the days, did not have to recover their effluents as the mills do nowadays. This led to that the NPEs were easily removed together with the wastewater and did not accumulate in the system as badly as it does now. Technological improvements have removed many problems concerning non-process elements but have also made some problems worse and have even led to new problems.

Most of the approaches to solving NPE-related problems rely on academic and experimental studies from the 80's till the beginning of the 21st century. The timespan of the studies is, as one can tell quite long, which means that some of the information found in literature may be not quite updated and useable for modern kraft pulp mills anymore (Bialik, 2014).

One of the main problems currently concerning the removal of NPEs is that traditional methods often fail when trying to implement them on modern mills. A reason for this could be the increased input of NPE in modern mills due to new various biofuels, increased recirculation of waste streams and decreased purge points. The process conditions are not the same anymore as before and simultaneously changes the

chemical behavior of the elements. Therefore, there is a need for a new method to predict the effects of NPE buildup in the liquor/lime cycle (Bialik, 2014).

Some older studies even contradict each other's statements such as Ulmgren and Rådeström, 2008 and Wannenmacher et.al., 2005. Both studied the acquainted Al:Mg ratio used to precipitate and remove Al and Mg as hydrotalcite from the recovery cycle. Both indicated that the addition of magnesium to raw green liquor improves the removal of aluminum. They however have different opinions if the magnesium affects the solubility of silica in the liquor or not. So, the past research results can give sometimes mixed messages on how the NPEs react in the system, which makes it even more important to study their behavior in modern kraft pulp mills as well.

Factors such as more closed effluent systems and the usage of biofuels instead of fossil fuels in lime kilns has changed the amount and accumulation rate of NPEs in the recovery cycle. When mills switch from fossil fuels to a greener alternative it usually could also be a source of more NPEs for the system. Biofuels are for instance known to entail more phosphorous than fossil fuels, which makes it important for pulp mills to be aware of the composition of the fuel they are using in the mill.

Older studies also have mostly focused on single NPE behavior in the cycle instead of studying how they behave together. The difficulty rises when one has to remove many NPEs from the liquor concurrently. It is currently known that non-process elements can create complex compounds with up to 4-5 different elements. The NPEs also interact with each other and react differently to parameter changes such as temperature, pH, residence time and presence of other NPEs. The parameter changes could help the removal of one NPE whereas aggravate the removal of another NPE by making it for instance more soluble to alkali solutions.

3. Non-process elements

The most common used description of non-process elements found in literature is, *“Elements that do not participate in the pulping process”* (Salmenoja, 2009). This means that not necessary all NPEs are harmful, some elements do not have any function in the process. However, there are NPEs that are quite harmful entering the pulping process that can cause damage or needless deadlock in the process.

Non-process elements enter the pulping process mainly with wood, makeup lime, makeup chemicals and fresh water. Bark contains more non-process elements than the stem wood, consequently making it important to have a fully functioning barking process to reduce the intake of NPEs as much as possible. (Svensson, 2012) Non-process elements can be found throughout the whole pulping process, but do the most harm in the recovery cycle, which is why this thesis is going to center around their behavior in the recovery cycle instead of the whole pulping process.

The most harmful NPEs are, phosphorous, silicon, aluminum, magnesium, iron, calcium, chlorine, potassium and manganese. They can cause operating problems such as;

- Fouling, scaling and plugging
- Corrosion
- Cause poor efficiency
- Create deadloads, low solid content in lime mud and poor mud settling
- Increase gaseous and particulate emissions
- Create sodium and sulfur imbalance in the recovery cycle.

The more harmful elements can be divided into two categories. There are several different ways found in literature how the NPEs are categorized and this is one where they are divided into two groups depending on their solubility.

3.1. Categorization of NPEs

If the intake and outtake of NPEs in the pulping process would be at an equilibrium, then there would be no problems concerning accumulation of NPEs. Mills move nowadays towards more closed systems and making it easier for NPEs to accumulate in the system,

hence they won't get purged out from the process as before and therefore accumulate. As stated before, the pulping process already has existing "natural kidneys" (purge points) and the amount of NPE in the system can effectively be minimized by utilizing these purge points to remove NPEs as well. A few alkali- insoluble elements require other purge methods though, since they are not easily precipitated in the green liquor sludge. (Salmenoja, 2009)

There are several ways in the literature on how to categorize non-process elements. Ulmgren divided them into elements that could be purged via green liquor dregs and those elements that accumulate in liquor and lime cycle. The NPEs can also be divided into elements that are insoluble or soluble in alkali solutions. The insoluble elements can be purged via green liquor dregs. NPEs such as Mg, Ca, Mn, Fe Pb, Cu and other transition metals belong to this group.

The trickier elements are those who are soluble in alkali solutions. These elements are those that usually accumulate in the liquor and lime cycle. Elements such as Al, Si, K and Cl usually accumulate in the liquor cycle and Mg, Al and P (and small amounts of Mn, Fe and Si) accumulate in the lime cycle. These elements have to accumulate significantly before they purged from the system by precipitation. (Ulmgren, 1997)

3.2. Problems caused by NPEs

Most of the NPEs can also be sorted depending on what operational problems they might cause to the pulp mill. Table 1 below describes some of the problems NPEs can cause.

Table 1 Operational problems and the contributing NPEs

Operational problem	Contributing NPEs
Recovery boiler corrosion	Cl, K
Evaporator scaling	Si, Al, Ca, Fe
Poor green liquor filterability	Si, Mg
Poor mud settling	Si, Mg, Al, Fe
Higher dead load in mud	Si, Mg, Al, Fe, P, Mn

The color-coding in the table refers to if the NPE is insoluble (blue) or soluble (red) in alkali solutions, as described earlier in the categorization part. NPEs can cause more problems than these, but the problems listed in this table are the most common and severe operational problems caused by NPEs.

K and Cl are highly soluble in alkali solutions and can accumulate without limit in the process and therefore cannot be purged with the green liquor dregs (Ulmgren, 1997). Aluminum, silica, chloride and potassium usually form soluble ions in alkaline solutions such as $Al(OH)^{4-}$, $SiO_2(OH)_2^{2-}$, Cl^- and K^+ . The main kidneys in the recovery cycle are green liquor dregs, grits, lime mud, recovery boiler ESP dust and lime kiln ESP dust (Doldán, 2011).

Scales are mostly generated by Ca, Ba, Al and Si on heat transfer surfaces in the evaporation plant and in the digester. NPEs that promote corrosion and plugging of the gas passages in the recovery boiler are Cl^- , K and Mg. P, Mg, Al and Si decrease the filtration efficiency and settling in the recausticizing step as well as produce dead load and lime inerts in the lime cycle. (Doldán, 2011)

Scales and deposits are usually formed when solubility of a component exceeds due to NPE accumulation in the solution and is therefore precipitated. The change of solubility due to temperature variation, dictates where the scales will be formed. For instance, if the solubility decreases with higher temperature then the precipitation of scales will occur on the warmest position that usually is the heat-transfer surface. Examples of this phenomena is the precipitation of calcium carbonate in the digester and sodium aluminosilicates as well as calcium carbonate formation in the evaporators of black liquor.

Scales formed at cool surfaces is prissionite in green liquor piping and calcium oxalate in the bleach plant, in pumps, on the walls of bleach towers and on the washing filters. (Ulmgren, 1997)

3.3. NPE formations in the recovery cycle

Several NPEs interacting with each other can create scales that contribute to new problems, compared to if they would be present alone. The most well-known scale

formation is CaCO_3 in cooking equipment and MnOOH in fiberline process equipment. (Bialik, 2014). The scales can be removed by periodic washing cycles (Bialik, 2017). Diopside compounds such as $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$ and bementite $\text{Mn}_8\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_{10}$ cause material plugging in white liquor filter socks (Taylor, 2007). Al and Si are removed sometimes from the green liquor dregs as the compounds of diopsides, pargasite $\text{NaCa}_2\text{Mg}_3\text{Fe}^{2+}\text{Si}_6\text{Al}_3\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ and vermiculite $\text{Mg}_{1.8}\text{Fe}_{0.9}^{2+}\text{Al}_{4.3}\text{SiO}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4(\text{H}_2\text{O})$ (Taylor, 2007).

Other compounds that cause scaling problems on black liquor evaporators are Na_2CO_3 - Na_2SO_4 -type solids like burkeite $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{Na}_2\text{SO}_4$ and decarbonate $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{Na}_2\text{CO}_3$. (Bialik, 2017) Aluminosilicates such as kaolinite $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot (\text{OH})_4$ and ghelinite $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ also form scales on the black liquor evaporators. Hydrotalcite $\text{Mg}_6\text{Al}_2\text{CO}_3(\text{OH})_{16}$ is a well-known compound in the recovery cycle that is formed in green liquor clarifier and hydroxyapatite $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ is the primary phosphorous containing component of lime mud. Other phosphorous containing compounds are silicobernanite compounds like $\text{Ca}_4\text{Na}_2(\text{PO}_4)_2(\text{SiO}_4)$. Clarifier dregs and dissolving tank deposits usually contain prissonite $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. (Taylor, 2007)

The modern Kraft pulp mills need new approaches and methods to efficiently remove the most harmful NPEs from the effluent systems, without disturbing the pulping process. The complexity rises when the diversity of NPEs and their concentrations vary in the system, making it harder to predict where the NPEs will precipitate or accumulate in the system i.e. causing more damage and harm to the pulping process.

Figure below summarizes which NPE causes what kind of damage in the recovery cycle.

3.4. Further description of individual NPEs

The sections below are going to examine several harmful NPEs individually and explain why they precipitate and accumulate in different parts of the cycle and how they can be removed.

3.4.1. Phosphorous

Phosphorous is one of the most harmful non-process elements in the recovery cycle. P is difficult to remove from the recovery cycle because of its nature to change its solubility during recausticizing. Phosphorous enters the Kraft pulp mill mainly from the wood raw material. If biosludge is used as an added fuel to the recovery boiler, it may also contribute with phosphorous to the system. Lime can also contain some trace amounts of P, if the pulp mill uses low-quality makeup lime. (Mehtonen, 2013) (Bialik, 2014)

P accumulates typically in lime mud mostly in the form of calcium phosphate compounds such as hydroxyapatite $Ca_5(PO_4)_3(OH)$. The reason why phosphorous is accumulated in the lime cycle is because of its good solubility in green liquor. If the solubility is better in green liquor, will phosphorous naturally be accumulated in white liquor (Ulmgren, 1997). Phosphorous has been shown in numerous different mills to be the major contributor of dead load (Taylor, 2007). One weight percent of phosphorous can bind 5 weight percent of active calcium oxide (CaO), which reduces the amount of available calcium oxide in the lime and contributes with and inert dead load instead (Mehtonen, 2013). Increased dead load also increases the energy consumption in the lime kiln burner (Bialik, 2014).

Recent researches suggest new possible formation of phosphorous based dead loads compared to the traditional apatite and hydroxyapatite formations that have been discovered earlier. Silicobernanite $Ca_2Na_2(PO_4)SiO_4$ is one example of these newly discovered formations (Bialik, 2014). The presence of calcium seems to have a positive effect on phosphorous precipitation in lime mud, whereas the occurrence of magnesium has the negative inhibiting effect (Wolf, 2017).

The removal methods of phosphorous are limited because it is accumulated in white liquor and soluble in green liquor. A way to control phosphorous is however, by purging lime mud from the circulation (Mehtonen, 2013). Phosphorous may also be purged out

of the systems via lime mud pre-coat filters for dregs and from the ESP ashes from the lime kiln (Doldán, 2011).

3.4.2. Silicon

Silicon is also part of the more problematic NPE family. Like phosphorous it is also more soluble in green liquor than in white liquor. Silicon mainly enters the system through raw wood material, talc, makeup chemicals, silicon based defoamers, process water, burning of biosludge in the lime kiln and from dust (sand) (Mehtonen, 2013) (Bialik, 2014) (Salmenoja, 2009).

Silicon can be found all over the recovery cycle and in several possible purge places. The problem with silicon increases hence there is no specific purge point for silicon where it can be removed easily but starts to accumulate in the system instead. Silicon causes scaling on evaporators in the form of aluminosilicates and increases the deadload of the limekiln and therefore contributes with a negative effect on the mill's energy consumption as well (Salmenoja, 2009).

Silicon occurs in various forms such as soluble, suspended and colloidal forms in the recovery cycle. Silica is usually in its amorphous calcium silicate and calcium silicate hydrate forms in lime mud. The gel-like silica structure accumulates in the lime mud, contributing to the lime kiln's deadload and reduces the available amount of free calcium in lime mud as well. (Mehtonen, 2013) The formed aluminosilicate i.e. kaolinite $Al_2O_3 * 2SiO_2 * (OH)_4$, in lime mud has a high surface area and a small particle size, which leads to low solids content in lime mud and filter plugging (Taylor, 2007). The presence of kaolinite changes the lime mud to a more greenish color. This is because the sulphide species combines with the aluminosilicate mineral to form the colored pigment green (Taylor, 2007). Other deadload compounds found in lime containing silicon are ghelenite $2CaO * Al_2O_3 * 2SiO_2$ and silicobernanite $Ca_4Na_2(PO_4)_2SiO_4$ (Bialik, 2014). Iron may contribute to the creation of aluminosilicate compounds as well (McGuffie, 2007).

High concentrations of silica present in white liquor can lead to unwanted accumulation of aluminosilicates in the black liquor evaporators. Aluminosilicates form scales on the surface of the heat exchanger tubes and reduce the heat transfer efficiency of the

evaporators. The scales are usually very hard and glossy in their context and therefore very difficult to remove (Taylor, 2007) (Ulmgren, 1997).

The main and traditional purge point of silica from the process, is the pulp production section. The addition of magnesium to the dissolving tank is found to benefit the removal of silicon (McGuffie, 2007). Silicon has not been traditionally purged with green liquor sludge, due to the assumption of its high solubility in green liquor. New data however, suggests that silicon can be precipitated alongside with aluminum, magnesium and phosphorous from the green liquor sludge, as an unknown and complex Mg-Al-Si compound. The removal of it is however not as effective as the addition of magnesium (Bialik, 2014).

The solubility of silicon is affected by other present cations in the solution, for instance will the solubility of Si decrease in the presence of Ca (Salmenoja, 2009). Should the silicon level exceed its solubility limit, is calcium silicate going to be precipitated in the causticizing reaction (Ulmgren, 1997).

3.4.3. Aluminum & Magnesium

Both aluminum and magnesium behave quite similar towards each other in the recovery cycle. Both have important reducing mechanisms against one another. Magnesium and aluminum form together an insoluble double salt called hydrotalcite $Mg_6Al_2CO_3(OH)_{16} \cdot 4(H_2O)$ (Mehtonen, 2013). The precipitation of hydrotalcite is increased if weak white liquor's OH^- level is decreased, by lowering the temperature, decreasing the concentration of HS^- and Si, and by increasing the concentration of CO_3^{2-} . (Doldán, 2011) Hydrotalcite can easily be removed by filtration for instance. Aluminum and magnesium enter the cycle with the wood, makeup lime, process water or with biosludge burning. (Mehtonen, 2013)

Aluminum is found in the liquor as well as in the lime cycle. Temperature and the presence of cations affect the solubility of Al (Salmenoja, 2009). Aluminum is one of the NPEs that are soluble in alkali solutions making them more difficult to purge. Magnesium itself causes problems with filter plugging due to poor dewatering of green liquor sludge or lime mud (Bialik, 2014). This decreases the solid content in lime mud and therefore increases the energy demand of the lime kiln (Mehtonen, 2013). Magnesium dissolves poorly in white liquor and decreases lime mud's filterability as $Mg(OH)_2$ compounds

(Bialik, 2014). Magnesium hydroxide is a gelatinous material and has poor settling properties in green liquor clarification (Salmenoja, 2009). Magnesium is however more easily handled NPE than phosphor or silicon and is nearly entirely removed from the recovery cycle in green liquor dregs, grits and lime mud. This is only possible assuming that efficient green liquor filtration and clarification are installed in the Kraft pulp mill (Salmenoja, 2009).

3.4.4. Calcium

Calcium causes the most problems in the digester and evaporation plants. Calcium dissolves in acidic conditions. That is why no evident enrichment of Ca is found in the recovery cycle except in the evaporator plants but will be enriched in the brown stock and bleaching plant instead (Doldán, 2011). The main sources of calcium are wood and makeup lime (Salmenoja, 2009). Calcium is also more easily purged via green liquor dregs, since it precipitates easily in green liquor.

Brown stock containing even a slight amount of calcium ions can cause severe scaling of $CaCO_3$ on washing, knotting and screening equipment and thereby cause incremental damage to the equipment. Ca can be removed with acidic effluents. Acid dissolves almost all the Ca compounds, which are, therefore, discharged with the acidic effluent (Doldán, 2011).

3.4.5. Iron

Iron is one of the NPEs that is more easily removed and can be effectively purged via green liquor dregs. Iron usually precipitates from the green liquor as FeS . If iron however, reaches the lime cycle, due to corrosion of the tube walls after the green liquor clarifier unit or poor dregs removal, can iron change the lime mud color from white to lime green (Bialik, 2014). Iron can cause difficulties in separation of lime mud from the white liquor, resulting in higher water content in the lime mud. This affects negatively on the energy use of the lime kiln (Mehtonen, 2013). Iron can also be removed via the bleaching effluents. Iron however, is not wanted in the bleaching process hence it may increase the chemical consumption of bleaching chemicals (Salmenoja, 2009).

A source of iron entering the system could be wood, makeup chemicals, process water, the lime rock and the metal surfaces that are in-contact to corrosive liquids that cause

corrosion (Taylor, 2006). The accumulation of iron in the lime is further believed to increase the dust formation in the lime kiln.

3.4.6. Potassium and chloride

Potassium and chloride usually create the most damage in the recovery boiler, if they precipitate as sticky dust on the equipment (Bialik, 2014). Both have high solubility and have therefore no natural kidneys in the pulp mill (Doldán, 2011).

K causes ring formation in the lime kiln and changes the melting behavior of the ash by lowering the first melting point. Potassium does not typically contribute to fouling problems but is a strong cause for superheater corrosion (Salmenoja, 2009) (Taylor, 2007).

Chloride also changes the melting properties of ash. Cl increases the fouling of the heat transfer surfaces in the recovery boiler and causes superheater corrosion (Salmenoja, 2009). The corrosion rate increases if the pH at high chloride level is decreased (Ulmgren, 1997).

Chloride enters the system via wood, makeup chemicals, bleaching chemicals, biosludge, spent acid and process water. Potassium enters mainly via wood raw material. Due to their high solubility, both are found in the entire pulping process. The enrichment of Cl in ESP is mainly dependent on the temperature of the lower furnace and the content of SO_2 in the flue gas. Sodium dioxide drives chloride into the gas phase by sulfating $NaCl$ to $NaSO_4$ (Salmenoja, 2009).

K and Cl are very difficult to remove from the process. The only output place from the cycle nowadays is the ESP ash from the recovery boiler. The best method available for removing Cl and K from the system is probably the discharge and cleaning of the recovery boiler dust (Ulmgren, 1997). Purging of ESP ash however causes high Na and S losses, which then again increases the cost of makeup chemicals to the pulp mill. To minimize Na and S losses, an ash leaching process is installed for the ESP to remove K and Cl with high efficiency and simultaneously decrease the makeup lime cost to the pulp mill (Doldán, 2011).

3.4.7. Manganese

The main source of manganese is wood and process water. Manganese is much like iron effectively removed via green liquor dregs and is one of the more easily handled NPEs. Mn usually precipitates in the green liquor as MnS and/or $Mn(OH)_2$ (Bialik, 2014).

If the green liquor separation process functions well, does manganese not create any severe problems in the recovery cycle. However, if Mn is allowed to accumulate it might cause scale formations in the fiberline, brown stock, in cooking and black liquor evaporators (Bialik, 2014). Manganese is detrimental to the peroxide bleaching process. If Mn is present in the bleaching, it decomposes the catalyst needed for the peroxide bleaching (Salmenoja, 2009).

The main purge point is as stated green liquor dregs. If the dregs removal is executed poorly, could Mn enter the lime cycle and accumulate as MnS deadload (Bialik, 2014). Manganese can be removed by acidic washing from the process if needed as well. High concentrations of Mn can also color the lime, but this is not harmful for the process only an esthetic problem. (Salmenoja, 2009)

4. NPE removal

This section is going to give a better insight in what NPE removal techniques are used currently. The complexity of the connections between the NPEs can sometimes be quite difficult to understand and it is a quite new topic that has not been studied much yet. However, if one would understand their interactions better, one could more precisely predict how they accumulate in the recovery system. A better knowledge in this sector could help the investigation of more efficient ways to purge NPEs from the system. The last part in this fourth section is going to try to unfold and understand these interactions better, but this is definitely a sector that should be researched more in, in order to fully understand the impact of NPEs on the pulping process.

4.1. Most used removal techniques

The aim of every pulp mill is to stop the accumulation of NPEs in the recovery cycle, as efficiently as possible but also as economically feasible as possible.

There are existing natural ways in the pulping process, also referred as kidneys, where non-process elements can easily be removed from the cycle. Green liquor dregs in the recovery cycle is the most important purging point. Other purging points are grits, ash release, fume, the pulp just to name a few (Taylor, 2007) (Svensson, 2012).

The removal of Fe, Mn, Ca and Mg is generally quite easy, while the removal of Al and Si is a bit more troublesome. P, K and Cl removal is very poor or doesn't exist at all (Bialik, 2014).

Al, Mg, Mn, Fe and small amounts of Si and P, are purged with the green liquor dregs. Lime mud purges Al, P, Mg, Mn, and Fe, and the recovery boiler dust is the best kidney for purging K and Cl. Grits can purge small amounts of Al and Si as well (Ulmgren, 1997).

Green liquor separation is the most important purge point for many non-process elements. Many troublesome NPEs precipitate here and can be removed with a filter or a clarifier.

If the mill is experiencing dregs dewatering, the first countermeasure to take is to adjust the Mg: Al ratio in the recovery cycle, so that hydrotalcite would be precipitated in the

green liquor dreg. The reason for poor dewatering can also be due to complex aluminosilicate scales on dreg filters (Bialik, 2014).

The formation of hard and extremely difficult to remove aluminosilicate scales in evaporation is an example of complex compounds that cause a lot of problems and may contribute to serious problems in the white liquor and other process stages. That is why the concentration of Al and Si in white liquor should be kept low.

If the formation of aluminosilicates occur, should mills control their lime makeup quality and check if the separation of Al and Si could be improved in the green liquor sludge (Bialik, 2014).

The removal of NPEs can be improved for instance by adding a polymer to the suspended dregs or use a decanter centrifuge as a final dewatering step of green liquor sludge (Svensson, 2012). Scaling on evaporator surfaces could be minimized by coating the evaporator with glass. The surface properties of the equipment used in the process has been stated to influence the formation of scales. One way to protect equipment from excessive evaporator scaling is the seeding of black liquor near the critical solid point by adding strong black liquor or ESP dust into the mix (Bialik, 2017).

Some NPEs like P become enriched in the lime kiln dust which makes it important to be able to purge dust instead of lime mud as well.

4.2. NPEs in bleaching plants

Non-process elements do not only cause problems in the recovery cycle, but also in the bleaching plant of the pulp mill. For instance, in TCF-bleaching (total chloride free) can many harmful NPEs decompose the catalyzation of hydrogen peroxide i.e. the transition metals such as; Mn, Fe and Cu. The transition metals are known to decompose oxygen-based bleaching chemicals (Bialik, 2014). However, the bleaching point is also a good purging point for some NPEs like Ca, Mn, Cu and Barium (Ulmgren, 1997).

4.3. The complexity of NPE removal

The difficulty in purging out the NPEs rises when the elements must be removed concurrently. Some NPEs can increase or decrease the solubility of other NPEs, and different factors such as pH and temperature affect NPEs properties as well. This makes

it nearly impossible to control and precipitate several NPEs at the same time. Table 2 below describes how factors such as the increase of Al, Si, P, Mg, Ca, low pH, residence time and high temperature affect the concentrations of Al, Si and P in filtered green liquor according to an experimental study made by Wolf et.al., 2017 (Wolf, 2017).

Table 2 a. The discovered effects of how different parameters affect the concentration amount of Al, Si and P in filtered green liquor (Wolf, 2017).

		Conc. of NPE in green liq.		
Changing parameters		Al	Si	P
Adjusting green liq. by increasing NPE conc. of	Al	++	+	(+)
	Si	++	++	(-)
	P	(+)	-	++
	Mg	--	-	(+)
	Ca	+	(-)	(-)
Lower pH		-	(+)	(+)
Longer residence time		-	-	(-)
Increased temperature		0	+	0

Table 3 b. Description of the symbols in Table 2 a. (Wolf, 2017)

++	strong increase	--	strong decrease
+	increase	-	decrease
(+)	a tendency (under 95 % significance) to increase	(-)	a tendency (under 95 % significance) to decrease
0	No effect		

The idea is that the parameters described in the table are changed in the green liquor, before it is filtered. Usually some amount of all these three elements can be purged with the filter from the green liquor. The idea with this study made by Wolf was to see if the presence of some of these parameters described in table 2 would increase or decrease the concentration of Al, Si or P, because it is assumed that the elements

interact with each other. The quantity of Al, Si and P is measured after the green liquor filter to see if the concentration of these three elements has increased or decreased. The added silica for instance impacts on the concentration of Al and Si to increase after the filter. This means that silica worsens the removal of aluminum and silica. Therefore, they are found also after the green liquor filter. On the other hand, the addition of silica seems to help the removal of P to a small amount. The minus means that the concentration of P has decreased after the filter i.e. it is purged with the green liquor filter. Another example is the addition of Mg in the green liquor. Magnesium will react with aluminum and precipitate as hydrotalcite in green liquor and be easily purged with the filter from the green liquor. Therefore, has table 2 two minuses, to describe how the concentration of Al has decreased after the filtration in the green liquor. Magnesium also helps silica to be removed from the green liquor as well. The addition of magnesium in the green liquor will however increase P solubility and make P harder to purge.

The conclusion from these results is that the removal of NPEs is not a straight forward task. The NPEs interact with each other and the change in one or two parameters in green liquor can affect the NPEs in a different way, making it even harder to purge them all concurrently from the green liquor.

Earlier studies usually only focused on one or two NPEs at a time. It is though nowadays assumed that the NPEs can also create bigger complex compounds together changing the properties of the precipitate which makes it harder to keep track on the NPEs and how to purge them from the system. The complex compounds can consist of up till 4-5 different non-process elements thus making the NPE research of solely one NPE insignificant (Bialik, 2014).

5. Experimental part

The experimental part of this project includes sample taking from the recovery cycle in six Finnish kraft pulp mills. Data is going to be collected from the mills by taking seven samples from different parts of the recovery cycle.

The NPEs that are going to be analyzed in this project are defined in table 3 below.

Table 4 The analyzed NPEs in this project

Description	NPE
Liquor chemicals	Na, S
High solubility in liquor	Cl, K, Al, Si, P
Low solubility in liquor	Mg, Ca
As-fired strong black liquor	F, Hg

The sampling of liquor chemicals is a routine procedure hence it gives a better understanding of the mass balances in the recovery cycle. The knowledge of the mass balances helps with the mapping of the NPEs. The red and blue marked NPEs represent if the NPE is soluble or insoluble in alkaline liquor. This categorization has its origin from chapter 3.1. The lastly defined NPEs (F and Hg) are only analyzed in the as-fired black liquor. Traces of fluorine and mercury can be found in coal-fired boilers; hence, it is possible for those elements to occur in coal. The emissions are therefore controlled regularly. This initiative to control mercury and fluorine in coal-fired boilers has put pressure on recovery boilers and there are new demands that their Hg and F levels should be measured regularly as well. With the experiments conducted in this thesis, the assumptions of possible F and Hg levels in the black liquor could be abolished.

The aim of this project is to map the NPEs in the recovery cycle. This is important since it would give a better general knowledge about the concentrations and where the NPEs accumulate in the recovery cycle. By having six mills collaborating in this project it also gives a good insight in the differences in the pulp mills regarding NPE concentrations. By comparing the NPE concentrations of the pulp mills, the mills also get a better knowledge of, if their NPE levels are high or low compared to the others. This study

would also broaden the knowledge of the amount of NPEs in modern Kraft pulp mills and hopefully function as a descent database for further research in this area.

There are seven sample point in this project in the recovery cycle. The sample positions in the recovery cycle are the same in all the mills. The sampling point are:

- Weak black liquor
- Strong black liquor as fired
- ESP ash
- Green liquor (before clarifier)
- Green liquor dregs
- Clarified green liquor
- Clarified white liquor
- Lime mud (before lime kiln)

One idea would also be to analyze the incoming wood or pulp, but this has to be discussed with the mills.

Figure 2 below summarizes the sample points in the recovery cycle.

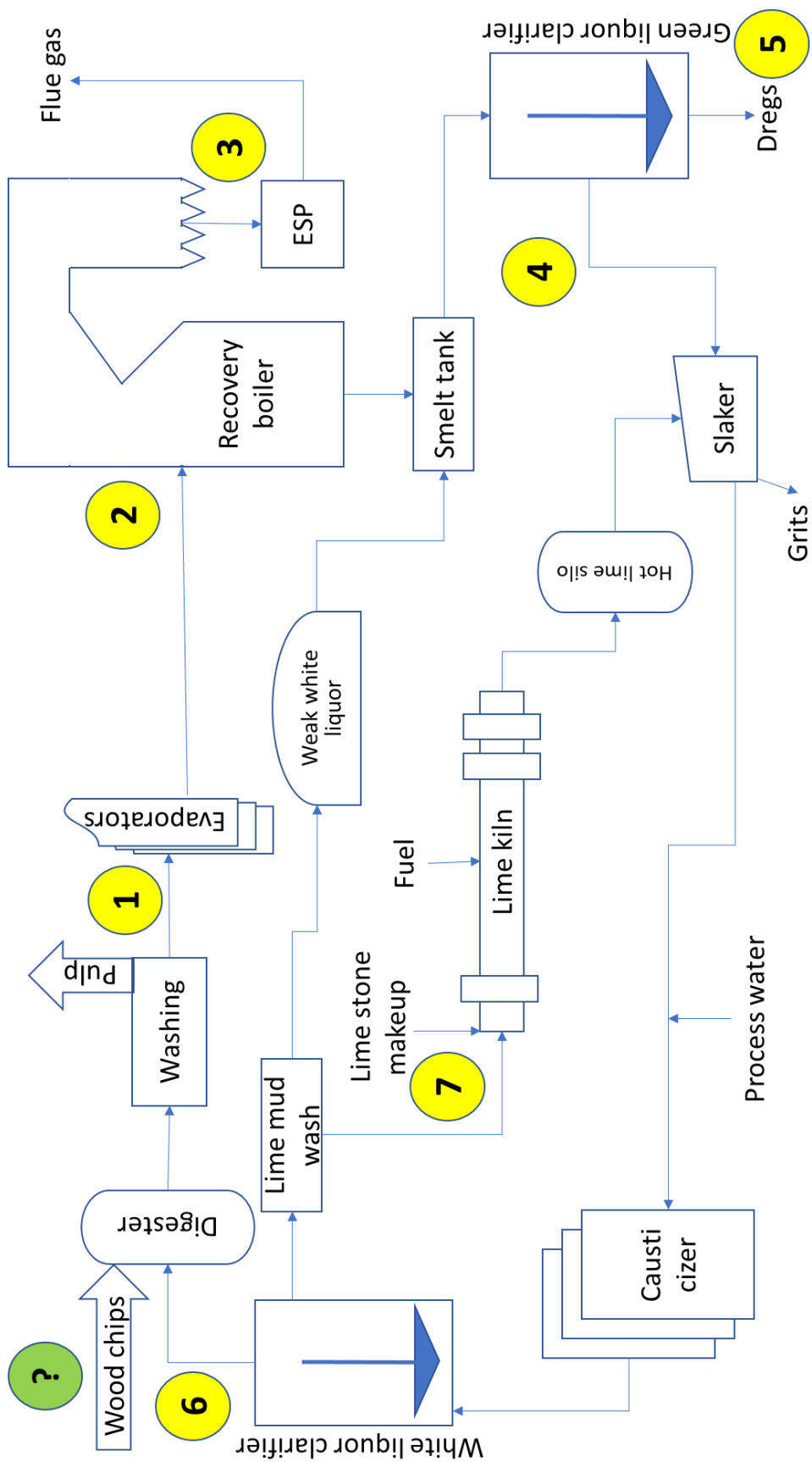


Figure 2 Sample points in the six Finnish pulp mills

6. Next steps

The timetable for this project can be seen in figure 3.

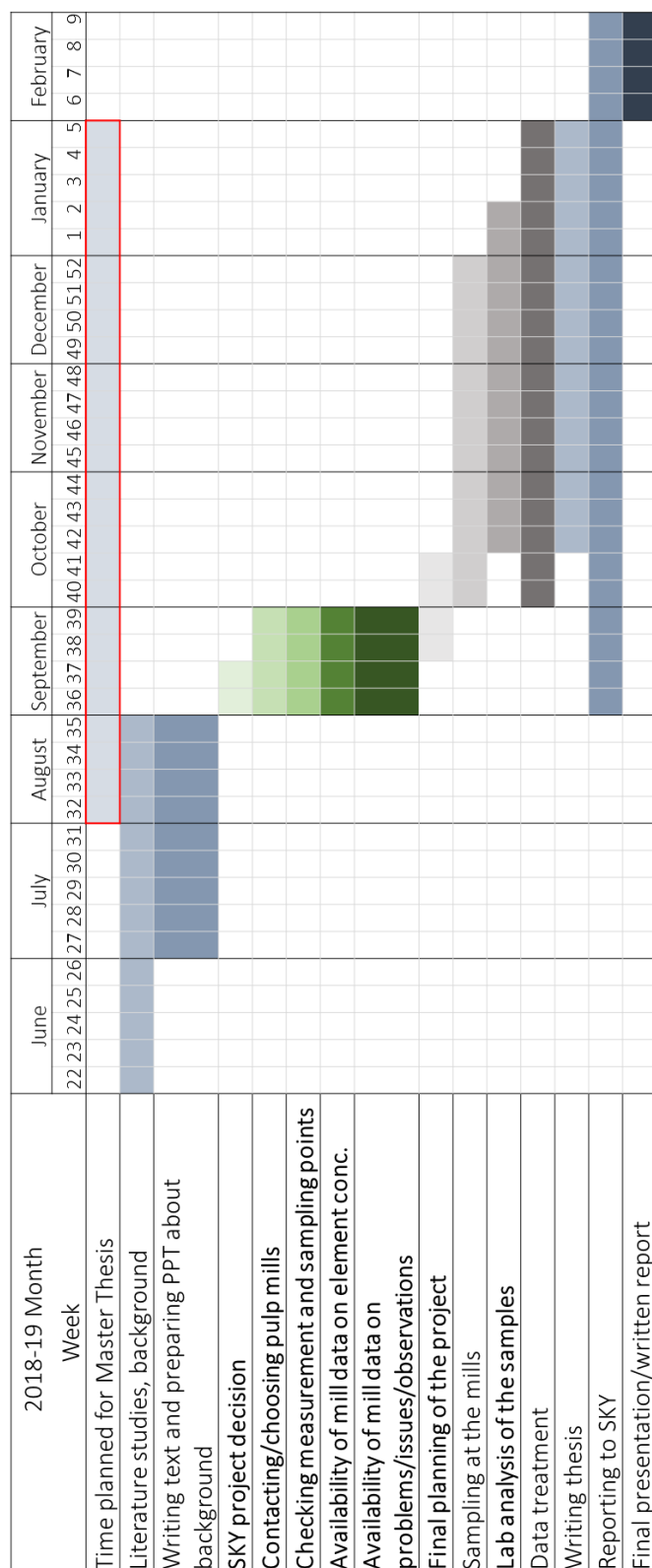


Figure 3 Gant scheme of the project.

The next steps in this project is to start visiting the pulp mills and gather the samples and, if possible, investigate NPE related problems at the mills by interviewing workers and ask for their opinions regarding the NPE problems. Further investigations of the complexity of the NPEs and how they interact with each other is also needed.

The mills usually know furthestmost about the issues regarding NPEs, but their knowledge is not written down and shared with others, which makes their observations and knowledge even more important and precious.

The visits to the pulp mills will probably change somewhat the course of this project, depending on what kind of problems they have encountered because of the NPEs. This project is supposed to function as a good database of NPE concentrations in pulp mills. It will also try to come up with solutions for the encountered NPE problems in the mills as well as try to find missing links between why, where and how much the NPEs accumulate in some places in the recovery cycle.

References

- Adams T.N, F. W. M. G. T. H. M. I. K. K. J. A. T. H., 1997. *Kraft Recovery Boilers*. New York, NY U.S.A.: Tappi Press.
- Bialik, M. J. A. a. A. M., 2014. *New Challenges Regarding Non-Process Elements in the Liquor/Lime Cycle*. Stockholm, Sweden, Innventia AB.
- Bialik, M. J. A. K. I., 2014. *Scaling of Manganese in Kraft Pulping Process*. Stockholm, Sweden, Innventia AB.
- Bialik, M. J. M., 2017. *Na₂CO₃-Na₂SO₄-double salt scaling in black liquor evaporators: solubility experiments in model solutions*. Stockholm, Sweden, RISE Bioeconomy (Innventia AB).
- Doldán, J. P. O. S. K. B. M. F. V. E. I., 2011. Evaluation of sources and routes of non-process elements in a modern eucalyptus kraft pulp mill. *O Papel*, 7(72), pp. 47-52.
- Fadi S. Chakar, A. J. R., 2004. Review of current and future softwood kraft lignin process chemistry. *Industrial Crops and Products*, Issue 20, p. 131–141.
- Green, R. a. H. G., 1992. *Chemical Recovery in the Alkaline Pulping Processes*. 3rd ed. Atlanta, U.S.A. : Tappi Press.
- McGuffie, B. T. K., 2007. Non-process element mass balance improves recaust and lime kiln efficiency at Elk Falls mill. *Pulp and Paper Canada*, Issue 108, p. 34–39.
- Mehtonen, N., 2013. *Literature study of present and new methods for reducing non-process elements in the lime circulation of a kraft pulp mill*. Espoo, Finland: (MSc) Aalto University School of Chemical Technology.
- Salmenoja, K. P. O. a. B. M., 2009. Management of non-process elements in Eucalyptus kraft pulp mills. *ABTCP*.
- Salmenoja, K. P. O. a. B. M., 2009. Management of non-process elements in Eucalyptus kraft pulp mills. *ABTCP*.
- Svensson, J., 2012. *Non-process Elements in the Green Liquor System*. Lund, Sweden: Lund University, Department of Chemical Engineering.
- Taylor, K., 2007. *Effect of non-process elements on kraft mill efficiency*. Victoria, BC, Canada, PAPTAC Parksville Conference.
- Taylor, K. B. D., 2006. Investigation of green lime mud at Harmac mill. *Pulp and Paper Canada*, Issue 107, p. 37–40.
- Taylor, K. M. B., 2007. Investigation of non-process element chemistry at Elk Falls Mill - green liquor clarifier and lime cycle. *Pulp and Paper Canada*, Issue 108, p. 27–32.
- Tikka, P. (., 2008. *Chemical Pulping Part 2, Recovery of Chemicals and Energy*. Helsinki, Finland: Paper Engineers' Association/Paperi ja Puu Oy.

Ulmgren, P., 1997. Non-process elements in a bleached kraft pulp mill with a high degree of system closure - state of the art. *Nordic Pulp and Paper Research Journal*, Issue 111997, pp. 31-41.

Wolf, J. B. M. J. A., 2017. *Modelling of precipitation of silicon, aluminium and phosphorous into green liquor dregs*. Stockholm, Sweden, RISE Bioeconomy (Innventia AB).

**LTR: Soodakattilan ja talteenottokierron vierasainetaseet,
ÅA – esitelmä 5.9.2018**

Non-process elements in the recovery cycle of six Finnish pulp mills

Camilla Karlemo

ckarlemo@abo.fi

09/2018

Content

- Why is this topic important?
- Understanding NPEs - past to present
- General information about NPEs
- Problems caused by NPEs
- NPE removal
- This project – general description and key next steps

Why is studying NPEs relevant?

- NPEs can cause operating problems
 - Fouling/scaling/plugging
 - Corrosion
 - Poor efficiency
 - High deadload, low solids content in mud and poor mud settling
 - Gaseous/particulate emissions
 - Na and S imbalance
- Better fundamental knowledge about NPEs is needed, in order to address questions such as;
 - Are there cheaper/better ways to remove NPEs?
 - At which conc. will the NPEs start to cause problems?
 - New EU regulations
- Technological advancements have removed a lot of problems concerning NPEs, but have also made some problems worse and have led to new problems

Understanding NPEs – past to present

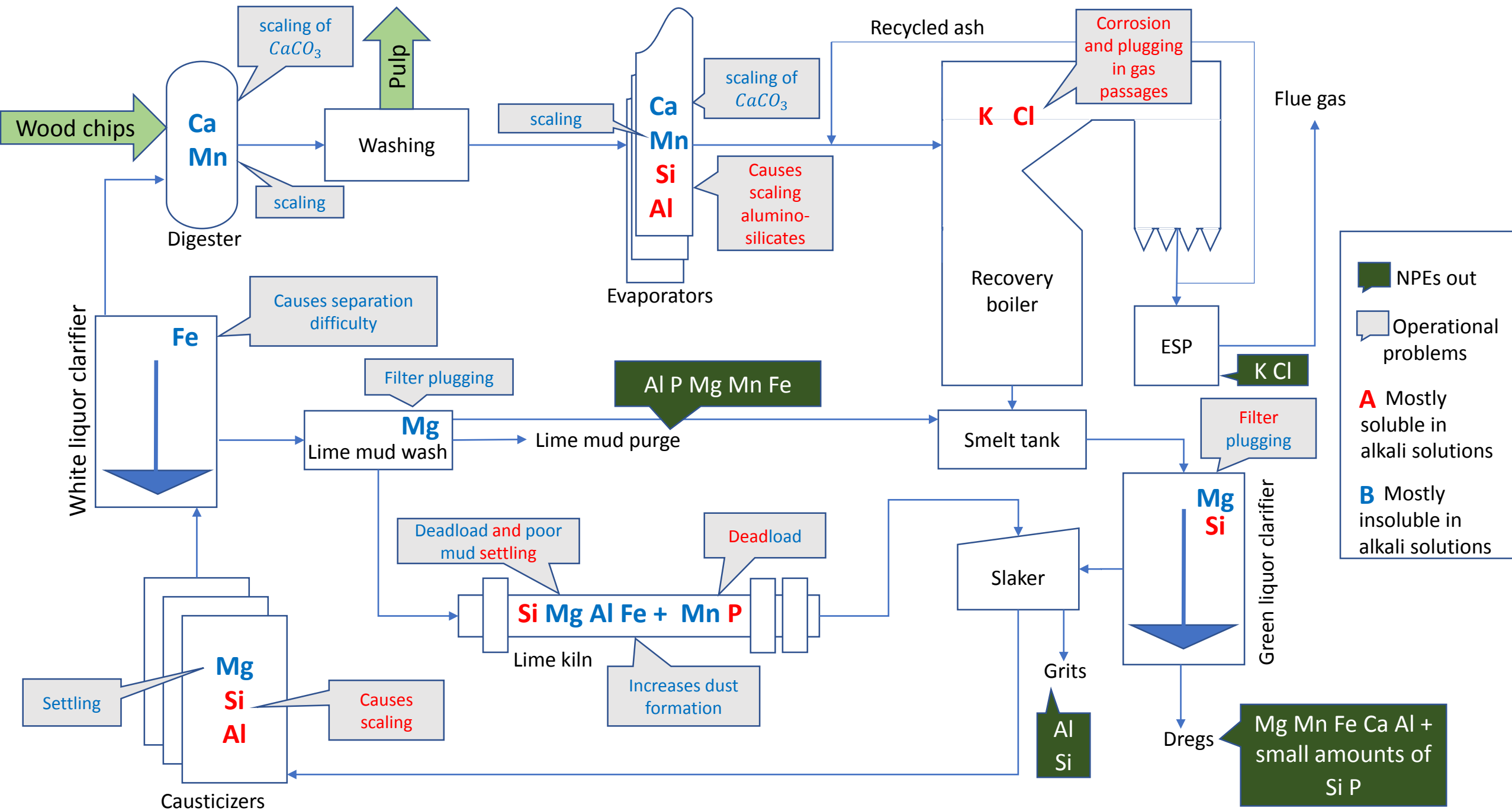
- Older studies/articles
 - Older studies are not always applicable in modern mills
 - Mixed messages in different articles
 - *Ulmgren and Rådeström, 2008 + Wannenmacher et.al., 2005*
 - Studied Mg:Al ratio (hydrotalcite and aluminosilicates)
 - Both indicate that addition of $MgSO_4$ to raw green liquor improves removal of Al. They are however not in agreement on, if Mg affects Si in the liquor
- Present
 - More closed systems in modern Kraft pulp mills!
 - NPE input higher – biofuels used instead of fossil fuels
 - Currently known that NPEs might create more complex compounds with up to 4-5 different elements, older studies focused mostly on single NPE behavior in the cycle

Non-process elements

- *“Elements that do not participate in the pulping process”*
 - possibly creating damage or needless dead load, if let to accumulate
- Enter the system with bark, wood, process water, makeup lime, makeup chemicals and fuel used in lime kiln
- **Elements purged via green liquor dregs**
 - More insoluble in alkali solutions
 - Mg, Ca, Mn, Fe, Pb and Cu
 - Entails other transition metals
 - More easily removed from green liquor dregs
 - Al, and Si are sometimes defined to be in the middle of these two categories
- **Elements accumulated in liquor and lime cycle**
 - More soluble in alkali solutions
 - Al, Si, K, Cl respectively Mg, Al, P (and small amounts of Mn, Fe, Si)
 - Accumulate significantly before being purged by precipitation.

Problems caused by NPEs

Operational problem	Contributing NPEs
Recovery boiler corrosion	Cl, K
Evaporator scaling	Si, Al, Ca, Fe
Poor green liquor filterability	Si, Mg
Poor mud settling	Si, Mg, Al, Fe
Higher dead load in mud	Si, Mg, Al, Fe, P, Mn



Examples on how to prevent NPE buildup

- ! Green liquor dregs is the best place to remove the majority of the NPEs, use **filter** or **clarifier**
 - **Check the source** of the incoming NPE. Can it be prevented by changing the raw materials, the fuel or equipment?
 - Control **Al:Mg ratio** in order to precipitate hydrotalcite $Mg_6Al_2CO_3(OH)_{16} * 4(H_2O)$ in green liquor dregs
 - ESP Ash treatment:
 - **Purging** (results also in Na and S losses)
 - Separation of solids from **ash-water slurries**
 - Use **Soot blowers** or **coat** evaporators against scale formations
 - **Adding polymers** or **chemicals** to the suspended dregs
 - Take into consideration **NPE interactions** (see next slide)

Interaction of NPEs

- An experimental study was made by Wolf et.al., 2017 where the interactions of the NPEs were studied.
- The concentrations before and after the green liquor filter was measured. Si and Mg was added to the green liquor before the filtration. The influence Si and Mg had on the solubility of the NPEs (Al, Si and P) was analyzed.
- The results show that Si increases the conc. of Al and Si found after the filtration, whereas the conc. of P has decreased i.e. P has been purged with the filter.
- The addition of Mg in green liquor has helped Al and Si to precipitate and Al and Si are removed with the filter from green liquor. P's solubility on the other hand has increased and it is found after the filtration in green liquor.
- See table on next slide.

	Al	Si	P
Si	++	++	(-)

	Al	Si	P
Mg	--	-	(+)

Interaction of NPEs

		Conc. of NPE in green liq.		
Changing parameters		Al	Si	P
Adjusting green liq. by increasing NPE conc. of	Al	++	+	(+)
	Si	++	++	(-)
	P	(+)	-	++
	Mg	--	-	(+)
	Ca	+	(-)	(-)
Lower pH		-	(+)	(+)
Longer residence time		-	-	(-)
Increased temperature		0	+	0

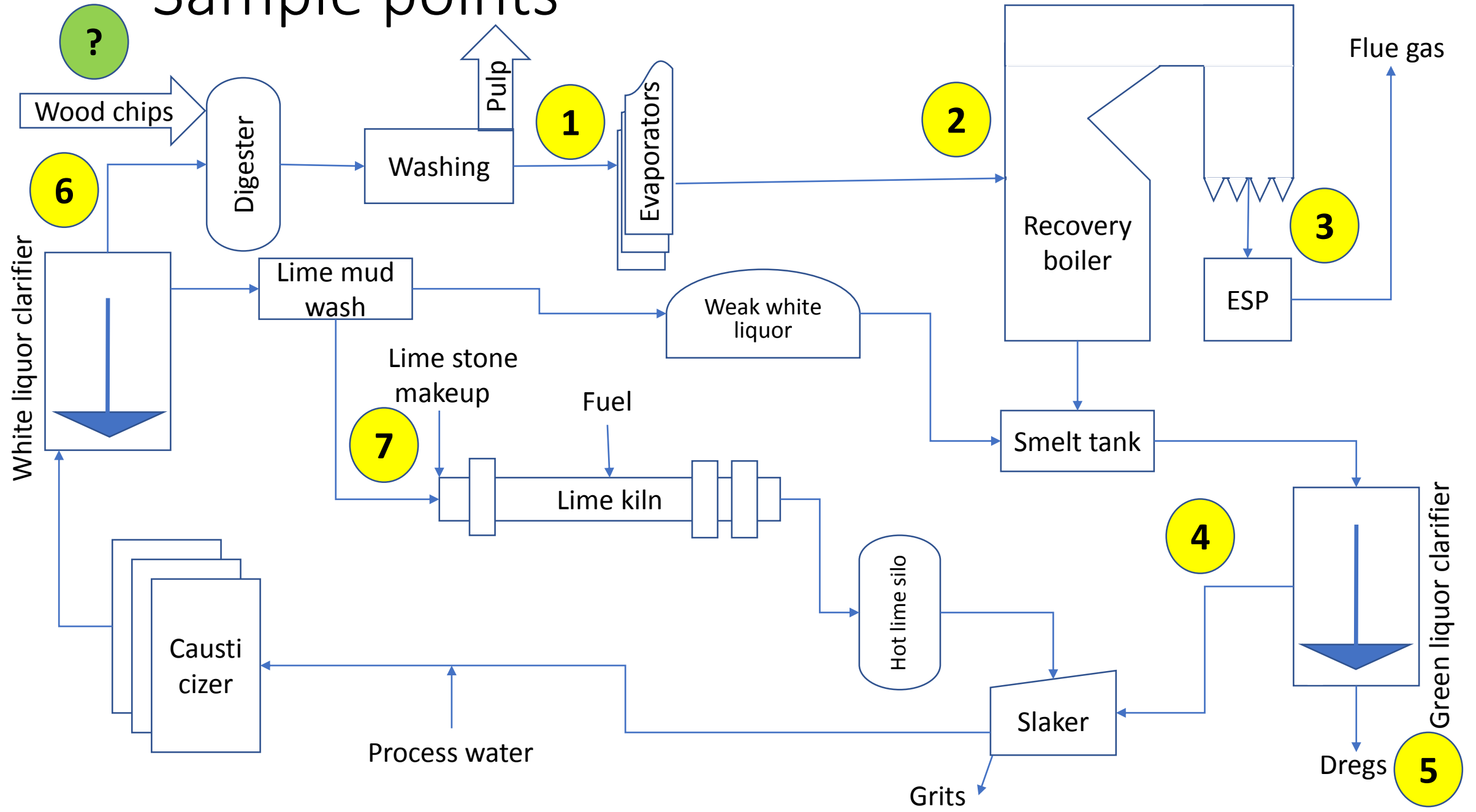
++	strong increase
+	increase
(+)	a tendency (under 95 % significance) to increase
--	strong decrease
-	decrease
(-)	a tendency (under 95 % significance) to decrease
0	No effect

This project - general

- 6 Kraft Pulp Mills in Finland
- 7 sample points per mill
- The examined NPEs:

Description	NPE
Liquor chemicals	Na, S
High solubility in liquor	Cl, K, Al, Si, P
Low solubility in liquor	Mg, Ca
Analyzed only in as-fired black liquor	F, Hg

Sample points



Next steps

[illegible]

Selected references

Non-process elements in a bleached kraft pulp mill with a high degree of system closure - state of the art. **Ulmgren, P.** 111997, 1997, Nordic Pulp and Paper Research Journal, pp. 31-41.

Effect of non-process elements on kraft mill efficiency. **Taylor, K.** Victoria, BC, Canada : PAPTAC Parksville Conference, 2007.

Svensson, J. Non-process Elements in the Green Liquor System. Lund, Sweden : Lund University, Department of Chemical Engineering, 2012.

New Challenges Regarding Non-Process Elements in the Liquor/Lime Cycle. **Bialik, M., Jensen, A. and Ahlroth, M.** Stockholm, Sweden : Innventia AB, 2014.

Evaluation of sources and routes of non-process elements in a modern eucalyptus kraft pulp mill. **Doldán, J., Poukka, O., Salmenoja, K., Battegazzore, M., Fernandez, V., Eluén, I.** 72, 2011, O Papel, Vol. 7, pp. 47-52.

Na₂CO₃-Na₂SO₄-double salt scaling in black liquor evaporators: solubility experiments in model solutions. **Bialik, M., Jensen, M.** Stockholm, Sweden : RISE Bioeconomy (Innventia AB), 2017.

Thank You!

**LTR: Mustalipeän polttomenetelmät Suomessa,
LUT – tarjous/tutkimussuunnitelma 5.9.2018**

Antti Tikkanen

23.10.2018

PROJEKTIEHDOTUS

Mustalipeän polttomenetelmät Suomen soodakattiloissa 2018

Tarjouksen tekijä: Esa Vakkilainen, Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Projekti kustannus: 6000€

Projekti aikataulu: 8/2018–1/2019

Soodakattilayhdistys julkaisi vuonna 2004 tutkimuksen Mustalipeän polttomenetelmät Suomen soodakattiloissa (Raportti 3/2004, E00058). Työssä esiteltiin kattavasti suomalaisten soodakattiloiden tietoja ja operointitapoja. Raportin julkaisun jälkeen sellutehtailla on tapahtunut merkittäviä muutoksia, joilla on vaikutuksia myös lipeäkiertoon; merkittävimpana mainittakoon polttolipeän kuiva-ainepitoisuuden kasvu.

Vuonna 2019 vietetään Soodakattilayhdistyksen 55-vuotisjuhlaa muun muassa juhlaseminaarilla. Juhlaseminaarissa olisi mielenkiintoista esitellä suomalaisten soodakattiloiden nykytilaa ja muutoksia joita on tapahtunut edellisen raportin jälkeen.

Työn kuvaus:

- Vuoden 2004 raportin päivitys syksyn 2018 tiedoilla. Päivitettävät asiat koskevat pääosin lipeän ruiskutusparametrejä ja -laitteistoja sekä soodakattilan ilmajakoja
- Tietoja kerätään lähettämällä tehtailla kyselylomakkeet elo-syyskuussa 2018, joista koostetaan vuoden lopulla yhteenveto. Koostettuja tietoja käsitellään yhdessä SKY:n lipeätyöryhmän kanssa.
- Tulokset esitellään Konemestaripäivillä tammikuussa 2019 ja kandidaatintyö julkaistaan maaliskuussa. Lisäksi pidetään esitys 55-vuotisjuhlaseminaarissa kesäkuussa 2019.

**ATR: Soodakattiloiden vesi-höyrypiirin määramittausmenetelmät,
Pöyry Finland – tarjous/tutkimussuunnitelma 3.4.2018**

101008802
3.4.2018



Suomen Soodakattilayhdistys ry

Soodakattiloiden vesi-höyrypiirin määrittämismenetelmät

Tarjous/suunnitelma

Suomen Soodakattilayhdistys ry
Automaatiotyöryhmä
PL 4
01621 VANTAA

Päiväys 3.4.2018

Viite 101008802
Sivu 1 (4)
Yhteyshö Oili Tikka
Puh. +358 10 33 24625
GSM +358 40 5012038
S-posti: oili.tikka@poyry.com;

Keskustelut Nieminen/Tikka

VESI-HÖYRYPIIRIN MÄÄRÄMITTAUKSET

Sisältö

- 1 TAUSTA**
- 2 TEHTÄVÄN LAAJUUS**
- 3 AIKATAULU**
- 4 KUSTANNUKSET**
- 5 PROJEKTIN ORGANISAATIO**
- 6 REFERENSSIT**
- 7 LAATU, TYÖTERVEYS JA -TURVALLISUUS SEKÄ YMPÄRISTÖ**
- 8 TARJOUKSEN VOIMASSAOLO JA MUUT EHDOT**

Liitteet

1. KSE 2013 Yleiset Sopimusehdot
2. Laskutusperusteet
3. Matkakulujen veloitusterusteet 2018
4. CV:t Pekka Ruuhonen ja Raine Jokinen

Jakelu

Suomen Soodakattilayhdistys ry
Pöyry Finland Oy: Ark.

Kiitämme projektiehdotuksesta. Pöyry Finland Oy (myöh. 'Pöyry') tarjoaa Suomen Soodakattilayhdistys ry:lle (myöhemmin 'Asiakas' tai 'Tilaaaja') soodakattiloiden vesi-höyrypiirin määramittausmenetelmien selvitystä alla esitetysti.

1 TAUSTA

Viime vuosina kattiloiden (voima- ja soodakattilat) ja turbiinien takuumittausten yhteydessä on tullut esille ongelmia vesi-höyrypiirin määramittauksiin liittyen. Takuukokeiden osapuolilla on epäselvyyksiä ja erilaisia tulkintoja mm. aiheista standardit, asennukset, mittausepävarmuudet ja tulosten tulkinnat. Epäselvyydet aiheuttavat projekteihin viivytyksiä ja ongelmia ja johtavat pahimmillaan kiistoihin takuiden täyttymisestä.

Ilman standardeihin perustuvia luotettavia mittauksia ei takuiden täyttymistä voida todeta, joten huonosti suunnitellut mittaukset mitätöivät pahimmillaan sopimuksessa määritellyt takuut.

Mielestämme kaikkien osapuolten etu on lisätä ymmärrystä takuiden järkevästä määrittelystä, tarvittavista mittapisteistä ja takuukokeiden laajuudesta, minkä johdosta tarjoamme tätä selvitystä soodakattilayhdistykselle.

2 TEHTÄVÄN LAAJUUS

Pöyry laatii tilaajalle asiantuntijaselvityksen soodakattiloiden vesi-höyrypiirin paine-eroon perustuvista määramittausmenetelmistä ja suosituksen soodakattiloiden takuumittauspisteiksi. Selvityksen lopputuloksena Asiakas saa raportin, joka sisältää alustavasti alla esitetyt kokonaisuudet.

2.1 Sisällysluettelo

1. Määramittausten merkitys takuiden kannalta
2. Standardointi yleisesti
 - määramittausstandardien esittely ja niiden väliset erot (ISO 5167, DIN 1952, ASME)
3. ISO 5167 mukaiset laskentaperiaatteet
 - yleinen teoria ja laskentametodi
 - laskentaan tarvittavat mittaukset, ja niiden toteutus (dp,p,T)
 - laskentaan liittyviä ongelmia
4. ISO 5167 mukaiset laitekohtaiset parametrit ja asennusvaatimukset
 - laitekohtaiset yhtälöt
 - mitoitusrajoitukset
 - putkiston vaikutus mittaukseen
5. ISO 5167 mukaisen mittauksen mittausepävarmuuden laskeminen
 - laskennan perusteet
 - yhtälöt
 - lisäepävarmuudet
6. Käyttökokemukset, ongelmakohdat ja yleiset suositukset
 - mittalaitetasennusten käytännöt ja suositukset
 - asennusten aikaiset tarkistukset ja mittaukset

2.2 Dokumentointi

Selvityksen tulokset esitetään raportissa, jonka alustava sisällysluettelo on esitetty edellä kohdassa 2.1.

2.3 Työn esittely

Ehdotamme, että työ ja alustava raportti esitellään noin projektin puolesta välissä elosyyskuussa Tilaajan edustajille. Työ ja loppuraportti esitellään Soodakattilapäivillä lokakuussa 2018 Tampereella.

3 AIKATAULU

Työ aloitetaan tilauksen jälkeen esim. huhtikuussa 2018. Alustava raportti esitellään elosyyskuussa Tilaajalle ja loppuraportti valmistuu lokakuuhun 2018 mennessä.

4 KUSTANNUKSET

Tarjoamme työtä tehtäväksi kiinteään työhintaan **EUR 15.800,-** (alv 0 %) sisältäen työn esittelyn noin toteutuksen puolesta välissä samoin kuin lopputyön esittelyn. Myös matkakulut työn esittelyyn Soodakattilapäiville kuuluvat kiinteään hintaan.

4.1 Matkakulut

Mahdollisista muista matkoista (pl. soodakattilapäivät) sovitaan erikseen. Ehdotamme, että ko. matkakustannukset laskutetaan toteutuneiden kustannusten ja Pöyryn matkakulujen veloitusperiaatteiden mukaan (liite 3).

4.2 Yleiset ehdot ja laskutusperusteet

Ehdotamme työssä sovellettavaksi KSE 2013 ehtoja (liite 1), Pöyryn laskutusperusteita (liite 2) ja työtä laskutettavaksi kunkin osan valmistuttua seuraavasti:

- 50 % kiinteästä sopimushinnasta tilauksesta
- 50 % kiinteästä sopimushinnasta ja mahdolliset kulut lopullisen raportin lähettämisen jälkeen

Maksuehdoksi esitämme 30 pv netto laskun päivästä.

5 PROJEKTIN ORGANISAATIO

Ehdotamme työstä vastaavaksi projektipäälliköksi DI Raine Jokista. Työhön osallistuu lisäksi TkT Pekka Ruohonen ja tarvittaessa käytämme myös muita Pöyryn asiantuntijoita. Pekka Ruohosen ja Raine Jokisen CV:t ovat tarjouksen liitteenä.

6 REFERENSSIT

Olemme tehneet 1980 – luvulta lähtien kattiloiden ja höyryturbiinien takuu- ja kunnonvalvontamittauksia Suomessa ja ulkomailla. Meillä on runsaasti kokemusta määramittausten toteutuksesta ja arvioinnista puolueettomana kolmantena osapuolena. Tarvittaessa toimitamme mielellämme referenssilistamme.

7 LAATU, TYÖTERVEYS JA -TURVALLISUUS SEKÄ YMPÄRISTÖ

Pöyry toimii ympäristönjärjestelmästandardin ISO 14001- ja työterveys- ja työ-
turvallisuusjärjestelmän standardin OHSAS 18001 mukaisesti ja järjestelmät ovat
sertifioitu.

Pöyry toimii yleisesti laatujärjestelmästandardin ISO 9001 mukaisesti ja järjestelmä on
sertifioitu.

8 TARJOUKSEN VOIMASSAOLO JA MUUT EHDOT

Tarjous on voimassa 31.5.2018 saakka. Keskustelemme mielellämme tarjoukseen liitty-
vistä seikoista. Yhteyshenkilöinä toimivat Oili Tikka, puh. 040 5012038 ja Raine Joki-
nen, puh 040 7721753.

Ystävällisin terveisin

Pöyry Finland Oy,



Oili Tikka Pekka Ruohonen
Johtaja, Mittauspalvelut
(valtakirjalla)

Osastopäällikkö, Voimalaitostekniikka
(valtakirjalla)

KONSULTTITOIMINNAN YLEISET SOPIMUSEHDOT KSE 2013

Nämä konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot soveltuvat käytettäväksi tilaajan ja konsultin välisissä toimeksiannoissa mm. muotoilun, tuotekehitystyön, rakentamisen, tuotannollisen toiminnan sekä yhdyskuntien tutkimus-, selvitys-, suunnittelu-, rakennuttamis- ja valvontatehtävissä.

OHJEET

helmikuu 2014

korvaa RT 13-10574

LVI 03-10238

KH X4-00201

SIT 16-610028

Infra 054-710030

1 (8)

Sopimusehdot ja seuraavat sopimuslomakkeet liittyvät toisiinsa:

- RT 80343 Konsulttisopimus
- RT 80344 Konsulttitoimeksiannon lisä- ja muutostyösopimus
- RT 80345 Konsulttitoimeksiannon tilaus/tilausvahvistus/sopimus.

RAKLI ry, Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry ja Arkkitehtitoimistojen liitto ATL ry ovat yhteistyössä laatineet ja hyväksyneet nämä sopimusehdot.

SISÄLLYSLUETTELO

KÄSITTEITÄ

KONSULTTITOIMINNAN YLEISET SOPIMUSEHDOT

- 1 YLEISTÄ
- 2 TILAAJAN VELVOLLISUUDET JA VASTUUT
 - 2.1 Tilaajan velvollisuudet
 - 2.2 Tilaajan vastuut
- 3 KONSULTIN VELVOLLISUUDET JA VASTUUT
 - 3.1 Konsultin velvollisuudet
 - 3.2 Konsultin vastuut
- 4 KESKINÄINEN YHTEYDENPITO
- 5 VELOITUSPERUSTEET
 - 5.1 Yleistä
 - 5.2 Palkkio
 - 5.3 Kokonais- ja yksikköhinta
 - 5.4 Erityiset korvaukset
 - 5.5 Kulut
 - 5.6 Matkakustannusten ja matka-ajan korvaukset
 - 5.7 Lisäkustannukset ja veloitusperusteiden tarkistukset
 - 5.8 Maksusuoritukset
 - 5.9 Laskutuksen valvonta
- 6 AINEISTO
 - 6.1 Aineiston ja tietojen säilyttäminen
 - 6.2 Tekijänoikeudet, aineiston ja tietojen luovuttaminen sekä oikeus keksintöön
- 7 AIKATAULU, VIIVÄSTYMINEN JA TÖIDEN KESKEYTYMINEN
- 8 SOPIMUKSEN PURKAMINEN JA SIIRTÄMINEN
 - 8.1 Tilaajan oikeus purkaa sopimus
 - 8.2 Konsultin oikeus purkaa sopimus
 - 8.3 Sopimuksen siirtäminen ja tehtävän päättyminen
- 9 SOPIMUSASIAKIRJOJEN KESKINÄINEN JÄRJESTYS
- 10 ERIMIELISYYDET JA NIIDEN RATKAISEMINEN
 - 10.1 Sovellettava laki
 - 10.2 Osapuolten väliset neuvottelut
 - 10.3 Asiantuntijalausannon hankkiminen
 - 10.4 Välimiesmenettely
 - 10.5 Yleinen alioikeus

KÄSITTEITÄ**Alikonsultti**

Konsulttiin sopimussuhteessa oleva, tämän alaisena ja tälle kuuluvaa työtä suorittava konsultti.

Aputyövoima

Kenttätutkimus-, tutkimus-, mittaus- ja muissa vastaavissa töissä käytettävä työn teknisessä suorituksessa avustava työvoima.

Aineisto

Aineistolla tarkoitetaan asiakirjoja, kirjallista tai kuvallista esitystä taikka sellaista sähköisesti tai muulla vastaavalla tavalla aikaansaattua esitystä, joka on luettavissa, kuunneltavissa tai muutoin ymmärrettävissä teknisin apuvälinein.

Asiantuntijatarkastus

Viranomaisvalvontaa täydentävä tai korvaava rakennusvalvontaviranomaisen hankkeessa valtuuttaman henkilön suorittama rakennustyön suunnitelmanmukaisuuden tarkastus.

Asiantuntijavalvonta

Konsultin suorittama laatimiensa suunnitelmien toteuttamisen yleisvalvonta sekä suunnitelmia täydentävien ja täsmentävien ohjeiden ja tulkintojen antaminen.

Erityiset korvaukset

Erityisillä korvauksilla tarkoitetaan näiden sopimusehtojen kohdassa 5.4 mainittujen kustannusten korvauksia.

Kokonaishinta

Kokonaishinta on veloitus sovitusta toimeksiannosta sisältäen palkkion, erityiset korvaukset ja kulut sekä matkakustannukset ja matka-ajan veloitukset.

Kokonaispalkkio

Kokonaispalkkio on etukäteen sovittu veloitus toimeksiannon suorittamisesta. Kokonaispalkkioon sisältyy korvaus työhön liittyvistä suoranaisista palkkakustannuksista sekä konsultin sosiaali- ja yleiskustannukset. Palkkioon ei sisälly erityisiä korvauksia ja kuluja eikä matkakustannuksia tai matka-ajan veloituksia.

Kokonaissuunnittelutehtävä

Selvitys-, tutkimus-, suunnittelu- tai muu sellainen tehtävä, jonka olennaisena sisältönä on konsultin sitoutuminen toiminnallisen tai muun itsenäisen kokonaisuuden muodostavan suunnitelman tai sitä vastaavan suunnitteen aikaansaamiseen tietyn suunnittelualueen tai tiettyjen suunnittelualueiden osalta.

Koko toimeksiannon palkkio

Koko toimeksiannon palkkio on veloitus sovitusta toimeksiannosta sisältäen eri osakokonaisuuksien yhteenlasketun palkkion lisä- ja muutostöineen. Palkkioon ei sisälly erityisiä korvauksia ja kuluja eikä matkakustannuksia tai matka-ajan veloituksia.

Konsultti

Luonnollinen tai juridinen henkilö, joka alansa asiantuntijana vastiketta vastaan suorittaa toimeksiannon perusteella selvitys-, tutkimus-, kartoitus-, mittaus-, tarkastus-, suunnittelu-, muotoilu-, kehitys-, valvonta- tai muita vastaavia tehtäviä.

Kulut

Tilaaajan konsultille palkkion ja erityisten korvausten lisäksi maksama korvaus toimeksiannosta aiheutuvista kustannuksista – sopimusehtojen kohta 5.5.

Käsittelykustannukset

Konsultille alikonsultin käytöstä ja laskujen käsittelystä aiheutuvat laskutus- ja toimistokustannukset.

Palkkio

Tilaaajan konsultille toimeksiannon suorittamisesta maksama korvaus. Palkkioon sisältyvät korvaus työhön liittyvistä suoranaista palkkakustannuksista sekä konsultin sosiaali- ja yleiskustannukset. Palkkioon ei sisälly erityisiä korvauksia ja kuluja eikä matkakustannuksia tai matka-ajan veloituksia.

Palkkakustannukset

Palkkakustannuksilla tarkoitetaan palkkoja sosiaalikustannuksineen.

Sivukonsultti

Tilaaajaan sopimussuhteessa oleva toinen konsultti, joka tekee varsinaiselle konsultille kuulumatonta rinnakkaista työtä.

Sopimusasiakirjat

Toimeksiantoa koskeva sopimus liitteineen sekä muut sopimuksessa mainitut sopimusasiakirjat mahdollisine myöhempien muutoksineen, ellei erikseen toisin sovita.

Sosiaalikustannukset

Palkkojen lisäksi maksettavat a) sosiaalivakuutukset ja b) sosiaalipalkat sekä c) muut korvaukset ja kustannukset.

A) Sosiaalivakuutukset: sosiaaliturvamaksu; työeläkevakuutusmaksu; tapaturmavakuutusmaksu; työttömyysvakuutusmaksu; ryhmähenkivakuutusmaksu; työnantajan vastuuvakuutusmaksu ja muut sosiaalivakuutukset.

B) Sosiaalipalkat: lomapalkat ja -korvaukset; lomarahat; sairaus- synnytys- ja tapaturma-ajan palkka; reservin kertausharjoitusajan palkka; lyhyt tilapäinen loma; muu sopimuksenmukainen palkallinen poissaolo; korvaukset henkilöstöedustajille (luottamusmies/työsuojeluvaltuutettu).

C) Muut korvaukset ja kustannukset: työterveyshuolto.

Suunnitelmat

Kaikki se sopimuksen mukaan tilaajalle kuuluva aineisto, minkä konsultti on toimeksiannossa tuottanut.

Tietotekninen virheettömyys (eheysvaatimus)

Luovutettavan aineiston tulee saapua kokonaisuudessaan luovutuksensaajalle ja niiden tulee olla avattavissa sovitulla ohjelmalla ja sen sovitulla versiolla.

Tilaaaja

Tehtävän toimeksiantaja, jolle konsultti suorittaa selvitys-, tutkimus-, kartoitus-, mittaus-, tarkastus-, suunnittelu-, muotoilu-, kehitys-, valvonta- tai muita vastaavia tehtäviä.

Toimeksianto

Sopimuksessa määritelty tehtävä, jossa toimeksiantaja (tilaaja) antaa toimeksisaajan (konsultti) tehtäväksi suorittaa selvitys-, tutkimus-, kartoitus-, mittaus-, tarkastus-, suunnittelu-, muotoilu-, kehitys-, valvonta- tai muita vastaavia tehtäviä.

Yksikköhinta

Veloitus erikseen sovittavalta suoriteyksiköltä. Yksikköhinta sisältää palkkion, kaikki sovitut erityiset korvaukset ja kulut sekä matkakustannukset ja matka-ajan veloitukset.

Yksikköpalkkio

Veloitus erikseen sovittavalta suoriteyksiköltä. Yksikköpalkkio sisältää korvauksen työhön liittyvistä suoranaista palkkakustannuksista sekä konsultin sosiaali- ja yleiskustannukset. Yksikköpalkkioon ei sisälly erityisiä korvauksia ja kuluja eikä matkakustannuksia tai matka-ajan veloituksia.

Yleiskustannukset

Konsultille palkoista ja kuluista aiheutuvat menot, joita ei kohdisteta eri tehtäville, kuten

- hallintoon, kirjanpitoon, yleiseen tutkimus- ja kehitystyöhön, sopimusneuvotteluihin, toiminnan suunnitteluun ja järjestykseen sekä opintoihin, opintomatkoihin, koulutukseen ja muuhun sellaiseen toimintaan käytetyn ajan palkat sosiaalikustannuksineen
- henkilökunnan muut kuin kohdassa Sosiaalikustannukset tarkoitettut sosiaalimenot
- huoneistomenot
- yleiset toimistomenot ja toimiston tarvike-, aine- ja välinehankinnat
- muut kuin työnantajajärjestöjen jäsenmaksut
- maksut ulkopuolisten palveluksista, joita ei veloiteta toimeksiannosta, maksut yleisestä konsulttivastuuvakuutuksesta
- markkinointi-, suhdetoiminta- ja edustusmenot
- pääomakustannukset.

Yleiskustannuksiin sisältyy lisäksi toiminnan tuotto.

KONSULTTITOIMINNAN YLEISET SOPIMUSEHDOT**1 YLEISTÄ****1.1**

Näitä yleisiä sopimusehtoja käytetään konsulttitoiminnassa tilaajan ja konsultin välisissä toimeksiannoissa.

1.2

Tilaaajan ja konsultin välisessä sopimuksessa määritellään ainakin tehtävän kohde, laji, laajuus ja veloituseruste, kohteen käyttötarkoitus sekä konsultin asema suoritusorganisaatiossa.

1.3

Jos sopimus kirjoitetaan useammalla kuin yhdellä kielellä, on määräävä kieli suomi, ellei muuta erikseen sovita.

1.4

Näiden sopimusehtojen edellyttämäksi kirjalliseksi menettelyksi katsotaan myös osapuolten edustajien pitämän suunnittelu- tai työmaakokouksen tarkistetussa pöytäkirjassa oleva merkintä.

2 TILAAJAN VELVOLLISUUDET JA VASTUUT

2.1 Tilaaajan velvollisuudet

2.1.1

Tilaaaja luovuttaa sovitun aikataulun mukaisesti konsultin käyttöön korvauksetta työn suorituksessa tarvittavat asiakirjat kuten kartat, piirustukset ja muut tilaaajan hallussa olevat perustiedot. Samoin tilaaaja luovuttaa konsultille korvauksetta sellaiset hallussaan olevat suunnitelmat ja kohteen käyttötarkoitusta koskevat tiedot, joita konsultti tarvitsee lainsäädännössä asetettujen vaatimusten täyttämiseksi, muun muassa työturvallisuutta koskevien säännösten ja määräysten huomiointamiseksi.

2.1.2

Tilaaaja hoitaa toimeksiantoon liittyvät säädösten ja viranomaismääräysten edellyttämät tehtävät, virallisen yhteydenpidon ulkopuolisiin laitoksiin, viranomaisiin ja maanomistajiin sekä hankkii tarvittavat luvat. Konsultti on velvollinen suorittamaan edellä mainituista tehtävistä ne, joista on sovittu. Tilaaajalle kuuluu hankkeen kokonaisuuden asianmukainen johtaminen tai sen järjestäminen.

2.1.3

Tilaaajalla on oikeus valvoa toimeksiannon suorittamista ja antaa konsultille työn suoritusohjeita.

2.1.4

Tilaaajan tulee osaltaan huolehtia siitä, etteivät edellä mainitut toimenpiteet, suunnittelutyön tarkastukset eikä päätöksenteko viivästyttä sovitun aikataulun mukaista tehtävän suorittamista ja valmistumista.

2.1.5

Jos tilaaaja tehtävää koskevan sopimuksen solmimisen jälkeen haluaa käyttää toimeksiantoon liittyvään tehtävään sivukonsultteja, jotka yhteistyössä konsultin kanssa suorittavat jonkin toimeksiantoon liittyvän olennaisen tehtävän, konsultille tulee antaa mahdollisuus lausua mielipiteensä näiden valinnasta.

2.2 Tilaaajan vastuut

2.2.1

Tilaaaja on sopimuksessa ja näissä sopimusehdoissa määritellyllä tavalla vastuussa konsultille vahingoista, jotka johtuvat tilaaajan tekemistä virheistä tai laiminlyönneistä. Tilaaajan vahingonkorvauksen yläraja on enintään konsultin koko toimeksiannon palkkion suuruinen. Tilaaajan vahingonkorvausvastuu konsultille päättyy viimeistään konsultin vastuiden päättyessä *kohdan 3.2.6* mukaisesti. Nämä rajoitukset eivät kuitenkaan koske tapauksia, joissa on kyseessä tahallisuus tai törkeä tuottamus.

2.2.2

Tilaaaja vastaa konsultille antamistaan tehtävän perustiedoista, sitovista ohjeista ja määräyksistä. Tilaaaja vastaa siitä, että konsultille sähköisesti luovutettavat lähtötiedot ovat tietoteknisesti virheettömiä (eheysvaatimus).

2.2.3

Tilaaaja vastaa tutkimuksista mahdollisesti aiheutuvista väistämättömistä haitoista ja vahingoista.

2.2.4

Havaittuaan syntymässä olevan tai syntyneen vahingon tilaaajan on ilman aiheutonta viivästyttä todistettavasti ilmoitettava siitä konsultille enempien vahinkojen välttämiseksi.

3 KONSULTIN VELVOLLISUUDET JA VASTUUT

3.1 Konsultin velvollisuudet

3.1.1

Konsultin tulee asiantuntijana suorittaa saamansa tehtävä sen edellyttämällä ammattitaidolla objektiivisesti ja hyvää teknistä tapaa noudattaen sekä ottaen huomioon yhteisesti asetetut tavoitteet. Konsultin on pysyttävä sekä taloudellisesti että muu-

toinkin riippumattomana hankkijoista, valmistajista, urakoitsijoista sekä muista tekijöistä, jotka voivat vaikuttaa häiritsevästi hänen objektiivisuuteensa. Tehtävän koskiessa konsultin omaa, tilaaajan tai jonkun kolmannen etua siten, että asian käsittelyn objektiivisuus saattaa siitä kärsiä, konsultti on velvollinen ilmoittamaan tästä tilaaajalle.

3.1.2

Konsultin tulee tehtävää suorittaessaan toimia yhteistyössä sovitujen muiden konsulttien ja asiantuntijoiden kanssa.

3.1.3

Konsultilla ei ole oikeutta ilman tilaaajan suostumusta käyttää toista konsulttia alikonsulttina tehtävän tai sen osan suorittamisessa. Rutiiniluontoisissa ja pienehköissä tehtävissä ei tilaaajan suostumusta tarvita. Tällöin alikonsultin työstä ei voida esittää tilaaajalle suurempaa veloitusta kuin toimeksiantosopimuksessa on maksuperusteista sovittu. Konsultti on velvollinen ilmoittamaan tilaaajalle käyttämänsä alikonsultin. Konsultti vastaa alikonsultin työstä kuin omastaan.

3.1.4

Konsultin tulee huolehtia siitä, että tehtävän suorittamiseen käytetään pätevyydeltään sopivaa henkilökuntaa.

3.2 Konsultin vastuut

3.2.1

Konsultti vastaa siitä, että hänen luovuttamansa suunnitelma tai suorittamansa tehtävä on sopimuksenmukainen ja täyttää voimassa olevien lakien, asetusten ja viranomaismääräysten vaatimukset. Jos konsultin laatimissa suunnitelmissa tai muissa asiakirjoissa havaitaan virheitä tai puutteita, konsultilla on oikeus ja velvollisuus korjata virheet ja puutteet. Ellei konsultti tilaaajan kirjallisesta kehotuksesta huolimatta korjaa edellä mainituissa suunnitelmissa tai asiakirjoissa esiintyviä virheitä tai puutteita kohtuullisessa ajassa, tilaaajalla on oikeus korjauttaa ne konsultin kustannuksella. Näiden kustannusten lisäksi konsultti on velvollinen korvaamaan aiheuttamansa vahingon *kohtien 3.2.2 ja 3.2.3* mukaisesti. Konsultti vastaa siitä, että tilaaajalle tai muille osapuolille sähköisesti luovutettavat aineistot ovat tietoteknisesti virheettömiä (eheysvaatimus).

3.2.2

Konsultti on sopimuksessa ja näissä sopimusehdoissa määritellyllä tavalla vastuussa tilaaajalle aiheutuneista vahingoista, jotka johtuvat konsultin tekemistä virheistä tai laiminlyönneistä.

3.2.3

Konsultti ei ole vastuussa vahingosta, joka johtuu tuotannon tai liikevaihdon vähentymisestä tai keskeytymisestä taikka muusta tulon menetyksestä, eikä voitosta, joka on jäänyt saamatta sen vuoksi, että sopimus sivullisen kanssa on rauennut tai jäänyt täyttämättä oikein, eikä muusta samankaltaisesta vaikeasti ennakoitavasta vahingosta tai muusta välillisestä vahingosta.

Konsultin vahingonkorvauksen yläraja on enintään koko toimeksiannon palkkion suuruinen. Mikäli tästä poiketaan, on siitä mainittava erikseen sopimuksessa. Tästä poikkeavan vastuun vaikutuksesta konsultin saamaan korvaukseen ja vastuun kattamisesta vakuutuksella määrätään sopimuksessa. Nämä rajoitukset eivät kuitenkaan koske tapauksia, joissa on kyseessä tahallisuus tai törkeä tuottamus.

3.2.4.

Konsultti vastaa kolmannelle aiheuttamistaan vahingoista voimassa olevan lainsäädännön mukaan.

3.2.5

Havaittuaan syntymässä olevan tai syntyneen vahingon konsultin on ilman aiheutonta viivästyttä todistettavasti ilmoitettava siitä tilaaajalle vahinkojen välttämiseksi, ja konsultilla on velvollisuus ryhtyä tarpeellisiin toimenpiteisiin vahingon vähentämiseksi tai poistamiseksi.

3.2.6

Konsultin vastuu päättyy kahden vuoden kuluttua hänen suorittamansa tehtävän perusteella suunniteltavan kohteen vastaanottamisesta. Jos suunniteltavaa kohdetta ei ole, konsultin vastuu päättyy kahden vuoden kuluttua tilaajan ja konsultin välisen toimeksiannon mukaisen aineiston luovuttamisesta. Mikäli suunnitelmaa ei välittömästi toteuteta, tai tilaaja keskeyttää suunnitellun kohteen rakentamisen, vastuu on voimassa enintään viisi (5) vuotta tilaajan ja konsultin välisen toimeksiannon mukaisen aineiston luovuttamisesta.

Konsultti vastaa kuitenkin edellisessä kappaleessa mainitun ajan jälkeenkin sellaisista vioista ja puutteista, joiden tilaaja näyttää aiheutuneen konsultin tahallisesta tai törkeästä laiminlyönnistä tai täyttämättä jääneestä suorituksesta ja joita tilaaja ei ole kohtuuden mukaan voinut havaita ennen edellä mainitun vastuuajan päättymistä.

Tästäkin vastuusta konsultti on vapaa, kun kymmenen vuotta on kulunut kohteen vastaanottamisesta tai muussa tapauksessa toimeksiannon mukaisen aineiston luovuttamisesta.

3.2.7

Konsultin tilaajalta saama hyväksyminen suunnitelmilleen ja toimenpiteilleen ei vapauta häntä vastuusta.

3.2.8

Jos tilaaja on vaatinut käytettäväksi uusia rakenteita tai menetelmiä taikka vaatinut muutoksia konsultin suunnitelmiin tai toimenpiteisiin ja konsultti on etukäteen kirjallisesti esittänyt, että tästä aiheutuu lisäriskejä, joista hän ei ota vastuuta, konsultti ei ole vastuussa tämän johdosta syntyneestä vahingosta.

Jos suunnitteluperusteet osoittautuvat virheellisiksi tai muuttuvat suunnittelutyön aikana tai suunnitelmien laatimisen jälkeen, konsultti on vastuussa suunnitelmista vain, jos hän on voinut tarkistaa suunnitelmat uusia perusteita vastaaviksi.

3.2.9

Mikäli suunnitelman tai sen osan toteuttaminen on sovittu tapahtuvan konsultin asiantuntijavalvonnassa, eikä näin kuitenkaan konsultista riippumattomasta syystä tapahdu, konsultin vastuu poistuu kokonaan tai vähentyy siltä osin kuin voidaan pitää todennäköisenä, että konsultti asiantuntijavalvontaa suorittaessaan olisi havainnut vahingon aiheuttaneet virheet.

3.2.10

Tilaajan on ilmoitettava korvausvaatimuksensa perusteiltaan yksilöityinä viipymättä ja viimeistään yhden vuoden kuluessa siitä lukien, kun on ilmennyt, että virhe on konsultin tekemä, uhalla, että tilaaja menettää oikeutensa korvaukseen. Lopullinen korvausvaatimus on esitettävä kirjallisena yhden vuoden kuluessa *kohdassa 3.2.6* mainitun konsultin vastuuajan päättymisestä. Muussa tapauksessa tilaaja menettää oikeutensa korvaukseen.

3.2.11

Vastuuvakuutuksista sovitaan erikseen.

Vakuutuksista aiheutuvien kulujen korvaamisesta ks. *kohta 5.5.2*.

4 KESKINÄINEN YHTEYDENPITO

4.1

Molemmipuolisen yhteydenpidon hoitamiseksi on tilaajan tai konsultin pyynnöstä järjestettävä yhteisiä neuvotteluja toimeksiannon kuluessa. Jommankumman osapuolen pyytäessä on näistä tilaisuuksista laadittava kirjallinen muistio tai pöytäkirja, joka hyväksytään.

4.2

Konsultin tulee välittömästi ilmoittaa tilaajalle, mikäli ilmenee tarvetta sellaisiin selvityksiin, jotka eivät alunperin sisälly tehtävään, tai tarvetta muuttaa annettuja tutkimus- tai suunnitteluohteita.

4.3

Konsultti ei saa suoraan muilta kuin tilaajalta ottaa ohjeita tehtävän suorittamisesta laajemmin kuin tilaaja määrää. Ohjeet muilta kuin tilaajalta on heti ilmoitettava tilaajalle, jonka tulee ilmoittaa konsultille, missä määrin ohjeet on otettava huomioon.

4.4

Ohjeet, määräykset ja ilmoitukset tulee vahvistaa kirjallisesti, jos niillä on olennaista merkitystä tai jompikumpi sopijapuoli sitä pyytää.

5 VELOITUSPERUSTEET

5.1 Yleistä

Konsultin veloitus voi olla joko palkkio- tai hintaperusteinen.

Veloituksen perustuessaa palkkioon erityiset korvaukset ja kulut sekä matkakustannukset ja matka-ajan veloitukset veloitetaan *kohdan 5.6* mukaisesti erikseen.

Veloituksen perustuessaa kokonais- tai yksikköhintaan sisältyvät siihen palkkio, erityiset korvaukset ja kulut sekä matkakustannukset ja matka-ajan veloitukset.

Palkkio koko toimeksiannosta tai sen eri osista voi perustua seuraaviin palkkiomuotoihin tai niiden yhdistelmiin:

- a) kokonaispalkkio (5.2.1)
- b) yksikköpalkkio (5.2.2)
- c) aikapalkkio henkilöryhmittäin (5.2.3)
- d) aikapalkkio konsultin kustannusten mukaan (5.2.4)
- e) tavoitepalkkio (5.2.5)
- f) muu sovittu palkkio, esimerkiksi palkkiohinnasto tai prosenttipalkkio (5.2.6).

Toimeksiannossa voidaan käyttää veloitusperusteena myös kokonais- tai yksikköhintaa.

Palkkiosta tai sen osasta voidaan sopia siten, että se on riippuvainen tehtävälle asetettujen tavoitteiden, kuten laajuuden, laadun, ajan ja kustannusten, saavuttamisesta.

5.2 Palkkio

5.2.1 Kokonaispalkkio

Palkkio käsittää etukäteen sovitun kokonaispalkkion toimeksiannon suorittamisesta. Sopimuksessa mainitaan kokonaispalkkioon sisältyvät tehtävät.

5.2.2 Yksikköpalkkio

Palkkio määritetään työsuoriteyksiköitä. Sopimuksessa mainitaan kuhunkin yksikköpalkkioon sisältyvät tehtävät.

5.2.3 Aikapalkkio henkilöryhmittäin

5.2.3.1

Palkkio veloitetaan käyttäen henkilöryhmittäin sovittuja tunti- tai muita aikaveloituksia, joihin sisältyvät palkat sekä sosiaali- ja yleiskustannukset.

Henkilöryhmät määritellään sopimuksessa.

Konsultti veloittaa kunkin henkilön tekemät työtunnit henkilöryhmittäin tehtävään suoraan käytettyjen ja kirjattujen tuntimäärien mukaisesti.

5.2.3.2

Ylitöiden tekemisestä sovitaan erikseen. Ylityötunnit veloitetaan korottamalla veloitushintoja puolella vastaavasta lakisääteisestä tai työehtosopimukseen perustuvasta korotusprosentista.

5.2.4 Aikapalkkio konsultin kustannusten mukaan

5.2.4.1

Palkkio perustuu konsultin omiin kustannuksiin aikayksikköä kohden.

Konsultti veloittaa tehtävää suorittavien henkilöiden palkat lisättyinä sosiaali- ja yleiskustannuksilla tehtävään suoraan käytettyjen ja kirjattujen tuntimäärien mukaan.

5.2.4.2

Yleiskustannukset lasketaan palkka- ja sosiaalikustannusten yhteismäärästä. Yleiskustannusprosentit mainitaan sopimuksessa.

5.2.4.3

Ellei muissa sopimusasiakirjoissa ole toisin sanottu, kuukausipalkkaisen henkilön tuntipalkka lasketaan jakamalla kuukausipalkka luvulla 155.

5.2.4.4

Ylitöiden tekemisestä sovitaan erikseen. Ylityötunnit veloitetaan normaalia tuntipalkkaa käyttäen lisättyä lakiin tai työehtosopimuksiin perustuvilla ylityökorvauksilla sosiaalikulustannuksineen. Yleiskustannuksia ei lisätä korotuksiin vaan ainoastaan ylityötuntien perustuntiveloituksiin sosiaalikulustannuksineen.

5.2.5 Tavoitepalkkio**5.2.5.1**

Suunnittelutyölle sovitaan tavoitepalkkio. Sopimuksessa mainitaan miten lopullinen palkkio määritetään, jos tavoitepalkkio ylitetään tai alitetaan.

5.2.5.2

Laskutusperusteena käytetään aikapalkkiota henkilöryhmittäin (5.2.3) tai aikapalkkiota konsultin kustannusten mukaan (5.2.4). Sopimuksessa mainitaan kumpaa laskutusperustetta käytetään.

5.2.6 Muu sovittu palkkio

Toimeksiannossa voidaan käyttää myös muita tai yhdistettyjä palkkiomuotoja.

5.3 Kokonais- ja yksikköhinta**5.3.1**

Kokonaishinta on veloitus sovitusta toimeksiannosta sisältäen palkkion, erityiset korvaukset ja kulut sekä matkakustannukset ja matka-ajan veloitukset.

5.3.2

Yksikköhinta on veloitus erikseen sovitulta suoriteyksiköltä. Yksikköhinta sisältää palkkion, erityiset korvaukset ja kulut sekä matkakustannukset ja matka-ajan veloitukset.

5.4 Erityiset korvaukset**5.4.1**

Konsultti saa veloittaa edellä *kohdissa* 5.2.1–5.2.6 mainitun palkkion lisäksi erikseen niin sovittaessa korvauksen toimeksiantoon tyypillisesti kuulumattomista tehtävistä sekä toimeksiantoon tyypillisesti kuulumattomien laitteiden, ohjelmistojen tai välineiden käytöstä.

Ellei korvausperusteiden suuruudesta ole sovittu, sovelletaan alalla yleisesti noudatettavia korvausperusteita.

5.4.2

Palkkiomuodoissa 5.2.3 ja 5.2.4 konsultti veloittaa alikonsultin palkkion, erityiset korvaukset ja kulut, joihin konsultti lisää sovitut käsittelykustannukset ottaen kuitenkin huomioon, mitä *kohdassa* 3.1.3 on sanottu.

5.4.3

Aputyövoimasta veloitetaan *kohdan* 5.2.4 mukaisesti, ellei ole sovittu muusta korvausperusteesta.

5.5 Kulut**5.5.1**

Konsultti saa veloittaa sopimuksessa mainitulla tavalla edellä *kohdissa* 5.2.1–5.2.6 mainitun palkkion ja *kohdassa* 5.4 mainittujen erityisten korvausten lisäksi kulut tositteiden mukaan, kuten

– kuljetus-, kopio-, ilmakuvaukset, kartta-, malli-, painatus-, käännös-, lunastus- ja lupa- sekä muut vastaavat kulut, jotka konsultti maksaa ulkopuolisille.

Merkittävistä tai poikkeuksellisista kulueristä on aina sovittava erikseen ennen töiden aloittamista.

5.5.2

Tilaajan vaatiman hankekohtaisen vastuuvakuutuksen kustannuksista vastaa tilaaja.

Yleisen konsulttivastuuvakuutuksen kustannukset sisältyvät yleiskustannuksiin.

5.5.3

Mikäli toimeksianto edellyttää erityisiä materiaalikustannuksia, on niiden korvaamisesta sovittava erikseen.

5.5.4

Kuluihin voidaan sopia lisättäväksi käsittelykustannukset.

5.6 Matkakustannusten ja matka-ajan korvaukset**5.6.1 Yleinen matkustusohjesääntö**

Konsultti saa veloittaa sopimuksessa mainitulla tavalla edellä *kohdissa* 5.2.1–5.2.6 mainitun palkkion ja *kohdissa* 5.4 ja 5.5 mainittujen erityisten korvausten ja kulujen lisäksi matkustamiseen liittyviä kuluja tositteiden mukaan seuraavasti:

Matkat tulee suorittaa kokonaiskustannuksiltaan ja vaikutuksiltaan, ajankäyttö huomioonottaen, taloudellisinta matkustustapaa käyttäen. Matkojen tarpeellisuudesta tilaaja ja konsultti sopivat erikseen.

5.6.2 Matkakustannukset

Matka-, majoitus- ja päivärahakulujen korvaamisessa noudetaan alalla valtakunnallisesti yleisesti hyväksyttyjä korvausperusteita, ellei toisin sovi.

5.6.3 Matka-ajan veloitus

Matka-ajan korvaamisesta sovitaan erikseen.

Jos matka-ajan korvaamisesta ei ole sovittu erikseen, palkkiomuodoissa 5.2.3 (aikapalkkio henkilöryhmittäin) ja 5.2.4 (aikapalkkio konsultin kustannusten mukaan) matkustamiseen käytetystä ajasta on oikeus veloittaa 60 % sovitusta aikapalkkiosta.

5.7 Lisäkustannukset ja veloitusperusteiden tarkistukset**5.7.1**

Veloitusperusteiden tarkistamisesta sovitaan konsulttisopimuksessa.

Mikäli veloitusperusteiden tarkistamisesta ei ole muuta sovitettu, ja lain, asetuksen, valtioneuvoston tai ministeriön päätöksen taikka työmarkkinajärjestöjen välisen sopimuksen perusteella tulee konsultin toimeksiannon piirissä olevia henkilöitä koskevia yleisiä tai alakohtaisia palkkojen, sosiaali- tai muiden kustannusten muutoksia, tarkistetaan *kohdissa* 5.2.1–5.2.6 mainittuja palkkioita vastaavasti kustannusten muutosajankohdasta alkaen. Samoin tarkistetaan *kohdissa* 5.2.3 ja 5.2.4 mainituissa palkkiomuodoissa mahdollisesti sovittua palkkioarviota sekä *kohdassa* 5.2.5 mainittua tavoitepalkkiota.

Vastaavasti tarkistetaan erityisten korvausten ja kulujen veloitusta sekä kokonais- tai yksikköhintaa.

5.7.2

Jos sovittu tehtävä siirtyy tai keskeytetään, tarkistetaan tehtävää jatkettaessa veloitusperusteita konsulttialan kustannustason muutosta vastaavasti.

5.7.3

Jos sopimuksen tarkoittamaa toimintaa koskeva arvonlisävero muuttuu tai jos sopimuksen tarkoittama toiminta tulee uuden vastaavan veron alaiseksi, tarkistetaan konsultin veloitusta vastaavasti.

5.7.4

Tilaaaja korvaa lisä- tai muutostyön, joka aiheutuu tilaajan tai tilaajan edustajan antamista ohjeista tai virheellisistä taikka puuttuvista perustiedoista, ohjeista tai määräyksistä. Lisä- ja muutostyöstä on pyrittävä sopimaan ennen työhön ryhtymistä. Jos lisätyöstä ei sen kiireellisyyden tai muun pakottavan syyn vuoksi ole mahdollista sopia ennen työhön ryhtymistä, lisätyöstä on sovittava niin pian kuin mahdollista.

Jos sopimuksenteon jälkeen sovitaan tehtäväksi muutoksia sopimuksen pohjana olevaan ohjelmaan tai muihin asiakirjoihin taikka jos lainsäädännökset tai viranomaisten sitovat ohjeet tai määräykset ovat muuttuneet, konsultti on oikeutettu korvaukseen näin syntyneistä lisä- ja muutostöistä.

Jos viranomaisten sitovien ohjeiden tai määräysten muutosten takia suunnitelmia joudutaan muuttamaan, konsultin on ilmoitettava siitä välittömästi tilaajalle uhalla, että hän menettää oikeutensa saada lisäkorvausta.

Lisä- ja muutostöissä noudatetaan sopimusasiakirjoissa erikseen sovittuja veloituserusteita. Ellei sopimusasiakirjoissa määrätä veloituserusteita eikä niistä ole muuta sovittu, työstä veloitetaan *kohdan 5.2.3* mukaisesti.

5.8 Maksusuoritukset

5.8.1

Konsultilla on oikeus laskuttaa tilaajaa kuukausittain työn edistymisen perusteella tai hyväksytyn maksuerätaulukon mukaan siten, että oikeus laskutukseen syntyy sen jälkeen, kun tilaajalla on ollut mahdollisuus tarkastaa laskutuksen perusteet.

5.8.2

Jos sopimukseen ei ole liitetty maksuerätaulukkoa, tilaaja on velvollinen suorittamaan konsultille kokonaistehtävän hinnasta osamaksuja, joiden suuruutta määrittäessä on pidettävä periaatteena, että osamaksut ovat oikeassa suhteessa sekä koko hintaan että kulloinkin kysymyksessä olevan työn vaiheeseen.

5.8.3

Erillisen ennakkomaksun suorittamisen vakuudeksi konsultin on vaadittaessa annettava tilaajan hyväksymä vakuus. Vakuus palautetaan, kun ennakko on maksuerätaulukon mukaisesti hyvitetty.

5.8.4

Sopimukseen perustuvat laskut on maksettava viipymättä, kun lasku on esitetty tilaajalle ja vastaava sopimuksen mukainen työvaihe on todettu tehdyksi tai lasku muuten on todettu maksukelpoiseksi.

Jos tilaaja ei 21 vuorokauden kuluessa siitä, kun maksukelpoinen lasku on esitetty tilaajalle, täytä maksuvelvollisuuttaan, hän on velvollinen maksamaan konsultille sanotun määräjän ylittäneeltä ajalta maksamattomalle määrälle korkolain mukaisen vuotuisen viivästyskoron maksun tapahtumiseen saakka.

Jos jostakin laskussa mainitusta osasta syntyy erimielisyyksiä, on riidaton osa siitä huolimatta maksettava sopimuksen mukaisesti.

Mikäli tilaaja ei täytä sopimuksen mukaista maksuvelvollisuuttaan, konsultilla on pidätysoikeus aineistoon tilaajan laininlyöntiä vastaavasti niin kauan kun sopimuksen perusteella erääntyneitä saatavia on suorittamatta.

5.9 Laskutuksen valvonta

Tilaajalla on oikeus tarpeellisella valvonnalla kohtuullisessa ajassa varmistua siitä, että laskussa ilmoitettu ja tehty työ vastaavat toisiaan. Tilaajalla on oikeus saada tietoonsa ja tarkastaa aineisto, johon konsultin laskutus perustuu.

6 AINEISTO

6.1 Aineiston ja tietojen säilyttäminen

6.1.1

Tilaajalta tehtävän suoritusta varten saatua tai konsultin toimeksiannon perusteella luovuttamaa aineistoa ei saa luovuttaa kolmannen henkilön käyttöön tai ilmaista niiden sisältöä enempää kuin on välttämätöntä, ellei laista muuta johdu.

Konsultin ja tilaajan tulee pitää toimeksiantoon liittyvät asiat salassa sen mukaan kuin siitä erikseen sovitaan.

6.1.2

Tehtävän tultua suoritetuksi on konsultti velvollinen luovuttamaan tilaajalle kaiken toimeksiannon täyttämistä edellyttävän aineiston. Aineiston luovutusmuodosta sovitaan erikseen.

Mikäli toisin ei ole sovittu, on konsultti tilaajan niin vaatiessa velvollinen luovuttamaan alkuperäisen aineiston tilaajalle. Konsultilla on tällöin oikeus saada aineistosta kopiot tilaajan kustannuksella. Tilaaja suorittaa konsultille korvauksen kopiointi-, käsittely- ja luovutuskustannuksista.

6.1.3

Konsultti on velvollinen säilyttämään tilaajalta saamansa alkuperäisen ja toimeksiannon perusteella laatimansa aineiston 10 vuotta toimeksiannon päättymisestä.

Sähköinen aineisto säilytetään siinä muodossa kuin se on luovutettu ja konsultilla ei ole velvollisuutta päivittää aineistoa uudempiin muotoihin. Jos konsultti lopettaa toimintansa ennen kuin 10 vuotta on kulunut toimeksiannon päättymisestä, konsultin tulee ilmoittaa tilaajalle tai tämän seuraajalle missä aineistoa säilytetään ja kuka siitä vastaa, tai konsultin on tarjottava aineistoa tilaajalle tai tämän seuraajalle.

Säilytysajan päätyttyä ennen aineiston hävittämistä konsultin on mahdollisuuksien mukaan ilmoitettava asiasta hyvissä ajoin tilaajalle tai tämän seuraajalle. Aineisto on vaadittaessa luovutettava luovuttamisesta aiheutuvia kustannuksia vastaan.

6.2 Tekijänoikeudet, aineiston ja tietojen luovuttaminen sekä oikeus keksintöön

6.2.1

Elleivät osapuolet ole toisin sopineet, tilaajalla ei ilman konsultin suostumusta ole oikeutta käyttää konsultin luovuttamaa aineistoa muuhun kohteeseen tai tarkoitukseen kuin sopimuksessa on edellytetty eikä luovuttaa niitä kolmannen henkilön käyttöön.

Tilaajalla on oikeus keksintöön, joka on syntynyt tutkimus- tai kehitystyötä sisältävän toimeksiannon suoranaisten ratkaisuna. Tilaajan on ilmoitettava konsultille vaatimuksensa keksintöön vuoden kuluessa saatuaan tiedon keksinnöstä uhalla, että tilaaja menettää kyseisen oikeuden.

Konsultilla on oikeus saada lisäkorvaus siinä tapauksessa, että tilaajan oikeus keksintöön on olennaisesti arvokkaampi kuin mitä konsultille tulevaan korvaukseen ja muihin olosuhteisiin nähden voidaan edellyttää. Korvausvaatimus on esitettävä kahden vuoden kuluessa siitä, kun tilaaja on saanut tiedon keksinnöstä.

6.2.2

Aineiston toistuvasta käytöstä ja korvauserusteesta sovitaan erikseen konsultin kanssa, mikäli kysymys ei ole alun perin sarjatuotantoon tarkoitettujen tuotteiden suunnittelusta.

6.2.3

Konsultilla ei ole oikeutta luovuttaa tilaajan toimeksiannosta syntyneitä aineistoa muille ilman tilaajan suostumusta.

Tilaajalla on *kohtien 6.2.1 ja 6.2.2* rajoituksista huolimatta oikeus käyttää konsultin tekemien rutiiniluontoisten mittauksen tuloksia hyväkseen.

6.2.4

Pienoismallit ja muut tilaajan maksamat havaintovälineet ovat tilaajan omaisuutta.

6.2.5

Suunnittelukohdetta julkistettaessa on sopijapuolien nimet mainittava asianmukaisella tavalla.

7 AIKATAULU, VIIVÄSTYMINEN JA TÖIDEN KESKEYTYMINEN

7.1

Työ on suoritettava ilman aiheetonta viivytystä. Tilaaajan tulee aikataulua varten ilmoittaa työn alkamisajankohta sekä huolehtia siitä, että työn suorittamista varten riittävän yksilöity ja toteuttamiskelpoinen aikataulu laaditaan ajallaan. Sopijapuolten hyväksyttyä yhteisesti tehtävän suoritusta varten aikataulun on työ suoritettava sitä noudattaen.

Jos kohdassa 5.7.4 tarkoitetut lisä- tai muutostyöt vaikuttavat tehtävän aikatauluun, konsultilla on oikeus saada siihen tarpeellinen pidennys.

Konsultin on jatkettava työtä aikataulun mukaisesti, vaikka lisä- tai muutostöiden korvauksesta on erimielisyys, jonka ratkaiseminen on kesken, elleivät lisä- tai muutostyöt merkittävästi muuta konsultin työn laajuutta tai luonnetta. Merkittäväksi katsotaan tässä kohdassa 10 % alkuperäisestä palkkiosta.

7.2

Ellei tilaaja työn kuluessa ole toimittanut konsultille tehtävän suorittamiseksi tarpeellisia perustietoja ja ohjeita, tai jos konsultin suoritus viivästyy muusta tilaajasta johtuvasta syystä, tilaaja on velvollinen antamaan konsultille vastaavan pidennyksen tehtävän suoritusaikaan sekä suorittamaan viivästyssakkoa. Ellei sopimuksessa ole mainittu viivästyssakon suuruutta, se on 0,2 % konsultin koko toimeksiannon palkkiosta kultakin täydeltä työpäivältä, minkä lähtötietojen luovuttaminen myöhästyy sovitusta luovuttamisajankohdasta tai minkä konsultin suoritus viivästyy muusta tilaajasta johtuvasta syystä.

Viivästyssakkoa peritään kuitenkin enintään viideltäkymmeneltä työpäivältä. Viivästyssakon lisäksi tilaaja ei ole velvollinen suorittamaan muuta korvausta viivästymisestä, ellei hän ole menetellyt tahallisesti tai törkeän tuottamuksellisesti. Mahdollinen vaatimus viivästyssakosta on esitettävä kirjallisesti viimeistään kolmen kuukauden kuluessa viivästymistä koskevasta ilmoituksesta.

7.3

Jos konsultin työ keskeytyy tilaajasta riippuvasta syystä, konsultilla on oikeus viivästyssakkoon *kohdan 7.2* mukaisesti. Konsultti on velvollinen ryhtymään tarpeellisiin toimenpiteisiin vahingon vähentämiseksi tai poistamiseksi.

7.4

Ellei sovittua aikataulua voida noudattaa konsultista johtuvista syistä, eikä muuta ole sovittu, konsultti on velvollinen suorittamaan viivästyssakkoa. Ellei sopimuksessa ole mainittu viivästyssakon suuruutta, se on 0,2 % koko toimeksiannon palkkiosta lisä- ja muutostöineen kultakin täydeltä työpäivältä, minkä suunnitelman luovuttaminen myöhästyy sovitusta valmistumisajasta. Viivästyssakkoa peritään kuitenkin enintään viideltäkymmeneltä työpäivältä.

Viivästyssakon lisäksi konsultti ei ole velvollinen suorittamaan muuta korvausta viivästymisestä, ellei hän ole menetellyt tahallisesti tai törkeän tuottamuksellisesti. Mahdollinen vaatimus viivästyssakosta on esitettävä kirjallisesti viimeistään kolmen kuukauden kuluessa toimeksiantosopimuksen mukaisen suunnitelman luovuttamisesta.

Viivästyssakosta voidaan sopia myös osatehtävittäin.

7.5

Jos viivästyminen tai töiden keskeytyminen johtuu osapuolista riippumattomista syistä, tilaaja on velvollinen antamaan konsultille tätä vastaavan pidennyksen tehtävän suoritusaikaan sekä korvaamaan konsultille viivästymisestä tai keskeytymisestä johtuvat konsultin osoittamat palkkakustannukset, erityiset

korvaukset ja kulut enintään 50 työpäivältä siitä kun konsultti on saanut ilmoituksen keskeyttämisestä.

Osapuolista riippumattomia syitä ovat myös sellaiset julkisen vallan toimenpiteet, joiden tarkoituksena on hankkeen toteuttamisen estäminen, siirtäminen tai rajoittaminen.

7.6

Mikäli sovittua aikataulua ei voida noudattaa konsultin suoritusta estävän lakon tai saarron taikka työnantajajärjestön hyväksymän tai päättämän työsulun tai muun niihin verrattavan suoritusta olennaisesti estävän toimenpiteen johdosta, on konsultilla oikeus saada kohtuullinen pidennys suoritusaikaan.

7.7

Viivästymistä koskeva ilmoitus on kummankin sopijapuolen tehtävä viipymättä havaittuaan, että viivästys on tapahtunut tai tulee tapahtumaan. Samalla on ilmoitettava viivästymisen syy ja tehtävä ehdotus uudeksi aikatauluksi.

7.8

Jos konsultti tilaajan toimenpiteistä tai konsultista riippumattomista syistä joutuu keskeyttämään työnsä niin pitkäksi ajaksi, että jo valmiina oleviin suunnitelmiin joudutaan tekemään kehityksen mukanaan tuomia muutoksia ja parannuksia, konsultilla on oikeus saada näistä ylimääräisistä töistä korvaus tätä toimeksiantoa koskevien veloituserusteiden tai, jos niitä ei voida soveltaa, *kohdan 5.2.4* mukaan.

7.9

Mikäli työn kuluessa tilaaja ja konsultti sopivat alkuperäistä aikataulua lyhyemmästä aikataulusta, tilaaja on velvollinen suorittamaan konsultille korvauksen siitä aiheutuvista lisäkustannuksista.

8 SOPIMUKSEN PURKAMINEN JA SIIRTÄMINEN

8.1 Tilaaajan oikeus purkaa sopimus

8.1.1

Tilaaajalla on oikeus purkaa sopimus, jos

- hanke peruuntuu puolustustila- tai valmiustilalaissa tarkoitettujen poikkeuksellisten olojen tai vastaavan tapahtuman tai rakentamisen estävän lainsäädännöllisen toimenpiteen taikka muiden seurauksiltaan niihin verrattavien ylivoimaisten tapahtumien (force majeure) johdosta
- hanke peruuntuu muusta syystä
- konsultti lopettaa toimintansa
- konsultti asetetaan konkurssiin.

8.1.2

Tilaaajalla on oikeus purkaa sopimus, ellei korjausta tapahdu kohtuullisessa ajassa tilaajan konsultille tekemästä kirjallisesta huomautuksesta huolimatta, seuraavissa tapauksissa:

- konsultti ei aloita töitä sovitun ajan kuluessa
- töitä suoritetaan niin hitaasti, etteivät ne ilmeisesti valmistu sopimuksen mukaisessa ajassa tai ellei aikataulusta ole sovitettu, muutoin kohtuullisessa ajassa, eikä tämä seikka johdu olosuhteista, jotka oikeuttaisivat konsultin saamaan suoritusaikaan pidennystä
- konsultti on kykenemätön suorittamaan sovittua työtä tai
- konsultti menettelee muutoin olennaisesti sopimuksen vastaisesti.

8.1.3

Jos sopimus puretaan ylivoimaisten tapahtumien johdosta tai muusta tilaajasta riippumattomasta hankkeen peruuntumisesta johtuen, konsultille maksetaan korvaus suoritetusta ja hyväksytystä työn osasta sovitun veloituserusteen mukaisesti. Keskenäisestä suunnittelutehtävästä tai sen osasta maksetaan korvaus arvioimalla jo suoritettut työt suhteessa niiden kokonaismäärään, ja tehdystä työstä maksetaan konsultille täysi korvaus.

Tämän lisäksi konsultille maksetaan peruuntumisesta aiheutuvat konsultin osoittamat palkkakustannukset, erityiset

korvaukset ja kulut kuitenkin enintään kahdeksan viikon ajalta siitä lukien, kun konsultti on saanut ilmoituksen sopimuksen purkamisesta. Konsultti on velvollinen ryhtymään tarpeellisiin toimenpiteisiin vahingon vähentämiseksi tai poistamiseksi.

8.1.4

Jos hanke peruuntuu tilaajasta riippuvasta syystä tai ellei purkamiselle ole näissä sopimusehdoissa mainittuja syitä, konsultilla on oikeus saada korvaus osoittamastaan vahingosta ja purkamisesta aiheutuvista menetyksistä.

8.1.5

Kun tilaaja *kohtien 8.1.1 c, 8.1.1 d tai 8.1.2* nojalla purkaa sopimuksen, konsultille maksetaan korvaus suorituksesta ja hyväksytystä työn osasta sovitun veloitusperusteen mukaisesti. Keskenäisestä suunnittelutehtävästä tai sen osasta maksetaan korvaus arvioimalla jo suoritettut työt suhteessa niiden kokonaismäärään ja tehdystä työstä maksetaan konsultille työn tuloksen arvoa vastaava korvaus.

8.1.6

Kun tilaaja purkaa sopimuksen *kohdan 8.1.1 c* perusteella, lukuun ottamatta kuolemantapausta, tai *8.1.1 d* taikka *8.1.2* perusteella ja purkaminen viimeksi mainitussa tapauksessa johtuu konsultin tuottamuksesta, on konsultti velvollinen korvaamaan kaikki ne kohtuulliset lisäkustannukset, jotka aiheutuvat tilaajalle alkuperäisessä sopimuksessa määrätyn palkkion, erityisten korvausten ja kulujen lisäksi tehtävän sopimuksen mukaisesta suorittamisesta loppuun.

Konsultilla, hänen oikeudenomistajallaan ja konkurssipesällä on velvollisuus myötävaikuttaa siihen, että tilaaja saa ottaa haltuunsa konsultin toimesta tehdyt suunnitelmat, selvitykset ja muut tiedostot, jotka sisältyvät konsultin tehtävään.

8.2 Konsultin oikeus purkaa sopimus

8.2.1

Konsultilla on oikeus purkaa sopimus, jos

- tilaaja asetetaan konkurssiin
- konsultin suoritukseen ilmaantuu *kohdassa 8.1.1 a* mainittuihin rinnastettavia tai sellaisia vaikeuksia tai esteitä, jotka olennaisesti lisäävät tai muuttavat konsultin työtä ja joiden ei sopimuksentekohetkellä voida kohtuudella katsoa olleen tai pitäneen olla konsultin tiedossa ja joita hän ei ole voinut kohtuudella poistaa.

Korvauksen maksamisessa menetellään *kohdan 8.1.3* mukaisesti kuitenkin siten, että jos sopimus puretaan b-kohdan nojalla, konsultilla ei ole oikeutta saada korvausta purkamisesta aiheutuvista kustannuksista.

8.2.2

Konsultilla on oikeus purkaa sopimus, ellei korjausta tapahdu kohtuullisessa ajassa konsultin tilaajalle tekemästä kirjallisesta huomautuksesta huolimatta, seuraavissa tapauksissa:

- tilaaja ei täytä sopimuksen mukaista maksuvelvollisuuttaan
- tilaaja estää toimenpiteillään tehtävän suorittamisen sopimuksen mukaisesti tai tehtävän suorittaminen tilaajan tuottamuksesta käy mahdottomaksi
- tilaaja vaatii suorittamaan tehtävän hyvästä teknisestä tai ammatillisesta tavasta poiketen tai
- tilaaja menettelee muutoin olennaisesti sopimuksen vastaisesti.

Korvauksen maksamisessa menetellään *kohdan 8.1.4* mukaisesti.

8.3 Sopimuksen siirtäminen ja tehtävän päättyminen

8.3.1

Konsulttisopimusta ei voida siirtää ilman toisen sopijapuolen suostumusta.

Tilaajan joutuessa konkurssiin tilaajalla ja konkurssipesällä on velvollisuus myötävaikuttaa siihen, että sopimus siirtyy toimeksiannon kohteen toteutusta jatkavalle osapuolelle.

8.3.2

Tehtävä katsotaan päättyneeksi silloin, kun sovitut työt on suoritettu ja tehtävää koskeva aineisto on sopimuksen mukaisesti luovutettu tilaajalle.

Kokonaissuunnittelutehtävän tulos katsotaan luovutetuksi silloin, kun lopullinen suunnitelma on luovutettu tilaajan käyttöön. Lopullisten suunnitelmien luovuttamisen yhteydessä pidetään vastaanottotarkastus, jolloin todetaan suunnitelmien sopimuksenmukaisuus.

9 SOPIMUSASIAKIRJOJEN KESKINÄINEN JÄRJESTYS

9.1

Sopimusasiakirjat täydentävät toisiaan. Jos sopimusasiakirjoissa ilmenee toisiinsa nähden ristiriitaisia määräyksiä, on asiakirjojen määräysten keskinäinen pätevyysjärjestys seuraava:

- konsulttisopimus
- sopimuksessa eritelty liitteet
- nämä yleiset sopimusehdot
- ao. järjestöjen vahvistamat tehtävämäärittelyt
- muut asiakirjat sopimuksessa mainitussa järjestyksessä.

9.2

Sopijapuoli, joka huomaa sopimusasiakirjoissa sisällöltään ristiriitaisia määräyksiä, on velvollinen viipymättä ilmoittamaan niistä toiselle sopijapuolelle.

10 ERIMIELISYYDET JA NIIDEN RATKAISEMINEN

10.1 Sovellettava laki

Sopimukseen sovelletaan Suomen lakia.

10.2 Osapuolten väliset neuvottelut

Osapuolet pyrkivät ensisijaisesti sopimaan mahdolliset erimielisyydet suoraan tai nimeämiensä edustajien välityksellä.

10.3 Asiantuntijalausannon hankkiminen

Ellei sopijapuolten välisillä neuvotteluilla löydetä kohtuullisessa ajassa ratkaisua syntyneisiin riitakysymyksiin, sopijapuolten on pyrittävä yhteisesti hankkimaan asiantuntijalausunto sopivaksi katsomaltaan järjestöltä, järjestöjen väliseltä lautakunnalta tai muulta asiantuntijalta. Yhteisesti pyydetyn lausunnon kulut maksetaan puoliksi, ellei muuta ole sovittu.

10.4 Välimiesmenettely

Tästä sopimuksesta aiheutuvat riidat ratkaistaan lopullisesti välimiesmenettelyssä Keskuskaupakamarin välityslautakunnan nopeutettua välimiesmenettelyä (yksi välimies, tuomio 3 kuukaudessa) koskevien sääntöjen mukaisesti.

10.5 Yleinen alioikeus

Jos molemmat osapuolet niin sopivat on riita-asia jätettävä käräjäoikeuden ratkaistavaksi.

Oikeuspaikkana on vastaajan kotipaikan käräjäoikeus, tai rakennettavan kohteen sijaintipaikan käräjäoikeus, tai jos sijaintipaikka on maan rajojen ulkopuolella, Helsingin käräjäoikeus.

Toimeksiannon, jäljempänä projekti, suorituksesta laskutetaan työ kustannukset ja muut projektiin liittyvät kulut seuraavasti, ellei toisin ole sovittu:

1. Työkustannukset

Toimeksiantajaa laskutetaan projektiin käytetyn työajan perusteella tekijöiden veloitusluokkakohtaisilla tuntive-loitushinnoilla.

Ylityökorvaus laskutetaan työstä, joka on suoritettu nor-maalityöajan lisäksi.

2. Matkakulut

Matkakulut laskutetaan Pöyryn matkustussäännön mu-kaisesti.

3. Puhelin-, telex- ja telefaxkulut

Puhelin-, telex- ja telefaxkulut laskutetaan prosenttiosuu-tena työveloituksesta. Prosenttiosuus määritellään tarjo-uksessa tai sopimuksessa.

4. Kopiointikulut

Kopiontikustannukset laskutetaan prosenttiosuutena työ-veloituksesta. Prosenttiosuus määritellään tarjouksessa tai sopimuksessa. Erikseen sovittaessa kopiot voidaan laskuttaa myös erillisen kopiohinnaston mukaan.

5. Mittauslaitteikulut

Pöyryn omien laitteiden osalta laskutetaan erillisen hin-naston mukaan. Muualta vuokrattujen laitteiden osalta laskutetaan niistä aiheutuneet kulut.

6. ATK- ja CAD-kulut

ATK- ja CAD-kulut laskutetaan prosenttiosuutena työ-veloituksesta. Prosenttiosuus määritellään tarjouksessa tai sopimuksessa.

7. Muut kulut

Tällaisia muita laskutettavia kuluja ovat mm. projektin aiheuttamat välittömät kulut kuten erikoistarvikekulut, neuvotteluista aiheutuneet kulut, projektia koskevat lakisääteiset verot, rasitteet ja kulut, viranomaisten tar-kastus- ja lupamaksut, projektille otettujen vakuutusten, kuten esine- ja vastuuvakuutusten, maksut.

8. Laskutusvaluutta

Laskutusvaluuttana käytetään euroa. Laskutettavat ku-lut, jotka Pöyry on maksanut ulkomaan valuutoissa, laskutetaan euroissa käyttäen kulun syntymisajankohta-na voimassa olevaa valuuttakurssia.

9. Laskutustapa

Normaali laskutusväli on neljä viikkoa ja maksuaika 14 päivää. Viivästyskorko on Suomen Pankin vahvistama viitekorko lisättynä kymmenellä prosenttiyksiköllä.

Laskuissa kulut eritellään edellä mainittujen pääryhmi-en mukaan. Mikäli kuluja laskutetaan muulla tavoin kuin %-osuutena työlaskutuksesta, veloitetaan niistä käsittelykustannuksina 10 %:n käsittelypalkkio.

Päiväys 8.12.2017

Sivu 1 (3)

MATKAKUSTANNUSTEN VELOITUSPERUSTEET

1 YLEISTÄ

Tässä dokumentissa esitetyt hinnat ovat voimassa 2.1.2018 lähtien. Veloitettavat hinnat tarkistetaan vuosittain. Matkakustannusten veloitusperusteet pohjautuvat Pöyryn sisäiseen matkustussääntöön.

Matkaan, josta sen kestoajasta johtuen on tehty erillinen komennussopimus, sovelletaan ko. matkan osalta erikseen annettavia matkustusohjeita.

Matka on suunniteltava siten, että kokonaiskustannukset ja matkaan käytettävä aika huomioon ottaen on tarjolla olevista vaihtoehdoista edullisin.

2 MATKA-AIKA

Matkustukseen käytetty aika katsotaan alkavaksi silloin, kun henkilö lähtee toimipaikasta tai kotoa saapuakseen matkan kohteena olevaan työskentelypisteeseen tai majoituspaikkaan ja päinvastoin.

Lähtökohtaisesti työaikana (8 h/päivä) matkustukseen käytetty aika veloitetaan asiakkaalta toteutuneiden tuntien ja projektin tuntihiintojen mukaan. Myös normaalin työajan ulkopuolella matkustukseen käytetty aika veloitetaan toteutuneiden matkustustuntien ja projektin tuntihiintojen mukaan.

3 MATKAAN LIITTYVÄT ERILLISKORVAUKSET

Matkaliput ja majoituskulut (ilman ruokamaksuja) veloitetaan toteutuneen mukaan. Jos majoitus tapahtuu yksityisesti, veloitetaan majoituskuluina ilman tositetta enintään 12,00 EUR vuorokautta kohden.

Taksi- ja vuokrattujen autojen kulut veloitetaan toteutuneen mukaan.

Oman auton käytöstä veloitetaan 0,42 euron kilometrikorvaus. Lisämatkustajista veloitetaan 0,03 euroa/km. Puhelin-, valuutanvaihto- ja muut työhön suoraan liittyvät kulut veloitetaan toteutuneen mukaan.

Edellä mainittujen matkakulujen veloitukseen lisätään 5 prosentin laskutuslisä.

	22.01.2011/RKR	22.01.2011/JMSU	28.3.2011/ GOFI jory	28.03.2011/JMSU	Alkuperäinen kopio
Rev.	Päiväys/Laatija	Päiväys/Tarkastanut	Päiväys/Hyväksynyt	Päiväys/Julkaissut	Huomautukset
Rev 7	18.10.2017 / HR/K. Salminen	18.10.2017 / M. Riiho	18.10.2017 / M. Riiho	25.10.2017 / M. Riiho	Matka-ajan korvaus, tekstiä tarkistettu
Rev 8	8.12.2017/ P. Lampinen	11.12.2017/M.Riiho	11.12.2017/K.Salminen	11.12.2017/M.Riiho	Päivitetty 2018 veloitushinnat

4 **VAKUUTUKSET**

Pöyry ottaa tarpeelliset matkavakuutukset henkilöstölleen matkan ajaksi.

5 **PÄIVÄRAHAT**

Päivärahojen veloituksessa noudatetaan verohallituksen päätöksessä olevia verovapaita maksimimääriä (liite).

Matkavuorokausi on 24 h.

Mikäli palkansaaja jonakin matkavuorokautena saa ilmaisen tai matkalipun hintaan sisältyneen ruoan, päivärahan enimmäismäärä on puolet yllämainituista määristä. Ilmaisella ruoalla tarkoitetaan kokopäivärahan kysymyksessä ollen kahta ja osapäivärahan kysymyksessä ollen yhtä ilmaista ateriaa.

5.1 **Päivärahat Suomessa**

Työmatkan kesto aika

- | | |
|---|-------------------------|
| - yli 6 tuntia | 19,00 EUR osapäiväraha |
| - täysi matkavuorokausi tai yli 10 tuntia | 42,00 EUR kokopäiväraha |

Kun matkaan käytetty aika ylittää viimeisen täyden matkavuorokauden

- | | |
|------------------------|-----------|
| - vähintään 2 tunnilla | 19,00 EUR |
| - yli 6 tunnilla | 42,00 EUR |

5.2 **Päivärahat ulkomailla**

Työmatkan kesto aika

- alle 10 tuntia: maksu määräytyy kotimaan säännösten ja euromäärien mukaisesti
- täysi matkavuorokausi tai vähintään 10 tuntia: ulkomaan kokopäiväraha

Kun matkaan käytetty aika ylittää viimeisen täyden matkavuorokauden

- yli 2 tunnilla: ulkomaan puolipäiväraha
- yli 10 tunnilla: ulkomaan kokopäiväraha

6 **ATERIAKORVAUS**

Sellaisesta matkasta, josta ei tule suoritettavaksi päivärahaa, ja jolloin henkilöllä ei ole mahdollisuutta ruokailuun yhtiön henkilökunnan yleisesti käyttämissä ateriointipaikoissa, veloitetaan 10,50 euron suuruinen ateriakorvaus.

Ulkomaan päivärahat 2018

Maa tai alue	EUR				
Afganistan	50	Itävalta	64	Papua-Uusi-Guinea	58
Alankomaat	66	Jamaika	49	Paraguay	34
Albania	57	Japani	72	Peru	57
Algeria	64	Jemen	59	Portugali	61
Andorra	59	Jordania	71	Puerto Rico	54
Angola	86	Kambodža	53	Puola	56
Antigua ja Barbuda	73	Kamerun	49	Qatar	68
Arabiemiirikunnat	70	Kanada	68	Ranska	67
Argentiina	31	Kanarian saaret	61	Romania	54
Armenia	50	Kap Verde	42	Ruanda	36
Aruba	50	Kazakstan	43	Ruotsi	64
Australia	70	Kenia	65	Saint Kitts ja Nevis	60
Azerbaidžan	49	Keski-Afrikan tasavalta	86	Saint Lucia	66
Azorit	60	Kiina	65	Saint Vincent ja Grenadiinit	66
Bahama	70	Hongkong	68	Saksa	62
Bahrain	70	Kirgisia	43	Salomonsaaret	53
Bangladesh	56	Kolumbia	55	Sambia	74
Barbados	60	Komorit	40	Samoa	50
Belgia	63	Kongo (Kongo-Brazzaville)	54	San Marino	58
Belize	45	Kongon demokraattinen tasavalta		São Tomé ja Príncipe	66
Benin	43	(Kongo-Kinshasa)	42	Saudi-Arabia	66
Bermuda	70	Korean demokraattinen		Senegal	50
Bhutan	43	kansantasavalta (Pohjois-Korea)	62	Serbia	58
Bolivia	38	Korean tasavalta (Etelä-Korea)	81	Seychellit	64
Bosnia ja Hertsegovina	50	Kosovo	48	Sierra Leone	43
Botswana	41	Kreikka	59	Singapore	66
Brasilia	71	Kroatia	60	Slovakia	58
Britannia	61	Kuuba	58	Slovenia	58
Lontoo ja Edinburgh	64	Kuwait	68	Somalia	60
Brunei	39	Kypros	61	Sri Lanka	44
Bulgaria	52	Laos	47	Sudan	69
Burkina Faso	38	Latvia	52	Suriname	57
Burundi	47	Lesotho	38	Swazimaa	37
Chile	53	Libanon	67	Sveitsi	73
Cookinsaaret	68	Liberia	43	Syyria	37
Costa Rica	49	Libya	55	Tadžikistan	36
Curaçao	46	Liechtenstein	65	Taiwan	61
Djibouti	65	Liettua	51	Tansania	44
Dominica	52	Luxemburg	65	Tanska	69
Dominikaaninen tasavalta	56	Madagaskar	40	Thaimaa	58
Ecuador	55	Madeira	59	Togo	52
Egypti	36	Makedonia	52	Tonga	44
El Salvador	47	Malawi	50	Trinidad ja Tobago	67
Eritrea	58	Malediivit	61	Tšad	52
Espanja	63	Malesia	48	Tšekki	59
Etelä-Afrikka	48	Mali	41	Tunisia	47
Etelä-Sudan	72	Malta	63	Turkki	52
Etiopia	48	Marokko	62	Istanbul	54
Fidži	48	Marshallinsaaret	57	Turkmenistan	62
Filippiinit	53	Martinique	52	Uganda	37
Färssaaret	54	Mauritania	42	Ukraina	50
Gabon	77	Mauritius	54	Unkari	56
Gambia	38	Meksiko	53	Uruguay	54
Georgia	44	Mikronesia	49	Uusi-Seelanti	69
Ghana	49	Moldova	48	Uzbekistan	27
Grenada	61	Monaco	82	Valko-Venäjä	44
Grönlanti	55	Mongolia	36	Vanuatu	58
Guadeloupe	50	Montenegro	55	Venezuela	86
Guatemala	59	Mosambik	41	Venäjä	60
Guinea	51	Myanmar (Burma)	55	Moskova	75
Guinea-Bissau	37	Namibia	37	Pietari	69
Guyana	40	Neitsytmaat (USA)	47	Vietnam	55
Haiti	54	Nepal	44	Viro	53
Honduras	42	Nicaragua	40	Yhdysvallat	66
Indonesia	48	Niger	46	New York, Los Angeles,	
Intia	49	Nigeria	62	Washington	72
Irak	62	Norja	71	Zimbabwe	49
Iran	48	Norsunluurannikko	72	Maa, jota ei ole erikseen mainittu	45
Irlanti	66	Oman	64		
Islanti	79	Pakistan	39		
Israel	77	Palau	72		
Italia	65	Palestiinalaisalue	68		
Itä-Timor	47	Panama	54		

CURRICULUM VITAE

Pekka Ruohonen Department Manager



Proposed Position:

Pekka Ruohonen joined Pöyry originally in 2010 and again in 2017. He works as a Department manager in Power Plant Technology. The projects he is involved in deal with energy efficiency and operational improvements of power plants, power plant guarantees and guarantee tests, feasibility studies, and technical consulting. Previously, he has carried out dozens of energy audits for power plants and different industrial fields, and has worked in academic research and published several articles in scientific journals and conferences.

Years within the firm: less than 1 year.

In Profession Since:

KEY EXPERTISE

Operational improvement of power plants
Power plant guarantee tests
Energy efficiency projects
Pinch analysis
Modelling and simulation

EDUCATION

Doctor of Science (Tech), Energy Technology, Aalto University School of Engineering, 2010-2015

Licentiate (Tech), Energy Economics and Power Plant Engineering, Aalto University School of Science and Technology, 2007-2010

Master of Science (Tech), Industrial Energy Engineering, Helsinki University of Technology, 2000-2007

Higher Education Pedagogy (YOOP) program, 09.2008-05.2009

Qualified Energy Auditor: Energy Authority

Qualified Energy Auditor: Motiva (L)

Language Skills	(1 to 5, 5 = excellent)		
	reading (1-5)	speaking (1-5)	writing (1-5)
English	5	4	4
Swedish	4	3	3
Finnish	Native		

WORK EXPERIENCE

Dates	10.2017-present
Company	Pöyry Finland Oy
Position	Department Manager
Description	Power Plant Technology
Dates	08.2014-10.2017
Company	Vapo Oy
Position	Special Adviser
Description	Performance improvement of power plants
Dates	05.2013-12.2016
Company	Metropolia
Position	Part time lecturer
Description	Power plant engineering, Energy economics
Dates	03.2010-12.2016

CURRICULUM VITAE

Company	Aalto University
Position	Part time lecturer
Description	Pinch Analysis, Industrial Energy Engineering
Dates	03.2010-08.2014
Company	Pöyry Finland Oy
Position	Adviser
Description	Performance and Measurement Services
Dates	06.2006-03.2010
Company	Helsinki University of Technology
Position	Research Scientist
Description	Industrial Energy Engineering
International Experience	Sweden (02.2008-05.2008)

PROJECT EXPERIENCE

Technical Due Diligence, Turkey

Position	Project manager
Project Period	02.2018-ongoing
Client	Confidential
Financing Company	Confidential

Guarantee test, Finland

Position	Field test leader, turbine
Project Period	01.2018-ongoing
Client	UPM
Financing Company	Guarantee test of a steam turbine

Feasibility study, Ukraine

Position	Project manager
Project Period	12.2017-ongoing
Client	Confidential
Financing Company	Feasibility study for a Waste to Energy plant

Boiler procurement, Finland

Position	Project manager
Project Period	10.2017-ongoing
Client	Pudasjärven Lämpö Oy
Financing Company	Technical Consulting

Guarantee test, Sweden

Position	Field test leader, turbine test
Project Period	10.2017-ongoing
Client	Fortum Värme samägt med Stockholms Stad
Financing Company	Guarantee test of a steam turbine

Industrial energy audit, Finland

Position	Adviser
Project Period	08.2013-ongoing

CURRICULUM VITAE

Client Paroc Group
 Financing Company
 Energy auditing for a mineral wool insulation plant

Conceptual engineering, Belgium

Position Adviser, boiler and fuel handling
 Project Period 02.2018-02.2018
 Client Belgian Eco Energy
 Financing Company
 Conceptual engineering and EPC inquiry assistance

Performance test, Finland

Position Field test leader, turbine test
 Project Period 10.2017-11.2017
 Client Tampereen Sähkölaitos
 Financing Company
 Revision measurement

Guarantee test, Finland

Position Test engineer
 Project Period 04.2014-06.2014
 Client Vantaan Energia
 Financing Company
 Guarantee test of a Waste to Energy plant

Industrial energy audit, Sweden

Position Project manager
 Project Period 02.2014-05.2014
 Client Paroc Sweden
 Financing Company
 Energy auditing for a mineral wool insulation plant

Guarantee test, Sweden

Position Field test leader, turbine test
 Project Period 12.2013-05.2014
 Client Fortum Brista
 Financing Company
 Guarantee test of a steam turbine and a waste boiler

Industrial energy audit, Poland

Position Adviser
 Project Period 11.2013-05.2014
 Client Paroc Polska
 Financing Company
 Energy auditing for a mineral wool insulation plant

Guarantee test, Latvia

Position Test engineer
 Project Period 01.2014-03.2014
 Client Fortum Jelgava
 Financing Company
 Guarantee test of a steam turbine and a biomass boiler

Guarantee test, Finland

CURRICULUM VITAE

Position Test engineer
 Project Period 11.2013-01.2014
 Client Fortum Järvenpää
 Financing Company
 Guarantee test of a steam turbine and a biomass boiler

Guarantee test, Lithuania

Position Field test leader, turbine test
 Project Period 09.2013-12.2013
 Client Fortum Klaipeda
 Financing Company
 Guarantee test of a steam turbine and a waste boiler

Performance test, Finland

Position Test engineer
 Project Period 11.2013-11.2013
 Client TOVO
 Financing Company
 Performance test of a steam turbine

Industrial energy audit, Finland

Position Adviser
 Project Period 08.2013-10.2013
 Client Kiihto Oy
 Financing Company
 Energy auditing for a chemical plant

Performance test, Finland

Position Test engineer
 Project Period 09.2013-09.2013
 Client Alholmens Kraft
 Financing Company
 Performance test of a steam turbine after revision

Guarantee test, Latvia

Position Test Engineer
 Project Period 06.2013-06.2013
 Client Granul Invest
 Financing Company
 Guarantee test of a bio mass boiler and a steam turbine

Guarantee test, Estonia

Position Test Engineer
 Project Period 06.2013-06.2013
 Client Granul Invest
 Financing Company
 Guarantee test of a bio mass boiler and a steam turbine

Performance test, Finland

Position Test Engineer
 Project Period 05.2013-06.2013
 Client Seinäjoen voima

CURRICULUM VITAE

Financing Company
Condition monitoring test for a steam turbine before revision

Industrial energy audit, United Kingdom

Position Project Manager
Project Period 08.2012-04.2013
Client Confidential
Financing Company
3 sites

OE Implementation, Finland

Position Adviser
Project Period 11.2012-02.2013
Client Vapo Timber
Financing Company
Operational Excellence Implementation for three saw mills

Power plant audit model, Finland

Position Adviser
Project Period 10.2012-02.2013
Client Motiva Oy
Financing Company
Development of a two phase audit model for power plants

Flow modelling, Finland

Position Adviser
Project Period 10.2012-12.2012
Client Porin Prosessivoima
Financing Company
Modelling of Pyroflow boiler for emission calculations

Power plant energy audit, Pakistan

Position Adviser
Project Period 03.2012-06.2012
Client Packages Ltd
Financing Company
Power plant of a pulp and paper mill

Industrial energy audit, Netherlands

Position Project Manager
Project Period 01.2012-06.2012
Client Confidential
Financing Company
3 sites

Industrial energy audit, Norway

Position Adviser
Project Period 11.2011-04.2012
Client Confidential
Financing Company
2 sites

Industrial and power plant energy audits, Finland

CURRICULUM VITAE

Position Adviser
 Project Period 11.2011-03.2012
 Client Ekokem
 Financing Company
 Energy auditing for a hazardous waste treatment plant

Industrial energy audit, France

Position Adviser
 Project Period 10.2011-03.2012
 Client Confidential
 Financing Company
 1 site

Pinch analysis, Finland

Position Adviser
 Project Period 04.2011-10.2011
 Client STX Europe
 Financing Company
 Pinch analysis of a cruiser ship

Industrial energy audit, Finland

Position Adviser
 Project Period 02.2011-08.2011
 Client Sacotec Oy
 Financing Company
 Energy auditing for a precision foundry

Industrial energy audit, Finland

Position Adviser
 Project Period 02.2011-08.2011
 Client ABB Oy
 Financing Company
 Energy auditing for a power systems factory

Balas modelling, Finland

Position Project Manager
 Project Period 03.2011-05.2011
 Client Valtra Oy
 Financing Company
 Modelling of a painting line using Balas simulation software

Validation of simulation programs, Finland

Position Project Manager
 Project Period 03.2011-04.2011
 Client Fläkt Woods Oy
 Financing Company
 Validation of design and simulation programs by field measurements

Industrial energy audit, Italy

Position Adviser
 Project Period 05.2010-02.2011
 Client Confidential
 Financing Company

CURRICULUM VITAE

1 site

Power plant energy audit, Finland

Position Adviser
 Project Period 05.2010-01.2011
 Client Pori Energia Oy
 Financing Company
 Energy audit for Aittaluoto power plant

Industrial energy audit, Finland

Position Adviser
 Project Period 04.2010-08.2010
 Client Valmet Automotive
 Financing Company
 Energy auditing for a premium vehicle manufacturing plant

Industrial energy audit, Finland

Position Adviser
 Project Period 04.2010-08.2010
 Client Oy Sinebrychoff Ab
 Financing Company
 Energy auditing for a brewery and beverage plant

Industrial energy audit, Finland

Position Adviser
 Project Period 04.2010-06.2010
 Client Metso Paper Oy
 Financing Company
 Energy auditing for a machine shop

PUBLICATIONS AND PRESENTATIONS

- | | |
|------|--|
| 2015 | Ruohonen P., Pinch analysis focused on secondary heat – How to include multi phase flows by using advanced composite curves. Doctoral dissertation. Aalto University publication series 110/2015. ISBN 978-952-60-6322-5 |
| 2012 | Ruohonen P., New examples for a novel approach for including multi phase flows into pinch analysis, Presented in PRES 2012 the 15th International Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction, 26-29 August 2012, Prague, Czech Republic |
| 2012 | Holmberg H, Ruohonen P and Ahtila P., Determination of the real loss of power for a condensing and a backpressure turbine by means of second law analysis. Entropy 2009, Vol. 11, pp. 702-712 |
| 2012 | Ruohonen P., Hippinen I., Tuomaala M. and Ahtila P., Analysis of alternative secondary heat uses to improve energy efficiency - Case: a Finnish mechanical pulp and paper mill. Resources, Conservation & Recycling, Vol. 54, Issue 5, pp. 326-335 |
| 2011 | Jönsson J., Ruohonen P, Michel G. and Berntsson T., The potential for steam savings and implementation of different biorefinery concepts in Scandinavian integrated TMP and paper mills, Applied Thermal Engineering, 2011, http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2011.03.001 |
| 2011 | Ruohonen P. and Sivill L., A Novel Approach for Including Multi Phase Flows into Pinch Analysis – The heat Exchange Limits Estimated by the Advanced Composite Curves, Chemical Engineering Transactions, Vol 25, pp. 557-562, 2011, Presented in PRES 2011 the 14th International Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction, 8-11 May 2011, Florence, Italy |

CURRICULUM VITAE

- 2010 Hippinen I., Ruohonen P., Sivill L., Federley J., Hakala J., Manninen J. and Ahtila P., Methods for Industry to Measure and Improve the Energy Efficiency of Utility Systems, PRES 2010, Chemical Engineering Transactions, Vol 21, pp. 349-354, 2010, DOI: 10.3303/CET1021059
- 2010 Kontu K. , Ruohonen P, Hippinen I. and Ahtila P., The Effect of Choice of Utility Systems on Primary Energy Consumption - Case: Press and Drying Sections of a Paper Machine, PRES 2010, Chemical Engineering Transactions, Vol 21, pp. 547-552, 2010, DOI: 10.3303/CET1021092
- 2010 Jönsson J., Ruohonen P. and Berntsson T., Increased Thermal Efficiency in Scandinavian Tmp Mills – Analysing the Potential for Steam Savings Using the Heat Load Model for Pulp and Paper (HLMPP), PRES 2010, Chemical Engineering Transactions, Vol 21, pp.535-540, 2010, DOI: 10.3303/CET1021090
- 2010 Ruohonen P., Hakala J. and Ahtila P., Analysis of an operating TMP mill using advanced composite curves and Heat Load Model for Pulp and Paper, PRES 2010, Chemical Engineering Transactions, Vol 21, pp. 541-546, 2010, DOI: 10.3303/CET1021091
- 2010 Holmberg H., Ruohonen P. and Federley J. Application of the effective heat absorbing and emitting temperatures to determining power losses of industrial processes. ECOS 2010 23rd international conference on efficiency, cost, optimization, simulation and environmental impact of energy systems, 14. – 17. 6. 2010, Lausanne, Switzerland
- 2010 Ruohonen P. and Ahtila P., Analysis of a mechanical pulp and paper mill using advanced composite curves. Applied Thermal Engineering Vol. 30, Issues 6-7, pp. 649-657
- 2009 Ruohonen P. and Ahtila P., Analysis of a thermo mechanical pulp and paper mill using advanced composite curves, ECOS 2009 22nd international conference on efficiency, cost, optimization, simulation and environmental impact of energy systems, 31st August to 4th September 2009, Foz do Iguassu, Brazil
- 2009 Ruohonen P., Hakala J. and Ahtila P., Testing of heat load model for pulp and paper in two TMP cases, PRES 09, the 12th International Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction, 11-14.5.2009, Rome. Chemical Engineering Transactions, Vol. 18, pp. 433-438
- 2009 Hippinen I., Ruohonen P., Nousiainen T., Hakala J., Manninen J., Soderman J., Aittomaki A., Makinen A. and Ahtila P., Optimisation of the cooling systems in industry in CHP production, PRES 09, the 12th International Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction, 11-14.5.2009, Rome. Chemical Engineering Transactions, Vol. 18, pp. 415-420
- 2009 Holmberg H., Ruohonen P. and Ahtila P., Determination of the real power loss for a steam turbine, PRES 09, the 12th International Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction, 11-14.5.2009, Rome. Chemical Engineering Transactions, Vol. 18, pp. 379-384
- 2009 Ruohonen P., Nousiainen T., Hippinen I. and Ahtila P. Possibilities of industrial trigeneration – two illustrative cases, ECEME1 5 The 5th European Conference on Economics and Management of Energy in Industry, 14-17.4.2009 Vilamoura Algarve Portugal
- 2008 Ruohonen P., Tuomaala M., Hippinen I. and Ahtila P., Analysis of alternative secondary heat uses to improve energy efficiency – Case: mechanical pulp and paper mill, PRES08, the 11th International Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction, 24-28.8.2008, Prague
- 2008 Hakala J., Manninen J. and Ruohonen P., Generic tool for screening energy saving potential in pulp and paper industry, PRES 08, the 11th International Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction, 24-28.8.2008, Prague

OTHER SKILLS

Valmet DNA

CURRICULUM VITAE

Raine Jokinen Project Engineer



Mr Jokinen started working with measurement service projects in December 2014 as a project engineer and as a project manager, concentrating mainly on turbine performance testing. In addition to measurement projects, he has been developing calculation and simulation programs for steam and gas turbines and related power plant processes. During his brief academic career, which preceded his time at Pöyry, he developed a solid knowledge base in computational problem solving.

KEY EXPERTISE

Performance testing of steam and gas turbines.
Condition evaluation of turbine plants.
Performance testing of boilers and flue gas scrubbers.

EDUCATION

Master of Science (Technology) in Chemical Engineering. Major: Process systems engineering, Minor: Industrial economy, Åbo Akademi University, 2011-2012

Bachelor of Science (Technology) in Chemical Engineering. Major: Process systems engineering, Åbo Akademi University, 2006-2011

National Occupational Safety Card

Language skills	(1 to 5, 5 = excellent)		
	reading (1-5)	speaking (1-5)	writing (1-5)
English	5	5	5
German	3	4	4
Finnish	Native		
Swedish	Native		

WORK EXPERIENCE

Dates	12/2014-present
Company	Pöyry Finland Oy
Position	Project Engineer
Description	Engineering and project management for projects in measurement services, mainly turbine performance tests.
Dates	10/2012-10/2014
Company	Åbo Akademi University / Thermal and Flow Engineering Laboratory
Position	Researcher / PhD-student
Description	Researched the integration of LNG to the Finnish industry by means of optimization.

CURRICULUM VITAE

PROJECT EXPERIENCE

Guarantee test of boiler retrofit, Finland

Position Project Manager
 Project period 01/2018-03/2018
 Client Mäntän Energia Oy
 Guarantee tests of a CFB boiler retrofit and gas condenser

Guarantee test of steam turbine retrofit, Finland

Position Test Leader
 Project period 04/2017-01/2018
 Client Vaskiluodon Voima Oy
 Guarantee test of a LP steam turbine retrofit before and after the retrofit

Performance test of a steam turbine, Finland

Position Test Leader
 Project period 01/2017-03/2017
 Client Sappi Finland Oy
 Performance test of a steam turbine before revision

Performance test of a steam turbine, Finland

Position Project Manager
 Project period 11/2016-02/2017
 Client Kaukaan Voima Oy
 Performance test of a steam turbine after revision.

Guarantee tests of steam turbine and boiler., Hungary

Position Project Manager
 Project period 09/2016-01/2017
 Client Hambureger Hungaria Kft
 Guarantee tests of a 45 MW steam turbine and a 170 MW CFB boiler.

Performance test of a steam turbine, Finland

Position Project Manager
 Project period 04/2016-01/2017
 Client Tornion Voima Oy
 Performance test of a 75 MW steam turbine before and after turbine revision.

Performance test of a steam turbine, Finland

Position Project Manager
 Project period 03/2016-12/2016
 Client Porin Prosessivoima Oy
 Performance test of a 80 MW steam turbine before and after turbine revision.

Performance test of a steam turbine, Finland

Position Project Manager
 Project period 03/2016-11/2016
 Client Helen Oy
 Performance test of a 170 MW steam turbine before and after turbine revision.

Guarantee test of a steam turbine, Finland

Position Project Manager

CURRICULUM VITAE

Project period 06/2016-08/2016
 Client Raahen Voima Oy
 Guarantee test of a 90 MW steam turbine.

Guarantee test of a CFB boiler, Finland

Position Project Engineer
 Project period 01/2016-06/2016
 Client Sappi Finland Oy
 Guarantee test of a 100 MW CFB boiler.

Performance test of a steam turbine, Finland

Position Project Manager
 Project period 04/2016-05/2016
 Client Vaskiluodon Voima Oy
 Performance test of a 250 MW steam turbine.

Guarantee test of a flue gas condensation plant, Finland

Position Project Manager
 Project period 02/2016-05/2016
 Client Vapo Oy
 Guarantee test of a flue gas condensation plant.

Guarantee test of a flue gas condensation plant, Finland

Position Test Leader
 Project period 02/2016-05/2016
 Client Kuopion Energia Oy
 Guarantee test of a flue gas condensation plant for a 220 MWth fluidized bed boiler.

Performance test of a steam turbine, Finland

Position Project Manager
 Project period 01/2016-03/2016
 Client Jyväskylän Energiatuotanto Oy
 Performance test of a 80 MW steam turbine.

Performance test of a gas turbine, Finland

Position Project Manager
 Project period 12/2015-01/2016
 Client Vantaan Energia Oy
 Performance test of a 60 MW gas turbine and a connected heat recovery steam generator.

Performance test of a steam turbine, Finland

Position Project Manager
 Project period 12/2015-01/2016
 Client Vantaan Energia Oy
 Performance test of a 70 MW steam turbine.

Performance test of a steam turbine, Finland

Position Project Manager
 Project period 11/2015-12/2015
 Client UPM-Kymmene Oyj
 Performance test of a steam turbine after revision.

CURRICULUM VITAE

Guarantee test of a flue gas condensation plant, Finland

Position Project Engineer
 Project period 04/2015-05/2015
 Client Vapo Oy
 Guarantee test of a flue gas condensation plant for a 38 MWth fluidized bed boiler.

Performance test of a steam turbine, Finland

Position Project Manager
 Project period 03/2015-05/2015
 Client Vapo Oy
 Performance test of a 17 MW steam turbine.

Performance test of a steam turbine, Finland

Position Project Manager
 Project period 03/2015-05/2015
 Client Oulun Energia
 Performance test of a 120 MW steam turbine

Performance test of a steam turbine, Finland

Position Project Manager
 Project period 03/2015-05/2015
 Client UPM-Kymmene Oyj
 Performance test of a 76 MW steam turbine.

Guarantee test of a flue gas condensation plant, Finland

Position Project Engineer
 Project period 02/2015-03/2015
 Client Vapo Oy
 Guarantee test of a flue gas condensation plant for a 66 MWth fluidized bed boiler.

Performance test of a steam turbine, Finland

Position Project Engineer
 Project period 01/2015-02/2015
 Client Vapo Oy
 Performance test of a 3.2 MW steam turbine.

Performance test of a gas turbine, Finland

Position Project Engineer
 Project period 12/2014-01/2015
 Client SAPPI Oy
 Performance test of a 75 MW gas turbine.

OTHER SKILLS

Good knowledge in technical computing programs, especially MATLAB.

**KTR: Sularännien materiaalianalyysi,
VTT – tarjous/tutkimussuunnitelma 6.6.2018**

6.6.2017

1 (3)

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

SULARÄNNIEN MATERIAALIANALYYSI

Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoudumme tekemään alla olevan tutkimussuunnitelman mukaisesti sularännien materiaalianalyseja.

Tutkimuksen sisältö

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää sularännien vaurioitumismekanismeja metallurgisin keinoin.

Osio A, neljä (4) sularänniä; kaksi vaurioitunutta ja kaksi uutta/hyvin säilynyttä:

- Vauriomekanismin selvitys kahdesta eri materiaalista valmistetuista sularänneistä
- Vaurioituneiden kohtien vertailu samasta materiaalista valmistettuun uuteen tai mahdollisimman hyväkuntoiseen sularänniin
- Vauriokohdan/kohtien lisäksi jokaisesta sularännistä tutkitaan kriittiseksi koetut kohdat:
 - o sulakouru
 - o sularännin alapää
 - o sularännin yläpää
- Raportointi

Osio B, kaksi (2) sularänniä; yksi vaurioitunut ja yksi uusi/hyväkuntoinen:

- Vauriomekanismin selvitys sularännistä
- Vaurioituneiden kohtien vertailu samasta materiaalista valmistettuun uuteen tai mahdollisimman hyväkuntoiseen sularänniin
- Vauriokohdan/kohtien lisäksi jokaisesta sularännistä tutkitaan kriittiseksi koetut kohdat:
 - o sulakouru
 - o sularännin alapää
 - o sularännin yläpää
- Raportointi

Osio C:

- Osioiden (Osio A + x*Osio B) tulosten yhteenveto ja juurisyyn selvitys yhdessä soodakattilayhdistyksen ja kattilakäyttäjien kanssa

Hinta ja laskutus

Osion A (4 sularänniä, 2 vaurioitunutta sekä 2 uutta/hyvin säilynyttä) hinta 9 800 €

Osion B (2 sularänniä, 1 vaurioitunut sekä 1 uusi/hyvin säilynyt) hinta 4 600 €

Osion C hinta 4 000 €

6.6.2017

2 (3)

Hintaan lisätään kulloinkin voimassa oleva arvonlisävero sekä mahdolliset ulkomaiset verot ja viranomaismaksut.

Työ laskutetaan osioittain, kun ko. osion raportti on toimitettu asiakkaalle.

Lisäksi veloitetaan matka- ja majoituskustannukset sekä päivärahat valtion matkustussäännön mukaisesti.

- Maksuehdot** Maksuehto on 21 päivää laskun päiväyksestä. Viivästyskorko on korkolain mukainen.
- Aikataulu** Osio A; toteutetaan 6 viikon kuluessa näytteiden saapumisesta ja tilauksesta, ottaen huomioon Suomen lomakaudet
- Osio B; toteutetaan 5 viikon kuluessa näytteiden saapumisesta ja tilauksesta, ottaen huomioon Suomen lomakaudet
- Osio C raportoidaan 2 viikon kuluessa kaiken tarvittavan tiedon saapumisesta, mukaan lukien keskustelut osallistuvien kattilavalmistajien ja käyttäjien kanssa.
- Raportointi** Tulokset raportoidaan VTT:n asiakasraporttina.
- Muut ehdot** VTT:llä on oikeus mainita toimeksiannon ja toimeksiantajan nimet referenssinään.
- Tätä tarjousta tai sen sisältämiä tietoja saa hyödyntää vain VTT:n ja tarjouksen saajan välisessä suhteessa. Tämän tarjouksen osittainenkin kopioiminen, muuttaminen, edelleen luovuttaminen 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:
Sanni Yli-Olli
Puh. 020 722 6842
Sähköposti: sanni.yli-olli@vtt.fi
- 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



Satu Tuurna
Tiiminvetäjä



TARJOUS
LUOTTAMUKSELLINEN

Nro VTT-CRM-153080-17

6.6.2017

3 (3)

LIITTEET

1

VTT yleiset sopimusehdot

Hyväksyminen

Hyväksymme yllä olevan tarjouksen ja teemme tarjouksen mukaisen tilauksen:

VTT:N YLEISET SOPIMUSEHDOT 1.4.2016**1. SOVELTAMISALA**

- 1.1 Näitä VTT:n yleisiä sopimusehtoja (jäljempänä Sopimusehdot) sovelletaan osana Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n (jäljempänä VTT) ja VTT:n asiakkaan (jäljempänä Asiakas) välistä toimeksiantosopimusta (VTT ja Asiakas jäljempänä erikseen Sopijapuoli ja yhdessä Sopijapuolet), jolla Sopijapuolet sopivat VTT:n tekemästä työstä tai tuottamasta palvelusta (jäljempänä Toimeksianto).
- 1.2 VTT Groupiin katsotaan kuuluvaksi VTT sekä organisaatiot, joissa VTT käyttää välitöntä tai välillistä määräysvaltaa.
- 1.3 Tarjous, johon Sopimusehdot on liitetty, on voimassa yhden (1) kuukauden tarjouksen päiväyksestä.
- 1.4 Toimeksiannosta johtuvia oikeuksia tai velvollisuuksia ei voida siirtää kolmannelle osapuolelle ilman toisen Sopijapuolen suostumusta.
- 1.5 Sopijapuolet voivat sopia kirjallisesti näiden ehtojen yksittäisten määräysten muuttamisesta tai poissulkemisesta.
- 1.6 Mikäli Toimeksiantoon liittyvät sopimusasiakirjat (jäljempänä Sopimus) ovat sisällöltään ristiriitaisia, on niiden pätevyysjärjestys seuraava: 1) toimeksiantosopimus, 2) tilausvahvistus, 3) tarjous, 4) tilaus, 5) Sopimusehdot ja 6) tarjouspyyntö. Mikäli VTT saa Toimeksiannon suorittamista varten rahoitusta Asiakkaan lisäksi joltakin kolmannelta taholta (kuten Tekes, Suomen Akatemia, EU tms.), sovelletaan rahoitukselle annettuja rahoitusehtoja ensisijaisesti suhteessa Sopimukseen.

2. YHTEISTOIMINTAORGANISAATIO

- 2.1 Sopijapuolet nimittävät Toimeksiantoa varten omat vastuuhenkilönsä. Vastuuhenkilön muutoksesta on ilmoitettava toiselle Sopijapuolelle.
- 2.2 Mikäli Sopimuksen mukaan Toimeksiantoa ohjaa johtoryhmä (tai vastaava Sopijapuolten edustajista koostuva ohjaava elin), silloin kumpikin Sopijapuoli nimeää johtoryhmään saman verran edustajia.
- 2.3 Johtoryhmän tehtävänä on käsitellä Toimeksiantoa koskevia asioita sekä erityisesti valvoa ja ohjata Toimeksiannon toteuttamista Sopimuksen rajaamissa puitteissa. Tätä varten johtoryhmä:
- täsmentää Toimeksiannolle asetetut tavoitteet ja hyväksyy Toimeksiantoa koskevat suunnitelmat,
 - käsittelee projektisuunnitelman tarkistukset ja muutokset sekä tarvittaessa esittelee ne Sopijapuolten hyväksyttäväksi,
 - valvoo Toimeksiannon edistymistä ja tukee projektipäällikön toimintaa,
 - hyväksyy Tulokset ja toteaa Toimeksiannon loppuun suoritetuksi
- 2.4 Johtoryhmä ei voi tehdä muutoksia Sopimukseen, ellei Sopijapuolten kesken siitä erikseen kirjallisesti sovita.

3. VELOITUS

- 3.1 Sopimuksessa sovitaan Toimeksiannon veloituksista. Hinta ilmaistaan euroina.
- 3.2 Arvonlisävero sekä mahdolliset ulkomaiset verot ja viranomaismaksut lisätään sovitettuun hintaan.
- 3.3 Mikäli Toimeksiannon tavoitetta tai aikataulua muutetaan, taikka Sopimuksen voimassaoloaikana tapahtuu Asiakkaan ja VTT:n yhteisesti toteamia olennaisia kustannustason muutoksia, tarkistetaan veloitusta vastaavasti ko. muutoksen ajankohdasta lukien.
- 3.4 Ellei laskutusaikataulusta ole muuta kirjallisesti sovittu, VTT laskuttaa sovitun hinnan Toimeksiannon aikataulua vastaavissa kuukausierissä.
- 3.5 VTT:llä on oikeus pitää hallussaan Tulokset, kunnes Toimeksianto on kokonaan maksettu.
- 3.6 Maksu on suoritettava 21 päivän kuluessa laskun päiväyksestä. Viivästyskorko on voimassaolevan korkolain (20.8.1982/633) mukainen viivästyskorko. Laskuun lisätään mahdolliset perintäkulut. Laskun huomautusaika on 8 päivää laskun päiväyksestä.

4. LUOTTAMUKSELLISUUS

- 4.1 "Salassapidettävällä Tiedolla" tarkoitetaan kaikkea tietoa (mukaan lukien tietämys, tietotaito, liikesalaisuudet, teknologinen tai kaupallinen tieto, laitteet ja ohjelmistot (mukaan lukien lähdekoodi) riippumatta siitä ovatko ne suojattuja tai voitaisiinko niitä suojata tekijänoikeudella, patentilla, tavaramerkillä tai muulla immateriaalioikeudella), joka liittyy Toimeksiantoon ja jonka tietoa luovuttava Sopijapuoli (jäljempänä Luovuttava Sopijapuoli) on luovuttanut (tai jonka puolesta luovutus on tehty) tietoa vastaanottavalle Sopijapuolelle (jäljempänä Vastaanottava Sopijapuoli) riippumatta tiedon luovutuksen tavasta (mukaan lukien kirjallinen, suullinen, elektroninen tai havainnoimalla tapahtunut luovutus). Vastaanottava Sopijapuoli sitoutuu pitämään Salassapidettävän Tiedon salassa ja olemaan luovuttamatta sitä kolmansille ilman Luovuttavalta Sopijapuolelta saatua etukäteistä kirjallista suostumusta. Vastaanottavalla Sopijapuolella on oikeus käyttää Salassapidettävää Tietoa ainoastaan Toimeksiantoon liittyvien tehtävien, sekä Sopimuksesta johtuvien oikeuksiensa ja velvollisuuksiensa toteuttamiseen.

- 4.2 Luovutettua tietoa ei katsota Salassapidettäväksi Tiedoksi siltä osin, kun Vastaanottava Sopijapuoli pystyy näyttämään toteen, että:

- a) tieto on ollut tai tulee julkiseksi tai muutoin yleisesti saataville ilman tämän Sopimuksen rikkomista; tai
- b) tieto on jo Vastaanottavan Sopijapuolen tiedossa tiedon luovutuksen hetkellä; tai
- c) Vastaanottava Sopijapuoli on laillisesti saanut tiedon kolmannelta osapuolelta ilman salassapitovelvoitteita; tai
- d) Vastaanottava Sopijapuoli on kehittänyt tiedon ilman Salassapidettävän Tiedon käyttämistä.

Mikäli Vastaanottava Sopijapuoli velvoitetaan hallinnollisen tai juridisen määräyksen tai päätöksen perusteella luovuttamaan Salassapidettävää Tietoa, Vastaanottavalla Sopijapuolella on oikeus tehdä luovutus, edellyttäen että se ilmoittaa lainsäädännön sallimissa tilanteissa luovutuksesta etukäteen Luovuttavalle Sopijapuolelle ja antaa Luovuttavalle Sopijapuolelle mahdollisuuden turvautua tarpeellisiin vastakeinoin Salassapidettävän Tiedon suojaamiseksi.

- 4.3 Salassapitovelvoite on voimassa Sopimuksen keston ajan, sekä kymmenen (10) vuotta sen päättymisen jälkeen, ellei Sopimuksessa ole sovittu tästä poikkeavaa salassapitoaikaa.
- 4.4 Salassapitovelvoitteesta huolimatta VTT:llä on tarvittaessa oikeus antaa luottamuksellisia tietoja hyväksytyille ali-hankkijoilleen sekä VTT Groupiin kuuluville organisaatioille edellyttäen, että VTT huolehtii näiden sitoutumisesta vastaavan laajuisiin salassapitovelvoitteisiin kuin mitä Sopimuksessa on sovittu.
- 4.5 VTT:llä on oikeus mainita Toimeksiannon ja Asiakkaan nimet referenssinään.

5. OMISTUS- JA KÄYTTÖOIKEUDET

- 5.1 Sopijapuolen toiselle Sopijapuolelle luovuttama tieto, ideat, menetelmät, ratkaisumallit, laitteet, aineet ja muu aineisto, riippumatta siitä ovatko ne suojattuja tai suojattavissa immateriaalioikeudellisesti, jotka ovat syntyneet Toimeksiannon ulkopuolella (jäljempänä Tausta-aineisto), kuuluvat luovuttavalle Sopijapuolelle. Mikäli VTT:n Tausta-aineistoa tarvitaan Tulosten hyödyntämiseen, Tausta-aineiston käyttöoikeuden ehtoista sovitaan kirjallisesti erikseen.
- 5.2 Tieto, ideat, menetelmät, ratkaisumallit, laitteet, aineet ja muu aineisto, riippumatta siitä ovatko ne suojattuja tai suojattavissa immateriaalioikeudellisesti, jotka VTT esittää ja/tai luo Toimeksiannon toteuttamista ja/tai tulosten saavuttamista varten, mutta jotka eivät tule osaksi Tulosta (esimerkiksi tutkimustyökalut, jotka tehdään Toimeksiannossa tietyn tuloksen saavuttamiseksi), ovat VTT:n omaisuutta.
- 5.3 Tieto, ideat, menetelmät, ratkaisumallit, laitteet, aineet ja muu aineisto, mukaan lukien syntyneet raportit ja selvitykset, riippumatta siitä ovatko ne suojattuja tai suojattavissa immateriaalioikeudellisesti, jotka ovat syntyneet Toimeksiannossa ja tulevat osaksi Toimeksiannon tulosta (jäljempänä Tulokset) ovat Toimeksiantajan omaisuutta, ellei
- a) Sopimuksessa ole todettu Toimeksiannon kohteena olevan VTT:n ydinteknologia (core technology), ja/tai
 - b) Toimeksiannon kohteena on tietokoneohjelmisto, tietokanta, integroidun piirin piirimalli ja/tai biotekninen löydös (esimerkiksi geenisekvenssi, mikro-organismi, tai kohdemolekyylit).
- Edellä mainituissa tapauksissa omistusoikeus Tuloksiin jää VTT:lle ja Asiakas saa Tuloksiin erikseen määriteltävän käyttöoikeuden Asiakkaan johtuullisten tarpeiden, sekä Toimeksiannon sovellusalueen kannaltaärkevässä laajuudessa.
- 5.4 Sopijapuolet saavat käyttää toisen Sopijapuolen Tausta-aineistoa vain Toimeksiantoon kuuluvien tehtävien suorittamiseen.
- 5.4 Toimeksiantoa varten VTT:n itselleen hankkimat työvälineet ja laitteet ovat VTT:n omaisuutta, paitsi sikäli kun kyseiset työvälineet ja laitteet ovat Asiakkaan Tausta-aineistoa.
- 5.6 VTT:llä on oikeus käyttää hyväkseen Toimeksiannon yhteydessä saavutettua ammattitaitoa ja kokemusta myös muussa kuin Sopimuksen ja Toimeksiannon piiriin kuuluvassa toiminnassa.

6. OIKEUS KEKSINTÖÖN

- 6.1 Asiakkaalla on oikeus saada Sopimusehtojen tämän kohdan mukainen omistusoikeus sellaisiin keksintöihin, jotka kuuluvat Tuloksiin, jotka tulevat Asiakkaan omaisuudeksi Sopimuksen mukaisesti.
- 6.2 VTT:n palveluksessa oleva keksijä, joka on tehnyt Tuloksiin kuuluvan keksinnön, tekee työsuhtekeksintölain (29.12.1967/656) mukaisen kirjallisen ilmoituksen työsuhtekeksinnöstä VTT:lle. VTT sitoutuu ilmoittamaan Asiakkaalle tällaisista keksinnöistä ilman aiheetonta viivytystä saatuaan yllä mainitun ilmoituksen keksijältä.

- 6.3 Mikäli Asiakas haluaa omistusoikeuden VTT:n Toimeksiannossa tekemään keksintöön, Asiakkaan on ilmoitettava kirjallisesti VTT:lle vaatimuksensa keksintöön kahden (2) kuukauden kuluessa saatuaan VTT:ltä tiedon keksinnöstä uhalla, että VTT saa kaikki oikeudet keksintöön.
- 6.4 Sopijapuolet sitoutuvat toimimaan siten, että keksinnön ennakoinninen julkiseksi tulo estyy.
- 6.5 Keksijä tunnustetaan keksinnön tekijäksi. Keksijä on oikeutettu saamaan kohtuullisen korvauksen tehdystä keksinnöstä. Kaikki keksinnön mahdollisista patentoinnista aiheutuvat kustannukset ja korvauksen keksijälle maksaa se Sopijapuoli, jolla on tai joka saa oikeuden keksintöön Sopimuksen mukaisesti. Kohtuullista korvausta määritettäessä noudatetaan työsuhtekeksintölakia, sekä sen Sopijapuolen työsuhtekeksinnosta maksettavaa korvausta koskevia käytäntöjä, jolla on tai, joka saa omistusoikeuden kyseiseen keksintöön Sopimuksen mukaisesti. Mikäli Asiakkaalla ei ole käytäntöjä koskien työsuhtekeksinnosta maksettavaa korvausta, noudatetaan VTT:n käytäntöjä.

7. ASIAKKAAN ASIAKIRJAT JA KOEMATERIAALI

- 7.1 Asiakkaan VTT:lle Toimeksiannon suorittamista varten toimittamaa koemateriaalia, näytettä tai koekappaleita säilytetään VTT:n toimesta enintään kolme (3) kuukautta Tulosten luovuttamisesta Asiakkaalle. Asiakkaalla ei ole oikeutta korvaukseen, jos Toimeksiannon asianmukainen suorittaminen on vaatinut toimenpiteitä, joiden seurauksena koemateriaali, näytteet ja/tai koekappaleet ovat tuhoutuneet, huonontuneet tai vähentyneet.

8. VTT:N ASEMA

- 8.1 VTT suorittaa Toimeksiannon sovittua aikataulua noudattaen. Mikäli aikataulua ei ole sovittu, Toimeksianto suoritetaan ilman aiheutonta viivästystä. VTT:llä on oikeus pidentää aikataulua sikäli kun viivästys johtuu Ylivoimaisesta Esteestä (Sopimusehdot, kohta 12), Asiakkaasta, tai Asiakkaan vastuulla olevasta syystä.
- 8.2 VTT suorittaa Sopimuksessa määritellyt tehtävät huolella ja ammattitaidolla. VTT huolehtii siitä, että Toimeksiannon suorittamiseen käytetään pätevyydeltään sopivia henkilöitä. Asiakkaan tulee vedota Toimeksiannon suorituksessa tapahtuneeseen virheeseen kahden (2) viikon kuluessa Tulosten luovuttamisesta. Virhetilanteessa VTT:llä on ensisijaisesti oikeus korjata tai uusia Toimeksiannon suoritus/virheellinen Tulos.
- 8.3 VTT ei ole oikeutettu ilman Asiakkaan suostumusta käyttämään muuta kuin VTT Groupiin kuuluvaa organisaatiota alihankkijana Toimeksiannon tai sen merkittävän osan suorittamisessa.
- 8.4 Mikäli VTT:lle aiheutuu vahinkoa tai Toimeksiannon laajuus tai tavoite muuttuu, viivästyy tai työ keskeytyy Asiakkaasta johtuvasta tai tämän vastuulla olevasta syystä, VTT:llä on oikeus saada korvaus näin aiheutuneista kustannuksista ja vahingosta.
- 8.5 VTT ei anna toimittamalleen Tulokselle, Tausta-aineistolle, laitteelle, materiaalille tai tavaralle mitään takuuta.
- 8.6 VTT:n luovuttaman materiaalin tai tavaran toimitusehto on "Ex Works VTT (Incoterms 2010)".

9. ASIAKKAAN ASEMA

- 9.1 Asiakkaalla on oikeus seurata Toimeksiannon edistymistä.
- 9.2 Asiakas luovuttaa ajoissa VTT:n käyttöön Toimeksiannon suorittamista varten tarvittavat perustiedot sekä erikseen sovittaessa tarvittavat laitteistot ja muut resurssit.
- 9.3 Vaaranvastuu Tulosten tapaturmaisesta vahingoittumisesta siirtyy Asiakkaalle Tuloksen tai sen osan luovutushetkellä. Mikäli luovuttaminen viivästyy Asiakkaan syystä, vaaranvastuu siirtyy hetkellä, jolloin luovutuksen olisi pitänyt viimeistään tapahtua.
- 9.4 Mikäli Toimeksianto suoritetaan Asiakkaan tiloissa tai tiloissa, joista Asiakas on muuten vastuussa, Asiakas huolehtii työsuojelusta ja työturvallisuudesta VTT:n tai VTT:lle Toimeksiannossa töitä tekevän kolmannen osapuolen palveluksessa olevan henkilön osalta.

10. TULOSTEN JULKAISEMINEN

- 10.1 Tulosten omistajalla on oikeus oman harkintansa mukaan julkaista Tuloksiin kuuluva lopullinen tutkimusraportti kokonaisuudessaan. Tutkimusraportin osittainen julkaiseminen on kielletty ilman VTT:n kirjallista lupaa.
- 10.2 Tuloksia julkistettaessa VTT:n nimi on mainittava asianmukaisella tavalla.
- 10.3 VTT:n nimeä saa käyttää mainonnassa tai muussa myynninedistämässä vain VTT:n kirjallisella luvalla.
- 10.4 Julkisuudessa esitettyjen väitteiden tai Toimeksiantoa koskevien lausumien todentamiseksi ja/tai väärin väitteiden tai lausumien korjaamiseksi VTT:llä on oikeus antaa kolmannelle osapuolelle tai yleisölle tietoja Tuloksista siinä määrin, että julkisuudessa esitetyt väitteet tai lausumat tulevat todennetuiksi ja/tai väärät väitteet tai lausumat tulevat korjatuiksi.

11. VTT:N VASTUU

- 11.1 VTT vastaa Toimeksiannon suorittamisesta Sopimuksen mukaisesti. VTT vastaa alihankkijan työstä kuin omastaan.

- 11.2 VTT vastaa Asiakkaalle aiheutuneista välittömistä vahingoista, jotka johtuvat VTT:n tahallisesti tai tuottamuksellisesti tekemistä virheistä tai laiminlyönneistä.
- 11.3 VTT:n vastuu rajoittuu kaikissa tapauksissa Toimeksiannosta VTT:lle maksettavan palkkion määrään. VTT ei vastaa välillisistä tai epäsuorasta vahingosta.
- 11.4 Sopijapuolet vakuuttavat nimenomaisesti olevansa tietoisia niistä teknisistä ja muista riskeistä, joita tutkimus- ja kehitystyöhön liittyy ja tietoisesti hyväksyvät tällaiset epävarmuustekijät sekä sen, ettei tutkimus- ja kehitystyön tuloksia tai tavoitteita välttämättä saavuteta, tutkimus- ja kehitystyön luonteeseen kuuluvina.
- 11.5 Tausta-aineistoa ja/tai Tuloksia toisilleen luovuttaessaan Sopijapuolet pyrkivät siihen, että ne ovat mahdollisimman virheettömiä. Luovuttava Sopijapuoli ei kuitenkaan anna luovutuksen kohteelle mitään takuuta ja luovutetun aineiston käyttö tapahtuu yksin luovutuksensaajan vastuulla. Lisäksi erityisesti sovitaan, että Asiakas kantaa tuotevastuun kolmatta osapuolta kohtaan.
- 11.6 Ellei toisin ole sovittu, VTT:n vastuu päättyy yhden (1) vuoden kuluttua Tulosten luovuttamisesta Asiakkaalle. Mikäli luovuttaminen viivästyy Asiakkaan syystä, määräaika alkaa hetkestä, jolloin luovutuksen olisi pitänyt viimeistään tapahtua.
- 11.7 Vaatimukset VTT:tä kohtaan on esitettävä kuuden (6) kuukauden kuluessa VTT:n vastuuajan päättymisestä. Muussa tapauksessa Asiakas menettää oikeutensa vaatia korvausta.

12. YLIVOIMAINEN ESTE

- 12.1 Ylivoimaisena Esteenä pidetään tapahtumaa, joka estää tai tekee kohtuuttoman vaikeaksi Toimeksiannon suorittamisen määräajassa. Tällaisia ovat sota, kapina, luonnonmullistus, yleinen energianjakelun keskeytyminen, tulipalo, valtion talousarvion tai valtioneuvoston asettama oleellinen rajoitus VTT:n toiminnalle, lakko, saarto tai muu yhtä merkittävä ja epätavallinen Sopijapuolista riippumaton syy. Alihankkijan viivästys em. syistä katsotaan myös Ylivoimaiseksi Esteeksi.

13. SOPIMUKSEN PURKAMINEN

- 13.1 Mikäli Sopijapuoli rikkoo oleellisesti Sopimuksen ehtoja, toisella Sopijapuolella on oikeus purkaa Sopimus.
- 13.2 Mikäli Asiakas rikkoo Sopimuksen ehtoja, VTT:llä on purkamisen sijasta oikeus väliaikaisesti keskeyttää Toimeksiannon suorittamisen, kunnes nähdään johtaako sopimusrikkomus Sopimuksen purkamiseen.
- 13.3 Kummallakin Sopijapuolella on oikeus purkaa Sopimus, jos toinen Sopijapuoli on ilmeisen maksukyvytön, haetaan selvitystilaan, velkajärjestely- tai yrityssaneerausmenettelyyn taikka konkurssiin.
- 13.4 Kummallakin Sopijapuolella on oikeus purkaa Sopimus, jos Sopimuksen täyttäminen Ylivoimaiseen Esteen jatkumisen johdosta tulee mahdottomaksi tai viivästyy oleellisesti tai yli 12 kuukautta.
- 13.5 Mikäli Sopimus puretaan, Asiakas maksaa VTT:lle hyväksytysti suoritusta Toimeksiannon osasta korvauksen sovitun veloitusperusteen mukaisesti purkamispäivään tai töiden lopettamishetkeen saakka, mikäli töitä sovitaa tehtäväksi purkamispäivän jälkeen.
- 13.6 VTT:llä on oikeus saada korvaus Sopimuksen purkamisesta aiheutuneista kustannuksista ja vahingosta, jos Sopimuksen purkaminen johtuu Asiakkaasta tai tämän vastuulla olevasta syystä.

14. ERIEELISYYDET

- 14.1 Sopimuksesta aiheutuvat riidat, joista asianomaiset eivät pääse keskenään sopimukseen, jätetään Helsingin käräjäoikeuden ratkaistavaksi.
- 14.2 Sopimuksen tulkinnaissa ja riitojen ratkaisemisessa sovelletaan Sopimuksen tekohetkellä Suomessa voimassa olevaa oikeutta, lukuun ottamatta sen lainvalintasäännöksiä.

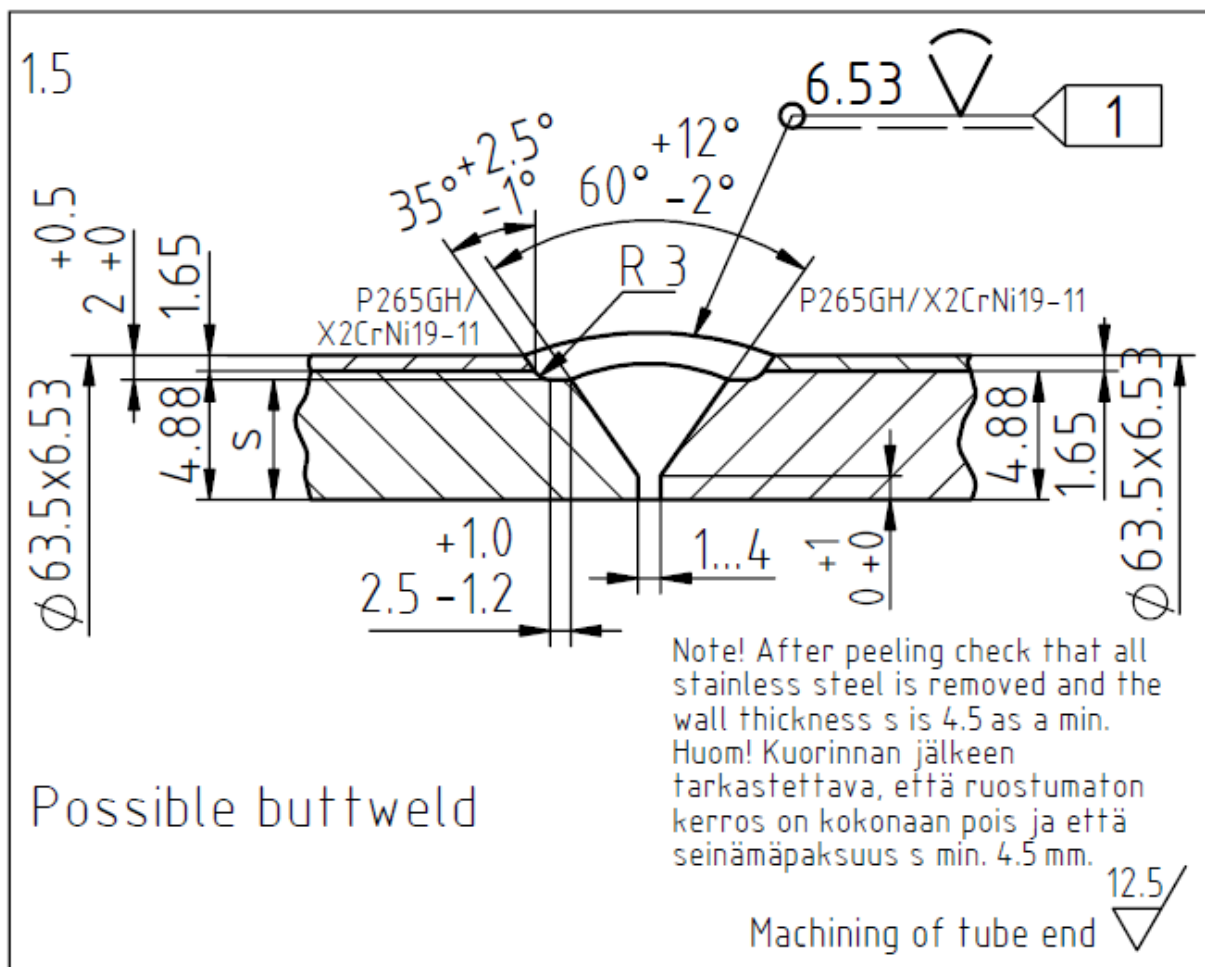
**KTR: Materiaalisuosituksen päivitys, putken kuorinta/S0-linjaus,
KTR – 28.3.2018**

TAUSTAA

Meillä on menossa nyt kaksi eri projektia, jossa kahteen eri soodakattilaan tehdään korjauksia, muutoksia tai kapasiteetin nostoja.

Toiseen kattiloista tulee esivalmisteena mm. lipeäruisku aukkoja ja toiseen ilmanjako – muutos, sekundääri ilma-aukoista ylöspäin.

Nyt olemme törmänneet seuraavanlaiseen ongelmaan. Molempien projektien korjaussuunnitelmiin on ”livantanut” kuorintaohje, jossa panelien päiden putkien ferriittistä = painetta kantavaa osuutta ei saa kuoria alle 4,50 millin.



Kuva 1. Compound – liitoksen työohje, jossa tämä kuorinnan jälkeisen ferriitti – osuuden minimi on mainittu.

Koska tiedossa on, että panelien putket ”vetää” hieman soikeaksi evityshitsauksen aikana, on konepajoilla vaikeuksia päästä tähän korjaussuunnitelman vaateeseen.

Esimerkiksi toisessa esimerkkitapauksista, kattilan lujuuslaskelmien mukaan $S_0 = 3,48$ mm ja toisessa 3,98 mm. Molemmissa projekteissa havaitsimme, että kuorintojen jälkeiset putkien ferriittiset ja painetta kantavat osuudet olivatkin 4,2 – 4,3 mm. Kuorintasyvyydestähän tulee heti poikkeama, mutta isoin ongelma tulee tulevissa asennushitsauksissa kattiloiden seisakeissa.

Painettakantavan liitoksen päälle tulevan pinnoitehitsin tunkeuman tiedetään ylettyvän 0,50 – 0,60 millia syvälle, kun niille tehdään menetelmäkokeet ja työ suoritetaan hyvissä konepaja – olosuhteissa. Toisessa projekteistamme olemme hyvällä ”suojaetäisyydellä” S_0 :sta, mutta toisessa emme pysty millään välttämään tunkeutumista, painettakantavan puolelle.

Lisäksi tässä pitää ottaa huomioon, mikä tunkeuma mahtaa olla asennuskohteessa, esim. kattilan seinällä?

PROJEKTIEHDOTUS

Ehdotan, että päivittäisimme soodakattilayhdistyksen ohjeistusta, jossa:

- Otetaan huomioon S_0 :n alueelle tunkeutumisen reunaehdot
- Otetaan suositukseen mukaan paine – kompensaatio, jolloin ei aina ajauduttaisi samaan miinaan ja tunkeuduttaisi painettakantavan puolelle hallitsemattomasti. Vaan heti alusta pitäen on tiedostettu tunkeutuminen ja sen mukaan luodaan tarkastuslaitoksella hyväksyttävät korjaussuunnitelmat.
- Otettaisiin huomioon soodakattiloiden nykysuuntaus, jossa paineet ovat nousussa.
- Toki, painettakantavan osuuden materiaalikin on jo nykysuuntauksissa parantunut 45,8/III ja P265GH → 16Mo3. Tämä ei kuitenkaan kumoa ongelman juurisyitä, vaan näissäkin joudutaan useissa tapauksissa tunkeutumaan painettakantavan osuuden puolelle.
- Tehtäisiin päivitetty kuorinta – ohjeistus, jossa on mukana myös putkien päiden pyöreäksi tuurnaus, evityshitsauksen soikeus – vaikutusten minimoimiseksi.
- Mietittäisiin pinnoitehitsin laatua, näissä tapauksissa joissa painettakantavan puolelle joudutaan pakonsanelemana tunkeutumaan.
- Kerättäisiin mahd. paljon työkokeen kappaleita, joista saamme täydellisempää tietokantaa, minne tunkeumat todellisuudessa ulottuvat.
- Nämä työkokeet, tulee tehdä mahd. autenttisissa olosuhteissa, jotta todenmukaisuus tilastossa toteutuisi.

Tämä ohjeistus tehtäisiin yhteistyössä soodakattilayhdistyksen jäsenistön kesken. Kestoisuustyöryhmä ohjaa tätä ohjeistusta ja työryhmään osallistuu ensisijaisesti kattilanvalmistajat ja tarkastuslaitos. Kun ohjeistus on saatu valmiiksi, sitä voitaisiin käyttää valmistuksessa, hankintaneuvotteluissa, korjaussuunnitelmien luomisessa ja metsäkonsernien tehdasstandardeissa.

Valmetin Kari Haaga ja tarkastuslaitoksen edustaja Tapio Valtonen, KIWA Inspectalta ovat jo lupautuneet kyseisen projektin aikaansaattamiseen.

OTE STANDARDISTA 12952-6

Liite A

(velvoittava)

Kompoundputkien erityisvaatimukset**A.1 Yleistä**

Tämä liite määrittää soodakattiloille, joiden määritelmä on standardin EN 12952-5:2011 kohdassa E.2, valmistuksen aikaisen tarkastuksen, dokumentoinnin ja merkinnän vaatimukset. Nämä erityisvaatimukset tulevat kaikkien muiden edelleen voimassa olevien tämän standardin vaatimusten lisäksi.

A.2 Erityisvaatimukset sulahitsauksen hitsausohjeiden hyväksymiselle**A.2.1 Yleistä**

Tämän eurooppalaisen standardin, erityisesti kohdan 6, vaatimuksia täydennetään soveltamalla kohdan A.2.2 erityisvaatimuksia.

Leimuhitsaus tulee suorittaa standardin EN 12952-5:2011 kohdan E.6 mukaan.

A.2.2 Standardin EN ISO 15614-1 soveltaminen compoundputkiin**A.2.2.1 Hyväksynnän pätevyysalue**

Vain compoundputkilla saatua hitsausohjeen hyväksyntää saa soveltaa kompondputkien hitsaukseen.

Nimellisseinämänpaksuus t on compoundputken nimellinen kokonaisseinämänpaksuus.

Halkaisija D on compoundputken nimellishalkaisija.

Hyväksynnän pätevyysalue koskee vain niitä samoja hitsityyppejä, joita käytettiin menetelmäkokeissa. Menetelmäkoe koskee vain niitä compoundputken materiaaliyhdistelmiä, joita se edustaa.

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)lisäaineen 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.

A.2.2.2.2 Kovuuskoe

Kovuuskoe tehdään ferriittisen painetta kantavan sisäosan materiaalin ulkopinnalla ja pinnoituksen pinnalla. Kohdan 6.2.2.5 vaatimukset tulee täyttää. Pinnoitteen hitsin kovuusarvojen tulee vastata lisäaineenvalmistajan antamia kovuusarvoja.

A.2.2.2.3 Taivutuskoe

Taivutuskoe tehdään pinnoitetulla putkella.

BLRB Safety Forum 10-11.10.2018 – alustava ohjelma

2018 European Black Liquor Recovery Boiler Safety Forum

Wednesday, 10 October 2018

- 12:00 *Arrival/registration and buffet lunch at hotel “relexa”*
- 13:00 Welcome message – FM Global
- Introduction to Mercer Rosenthal – Mercer International
- Black Liquor Recovery Boiler Advisory Committee update – FM Global
- Swedish-Norwegian Recovery Boiler Committee update
- Finish Recover Boiler Committee update – Varo
- 15:00 *Networking break*
- 15:30 A discussion on inspection and non-destructive testing and the use of advanced software to optimize inspection and testing – PSA
- 17:00 *Bus transfer to evening venue*
- 18:00 *Evening activity with dinner*
- 22:30 *Bus transfer to hotel*

Thursday, 11 October 2018

- 07:00 *Breakfast at hotel “relexa”*
- 08:00 Risk-based Maintenance in EN Theory and a Kraft recovery boiler practice – Mondi
- The Operator – a difference maker – FM Global
- Toolbox for safe and reliable recovery boiler operation – Andritz
- 10:15 *Networking Break*
- 10:45 The use of scenario training in conjunction with advanced training simulators to enhance the operator training experience – PSA
- 11:50 Mill Tour Announcement – Mercer International
- 12:00 *Buffet lunch at hotel “relexa”*
- 13:00 *Transfer to Mercer Rosenthal Mill (optional for all attendees)*
- 13:30 *Mercer Rosenthal Mill Tour (optional for all attendees)*
- 15:30 *2018 Forum concludes*

