

Suomen Soodakattilayhdistys ry

**Soodakattilan päästömittausten
menetelmät**

**Paula Juuti,
Pöyry Finland Oy
10.12.2018**

Raportti 7/2018

16A0913-E0190

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) vertailu-asiakirjojen 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 yhteenvedoon on koottu taustaa päästörajoille. Paperi- ja massateollisuuden BAT-päätelmien soodakattiloita koskevat ilmapäästöt on koottu selvitykseen. Myönnetystä 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 käyttöönnotosta sekä kenttähavaintoihin.

Soodakattilayhdistyksen ympäristöryhmä on tarkistanut ja kommentoinut sekä esittänyt liitteisiin lisättäväksi yhteenvedoja 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 -luvissa 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 hyvistä. 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 hajurikkiihdisteiden mittauksille ei ole olemassa virallista 'on-line' menetelmästandardia, vaikka kiinteät järjestelmät ovat olleet useiden soodakattiloiden savukaasuja mittaamassa 1990-luvulta alkaen. Hajurikkiihdisteiden 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 ympäristöluvuissa 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 tyyppihyväksynät. 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.



SISÄLLYSLUETTELO

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	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.....	17
3.1	Mittauspaikka	17
3.2	Mittausmenetelmät ja -järjestelmät.....	20
3.2.1	Näytteenkäsittely	20
3.2.2	Jatkuvatoimiset mittalaitteet ja menetelmät	22
3.2.3	Jaksottaiset mittaukset.....	25
3.3	Laadunvarmennus	27
3.3.1	Laitehankinta	28
3.3.2	Vertailumittausten sisältö.....	29
3.3.3	Mittausjärjestelmän ylläpito	30
3.3.4	Vertailumittaukset käytännössä.....	31
3.4	Mittausepävarmuus	32
4	MITTAUSTULOSTEN KÄSITTELY JA RAPORTOINTI.....	33
4.1	Tiedon keräyksen ja käsittelyn standardointi	33
4.2	Mittauksetulosten käsittely ja muunnokset.....	34
4.3	Raportointi.....	37
	LÄHTEET	39

LIITTEET:

1. Sellutehtaiden soodakattiloiden päästöraja-arvot uusissa lupapäätöksissä vuodesta 2015 alkaen
2. Soodakattilan ylösajo-, alasajo- ja häiriöjaksojen määrittelyehdotuksia
3. TÜV sertifioituja mittausjärjestelmiä EN 15267 mukaan ja järjestelmien toimittajia
4. Yleisimmät analysointilaitteiden mittausperiaatteet
5. Standardiehdotuksessa EN 17255:1 esitetyt päivä-, viikko-, kuukausi- ja vuosiraportteihin sisällytettävät asiat
6. SKY raportti 16A0913-E0086 (käyttökokemuskartoitus, ei päivitetty tässä projektissa)
7. SO₂-mittausten luotettavuudesta pienillä ja suurilla pitoisuuksilla

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 tavoitteita 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 huomiotu jo EU säädösten kautta mm. teollisuuspäästödirektiivissä ja liikenteen pakokaasunormeissa.

1.2 Teollisuuspäästöjen direktiivi (IED)

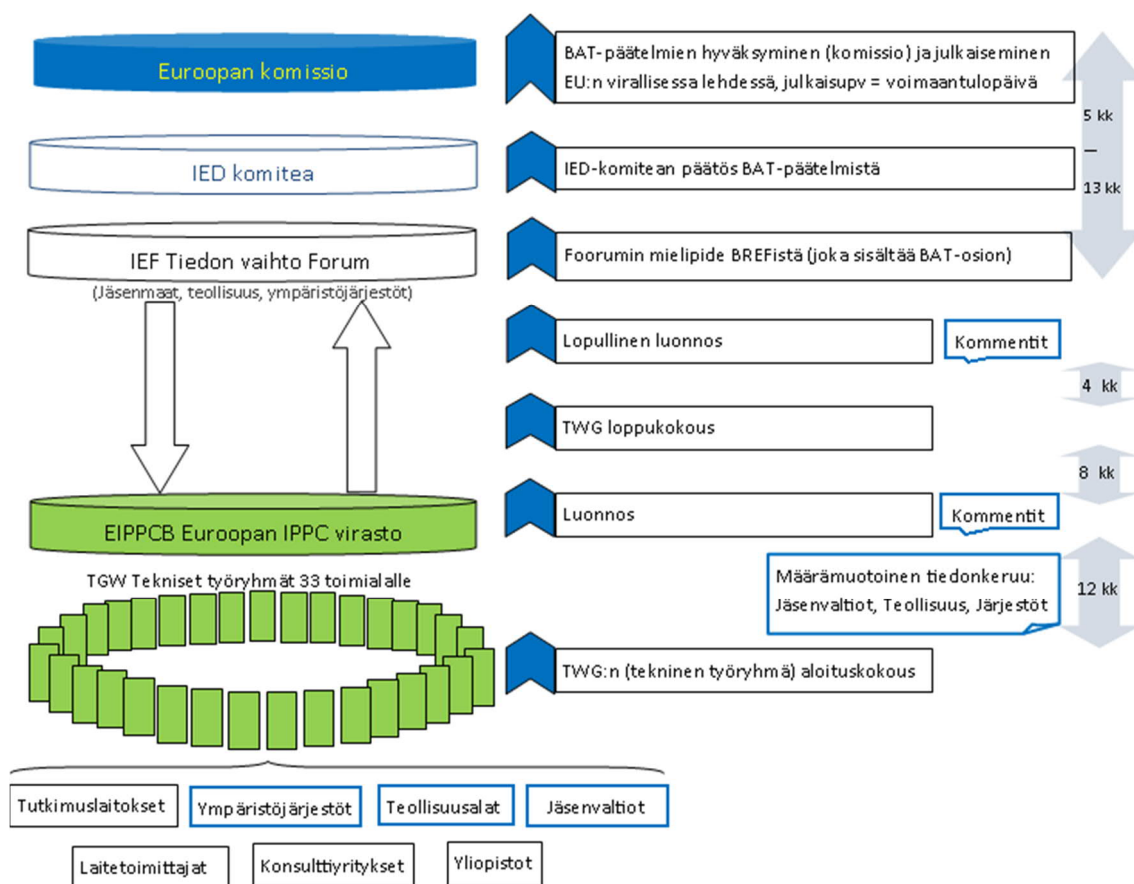
Teollisuuspäästöjen direktiivi (2010/75/EU) eli IE-direktiivi tuli voimaan 6.1.2011. Direktiivi koskee sen liitteessä 1 esitettyjä toimialoja mm. massaa puusta tai muista kuitumateriaaleista tuottavat laitokset. IE-direktiivi korvasi eräät teollisia toimintoja koskevat erityisvaatimukset, joista on aiemmin 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 kehittynyttä, teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoista
- tuotanto- ja puhdistusmenetelmää sekä toiminnan suunnittelu-, rakentamis-, ylläpito-, käyttö- ja lopettamistapaa,
- joilla voidaan ehkäistä toiminnan aiheuttama ympäristön pilaantuminen tai tehokkaimmin 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 taustasiakirja 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 välittäen tietoa referenssilaitoksena ja kommentoimalla aktiivisesti dokumentteja. BREF prosessi on tarkoitus toistaa 10 vuoden välein, jotta BREF pysyisi ajan tasalla ja jotta uudet tekniikat tulisivat mukaan. Prosessin kestoa 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. Viranomainen 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

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 poltto-olosuhteiden 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 tehtaات 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 säätelämisellä
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 tyyppipitoisuudesta sekä poltettujen lauhumattomien hajukaasujen ja muiden tyyppä sisältävien virtojen (esim. liuotussäiliön poistokaasujen, lauheteesta erotetun metanolin ja biolietteen) määristä ja sekoittumissuhteista. Mitä suurempi kuiva-ainepitoisuus, mustalipeän tyyppipitoisuus ja poltettujen, lauhumattomien hajukaasujen ja muiden tyyppä sisältävien virtojen määrä on, sitä lähempänä päästöt ovat BAT-päästötasojen vaihteluvälin yläpäässä.

(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 säätelämällä, 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:

- sähkösuodatin tai multisyklonit, joissa on monivaiheiset venturipesurit
- 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)}

- Soodakattiloissa, joita käyttävien tehtaiden raaka-aineista yli 25 % on kaliumpitoista lehti-puuta, hiukkaspäästöt voivat olla enimmillään 30 mg/Nm³
- Hiukkasia koskevia BAT-päästötasoja ei voida soveltaa ammoniumpohjaista prosessia käytäviin tehtaisiin
- 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
- Olemassa olevissa, monivaiheisissa venturipesureissa SO₂-päästöt voivat olla korkeampia; vrk keskiarvo enimmillään 400 mg/Nm³ ja vuosikeskiarvo enimmillään 350 mg/Nm³
- 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 kestävän 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 luoteeltaan 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.

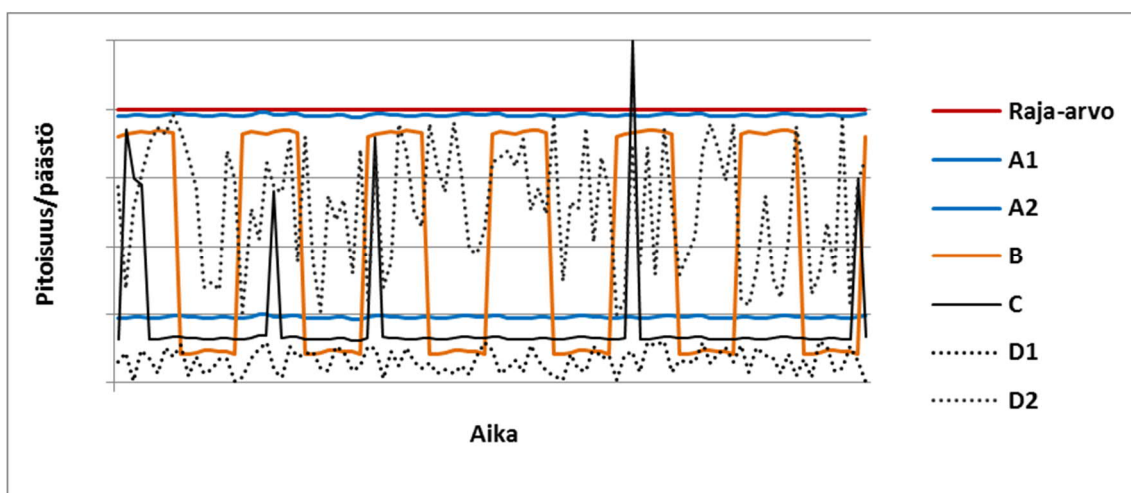
Tarkkailun tuloksia hyödynnetään entistä enemmän myös eri sidosryhmien välisessä viestinnässä.

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

- 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.
- Panosprosessissa, jossa taso vaihtelee säännönmukaisesti, tarkkailu riippuu vaiheiden kestoista. 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.
- Suhteellisen stabiilissa prosessissa voi esiintyä pitoisuuspiikkejä esim. ylösajosta johtuen. Mittauksin on syytä selvittää se, kuuluvatko piikit normaaliin prosessiin vai eivät. Kohonneiden pitoisuuksien kestoista 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.
- 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 varmennetuin mittalaittein (sertifioidut) ja menetelmin joko CEN standardeja käyttäen tai näiden puuttuessa kansainvälisten standardien mukaisesti (ISO) tai kansallisin varmennetuin 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 sertifiointit standardien EN 15267 1 – 3 mukaan ja b) hankinnan jälkeiseen ja käytön aikaiseen arviointiin standardin EN 14181 mukaan.

Mittalaitteita sertifioivat:

- Saksassa TÜV (<http://www.gal1.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 tyyppien oksidien päästöraajat 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 mittausjärjestelmille, jos aiemmin velvoite on koskenut vain energiakattiloiden järjestelmiä.

1. *Mittalaitteet ja mittausjärjestelmät 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 mittausjärjestelmien luotettavuutta on ylläpidettävä QAL3 -menettelyn mukaisesti.*

QAL-2 ja AST menettelyin kalibrointisuoraa laskettaessa tai sen pätevyyttä tarkasteltaessa on suurella oltava pitoisuusraja-arvo pätevyysarvioinnissa käytettävän vertailuarvon laskemiseksi. Koska useissa tapauksissa typenoksideille 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 mittausmenetelmää, jossa TRS -pitoisuus määritetään termisen hapetuksen jälkeen SO₂:na.

2. *Pitoisuusraja-arvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot ja vuosiarvot 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 typenoksideille 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 mittausjärjestelmiltä vaaditut osuudet. Edellä esitettyjä luotettavuustasoja käytetään QAL-2 ja AST menettelyiden mukaisissa laskelmissa. Soodakattiloiden BAT-päätelmien päästötasoista lasketut absoluuttisarvot typen oksideille 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 määritetty parametreja kyseisille jaksoille. Direktiivin 2010/75/EU III luvun soveltamisalaan kuuluvien polttolaitosten käynnistys- ja pysytysjaksot on määritetty. Soodakattilayhdistys on koonnut soodakattilan käynnistys- ja pysäytysjaksojen määrittelyehtoja 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. *Jaksottaismittauksissa vuosikeskiarvo on kaikkien vuoden aikana saatujen otantajaksojen keskiarvo. Keskiarvo otantajakson aikana on kolmen vähintään 30 minuuttia kestävä 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 toiminnanharjoittajan 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
- Jatkuvatoimisten mittausjärjestelmien kuvaukset: periaate, mittausalueet
- Jatkuvatoimisten 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 säätekipöydiltä
- 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:



- o 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:
 - o suuntapoikkeama kanavan akselin suunnasta on oltava alle 15°
 - o paikallista negatiivista virtausta ei saa olla mittaustasossa
 - o virtauksen dynaamisen paineen tulee olla yli 5 Pa
 - o 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
 - o laitoksen omille mittalaitteille
 - o vertailumittauksia ja
 - o jaksottaisia ajoittain tehtäviä mittauksia varten
- Näytteenottoyhteet ovat riittävän kokoisia,
 - o mittalaitetoimittajan vaateet huomioiden
 - o vertailu- ja jaksottaisiin mittauksiin 100 – 125 mm
 - o suorakaiteen muotoiset mahdollisia
 - o näytteenottomenetelmävaikuttaa
- 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
 - o hiukkasmittauksissa käyttävät sondit ovat pituudeltaan joko kanava läpi yltäviä, yleensä maksimissaan 2,5 m käsiteltävissä oleva
 - o 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
 - o kiinteästi asennettaville järjestelmille sekä
 - o vertailumittauksissa jaksottaisten mittausten kaasuanalysaattoreille,
- sähköä riittävästi saatavissa mittaustasolle ja analysaattoreiden sijoituspaikkaan,
 - o 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 mittauksen toteuttajan välillä sekä periaatteelliset menettelyt mittauksen 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 mittausta 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 mittausten menetelmä. Näytettä ottavien mittausjärjestelmien tulokset yleensä ovat tilavuusosuuspitoisuuksia (ppm_v tai %), jolloin oleellisia apusuureita ovat happi- ja kosteuspitoisuus, jos näytekaasu 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 mittausjärjestelmät 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 hiukkaspitoisuus 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 mittausjärjestelmissä 1990-luvulla. Euroopassa järjestelmä ei ole kovin yleinen ja ko. näytteenkäsittelyä tuskin on toistaiseksi sertifioitu kovinkaan moneen mittausjärjestelmään.

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 kuivauskapasiteetti 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 vallitsevilla 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 kaasui- 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 mittalaitteet 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 rikkidioksidianalysaattorilla 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 kyseiselle 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. On olemassa mittausjärjestelmiä, joissa SO₂ pitoisuudelle on mahdollista asettaa kaksi mittausaluetta: toinen normaalisti syntyvälle pitoisuudelle (pieni pitoisuus) ja toinen häiriötilanteessa syntyvälle pitoisuudelle (suuri pitoisuus). Raportointijärjestelmässä on luotu ehdot, milloin siirrytään käyttämään suurempaa mittausaluetta, eli silloin kun mitattu pitoisuus saavuttaa alemman mittausalueen yläpään, otetaan huomioon laajemman alueen pitoisuudet. Esimerkkitapaus liitteessä 7.

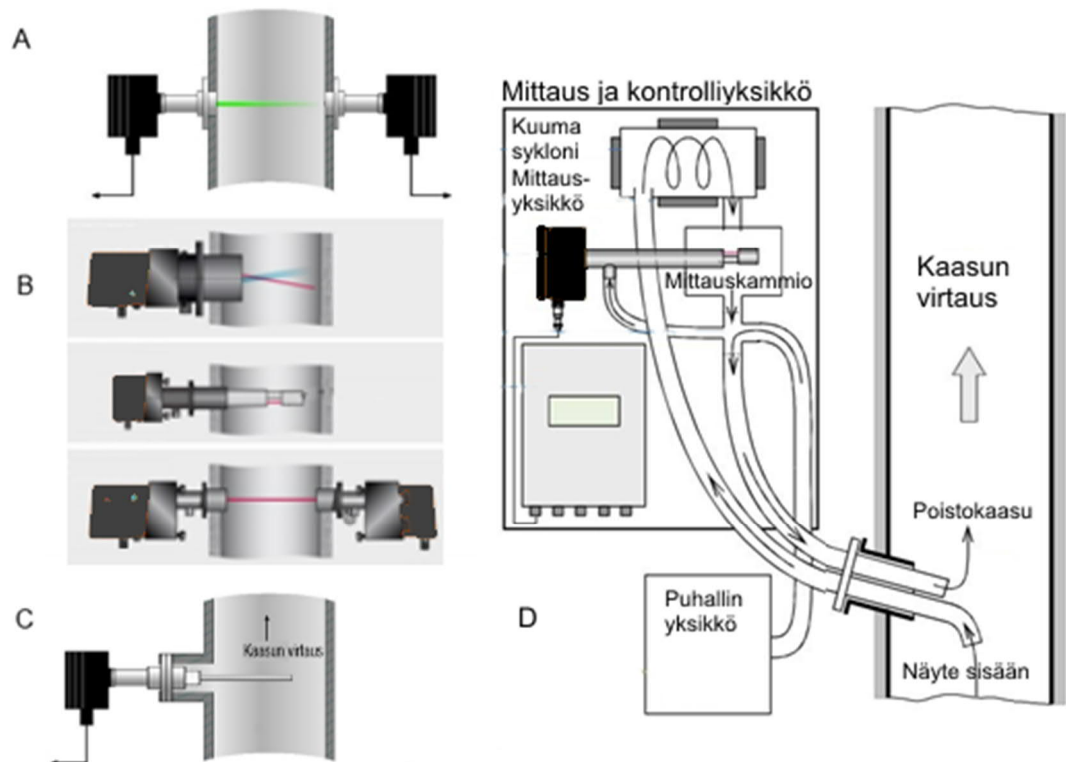
Typen oksidien (NO_x) mittausjärjestelmissä yleisimmät mittausperiaatteet ovat kemiluminesenssi ja NDIR. IR sovelluksissa näytekaasun kuivauksen laatu oltava hyvä veden häiriövaikutuksen minimoimiseksi.

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 3 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 mittakammiota 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. Määritysraja 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. Jatkuvat toimien mittauksen sertifioituja analyysi/mittausmenetelmiä sekä kiinteästi asennettujen järjestelmien vertailumenetelmät että jaksottaisten mittauksen 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 concentration of sulfur dioxide – performance characteristics of automated measuring methods
TRS*	Konverterti+ 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 massakonsentraation määrittäminen jodometrisellä titrausmenetelmällä Pussinäytteistä kaasukromatografisesti
Hiukkaset	valon sammuminen valon sironta tribosähköinen	EN 13284 Determination of low range mass concentration 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 impactors
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 concentration 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 volume 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 characteristics and calibration of automated measuring systems
VOC	FID, FTIR	EN 12619:2013 Determination of the mass concentration of total gaseous organic carbon – Continuous flame ionization detector method
HCl	IR, FTIR	EN 1911:2010 Determination of mass concentration 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 gaseous fluoride content, manual method
NH₃	FTIR, IR	ISO 17179:2016 Determination of the mass concentration 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 concentration 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 emission 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 concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs Part 1: Sampling of PCDDs/PCDFs; Part 2 Extraction and clean-up of PCDDs/PCDFs; Part 3 Identification and quantification 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 mittaja määrittää jaksottaisin mittauksin: rikkidioksidin (SO_2), hajurikkiyhdisteiden (TRS), typen oksidien (NO_x), hiilimonoksidin (CO), hiukkasten, hapen (O_2), hiilidioksidin (CO_2) ja kosteuden pitoisuutta. E-PRTR seurantaan liittyviä mahdollisesti raportoitavia muita yhdisteitä ovat mm. PM_{10} , N_2O , 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 analysaattoreilla on mahdollista asettaa toinen mittausalue suuremmille pitoisuuksille. Raskaampien hajurikkiyhdisteiden osuuden kasvaessa terminen hapettuminen voi olla epätäydellistä ja saadut tulokset jäävät todellista pienemmiksi.

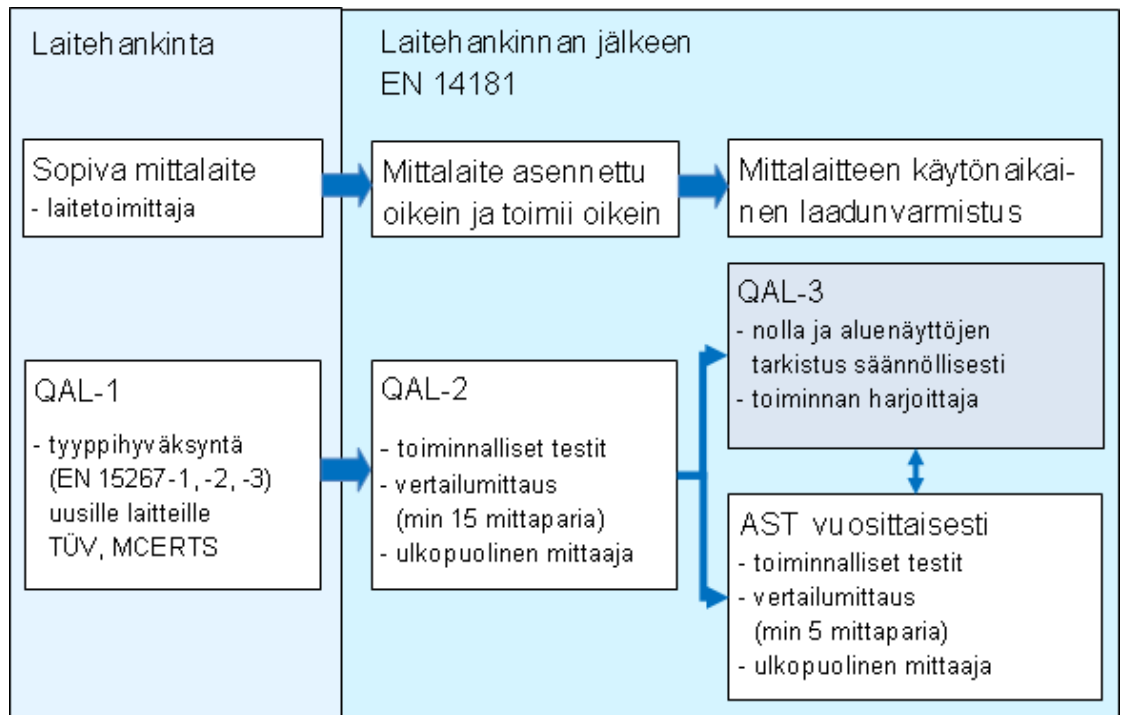
Hetkelliseen näytteenottoon perustuva menetelmä haisevien rikkiyhdisteiden määrittämiseksi on kaasukromatografinen määrittäminen liekkifotometriasta detektoria käyttäen, joka perustuu Yhdysvaltojen EPA 16 menetelmään. Menetelmällä on mahdollista määrittää haisevat yhdisteet yhdisteittäin.

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 kalibrointisuorien 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:

Mittalaittevalmistaja/ -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 mittauskohteessa, jotta toimittaja pystyy valitsemaan kohteessa toimivan mittalaitteen valikoimastaan.

Uusilta mittalaitteilta edellytetään tyyppihyväksyntää. Tyyppihyväksyntöjä on toteutettu lähinnä suurten kattilalaitosten ja jätteenpolton tarkkailuun liittyville järjestelmille, joille on olemassa jo standardoitu menetelmä. Hajurikkiyhdisteiden (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 suorituskyvystä 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 merkittävä seikka toimittajaa 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 pätevyyden 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 raporttiaudit	x	x

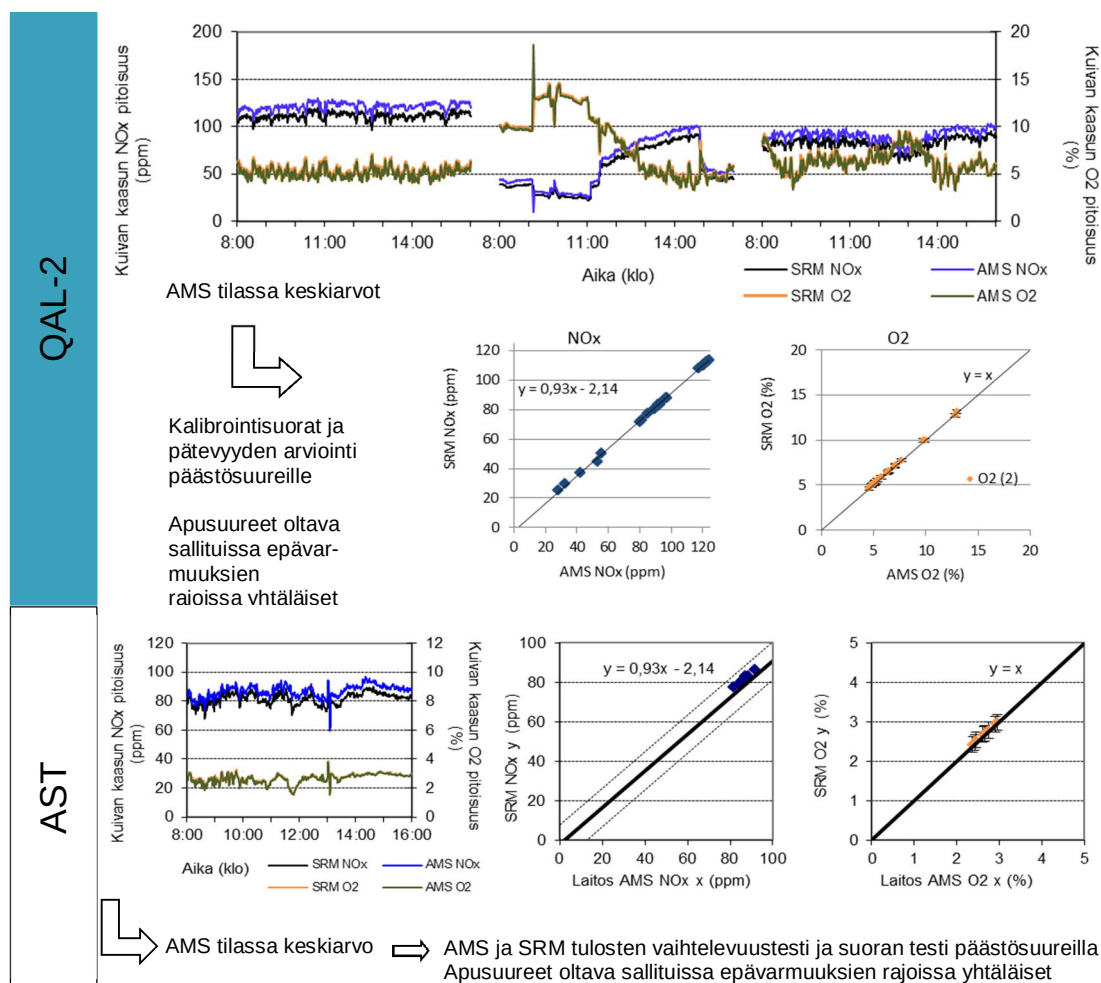
Toiminnalliset testit ennen mittauksia QAL-2 ja AST

- | | |
|--|--|
| - 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 kosteus-määrittäksen 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

Mittautulosten 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 määrittäysrajat ja mittausalueet jäävät hyvin kapeiksi tai kalibrointisuoria ei voida määrittää ollenkaan.
- Hajurikkiyhdisteiden raja-arvot ovat matalat, jopa alle käytettävissä olevien menetelmien määrittäysrajojen, jos rikkidioksidipitoisuudet määräävät mittausalueen 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 yhteen-sovittamista laajemmalla yhteistyöllä laitoksen, toimittajan ja mittajan kesken.
- Mittausjärjestelmille toteutetaan määräaikaistarkastukset sovitun aikataulun mukaan. Ennen vertailumittausten aloittamista laitoksen järjestelmien sekä apusuureiden 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 mittausalueen, 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, väriin tuloksiin

- näytekaasun suodatus häviöihin
- analysaattorin toiminta: epälineaarisuus, häiritsevät komponentit, ympäristöolosuhteiden vaikutus (lämpötila-, paine-, jännitevaihtelu), virityssäättöjen 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
- absorptioluostien ja suodatinten erotustehokkuus
- analyysin havainto- ja määrittäysrajat

Standardoiduille menetelmille on standardeissa esitetty menettely epävarmuuden määrittämiseksi. Mittausepävarmuus sisältää yleensä vain mittausjärjestelmälle lasketun epävarmuuden, eikä huomioi mittaustason 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 pyydettävissä 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 aikatazon raporteissa tulisi olla.

4.2 Mittaustulosten käsittely ja muunnokset

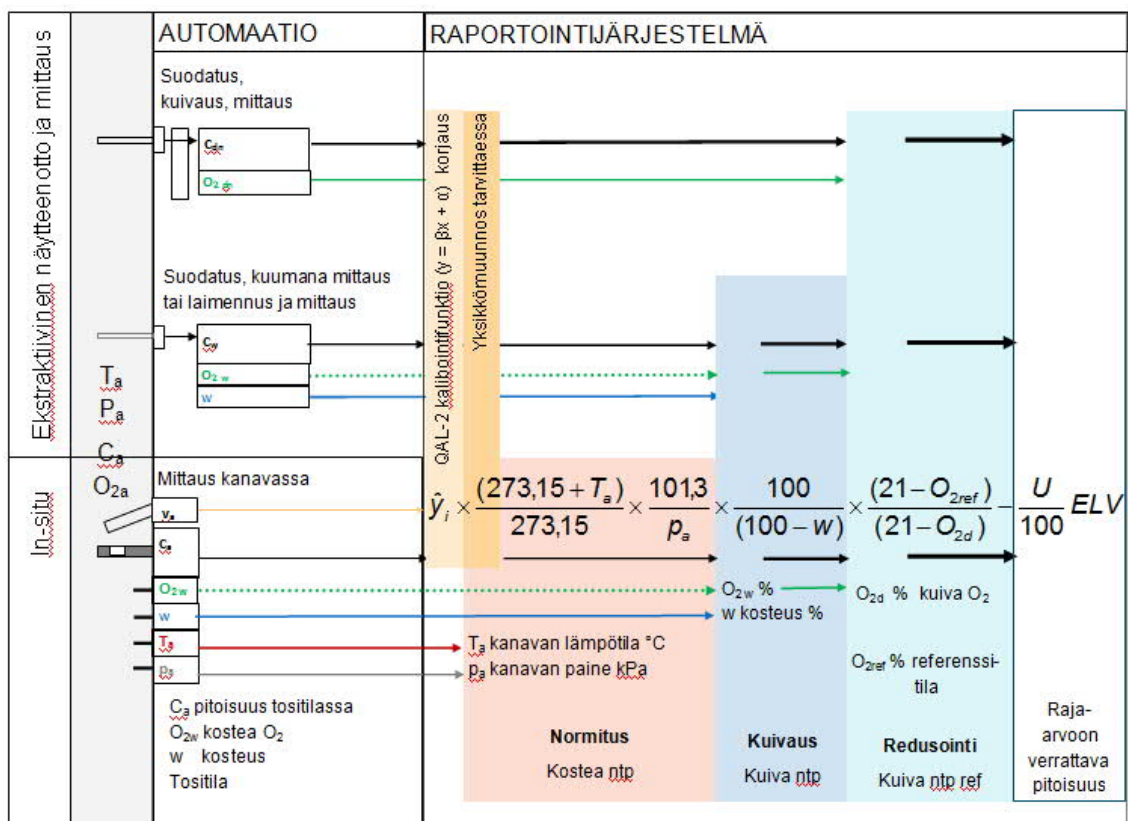
Uusissa ympäristölupapäätöksissä soodakattilan mittaustulosten tuloksille on esitetty samanlaista käsittelyä, kuin suurten polttolaitosten järjestelmien tuloksille. Raja-arvoon verrattava keskiarvo saadaan vähentämällä mitatusta arvosta raja-arvopitoisuudesta laskettu mittaustuloksen 95 % luotettavuutta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

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

1. Arvioidaan mittalaitteen raakatuloksen järkevyyttä eli onko mittalaite mittaustilassa ja onko tulos mittaustilalla. 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 kalibrointifunktiolla (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. Kalibrointisuoralla 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 pitoisuus-tulosten 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 luvissa 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}	koste standarditilan pitoisuus	t	keskiarvotus jakso
w	kosteus		

4.3

Raportointi

Informaatiojärjestelmään kytketty päästölaskennan raportointi tuottaa usean aikatazon 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 määrityllä 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 jatkuvatoimisista 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 määritellään 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 tietoturvavaatimukset 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.ahtp.fi/Lupa/>
- <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/>

Mittalaitteiden sertifiointielinten internet-sivut

- TÜV (<http://www.qal1.de/en/index.htm>)
- MCERTS(<http://www.csagroupuk.org/services/mcerts/mcerts-product-certification/mcerts-certified-products/>)

Pöyry Finland Oy Mittauspalvelut: Kokemuspohjainen tieto mittauksista

LIITE 1

**Sellutehtaiden soodakattiloiden päästöraja-arvot uusissa lupapäätöksissä
vuodesta 2015 alkaen**

Soodakattilan päästömittaukset

Suomen sellutehtaiden soodakattiloiden päästöraja-arvot uusissa lupapäätöksissä BAT päätelmien voimaan tulon jälkeen vuodesta 2015 alkaen

Sulfaatti prosessi			Raja-arvot						
Tehdas	Paikkakunta	Diaarinumero	Lupa nro	Ominaispäästö vuosi keskiarvo			Pitoisuus 6 % O ₂		
				SO ₂ ja TRS kgS/Adt	NO _x kg/Adt	Hiukkaset kg/Adt	SO ₂ mg/m ³	TRS mgS/m ³	NO _x NO ₂ :n mg/m ³
Metsä Fibre Oy	Äänekoski	LSSAVI/4652/2014	4/2015/1	0,05	1,7	0,2	0,2	5	300
Finnpulp	Kuopio	ISAVI/1171/2016	14/2017/1	0,05	1,6	0,2	0,2	5 / 7	300
UPM-Kymmene Oyj	Lappeenranta	ESAVI/348/04.08/2013	96/2015/1	0,13	1,7			10	-
Stora Enso Oyj	Varkaus	ISAVI/4379/2014	53/2015/1	0,15	1,4	0,4	0,4	10	-
Stora Enso Oyj Enocell	Joensuu	ISAVI/738/2016	48/2016/1					10	300
UPM-Kymmene Oyj	Kouvola	ESAVI/1834/2016	317/2016/1	0,13	1,7	0,4	0,4	10	
Stora Enso Oyj Sunila	Kotka	ESAVI/846/2016	3/2017/1	0,13	1,6	0,4	0,4	5 / 10	
Stora Enso Oyj	Imatra	ESAVI10708/2015	101/2017/1	0,17	1,4			5 / 10	40
Metsä Fibre Oy	Lappeenranta	ESAVI/2043/2015	228/2017/1	0,13	1,6	0,4	0,4	10	300
UPM-Kymmene Oyj	Pietarsaari	LSSAVI/870/2015	147/2017/1	0,13	1,65	0,3	0,3	10	400
Metsä Fibre Oy	Rauma	ESAVI710731/2015	70/2018/1	0,13	1,6			10	50
Metsä Fibre Oy	Kemi	PSAVI/597/2015	-						
Stora Enso Oyj	Oulu	PSAVI72598/2015	-						
Stora Enso Oyj	Kemi	PSAVI/2599/2015	-						
Sulfiitti prosessi				tn/a	tn/a	tn/a	Pitoisuus 5 % O ₂ NTP		
Stora Enso Oyj	Heinola	ESAVI/5390/2016	14/2017/1	250 ja 25	90				30
Savon Sellu Oy	Kuopio	ISAVI/1388/2016	15/2017/1				200	500	107

Ominaispäästön rajat astuvat voimaan useimmissa päätöksissä 1.10.2018, tai sitä ei ole ilmoitettu. Muutamassa luvassa

ominaispäästöt voimaantulo 1.1.2019 alkaen.

Pitoisuusraja-arvot **vuorokausikeskiarvoja**, jos tausta valkoinen.

Mikäli taustan väri ja numeroiden väri poikkeaa edellisestä, ovat selitteet seuraavat:

Kuukausikeskiarvo

kuukausikeskiarvo

Vuosikeskiarvo

vuosikeskiarvo

LIITE 2

Soodakattilan ylösajo-, alasajo- ja häiriöjaksojen määrittelyehdotuksia

Soodakattilan ylösajo-, alasajo- ja häiriöjaksojen määrittelyehdotuksia

TAUSTA

- Uudessa BAT/BREF dokumentissa soodakattilalle ei ole määritelty parametreja kyseisille jaksoille
- Direktiivin 2010/75/EU III luvun soveltamisalaan kuuluvien polttolaitosten käynnistys- ja pysäytysjaksot on määritelty

TAVOITE

- Dokumentti jossa kerätään ehdotuksia kuinka määritellä soodakattilan ylösajo-, alasajo- ja häiriöjaksot.
- Tehtaat voivat käyttää dokumenttia hyväksi keskustelussa ympäristöviranomaisten kanssa, tehdas päättää ko. jaksojen määrittelystä itse.

Soodakattilan käynnistys- ja pysäytysjaksojen määrittelyehdotuksia

- Ylösajojakso päättyy (yleisimmät kriteeriehdotukset):
 - kun mustalipeävirtaus on yli 60% lipeän virtauskapasiteetista
 - kun päähöyryn virtaus on yli 50% höyrynkehityksestä
 - kun väkevien hajukaasujen poltto käynnistyy
 - kun tertiääri-ilmataso käynnistyy
- Alasajojakso alkaa (yleisimmät kriteeriehdotukset):
 - kun mustalipeävirtaus on alle 60% lipeän virtauskapasiteetista
 - kun päähöyryn virtaus on alle 50% höyrynkehityksestä
 - kun apupolttoaineen poltto käynnistyy

Voisiko määritellä normaaliajon kriteerit alas/ylösajon sijasta
esim. normaaliajo kun hakuruuvi päällä



Soodakattilan häiriöjaksojen määrittelyehdotuksia

- Häiriöaika (yleisimmät kriteeriehdotukset):
 - Polttoliipeän kuiva-aine/lämpötila/paine alle suunnitellun
 - Sähkösuodattimen toiminta (jännite ja virta)
 - Sähkösuodattimen kenttiä pois päältä alle suunnitellun
 - Tukipolttoaine päällä
 - Väkevien hajukaasu poltto estynyt
 - Liuottaja hönkien poltto estynyt



Markus Nieminen

1.4.2015

SOODAKATTILAN KÄYNNISTYS-, PYSÄYTYS- JA HÄIRIÖJAKSOJEN MÄÄRITTELY - PROJEKTI

Yhteenveto tehtaiden ehdotuksista ja mielipiteistä käynnistys-, pysäytys ja häiriöjaksojen määrittelyksi

Soodakattilan ylösajojakso päättyy kun (voi luetella useita kriteerejä):

- Päähöyryn virtaus, ylösajojakso päättyy kun virtaus on yli 65% höyrykehityksestä
- Päähöyryn virtaus, ylösajojakso päättyy kun virtaus on yli 57% höyrykehityksestä
- Ilmataso, ylösajojakso päättyy kun tertiäri-ilmataso käynnistyy
- Mustalipeävirtaus, ylösajojakso päättyy kun virtaus on yli 60% lipeän virtauskapasiteetista
- Mustalipeävirtaus > 35% nimellisestä
- Kattila on päällä kun on lipeä tulet ja päähöyryventtiili auki. Parempi olisi määrittää jokin minimi kuorma, esim. hajukaasujen poltto ehto täyttyy
- Sulaa alkaa virtaamaan liuottajaan

Soodakattilan alasajojakso alkaa kun (voi luetella useita kriteerejä):

- Päähöyryn virtaus, alasajojakso alkaa kun virtaus laskee alle 65% höyrykehityksestä
- Päähöyryn virtaus, alasajojakso alkaa kun virtaus laskee alle 57% höyrykehityksestä
- Tukiöljy, alasajojakso alkaa kun tukiöljyn poltto käynnistyy
- Mustalipeävirtaus, alasajojakso alkaa kun virtaus on alle 60% lipeän virtauskapasiteetista
- Höyryvirtaus < 35% nimellisestä
- Meillä ei ole määritelty ”alasajojaksoa”. Kattila pois päältä kun lipeätuli loppuu
- Mustalipeän polton kuorma laskee alle 75% nimelliskapasiteetista
- Apupolttoainetta joudutaan käyttämään alasajoon mustalipeä polton tukemiseksi

Kattila on normaaliajossa kun seuraavat ehdot täyttyvät

- Kattila on päällä (savukaasupuhallin + lipeän poltto tai kaasutulet päällä)
- Väkevien hajukaasujen polttolupa päällä
- Hakeruuvi päällä
- Sähkösuotimet eivät ole häiriössä
- Kattila on päällä (seuraavat ehdot täyttyvät)
 - savukaasupuhallin päällä
 - öljypoltin päällä tai höyrykuorma yli 43% nimelliskapasiteetista
 - savukaasun lämpötila piipussa yli 130 C
- Lipeän poltto yli 70% nimelliskapasiteetista
- Sähkösuotimet eivät ole häiriössä

Miten määritellä soodakattilan häiriöjakso: (voi luetella tyypillisimpiä tapauksia):

Esim. polttolipeän parametrien avulla, jos liian suuri tai pieni -> häiriö

- Kuiva-aine



Markus Nieminen

1.4.2015

- Lämpötila
- Paine

Pieni kuorma

Väkevien hajukaasujen poltto estynyt

Tukipoltto päällä

Höyryntuotanto alle 45% nimellisestä

Sähkösuodattimen toiminta (jännite ja virta), suodattimen kenttiä pois päältä alle suunnitellun.

- Päästöehdot voimassa jos yksi kentistä pois päältä (kolme kammiota joissa kolme kenttää).

Kuiva-ainepitoisuus:

- Mustalipeän kuiva-aine on alle 70%

Sähkösuodattimen häiriötila:

- Lipeän poltto päällä ja kaksi tai useampi suodin kolmesta on häiriössä
- Lipeäpoltto on päällä ja kolme tai useampi suodin neljästä on pois
- Yksi tai useampi suodin pois ja kattilan teho enemmän kuin 75% nimelliskapasiteetista
- Kaksi tai useampi suodin pois ja kattilan teho enemmän kuin 70% nimelliskapasiteetista
- Sähkösuodin on pois päältä kun kolmesta kentästä kaksi tai useampi kenttä on pois käytöstä.
- Sähkösuodattimen häiriöajaksi lasketaan aika jolloin seuraavat ehdot toteutuvat yhtäaikaaisesti:
 - Kattila on päällä
 - Lipeän poltto päällä
 - Yhden sähkösuotimen kentistä kaksi on tai useampi on pois käytöstä
 - Kyseisen sähkösuotimen molemmat pellit ovat auki
- Sähkösuodattimen häiriöajaksi lasketaan aika jolloin seuraavat ehdot toteutuvat yhtäaikaaisesti:
 - Kattila on normaaliajossa
 - Kolme kammiota on poissa päältä

Savukaasupesuri häiriötila:

- Lipeän poltto päällä ja savukaasupesuri on pois päältä (pumppu pois päältä)
- Savukaasupesurin häiriötilanteessa ei lasketa vuorokausilupaehdoton verrannollista TRS pitoisuutta.

Liottajasta, vahvalipeäsäiliöstä ja sekoitussäiliöstä syntyy laimeita hajukaasuja, jotka poltetaan soodakattilassa. Jos hönkien poltto on estynyt, ne voidaan ajaa liuottajan hönkäpesurin ja savukaasupesurin kautta soodakattilan piippuun, jolloin ne kulkevat päästömittausten kautta. Hönkien ohitustilanteita pidetään häiriötilanteina, joiden aikana ei lasketa vuorokausilupaehdoton verrannollista TRS pitoisuutta. Sen sijaan ohitukset huomioidaan laimeiden hajukaasujen käsittelyn lupaehdon noudattamisessa ja TRS –päästörajat ylittävän 220h/a ajan laskennassa silloin kun luparaja ylittyy.

- Liuottajan hönkäpesurin ohitus
- Lipeän poltto päällä ja liuottajan hönkäpuhallin ei ole käynnissä ja venttiili auki pesurille



Markus Nieminen

1.4.2015

- Sekoitussäiliön hönkien ohitus
 - Venttiili ohitukseen auki ja TRS-päästö yli 10 mg/m³(n)
- Vahvalipeäsäiliön hönkien ohitus, häiriötila jos TRS-päästö on yli 10 mg/m³(n)
 - Lipeän poltto päällä ja venttiili ohitukseen auki

LIITE 3

TÜV sertifioituja mittausjärjestelmiä EN 15267 mukaan ja järjestelmien toimittajia

TÜV sertifioituja mittausjärjestelmiä EN 15267 mukaan ja järjestelmien toimittajia
esim. (<http://www.qal1.de/en/systeme.htm>)

Deutsch | English





[Home](#) | [Manufacturer](#) | [Systems](#) | [Components](#) | [Certificates](#) | [Contact](#) | [Imprint](#) | [Data protection](#) |
[-> Emission](#) | [Ambient Air](#) | [Longterm-Sampling](#) | [Data Evaluation](#) |

Certified measuring- and evaluating-systems according to EN 15267

Overview systems

(From: 2018-06-28)

Emission

.. 4500 MkIII	..D Dusthunter C200 Dusthunter SB100 Dusthunter SF100 Dusthunter SP100 Dusthunter T100 Dusthunter T200	H HM 1400 TRX HM-1400 TRX2	..M MIR 9000 MIR 9000 CLD MIR 9000 H MKAS S800* Modell 6888A MT 91	S SDF* SERVOFLEX MiniMP 5200 SERVOTHOUGH Laser Model 2930 Set CEM CERT 7MB1957 SM-4 Smart CEMS STACK 181 WS* STACK 710 STACKFLOW 200 STACKFLOW 400 StackFlowMaster Stackguard 2 System
A AccuFlo QAL ACF 5000 AdvanceOptima AO2000 AR 602 Z/Hg AR 602 Z/NH_g AR 602 Z/N AR 650/N AR 650/NHF	E EasyLine EL3000 EM-D 5100 EM-F 5000 ENDA-5000 Endura AZ20	K K-Bar 2000B	N NGA 2000 MLT2 NZ-5000	
B Bühler CEMSelect OEM*	F FDM II FIDAMAT 6 Fidas24 (AO2000) Fidas24 (EL3000) Flowsic 100 FLS.J FMD 09 FWE200DH	L LaserGas II HCl LaserGas II HF LaserGas II NH₃ LasIR HF LasIR HCl/H₂O LDS 6 7MB6121 NH₃ LDS 6 7MB6121 HCl Limas21 UV (AO2000) Limas23 (EL3000)	O OPASTOP GP4000H Oxatex 3107 C67 Oxitec 5000+	T Torbar*
C CEMS* (Gaset) CEMS* (Kontram) CEMS II* (Gaset) CEMS II.e (Gaset) CEMS II.ef (Gaset) CEM CERT 7MB1957 CEMSelect OEM CMM	G GCS GIGAS 10M* GM 32 Cross Duct GM 32 GMP GM 32 LowNO_x GM 700-2 GMS 810-Fidor/i GRAPHITE 52M	M MAC GMS 800* Magnos28 (AO2000) Magnos28 (EL3000) MGA 04 MGA 10-HWIR MCS 100 FT MERCER 300Z Mercury Freedom Metis MY47 MGA 12 MGA 12 HR MGS 300	P PFM 06 ED (PG 250 SRM)** PG 350 E PM-1820 WS Power CEMS	U U 3600
D D-CEM 2100 D-FL 100 D-FL 220 D-R 290 D-R 320 D-R 800 D-R 808 D-R 820 F			Q QAL 181 QAL 181 WS QAL 360 QAL 991 qSYS	V V-CEM5100 Verewa HM 1400 TRX
				Z ZFK 8 + ZKM ZIRKOR 200 ZRE und ZRE/ZFK 7

* old name of system

** no longer in production

Manufacturer's overview

(From: 2018-06-28)

A ABB Automation GmbH ABB Limited (GB) AMA Instruments GmbH Auburn Systems, LLC	G Gaset Technologies Oy General Impianti S.r.l.	O Opsis AB
B Bühler Technologies GmbH	H HORIBA Europe GmbH HORIBA GmbH (Österreich)	P Palas GmbH PCME Ltd.
C CODEL International Ltd. Comde-Derenda GmbH	I IMT Innovative Messtechnik GmbH ITBK Ingenieurgesellschaft für Umweltschutz mbH	S Sensortherm Servomex Group Ltd. SICK AG SICK Engineering GmbH Siemens Siempelkamp NIS Ingenieurgesellschaft mbH SIGRIST-PHOTOMETER AG S.K.I. GmbH SW Technology sagl Synspec B. v.
D Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG Durag GmbH Durag Data GmbH	K Kontram Oy Kurz Instruments Inc.	T Teledyne API Thermo Fisher Scientific
E Ecotech Pty Ltd Emerson GmbH & Co. OHG ENOTEC GmbH Environnement S. A	L Land Instruments International Ltd	U Unisearch Associates
F FAI Instruments s.r.l. Fives Pillard Fluid Components International (FCI) Födisch Umweltmesstechnik AG Fuji Electric Systems Co., Ltd.	M Met One Instruments, Inc. Mercury Instruments GmbH MKS Instruments Inc.	V Verewa GmbH*
	N NEO Monitors AS NIS Ingenieurgesellschaft mbH*	

* old company name

LIITE 4

Yleisimmät analysaattoreiden mittausperiaatteet

15 mittaparia) lasketaan lineaarinen kalibrointi-suora. Mittaustulosten vaihtelevuus tulee olla referenssitilaan laskettuna sallituissa rajoissa, että suora voidaan katsoa päteväksi. Tulosten vertailutilaan laskennassa käytettävät apusuureiden vastetta verrataan referenssimenetelmien tuloksiin. Suoran sovitetta ei niille yleensä käytetä, mutta tulosten on hyvä olla epävarmuuksien rajoissa yhtäläiset vertailumenetelmän kanssa.

Kuva 3. AST vertailussa vähintään 5 vertailuparin mittainen mitausjakso ja päästösuureen tulosten vaihtelevuuden ja mittaparien suhtautuminen kalibroitaisuutaan laskennallisesti sekä apusuureiden tulosten vastaavuuden vertailu

LIITE 5

Standardiehdotuksessa EN 17255:1 esitettyt päivä-, viikko-, kuukausi- ja vuosiraportteihin sisällytettävät asiat

Standardiehdotuksessa EN 17255:1 esitetyt päivä-, viikko-, kuukausi- ja vuosiraportteihin sisällytettävät asiat:

Nro	Asia	D	W	M	A
1	Raportoitavien lyhyen jakson keskiarvojen lukumäärä	x	x	x	x
2	Hylättyjen lyhyen jakson keskiarvojen lukumäärä	x	x	x	x
3	Lyhyiden keskiarvojaksojen määrä raportointijaksossa	x	x	x	x
4	Lista referenssitilan lyhyen jakson keskiarvot ja tagit	-	-	-	-
5	Lista kaikista raja-arvoon verrattavista lyhyen jakson keskiarvoista ja tagit	x	-	-	-
6	Raja-arvon ylittäneiden raja-arvoon verrattavien keskiarvojen lukumäärä	x	x	x	x
7	Lista päivittäisistä pitkän ajan keskiarvoista	x	x	x	-
8	Epäkelpojen päivin lukumäärä	x	x	x	x
9	Lista laitehäiriö tai -rikko ajoista tai kun mittaus ei käynnissä	x	-	-	-
10	Lista päivää pidemmistä pitkän ajan keskiarvoista	-	x	x	x
11	Päästöraja-arvon ylittävien pitkän jakson keskiarvojen lukumäärä	-	x	x	x
12	Epäkelpojen päivien lukumäärä vuodessa 1.1. alkaen	x	x	x	x
13	Pätevän alueen ylittäneiden standardoitujen lyhyenjakson keskiarvojen lukumäärä	-	x	x	x
14	Häiriö- ja rikkotuntien määrä 12 kuukauden periodissa	x	x	x	x
15	Sallitun ylittäneiden mittaushäiriö-/rikkotuntien määrä 1.1. alkaen	-	-	-	x
16	Pätevän alueen yli 5 % ajasta ylittäneiden viikkojen määrä viimeisen QAL-2 tai AST jälkeen	-	x	-	-
17	Pätevän alueen yli 40 % ajasta ylittäneiden viikkojen määrä viimeisen QAL-2 tai AST jälkeen	-	x	-	-
18	Raja-arvon ylittäneiden raja-arvoon verrattavien lyhyen ajan keskiarvojen osuus 1.1. alkaen	-	-	x	x
19	Päästöraja-arvon ylittäneiden päiväkeskiarvojen osuus 1.1. alkaen	-	-	x	x
20	Number of STA containing capped FLD	-	-	x	-
21	Lyhyen jakson keskiarvojen määrä sisältäen mittausalueen ylityksiä	-	-	-	x
22	Referenssitilan arvojen määrä sisältäen korvausarvoja	-	-	x	x
23	Kokonaismassapäästö	-	-	-	x
24	Käytettyjen korvausarvojen lukumäärä massapäästöjen laskennassa	-	-	-	x

LIITE 6

SKY raportti 16A0913-E0086
(käyttökokemuskartoitus, ei päivitetty tässä projektissa)

3 KÄYTTÖKOKEMUSKARTOITUS

3.1 Yleistä

Soodakattiloiden päästömittareita ja niiden käyttökokemuksia kartoitettiin kyselyllä jäsen-tehtaille. Kyselyn tarkoituksena oli selvittää nykyistä laitekantaa ja verrata sitä vuonna 2000 tehtyyn kartoitukseen. Tavoitteena oli myös edellistä kyselyä tarkemmin selvittää laitteiden käyttökokemuksia, kunnossapitoa ja huoltoa, jotta voitaisiin antaa käytännön suuntaviivoja päästömittausten parhaiden menetelmien löytämiseksi. Käyttökokemusten osalta valitettavasti sekä kysely että vastaukset eivät anna parasta mahdollista lähtökohtaa.

Kartoitus on esitetty tämän raportin liitteenä. Sen avulla on helppo ottaa yhteyttä päästömittausasioissa samanlaisten ongelmien ja haasteiden kanssa ponnisteleviin tehtaisiin.

3.2 Prosessi

Soodakattilayhdistyksen savukaasuanalysaattorikartoituksessa saatiin tarkemmat tiedot 10 tehtaalta, joissa oli 13 soodakattilaa. Soodakattiloita tehtailla oli tavallisesti yksi, Imatran Kaukopäässä ja Sunilassa useampi. Päästömittausten määrä ja laitteistot saattavat poiketa toisistaan myös saman tehtaan eri kattiloilla, joten tarkastelun lähtökohdaksi on valittu kattilakohtaisuus.

Savukaasun käsittely on kattiloilla lähes samanlainen. Savukaasupesuri oli viidellä kattilalla. Polttolipeän kuiva-ainetaso vaihteli välillä 70...83 %.

3.3 Mittauspaikka

Savukaasunäytteen näytepaikka sijaitsee pääasiallisesti savupiipussa, kahdessa kattilassa näytepaikka oli savukaasukanavan sähkösuotimen ja savukaasupesurin välissä. Näytelinjan pituus tehtailla vaihteli kolmesta 70 metriin. Tähän on syynä analysaattoreille sopivan paikan sijainti.

3.4 Analysaattorit

3.4.1 Yleistä

Ilmoitettujen käyttöönottovuosien perusteella savukaasuanalysaattoreiden laitekanta on varsin uutta. Analysaattorit on otettu käyttöön 1990- tai 2000-luvulla. Vanhin laitteisto oli vuodelta 1992.

Savukaasuanalysaattoreita ja -mittalaitteita tarjoaa Suomessa vain muutama toimittaja. Näitä ovat Kontram, PPM Systems ja Oleintec. Kaikilla kyselyyn vastanneilla laitoksilla oli näiden toimittajien edustamia laitemerkkejä. Tyypillisesti savukaasuanalysaattoritoimitus on kokonaistoimitus, jossa toimittaja toimittaa koko analysaattorilaitetekonaisuuden näytelinjoinen, sondeineen ja analysaattoreineen. Siksi on luonnollista, että laitokset ovat kokonaisuudessaan tiettyä tuotemerkkiä tai tuotesarjaa.

Vuodelta 2000 olevassa savukaasuanalysaattorikartoituksessa tarkasteltiin pääsääntöisesti eri laitteistoja ja mittaustapoja. Tämän kartoituksen pääpaino on kartoittaa laitteiden huolto- ja kunnossapitotarpeita.

3.4.2 Vuoden 2000 kysely

On mielenkiintoista verrata laitekannan kehittymistä vuoden 2000 ja uuden kyselyn välillä. Uuteen kyselyyn vastanneista kuusi tehdasta oli vastannut kyselyyn vuonna 2000. Näistä kaksi oli uusinnut kyselyiden välillä näytettä ottavan päästöanalysaattorin, ja kaksi tehdasta oli osittain uudistanut päästömittauslaitteitaan.

Molemmat kokonaan päästömittauksen uusineet tehtaat oli hankkineet Kontramin toimitaman Thermon. NO_x-analysaattoreissa kehitys oli päinvastaista. Thermon laitteita ei ole kyselyn mukaan enää kuin yhdellä tehtaalla. Laitetoimittajista sekä Procal että lasertoiminen pölymittari Emiplan ovat kyselyn mukaan poistuneet käytöstä. Laitoksilla, joissa uusintoja tehtiin, laitekanta oli vuoden 2000 kyselyn vanhinta, ja otettu käyttöön vuosina 1987 - 1993.

Uutta oli myös muutamalla tehtaalle hankitut savukaasun määrämittarit.

3.4.3 SO₂-analysaattori

Kartoituksessa mukana olleilla tehtailla SO₂-analysaattoreiden mittausperiaatteena on UV-fluoresenssi lukuun ottamatta yhtä tehdasta, jossa mittaus perustuu IR-absorptioon. Mittausalue vaihtelee ilmoituksen mukaan 0 - 200 ppm:sta 0 - 1000 ppm:ään. Muutamalla tehtaalla käytössä oli kaksi mitta-alueita, jotta saadaan sekä tarkka toimintapisteessä tapahtuva mittaus että suuremmalla alueella mittaus prosessin häiriötilanteessa. Käytössä oli Thermo Electronin analysaattori (6 kattilaa), API (2 kattilaa), Servomex (1 kattila) sekä MonitorLabs (1 kattila).

3.4.4 TRS-analysaattori

Savukaasujen TRS mitataan yhdeksällä tehtaalla kymmenestä. Mittausperiaatteena on UV-fluoresenssi. Mittausalueet vaihtelevat 0 - 100 ppm:sta 0 - 500 ppm:ään. Tuotenimijakauma on samanlainen kuin SO₂-analysaattoreilla: Thermo (6 kattilaa), API (2 kattilaa) sekä MonitorLabs (1 kattila).

3.4.5 NO_x-analysaattori

NO_x-analysaattori oli viidellä tehtaalla. Mittausperiaatteena käytetään kemiluminesenssiä (kolme kattilaa) sekä IR-absorptiota ja UV-fluoresenssiä. Mittausalueet vaihtelevat 0 - 200 ppm:sta 0 - 1000 ppm:ään. Tuotenimistä tulivat esille Xentra, API, Servomex ja MonitorLabs. Vuoden 2000 kyselyn Thermon laitteita (silloin 3 kpl) ei ole enää mainittavasti käytössä kyselyyn vastanneilla tehtailla.

3.4.6 Happimittaus

Happimittaus oli joka tehtaalla. Happi voidaan mitata tulipesän jälkeen tai piipusta. Mittausperiaatteena oli suoraan prosessista mittaava zirkoniumkenno tai paramagneettinen mittaus näytettä ottavassa analysaattorissa. Muutamassa kattilassa oli useampi happimittaus. Tuotenimistä tuli esiin zirkoniumkennoon perustuvissa mittauksissa Rosemount (2), Yokogawa ja Sick. Paramagneettisissa mittauksissa Servomex (2) ja Xentra.

3.4.7 CO-Analysaattori

Kartoitukseen tulleiden tietojen mukaan CO-analysaattori oli kahdeksalla tehtaalla. Mittausyksikkönä oli mg/Nm³ sekä ppm. Mittausperiaatteena oli IR-absorptio. Tuoteniminä olivat Servomex (2), MonitorLabs Xentra, Sick ja Thermo (2).

3.5 Muut savukaasumittaukset

3.5.1 Pölymittaus

Pölymittaus oli seitsemällä tehtaalla. Mittauspaikkana oli kolmella laitoksella piippu, muut mittaukset olivat savukaasukanavasta. Mittausperiaatteena oli optinen opasiteettiin perustuva mittaus. Tuotenimet olivat Durag (4), PCME(2) ja Sick (1+1 siirrettävä).

3.5.2 Virtaus

Savukaasun määrämittaus löytyi kahdelta tehtaalta. Mittaustapoja oli kaksi. Sickin optinen virtausmittari savukaasukanavasta ennen pesuria ja Kontramin toimittama pitot-putki piipusta.

Vaikka monella tehtaalla päästölaskenta perustuu edelleen laskentaan, antavat onnistuneet virtausmittaussovellukset toivoa tämän vaikean mittauksen toteuttamiseen.

Jatkuvasti tehtailla on käynnissä kokeiluja eri virtausmittaustyypeillä. Esimerkiksi tämän raportin kirjoitushetkellä kokeillaan Kaukaalla optista mittaria.

3.6 Kunnossapito

3.6.1 Yleistä

Analysaattorilaitteiden kunnossapitoon liittyviin kysymyksiin vastattiin melko hyvin. Kunnossapitotoimet ovat kuitenkin vaikeasti kuvattavissa ja vastausten tulkintaa vaikeuttaa vastausten erilaisuus.

3.6.2 Käytettävyys

Näytettä ottavien analysaattoreiden käytettävyyden ilmoitti vain kolme tehdasta. Kaikki ilmoitetut käytettävyydet olivat noin 98 %. Näyteaineisto on pieni, mutta se, että käytettävyyttä ei joko ilmoiteta tai tunneta, voi johtua monesta syystä. Syynä voi olla esimerkiksi se, että käytettävyyden seurantaa ei pidetä tarpeellisena, jos laitteistoja pidetään yleisesti ottaen luotettavina.

3.6.3 Kalibrointi

Näytettä ottavan analysaattorin kalibrointi tehtiin laitoksilla tyypillisesti kahdella eri tavalla. Nolla kalibroitiin instrumentti-ilmalla ja mitta-alue näytekaasulla. Tavallisimmin kalibrointi tehtiin kerran kuukaudessa, yhdellä tehtaalla kerran kahdessa viikossa. Kaksi tehdasta kertoo lisäksi automaattisesta 0-pisteen kalibroinnista, joka tehdään joko joka yö tai kerran viikossa. Kuukausittaisen kalibroinnin tekee tehtailla oma henkilöstö (joko kunnossapito tai laboratorio(1)). Muutamalla tehtaalla kerrottiin laitetoimittajan tekevän tämän lisäksi kalibroinnin kaksi kertaa vuodessa.

3.6.4 Huollot

Näytettä ottavan analysaattorin huoltoa yritettiin kartoittaa kysymällä päivä-, viikko-, kuukausi- ja vuosihuollon tarpeita sekä niissä tehtäviä töitä. Valitettavasti kaikki huoltokuvaukset eivät sisältäneet tarkkaa kuvausta niistä toimenpiteistä, joita huollossa tehdään.

Päivittäistä huoltoa eivät analysaattorit ilmoitusten mukaan tarvitse. Mittaustuloksia ja niiden avulla myös laitteiston toimintaa seurataan päivittäin ja tarvittaessa laitteistoa korjataan ja huolletaan. Päivittäinen seuranta tarkoittaa näytevirtausten tarkastusta ja yleistä laitteiston ja näytelinjojen sekä toiminnan tarkastelua.

Viikoittain neljällä tehtaalla ilmoitettiin tehtävän päivällinen silmämääräinen toiminnan tarkastelu.

Kuukausihuollossa analysaattorille tehtiin useammalla tehtaalla anturin tai sen suodattimen puhdistus, toiminnan tarkistus ja kalibrointi. Uusimman analysaattorin omaava tehdas ilmoitti anturin puhdistusväliksi kolme kuukautta.

Kuuden kuukauden tai vuoden välein näytepumppujen kalvot vaihdettiin kolmella tehtaalla joko kunnossapidon tai laitetoimittajan toimesta.

Vuosihuollon tekee useimmissa kohteissa (7 kpl) laitetoimittaja 1 - 2 kertaa vuodessa. Laitetoimittajalla voi olla paikallinen huoltopiste lähellä tehdasta. Vuosihuoltoon arvioidaan yleisesti kuluvan noin kaksi työpäivää. Kahden tehtaan ilmoitusten mukaan ei vuosihuollon tekijä käy selville, mutta on todennäköisesti oma kunnossapito.

Vuonna 2000 tehdyssä kyselyssä vain 30 - 40 % tehtaista oli säännöllinen toimittajan tekemä vuosihuolto.

3.6.5 Viat

Tavallisin häiriö oli ilmoitusten mukaan näytteenotossa ilmennyt anturin tukos. Myös lampun palaminen, lampun tehonsäätöelektroniikan viat, näytepumppujen kalvot ja laakerit sekä yleisesti näytteenkäsittelyn ongelmat ovat tavallisimpia vikoja. Myös näytelinjan poistolinjan jäätyminen ja otsonin pääsy laitetilaa mainittiin analysaattorin vikälähteinä.

3.6.6 Tarkistusmittaukset ja ympäristön ilman mittauspisteet

Kuudella tehtaalla ilmoitettiin tehtävän vuosittain 1 - 2 kertaa ulkopuolinen tarkistusmittaus.

Ympäristössä oli paikkakunnasta riippuen kahdeksalla tehtaalla kaksi tai useampia ilman laadun jatkuvatoimisia mittauspisteitä.

SOODAKATTILAN PÄÄSTÖMITTAUKSET						
Soodakattilayhdistyksen kartoitus		Äänekoski	Joutseno	Enocell	Pietarsaari	
Soodakattila						
Kokonaiskapasiteetti, tka/d		Äänekoski 2600	Joutseno 4000	SK2 3300	SK3 4450	
Polttolipeän laji (havu, koivu, jne)		havu ja koivu	havu	seka, 35/65	havu, koivu (euca aiemmin)	
Polttolipeän kuiva-ainetaso			79 %	74 %	82,6% (v.2005)	
Laimaiden hajukaasujen poltto		on	on	on	on	
Väkevien hajukaasujen poltto		-	on	on	on	
Savukaasukäsittely		sähkösuodin -> piippu	on	sähkösuodin-> savuk. pesuri-> piippu	sähkösuodin 3 kpl -> piippu	
Savupiipun korkeus		90,96 m	155 m	???	150 m (maan pinnasta)	
Mittaustekniikka						
Näytettä ottava analyysaattori						
Näytepaikka		Sähkösuotimen jälkeen piipusta	Savupiippu	Sähkösuotimien jälkeen, ennen savukaasupesuria	Savupiippu	
Analyysaattorin etäisyys näytepaikasta		6 m	36 m		29 m pystysuunnassa, näytelinjää n. 40 m	
Analyysaattorin sijoitus		Keskittetty, kontissa	Laitehuone piipun alhaalla		Keskittetty, analyysaattorihuone piipun kyljessä	
Näytesondi		JES 300	PPM 250 D/E		OP SIS-laimennussondi, lämmitetty	
Näytelinja		Winkler	Lämmitetty		OP SIS, eristetty/lämpösaatto	
Laimennusyksikkö 1:20 vain SO ₂ ja TRS mittaauksille		EPM 797.430	PPM 250 D/E 1/100		OP SIS-ohjausyksikkö (laimennus, lämmitys)	
Konvertteri NO ₂ /NO		JNOX-CT	TRS 891		TRS-konvertteri MonitorLabs	
Konvertteri TRS		Nova CDN-101				
Analysaattori, SO₂, tyyppi		Thermo 43A	API 100A PPM	Servomex 2500	MonitorLabs ML9850B	
Käyttöönottovuosi		2000	1999	1992	2004	
Mittausperiaate		UV-fluoresenssi	UV-fluoresenssi	Infrapuna	UV-fluoresenssi	
Mittausalue I		0-10 ppm	0-100 ppm	0-250 ppm	2000 mg/m3n (piipun olosuhteissa)	
Mittausalue II		0-100 ppm				
Analysaattori, TRS, tyyppi		Thermo 43A	PPM 100A ppm	ei ole	MonitorLabs ML9850B	
Käyttöönottovuosi		2000	1999		2004	
Mittausperiaate		UV-fluoresenssi	UV-fluoresenssi		UV-fluoresenssi	
Mittausalue I		0-10 ppm	0-100 ppm		2000 mg/m3n (piipun olosuhteissa, kokonaisriikki SO ₂ :na - SO ₂)	
Mittausalue II		0-100 ppm				
Analysaattori, NO_x		Xentra 4900	API 200A PPM	ei ole	MonitorLabs ML9841A	
Käyttöönottovuosi		2000	1999		2004	
Mittausperiaate		IR	Kemiluminesenssi		Kemiluminesenssi	
Mittausalue		0-500 ppm	0-200 ppm		1000 mg/m3n (piipun olosuhteissa)	
Analysaattori, O₂		Xentra 4900	Servomex 4900			
Käyttöönottovuosi		2000	1999	Yokogawa	Rosemount	
Näytepaikka		Sähkösuotimen jälkeen		1992	2005	
Mittausperiaate		Paramagneettinen	Paramagneettinen	Zirkoniumoksid	Zirkonium	

	Äänekoski	Joutseno	Enocell	Pietarsaari
Mittausalue	0-21 %	0-10 % / 0 -20%	0-10%	0-10%
Analysaattori, CO	Xentra 4900	Servomex 4900	Servomex 2500	MonitorLabs ML9830
Käyttöönottovuosi	2000	1999	1992	2004
Näytepaikka	Sähkösuotimen jälkeinen piipusta	Ennen sähkösuodinta	Sähkösuotimen jälkeen	Savupiippu
Mittausperiaate	IR	IR	Infrapuna	IR
Mittausalue	0-200 ppm	0 -200 ppm / 0 -3000 ppm	0-1000 ppm	1500 mg/m3n (piipun olosuhteissa)
Näytettä ottavan analyysaattorin huolto				
Kalibrointi (lyhyt kuvaus kalibroinnista)		0-piste joka yö alue 1kerta/kk	CO ja SO ₂ automaattisesti 7 päivän välein. O ₂ kalibrointi 6 kk välein manuaalisesti kaasulla.	
- miten kalibrointi tehdään (nolla, alue)	Kaasuilla	0 = ilmalla / alue = kaasulla	SO ₂ ja CO: 99,999% N ₂ (nolla), n.1000 ppm AGA (aluekaasu) O ₂ : 1% O ₂ (nolla) ja 21% instr.ilma (alue)	- luetaan "Nolla" (ei säädetä); "Alue" luetaan ja säädetään tarvittaessa
- kalibrointiväli (oma henkilöstö/toimittaja)	kk	oma henkilöstö 1 kerta/kk	oma henkilöstö	- kalibrointiväli 1 kuukausi; Pietarsaaren tehtaiden tutkimuslaboratorio
- kalibroinnin laukaisu (määrävälein, mittausrajan ylitys?)	Määrävälein	Määrävälein tai tarvittaessa		- 1) määrävälein 2) jos kk-kalibroinnin arvo ylittänyt kriteerit -> tarkistus n. viikon kuluttua uudelleen 3) tarvittaessa/pyynnöstä, jos esim. mittausraja ylittyy
- kalibrointihädykkeit (esim.näytekaasut ja niiden ppm)	SO ₂ 162 ppm, SO ₂ 1534 ppm, CO 161 ppm, NOx 409 ppm, O ₂ 21 %	SO ₂ 30 ppm ja NOx 180 ppm Norm.kesto noin1 h. Tekijä automaatioasentaja Yleisimmät kulutusosat varastossa		- kukin kalibrointikaasu erikseen: SO ₂ (15 ppm), H ₂ S (18 ppm), NOx (90 ppm), CO (90 ppm); voimassaolevin todistuksin
-huolto (lyhyt kuvaus eri huolloista)				
(sis. kesto,kuvaus,kulutusvaraosat,tekijä)	Aut.kunnossapito			
- päivittäishuolto/puhdistus		Tulosten seuranta	Silmämääräinen toiminnan tarkastus	- ei päivittäishuoltoa
- viikkohuolto		Päällinen tarkastus		- ei viikkohuoltoa
- kk-huolto	kk	Tarkistus/kalibrointi/viritys	O ₂ mittaus: kennon puhdistus, SO ₂ /CO mittaus: suodattimen vaihto	- kk-huollot: esim. 3 kk välein näyteenottosondin puhdistus, näytepumpun kalvojen vaihto 6 kk välein; oma henkilöstö
- vuosihuolto	1/v	Toimittaja		- vuosihuollot suorittaa laitetöimittajan huoltohenkilö kaikille analyysaattoreille kerralla; varattu 2-3 pvä; ajankohta tehdään vuosiseisokin yhteydessä
Käytettävyyys (% vuosi)		n. 98%		NOx:98,5%; SO ₂ :98,9%; TRS:98,9%; Poly:100%
Esintulleet ongelmakohteet ja viat				
- onko toistuvia ongelmia (esim. näyteenottotukos)	Sondin tukkeutuminen	Sondin tukkeutuminen		- ei tukoksia, kun sondi huolletaan 3 kk välein

	Äänekoski	Joutseno	Enocell	Pietarsaari
- onko usein toistuvia laitevikoja		Pumppujen kalvot		- ei toistuvia laitevikoja
- mitä muita vikoja esiintynyt	Laimennussondin tukkeutuminen	Otsonin pääsy laitetilaan (pakoputki vuoti) aiheutti muoviosien vaurioutumisen		- näytekaasun poistolinja analysaattoreilta jäänyt (eristetty paremmin); NOx-analysaattorin piirikorttivika (ROM-piiri)
- kuvaus, kuinka usein vikoja on ollut	Satunnaisesti	Satunnaisesti		- laitteet ovat uudehkoja ja sijaitsevat hyvin ilmastoidussa tilassa, joten toistaiseksi on välttytty toistuvilta laitevioilta
Pölymittaus				
Paikka	Sähkösuotimen jälkeen piipusta	Piippu, 36 m korkealla	ei ole	Piippu
Mittausperiaate	Kanavanilapi opasiteetti	Opasiteetti		Läpikanavan
Laitteen valmistaja	Durag	Durag		PCME
Laitteen tyyppi	D-R280-10	D-R280		C600
Mittausalue	0-400 mg/nm ³	0-100 %		200 mg/m ³
Käyttöönottovuosi	1989	1999		2004
Käyttökokemukset		Hyvä/varma tason näyttäjä		Laitte on kalibroitu ja säädetty päästömittauksien perusteella; tehdyillä vertailumittauksilla
Kalibrointi (lyhyt kuvaus kalibroinnista)	Labra/Nablabs	Laitte suorittaa nollauksen /alueen		On määritetty mittauksen kalibrointifunktio (joka on syötetty järjestelmään) ja validi mittausalue QAL2 mukaisesti
- miten kalibrointi tehdään (nolla, alue)		Laitte suorittaa nollauksen /alueen		
- kalibrointiväli (oma henkilöstö/toimittaja)	kk/labra	Laitte suorittaa nollauksen /alueen		
- kalibroinnin laukaisu (määrävalerin, mittausrajan ylitys?)				
- kalibrointihyödykkeet				
Huolto (lyhyt kuvaus eri huolloista)	Maahantuojaa	Puhdistus/suodatimien vaihto		
(sis. kesto, kuvaus, kulutusvaraosat, tekijä)	PPM Systems	Lampun vaihto		
- päivittäishuolto/puhdistus		Tulosten seuranta		
- viikkohuolto		ei ole		
- kk-huolto		Linssien puhdistus		
- vuosihuolto		ei ole		
Käytettävyyks (%) vuosi)		99 %		
Esiintuneet ongelmakohteet ja viat				
- onko toistuvia ongelmia (esim. näytteenottovikas)		Puhaltimien laakerit		
- onko usein toistuvia laitevikoja		ei ole		
- mitä muita vikoja esiintynyt	Lamppu vaihdettu	Lamppu palanut		
- kuvaus, kuinka usein vikoja on ollut	Satunnaisesti	Harvoin		

	Äänekoski	Joutseno	Enocell	Pietarsaari
Kosteusmittaus	ei ole	ei ole	ei ole	- ei ole jatkuvatoinista kosteusmittausta
Savukaasunmäärämittaus	ei ole			laskennallinen
Paikka				
Mittausperiaate				sk-puhaltimien käyttöön perustuva, laskenta DCS:ssa
Laitteen valmistaja				
Laitteen tyyppi				
Mittausalue				
Käyttöönottovuosi				käytetään kk- ja vuosiraportoinnin perusteena; (hyvä korrelaatio kertamittauksiin verrattuna)
Käyttökokemukset				
Huolto (lyhyt kuvaus eri huolloista)				arvioitu 98% ; laskennnassa esiintyy virhettä alas- ja ylösajo + seisokkitilanteissa
Käytettävyys (% vuosi)		ei ole	-----	
Esiin tulleet viat				
Tukitoiminnot käytettävyyden varmistamiseksi				
Varaosaohallinta				
Varaosavarasto (anna kuvaus varaosakäytännöstä, esim. miten kulutus- ja varaosien saanti on järjestetty)	Artikkelina	Yleisimmät osat varastossa SAP		Varaosavarasto mittauspaialla: Suodattimia yms. kulustarvikkeita n. vuoden tarve varastossa
- kulutushyödykkeet				
- suodattimet ym. kuluvat osat	kyllä	Varastossa	Ovat varastossa (SAP)	- Pietarsaaren tehtaiden tutkimuslaboratorio hankkii keskitetysti kalibrointikaasut; hankitaan hyvissä ajoin ennen sertifikaatin vanhenemista
- kalibrointikaasut, ym. hyödykkeet	kyllä	Varastossa	Ovat varastossa (SAP)	- SO2-analysaattorin UV-lamppu ja näytteenottopumpun kalvot omassa varastossa, muut laiteomittajalla
- varaosat (mitä omassa, mitä toimittajan varastossa)		Toimittajalla erikoisemmat	Omassa varastossa suodattimia, kuivaimia, happikenoja. Muut tilattava.	- vasteaikaa ei ole määritetty (eli omassa varastossa pidetään muutamat kriittisiksi katsotut varaosat)
- toimittajan varaosien vasteaika (onko määritetty?)		Pitkä/ei ole määritetty		
Huolto				Pietarsaaren tehtaiden tutkimuslaboratorio
- Huollon suorittaja 1	Aut. kunnossapito	Aut. kunnossapito	Aut. kunnossapito	
osaavan henkilöstön määrä	2	Paikallisia 3	2	2
työ määrä/huoltokerta	1 pv	1,5 h/keikka	riippuu huollosta??	6 h/keikka (kaikki ao. kohteet)
huoltokohde	Näyteanalyysaattori	kaikki	kaikki	SO ₂ , TRS, NOx, CO, näytteenotosondi

		Äänekoski	Joutseno	Enocell	Pietarsaari
	huolto	kalibrointi	vko/kk-huolto	pv/vko-huolto	kk-kalibrointi, kk-huollot
	- Huollon suorittaja 2	Aut.kunnossapito	Aut.kunnossapito	Kontram	Autom.osasto
	osaavan henkilöstön määrä	1 paikallinen	3 paikallista		2
	työmäärä/huoltokerta	2 pv	1 h/keikka		
	huoltokohde	Näyteanalyysiaattori	Näyteanalyysaattori		O ₂ , pöly
	huolto	vuosihuolto	kk-huolto		
	- Huollon suorittaja 3	Aut.kunnossapito	Aut.kunnossapito		Oleinitec
	osaavan henkilöstön määrä		3 paikallista		
	työmäärä/huoltokerta	2 h/krt	1 h/keikka		16 h/kerta (kaikki ao. kohteet)
	huoltokohde	Pöly	Pöly		SO ₂ , TRS, NOx, CO, näytteenotto
	huolto	vuosihuolto	kk-huolto		vuosihuolto
	- Huollon suorittaja 4				Kontram
	osaavan henkilöstön määrä				
	työmäärä/huoltokerta				
	huoltokohde				pöly
	huolto				tarvittaessa
	Ulkopuolisten tarkistusmittausten - tiheys	1 kerta vuodessa	2 kertaa vuodessa	-----	1 krt/a vertailumittaukset; P-saaren tehtaan päästömittausryhmä
	-suorittaja	Nablabs			1 krt/a analyysaattoreiden lineaarisuuden tarkistus; vuosihuollon yhteydessä;
					oma tutkimuslaboratorio
	Raportointi viranomaisille		1 kerta vuodessa		
	(raportointi kyllä/ei, mittaus/laskenta)				
	- näytettä ottavat analyysimittaukset	Kyllä, kertamittausten mukaan (pöly jatkuvan mittauksen mukaan)	kyllä / mittaus	ei	Kyllä / mittaus (ilmoitettu/laskettu lupaehdon mukaisissa olosuhteissa)
	- kosteus	kyllä / mittaus	kyllä / mittaus	ei	ei
	- pöly	kyllä / mittaus	kyllä / mittaus	ei	Kyllä / mittaus (ilmoitettu/laskettu lupaehdon mukaisissa olosuhteissa)
	- savukaasumäärä				
	(laskennallinen/mittaus)	kyllä / laskennallinen	kyllä / laskennallinen	ei	ei
	Kuka vastaa raportoinnista tehtäällä	Minna Nyman	Ritva Meuronen	Käyttöpäällikkö	Ympäristöpäällikkö
	Onko ympäristössä ilman laadun jatkuva mittaus	Äänekosken ja Suolahden kaupunkilla on useita pisteitä	Joutsenon keskusta/paloasema	ei	Ympäristöilman laatua mitataan 2:lla mittausasemalla

LIITE I

SOODAKATTILAN PÄÄSTÖMITTAUKSET						
Soodakattilayhdistyksen kartoitus		Imatra	Imatra	Kotka	Kemi MB	
Soodakattila		SK5	SK6	Kotka	SK	
Kokonaiskapasiteetti, tka/d		1700	3300	680	3400	
Polttolipeän laji (havu, koivu, jne)		seka, 40/60	seka, 40/60	havu	seka	
Polttolipeän kuiva-ainetaso					82 %	
Laimeden hajukaasujen poltto		ei	on	-	on	
Väkevien hajukaasujen poltto		ei	ei	-	on	
Savukaasukäsittely			suodin, pesuri, piippu		sähkösuodin, alkali-pesuri ja LTO-pesuri	
Savupiipun korkeus		135	135		83.5	
Mittaustekniikka						
Näytettä ottava analysaattori						
Näytepaikka				Savupiippu	Savupiippu	
Analysaattorin etäisyys näytepaikasta		70 m	70 m	5 m	15 m	
Analysaattorin sijoitus		Keskitetty, kontissa		Vesilaitoksen valvomo	Keskitetty oma tila	
Näytesondi				Kontram	katilarakennuksen sisällä	
Näytelinja		WAP 1204a/06/350 (2kpl)		WAP 4690/3*04/430		
Laimennusyksikkö 1:20 vain SO ₂ ja TRS		t.e.i 900		EPDM		
mittauksille		cd nova cdn-101		MT 1000	Nova CDN-101	
Konverteri NO ₂ /NO						
Konverteri TRS						
Analysaattori, SO₂, tyyppi		t.e.i 43c		Thermo 43A	Thermo 43 C	
Käyttöönottovuosi		1996		2003		
Mittausperiaate		UV-fluoresenssi		UV-fluoresenssi		
Mittausalue I		0-50 ppm		0- 200 ppm		
Mittausalue II		0-200 ppm				
Analysaattori, TRS, tyyppi				Thermo 43A	Thermo 43 C	
Käyttöönottovuosi		1996		2003		
Mittausperiaate		UV-fluoresenssi		UV-fluoresenssi		
Mittausalue I		0-50 ppm		0 - 200 ppm		
Mittausalue II		0-200ppm				
Analysaattori, NOx		t.e.i 42c		-	Servomex 4900	
Käyttöönottovuosi		1996		-		
Mittausperiaate		Kemiluminesenssi		-		
Mittausalue		100 ppm				
Analysaattori, O₂		Servomex 1420b		Sick GME 64	Servomex 4900	
Käyttöönottovuosi		1996		2001		
Näytepaikka						
Mittausperiaate		paramagneettinen		Zirconium kenno		

		Imatra	Imatra	Kotka	Kemi MB
	Mittausalue	21 %		0 - 25 %	
	Analysaattori, CO			Sick ME 64	Thermo 48 C
	Käyttönoottovuosi			2001	
	Näytepaikka			Sähkösuotimen jälkeen	
	Mittausperiaate				
	Mittausalue			0 - 1000 ppm	
	Näytettä ottavan analysaattorin huolto				
	Kalibrointi (lyhyt kuvaus kalibroinnista)	0:lla instr.ilma,alue kalibrointikaasulla (stabilisuus 3-vuotta)		Testikaasuilla	
	- miten kalibrointi tehdään (nolla, alue)	oma huolto 1krt/kk, toimittaja 2krt/vuosi			
	- kalibrointiväli (oma henkilöstö/toimittaja)	toistaiseksi viritys suoritetaan kuukausittain		oma 1 kk / Kontram 6 kk	
	- kalibroinnin laukaisu (määrävälein, mittausrajan ylitys?)	kalibrointikaasun pitoisuus n.70% mittausalueesta		määrävälein	
	- kalibrointihöydykkeet (esim.näytekaasut ja niiden ppm)			seoskaasu	
	-huolto (lyhyt kuvaus eri huolloista)			Kontram	
	(sis. kesto,kuvaus,kulutusvaraosat,tekijä)	toiminnantarkastus			
	- päivittäishuolto/puhdistus	näytteenkäsittelyn ja suodattimien tarkastus			
	- viikkohuolto				
	- kk-huolto	6kk.n välein pumppujen kunnon tarkastus ja osien vaihto			
	- vuosihuolto	analysaattoreiden ja näytteenkäsittelyn perusteellinen huolto			
	Käytettävyyys (% vuosi)	98 %			
	Esiintuleet ongelmakohteet ja viat	ei toistuvia ongelmia			
	- onko toistuvia ongelmia (esim. näytteenottotukos)	ei toistuvia ongelmia			

		Imatra	Imatra	Kotka	Kemi MB
	- onko usein toistuvia laitevikoja	ongelmat lähinnä laimenusyksikössä ja näytteenkäsittelyssä			
	- mitä muita vikoja esiintynyt	laitevikoja n. 1krt/vuosi			
	- kuvaus, kuinka usein vikoja on ollut				
	Pölymittaus	ei	ei		Ei ole
	Paikka			Savukanavassa	
	Mittausperiaate			Valokenno	
	Laitteen valmistaja			Durag	
	Laitteen tyyppi			PR 280	
	Mittausalue			0 - 400 mg/nm3	
	Käyttöönottovuosi			1996	
	Käyttökokemukset				
	Kalibrointi (lyhyt kuvaus kalibroinnista)			Vertailumittaus	
	- miten kalibrointi tehdään (nolla, alue)				
	- kalibrointiväli (oma henkilöstö/toimittaja)				
	- kalibroinnin laukaisu (määrävälein, mittausrajan ylitys?)				
	- kalibrointihädykkeet				
	Huolto (lyhyt kuvaus eri huolloista)				
	(sis. kesto, kuvaus, kulutusvaraosat, tekijä)				
	- päivittäishuolto/puhdistus				
	- viikkohuolto				
	- kk-huolto				
	- vuosihuolto				
	Käytettävyyks (% vuosi)				
	Esiintuneet ongelma-kohteet ja viat				
	- onko toistuvia ongelmia (esim. näytteenotto-utukos)	ei	ei		
	- onko usein toistuvia laitevikoja				
	- mitä muita vikoja esiintynyt				
	- kuvaus, kuinka usein vikoja on ollut				

		Imatra	Imatra	Kotka	Kemi MB
	Kosteusmittaus			ei ole	ei ole
	Savukaasunmäärämittaus			ei ole	Laskennallinen
	Paikka				
	Mittausperiaate				
	Laitteen valmistaja				
	Laitteen tyyppi				
	Mittausalue				
	Käyttöönottovuosi				
	Käyttökokemukset				
	Huolto (lyhyt kuvaus eri huolloista)				
	Käytettävyyys (% vuosi)				
	Esiin tulleet viat				
	Tukitoiminnot käytettävyyden varmistamiseksi				
	Varaosaohallinta				
	Varaosavarasto (anna kuvaus varaosakäytännöstä, esim. miten kulutus- ja varaosien saanti on järjestetty)	oman yksikön varastossa nimikkeillä		Kontram	SAP / Toimittajan varasto
	- kulutushyödykkeet	tilataan tarvittaessa omassa varastossa 1 kpl NOx ja 1kpl SO ₂ analyysaattori			Kulutustarvikkeet omassa varastossa
	- suodattimet ym. kuluvat osat	vaihtelee 1 päivä-1 kk			
	- kalibrointikaasut, ym. hyödykkeet				
	- varaosat (mitä omassa, mitä toimittajan varastossa)				
	- toimittajan varaosien vasteaika (onko määritetty?)				
	Huolto				
	- Huollon suorittaja 1	Aut.kunnossapito		Aut.kunnossapito	Laitosmies
	osaavan henkilöstön määrä	2		2	3
	työmäärä/huoltokerta	n. 4 h/viikko		1 h/pväkeikka	
	huoltokohde	kaikki		kaikki	

		Imatra	Imatra	Kotka	Kemi MB
	huolto	pv/vko/kk-huolto ja kalibrointi		pv/vko-huolto	
	- Huollon suorittaja 2	laitetoimittaja 2 krt/vuosi		Kontram	Kontram 2 kertaa/laitte
	osaavan henkilöstön määrä	2		1 paikallinen	
	työmäärä/huoltokerta	kesto yhteensä n.3 -viikkoa			
		kaikki voimalaitoksen			
	huoltokohde	päästömittaustajajärjesteimät		Näyteanalyysaattori	
	huolto			vuosihuolto	
	- Huollon suorittaja 3	Pöyry		Sick	
	osaavan henkilöstön määrä			2 h/krt	
	työmäärä/huoltokerta	1 kerta/vuosi			
	huoltokohde	vuospäästöjen viranomaisraportointi		Pöly	
	huolto			vuosihuolto	
	- Huollon suorittaja 4				
	osaavan henkilöstön määrä				
	työmäärä/huoltokerta				
	huoltokohde				
	huolto				
	Ulkopuolisten tarkistusmittausten - tiheys			1 kerta vuodessa	1 kerta vuodessa
	-suorittaja				
	Raportointi viranomaisille				
	(raportointi kyllä/ei,mittaus/laskenta)				kyllä(ulkopuoliset mittaustulokset)
	- näytettä ottavat analyysimittaukset				ei ilmoiteta
	- kosteus			kyllä / mittaus	ei ilmoiteta, ei jatkuva mittausta
	- pöly			kyllä / mittaus	ei ilmoiteta, ei mittausta
	- savukaasumäärä (laskennallinen/mittaus)				
	Kuka vastaa raportoinnista tehtäällä	Ympäristöpäällikkö		kyllä / laskennallinen	ei / laskennallinen Ympäristöpäällikkö
	Onko ympäristössä ilman laadun jatkuva mittaus		on		on

LIITE I

SOODAKATTILAN PÄÄSTÖMITTAUKSET							
Soodakattilayhdistyksen kartoitus				Oulu	Varkaus	Sunila	Sunila
Soodakattila							
Kokonaiskapasiteetti, tka/d				SK7 1600	Varkaus 1100	SK10 880	SK11 1300
Polttolipeän laji (havu, koivu, jne)				havu	koivu, havu	havu	havu
Polttolipeän kuiva-ainetaso				70 %	74 %	80 %	80 %
Laimeden hajukaasujen poltto				on	on	on	ei
Väkevien hajukaasujen poltto				on	-	ei	ei
Savukaasukäsittely				sähkösuodin-> pesuri-> piippu	sähkösuodin -> piippu	sähkösuodin-> pesuri-> piippu	sähkösuodin -> piippu
Savupiipun korkeus				132 m	120		
Mittaustekniikka							
Näytettä ottava analysaattori				Kyllä			
Näytepaikka				Savupiippu heti pesurin jälkeen	Savupiippu	Pesurin jälkeen	Savupiippu
Analysaattorin etäisyys näytepaikasta				3 m	n. 45 m	35 m	70 m
Analysaattorin sijoitus				Sk:n katolla analysaattorikoppi	sä-kytkemö	Keskitetty	Keskitetty
Näytesondi				PPM 250D/E			
Näytelinja				Ecoflex, Supra Plus 25-32		Winkler	Winkler
Laimennusyksikkö 1:20 vain SO ₂ ja TRS							
mittauksille				sondissa	TEI 900	TEI 900	
Konvertteri NO ₂ /NO				PPM-891	Nova Model CDN-101	CND-Nova	
Konvertteri TRS							
Analysaattori, SO₂, tyyppi				API 100A	Thermo 43A	43B	
Käyttöönottovuosi				n.1996	n.1993	1999	
Mittausperiaate				UV-fluoresenssi	UV-fluoresenssi	UV-fluoresenssi	
Mittausalue I				0-200 mg/m3N	0-500 ppm		
Mittausalue II							
Analysaattori, TRS, tyyppi				API 100A	Thermo 43A	43B	
Käyttöönottovuosi				n.1996	n.1993	1999	
Mittausperiaate				UV-fluoresenssi	UV-fluoresenssi	UV-fluoresenssi	
Mittausalue I				0-200 mg/m3N	0-500 ppm		
Mittausalue II							
Analysaattori, NOx							
Käyttöönottovuosi				-			
Mittausperiaate							
Mittausalue				-			
Analysaattori, O₂					2kpl WC 3000 Rosemount	Savukanavassa Rosemount 3000+ anturi 9700. Savupiipussa Servomex 4900	
Käyttöönottovuosi						1999/2002	1997/2002
Näytepaikka							
Mittausperiaate						Paramagneettinen	Paramagneettinen

		Oulu	Varkaus	Sunila	Sunila
	Mittausalue		Zirconium kenno		0-25%
	Analysaattori, CO	Thermo 48	Siemens Ultramat 23	Servome 4900	Servome 4900
	Käyttöönottovuosi	n. 1993		2002	2002
	Näytepaikka	Sähkösuotimen jälkeen	ESP:n ja savukaasup.	Pipussassa	Pipussassa
	Mittausperiaate	IR	Välissä	Kaasufilterikorrelaatio IR	Kaasufilterikorrelaatio IR
	Mittausalue		0-1000 ppm	0-1000 ppm	0-1000 ppm
	Näytettä ottavan analysaattorin huolto				
	Kalibrointi (lyhyt kuvaus kalibroinnista)				
	- miten kalibrointi tehdään (nolla, alue)	kalibr. kaasulla alue ja instr. ilmalla nolla	nolla ilmalla, alue tunnetulla kaasulla	Tarkastus nollalle kerran viikossa instrumentti-ilmalla alue tarvittaessa, mutta vähintään kerran kuukaudessa	
	- kalibrointiväli (oma henkilöstö/toimittaja)	kerran kuukaudessa	2 vko, oma kunnossapito	Omat tekevät nollan ja 1 kk huollon, laiteitoimittaja 2 kertaa vuodessa	
	- kalibroinnin laukaisu (määrävälein, mittausrajan ylitys?)	määrävälein ja tarvittaessa		Määrävälein tarkastus, kalibrointi tarvittaessa jos selvää poikkeamaa	
	- kalibrointihödykkeet (esim. näytekaasut ja niiden ppm)	160 mg/m3N	SO ₂ ja H ₂ S -kaasut	aluekaasut: SO ₂ 400 ppm työssä, CO 450ppm, O ₂ 7%	
	-huolto (lyhyt kuvaus eri huolloista)				
	(sis. kesto,kuvaus,kulutusvaraosat,tekijä)				
	- päivittäishuolto/puhdistus		Jatkuva seuranta	Näytevirtausten tarkastus n 15 min	
	- viikkohuolto	Silmämääräinen	Jatkuva seuranta	Nollat. Kesto 1 h	
	- kk-huolto	Sondisuodattimen vaihto	Jatkuva seuranta	het, näytekaasuilla tarkastus. Kesto n 1pv	
	- vuosihuolto	pumppujen kalvot, UV-lamppu (ei joka vuosi)	Ulkopuolinen kalibrointi ja huolto	2 pv	
	Käytettävyyks (% vuosi)	ei luotettava			
	Esintulleet ongelmakohteet ja viat				
	- onko toistuvia ongelmia (esim. näytteenottotukos)	Kriittinen aukko joskus tukossa	näytteenottohäiriöt	joskus suodattimia tukkeessa	

	Oulu	Varkaus	Sunila	Sunila
- onko usein toistuvia laitevikoja		pumput	näytepumppujen laakerit	
- mitä muita vikoja esiintynyt			lamppuja palanut, lampun tehonsäätö elektroniikkaa sökähtänyt,	lämpötilasäätimä hajonnut, näytepumppuja hajonnut
- kuvaus, kuinka usein vikoja on ollut	n. 3 kertaa vuodessa		isompia vikoja noin 2-3 kpl/vuosi koko tehtaalla, jossa analyysaattoreita n. 10 kpl	
Pölymittaus				
Paikka	Ennen savukaasupesuria	Savupiippu		Savupiippu
Mittausperiaate		Dynaaminen hiukkaspäästöjen opasiteetti		valon intensiteetti
Laitteen valmistaja	Sick	PCME SC600		Durag
Laitteen tyyppi				
Mittausalue		0-200 mg/m3		0-100 %
Käyttöönottovuosi	2006	2005		
Käyttökokemukset				Pelaa, mutta ei tiedä mitä näyttää
Kalibrointi (lyhyt kuvaus kalibroinnista)		Vertailumittaus		6-patterisella lampulla
- miten kalibrointi tehdään (nolla, alue)				
- kalibrointiväli (oma henkilöstö/toimittaja)				
- kalibroinnin laukaisu (määrävalerin, mittausrajan ylitys?)				
- kalibrointihädykkeet				
Huolto (lyhyt kuvaus eri huolloista)				
(sis. kesto, kuvaus, kulutusvaraosat, tekijä)				
- päivittäishuolto/puhdistus		Jatkuva seuranta		
- viikkohuolto				
- kk-huolto				
- vuosihuolto				
Käytettävyyks (%) vuosi)				
Esiintulleet ongelmakohteet ja viat				
- onko toistuvia ongelmia (esim. näytteenototukos)		Linssien likaantuminen		
- onko usein toistuvia laitevikoja				Puhdistuspuhaltimet joskus simantaneet, kosteutta päässyt elektroniikkaan
- mitä muita vikoja esiintynyt				
- kuvaus, kuinka usein vikoja on ollut				

		Oulu	Varkaus	Sunila	Sunila
	Kosteusmittaus				
	Savukaasunmäärämittaus				
	Paikka	Ennen savukaasupesuria			Savupiippu
	Mittausperiaate				
	Laitteen valmistaja	Sick			Pitot-putki
	Laitteen tyyppi				Kontram
	Mittausalue				DF25GR.008 DF25GR-200-KO-MC-SE-X100P16VU
	Käyttöönottovuosi				0-100 Nm3/s 2005
	Käyttökokemukset				
	Huolto (lyhyt kuvaus eri huolloista)				Pelannut hyvin Ei ole tarvinnut huoltaa
	Käytettävyys (% vuosi)				
	Esiin tulleet viat				
	Tukitoiminnot käytettävyyden varmistamiseksi				
	Varaosahallinta				
	Varaosavarasto (anna kuvaus varaosakäytännöstä, esim. miten kulutus- ja varaosien saanti on järjestetty)		suodattimet, tiivisteet, pumpput ja lämpötila-anturit		
	- kulutushyödykkeet	Paikallinen Stora Enson varasto			
	- suodattimet ym. kuluvat osat	Paikallinen Stora Enson varasto		Omasta varastosta löytyy suodattimet yms. kuluvat osat	
	- kalibrointikaasut, ym. hyödykkeet			Osastolla löytyy näytekaasut	
	- varaosat (mitä omassa, mitä toimittajan varastossa)			Harvemmin tarvittavat otetaan toimittajalta	
	- toimittajan varaosien vasteaika (onko määritetty?)			Vasteaika yleensä nopea, mutta väliillä toimitus kestää jopa 8 viikkoa	
	Huolto				
	- Huollon suorittaja 1	Aut.kunnossapito	Aut.kunnossapito	Aut.kunnossapito	
	osaavan henkilöstön määrä	2	2	4	
	työmäärä/huoltokerta	1 h/vko + 4 h/kk + 2 pv/vuosi		3 pv/kk	
	huoltokohde	kaikki	Tarvittaessa apua laite-toimittajalta	kaikki	

		Oulu	Varkaus	Sunila	Sunila
	huolto	vko-/kk/vuosi-huolto		pv/vko/kk-huolto	
	- Huollon suorittaja 2	PPM		Kontram	
	osaavan henkilöstön määrä	1 paikallinen		6 päivää/vuosi	
	työmäärä/huoltokerta	2 pv			
	huoltokohde	Näyteanalysaattori		Kaikki näyteanalysaattorit	
	huolto	vuosihuolto		1/2 vuotishuolto	
	- Huollon suorittaja 3				
	osaavan henkilöstön määrä				
	työmäärä/huoltokerta				
	huoltokohde				
	huolto				
	- Huollon suorittaja 4				
	osaavan henkilöstön määrä				
	työmäärä/huoltokerta				
	huoltokohde				
	huolto				
	Ulkopuolisten tarkistusmittausten - tiheys		1 kerta vuodessa	1 kerta vuodessa	
	-suorittaja				
	Raportointi viranomaisille				
	(raportointi kyllä/ei,mittaus/laskenta)			Kyllä laskennalla	
	- näytettä ottavat analyysimittaukset				
	- kosteus				
	- pöly				
	- savukaasumäärä				
	(laskennallinen/mittaus)				
	Kuka vastaa raportoinnista tehtäällä				
	Onko ympäristössä ilman laadun jatkuva mittaus				

LIITE 7

SO₂-mittausten luotettavuudesta pienillä ja suurilla pitoisuuksilla

SO₂-mittausten luotettavuudesta pienillä ja suurilla pitoisuuksilla

Mittaus yhden mittausalueen analysaattorilla tarkasti sekä ala- että yläpään pitoisuuksia voi olla haasteellista.

Yhden mittausalueen laitteille ehdotetaan järjestelmän säätökalibrointeja raja-arvopitoisuusalueella ja toista tarkistuspistettä 70 %:iin maksimiskaalasta.

- Esimerkiksi jos raja-arvopitoisuustaso on 50 mg/m³ (± 20 % sallittu epävarmuus) ja mittausalue ulottuu 500 mg/m³ häiriöiden osalta
- Säädot tehtäisiin tuolle raja-arvopitoisuusalueelle n. 50 – 60 mg/m³ (<30 ppm) tarkistuskaasulla ja toisella kaasulla tarkastetaan vain yläpään esim. 400 mg/m³ (n. 160 ppm) tason (poikkeaman suuruuden).

Mahdollista on myös tehdä tarkistus useammalla pitoisuustasolla laitteen lineaarisuuden tarkistamiseksi raja-arvotason yläalueella. Tämä voidaan tehdä toiminnallisissa testeissä kattaen koko laaja alue. Jos laite on lineaarinen säätötason yläpuolella, niin silloin mittaus onnistunee riittävällä tarkkuudella. Jos säätötason yläpuolella vastepisteet menevät käyrälle, on raakatuloksia mahdollisesti vähän tarkistettava korjausfunktiolla.

On olemassa käytössä mittausjärjestelmiä, joissa SO₂ on ollut mahdollista asettaa kaksi mittausaluetta: toinen pienille pitoisuuksille ja toinen isommille. Raportointijärjestelmässä sitten on luotu ehdot, milloin siirrytään käyttämään suurempaa mittausaluetta, eli silloin kun mitattu pitoisuus saavuttaa alemman mittausalueen yläpään, otetaan huomioon laajemman alueen pitoisuudet.

Koska kaikki mittausjärjestelmät tulee ulkopuolisen toimijan toimesta kalibroida rinnakkaisin mittauksin (QAL-2), on vertailumittausten toteutuksen aikana tarpeellista luoda kohtuullisessa mielin tilanteita, jolloin voidaan todentaa myös häiriötilan pitoisuuksia. Jaksojen kesto ei tosin voi olla kovin pitkä, etteivät päästörajat ja häiriöaika-rajat ylity pelkkien testien takia. Parasta olisi etukäteen sopia kyseisistä häiriötesteistä viranomaisen kanssa.

Erittäin suurilla pitoisuuksilla (100-1000-kertainen raja-arvotaso), esimerkiksi hajukaasujen poltossa tai savukaasupesurin ohituksen aikana, rikkidioksidipitoisuutta ei tavallisilla, alhaisia pitoisuuksia tarkasti mittaavilla päästömittausjärjestelmillä saada määritettyä. Tämä johtuu mittausalueen riittämättömyydestä ja näytekaasun laimentaminen puolestaan lisää matalan pitoisuuden analyysivirhettä.

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY, RAPORTTISARJA

- 1/2017 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 26.1.2017, esitelmät
Scandic hotelli Oulu, Stora Enso Oyj, Oulun tehdas
(16A0913-E0176) 26.1.2017
- 2/2017 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2016
(16A0913-E0177) 27.4.2017
- 3/2017 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Pöytäkirja. Vuosikokous 27.4.2017, Holiday Inn Helsinki City Centre, Helsinki
(16A0913-E0178) 27.4.2017
- 4/2017 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 2.11.2017
Clarion hotelli, Helsinki, (16A0913-E0179) 2.11.2017
- 5/2017 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Understanding Low Temperature Corrosion in Black Liquor Combustion, Phase 3
Nikolai DeMartini, Emil Vainio, Åbo Akademi
(16A0913-E0180) 22.9.2017
- 6/2017 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattiloiden käynninaikaiset tiiveydenvalvontajärjestelmät
Timo Karjunen, Varo Oy
(16A0913-E0181) 19.9.2017
- 7/2017 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Hitsauspinnoitettujen putkien käyttö soodakattiloissa OSA 3 - mikrorakennemuutokset vanhennushehkutuksissa
Satu Tuurna, Pertti Auerkari, Sanni Yli-Olli, VTT
(16A0913-E0182) 6.11.2017
- 8/2017 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Selvitys sularännien toiminnasta vaihtelevalla kuormalla
Eetu Rantanen, Lappeenrannan teknillinen yliopisto
(16A0913-E0183) 22.12.2017

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY, RAPORTTISARJA

- 1/2018 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 25.1.2018, esitelmät
Park hotel Tornio, Stora Enso Oyj, Veitsiluodon tehdas
(16A0913-E0184) 25.1.2018
- 2/2018 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2017
(16A0913-E0185) 26.4.2018
- 3/2018 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Pöytäkirja. Vuosikokous 26.4.2018, Helsinki Congress Paasitorni
(16A0913-E0186) 26.4.2018
- 4/2018 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 25.10.2018
Sokos hotelli Tornio, Tampere, (16A0913-E0187) 25.10.2018
- 5/2018 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Black Liquor Evaporation Book
Jim Frederick and Niko DeMartini
(16A0913-E0188) 25.10.2018
- 6/2018 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Sularännisuositus
(16A0913-E0189) 10.12.2018
- 7/2018 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilan päästömittausten menetelmät
Paula Juuti, Pöyry Finland Oy
(16A0913-E0190) 10.12.2018