

Metsäteollisuus ry
Suomen Soodakattilayhdistys ry

Päästömittauspäivä 2011

Aalto yliopisto,
Puunjalostustekniikan laitos

16.3.2011

Raportti 3/2011

(16A0913-E0123)



PÄÄSTÖMITTAUSPÄIVÄ 2011

Puunjalostustekniikan laitos (Puu2-talo), Tekniikantie 3, Espoo
16.3.2011

OHJELMA

klo

- | | |
|-------------|---|
| 09.00-09.20 | Ilmoittautuminen ja aamukahvi |
| 09.20-09.50 | Miksi päästöt tulisi selvittää ja raportoida asianmukaisesti
<i>Markku Hietämäki, Ympäristöministeriö</i> |
| 09.50-10.20 | PPMistä vuosipäästötonneihin
<i>Riikka Silmu, UPM-Kymmene Oyj</i> |
| 10.30-11.15 | Lupaehtojen huomioiminen tehtaan tarkkailussa:
- mittausepävarmuudet, laskennan aikajakso, päästöraja-arvot ja epävarmuuksien hyväksyminen / käsittely niissä, alle määritysrajan olevat pitoisuudet, laitoksen ylös- ja alasajotilanteet/häiriötilanteet
<i>Paula Juuti, Pöyry Finland Oy</i> |
| 11.15-12.15 | Tehdascase 1 ja 2:
- Soodakattilan NO _x -laskenta
<i>Kari Saari, UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaari</i>
- TRS laskenta
<i>Pekka Posti, Oy Metsä-Botnia Ab, Kemi</i>

Keskustelu |
| 12.15-13.15 | Lounas |
| 13.15-13.45 | Kansalliset vertailumittaukset
- syyskuussa v. 2010 pidettyjen savukaasujen kansallisten vertailumittausten tulokset
- tulosten merkitys päästöjen tarkkailussa
<i>Harri Puustinen, VTT</i> |
| 13.45-14.15 | Monipolttoainekattilan päästöjen tarkkailu ja raportointi
<i>Kati Manskinen, Stora Enso Oyj, Heinolan Flutingtehdas</i> |
| 14.30-14.45 | Kahvitauko |
| 14.45-15.30 | Toimiva tarkkailuohjelma - omaksi turvaksi
<i>Hilkka Hännikäinen, Metsäliitto</i>

Keskustelu |
| 15.30 | Päätös |

**MIKSI PÄÄSTÖT TULISI SELVITTÄÄ JA RAPORTOIDA
ASIANMUKAISESTI**

Markku Hietamäki
Ympäristöministeriö

Päästömittauspäivä 16.3.2011

Suomen soodakattilayhdistys

Miksi päästöt tulisi selvittää ja raportoida asianmukaisesti
Markku Hietamäki Ympäristöministeriö

Viranomaistoimet, jos päästöjä ei raportoida asianmukaisesti

Neuvottelut

=> sopimus raportoinnista

Kehotus

Määräys ja sen tehostaminen uhkasakolla

Ilmoittaminen esitutkintaviranomaiselle

Oikeustausta: lupaehdon noudattamatta jättäminen
EPRT = > ympäristörikkomus, jos ei raportoi
kynnysarvot ylittäviä päästöjä

Yleisin käytetty menettely: neuvottelu (ainoa?)

Jatkossa: Viranomaisresurssit ovat tiukoilla, ei varaa
neuvotella pitkään siitä, että laitos toimittaisi
asianmukaiset tiedot!

"Haasteet"

Liian suuret päästöt

- EPRTR => EEA Internet sivut
 - Vertailu muihin eurooppalaisiin laitoksiin vaikea (ei tuotantotietoja), mutta saattaa herättää huomiota!

Liian pienet päästöt

- Pitkään jatkuessa viranomaiset huomaavat
- Uudessa luvassa "vaikeasti saavutettavat luparajat"

Näkemyksiä asianmukaisesta toiminnasta

Isoissa laitoksissa

- Kokonaisvaltainen kuva päästöjen seurannasta ml. raportointi ja niiden suhteesta prosessien ohjaukseen => kehittäminen tästä lähtökohdasta
 - Virheanalyysi => missä suurimmat virheet ja kuinka niitä voisi vähentää (vai onko niitä tarvetta vähentää)
 - Miten todetaan, että mittausjärjestelmä on laadussa
 - Mitenkä mittausjärjestelmä pidetään laadussa (etenkin jos ei vaatimusta EN 14181 täyttämisestä)

Raportointi

- Viranomaiset haluavat tietää ensisijaisesti onko lupaehtoja noudatettu ja jos ei ole, niin mitä on tehty laillisen tilan palauttamiseksi ja että jatkossa ei tapahdu vastaavaa ylitystä; tulossa => ovatko päästöt kasvaneet ja lähestyvätkö ne raja-arvoja
 - EPRTR ja TIVA2 asettavat haasteita päästötietojen ”oikeellisuudelle”
 - EPRTR ei pilkkuvirheitä, jatkossa edustavuus; jäteraportoinneissa ongelmia
 - TIVA2 vain ”oikeata tietoa” [?] ja edustavuus kuntoon
 - tekstiraportointien tarve
 - saisiko automaatiojärjestelmästä lupamääräysten ylitykset ja tehtyjen toimenpiteiden kuvaukset ja tarvittavat kuvaajat
- => tarve tehdä tekstiraportteja vähenisi

Vastuut ja tarvittavat toimet

Toiminnan harjoittaja on vastuussa

viranomaisille toimittavista tiedoista!

- Laadunvarmennuksessa ei voida piiloutua mittauslaboratorion (QAL2 ja AST) selän taakse.
- => Toiminnan harjoittajan tulisi pystyä arvioimaan muun muassa kalibrointilaboratorioiden mittausraporttien ja mittausjärjestelmän tulosten asianmukaisuutta.

K I I T O S

PPMistä VUOSIPÄÄSTÖTONNEIHIN

Riikka Silmu
UPM-Kymmene Oyj

PPMistä vuosipäästötonneihin

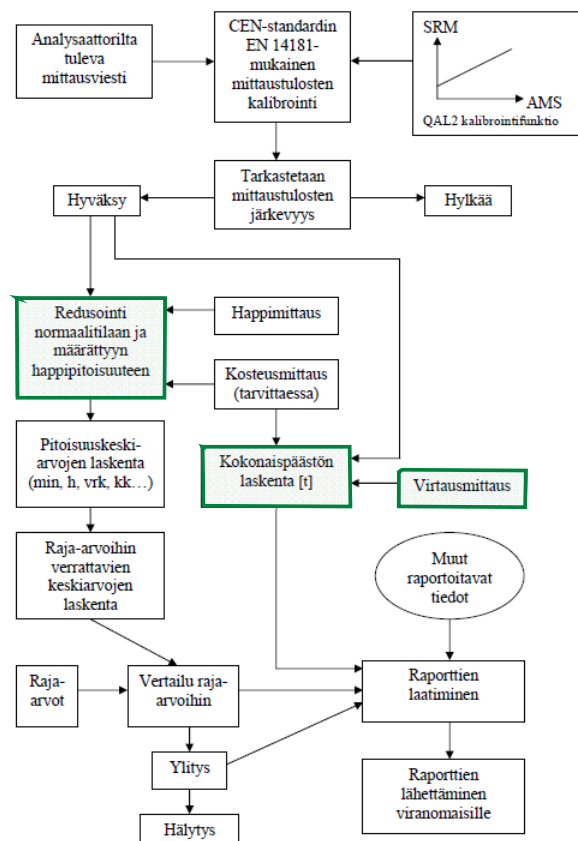
Päästömittauspäivä 16.3.2011
Riikka Silmu, UPM Tutkimuskeskus

1

Thursday, March 03, 2011

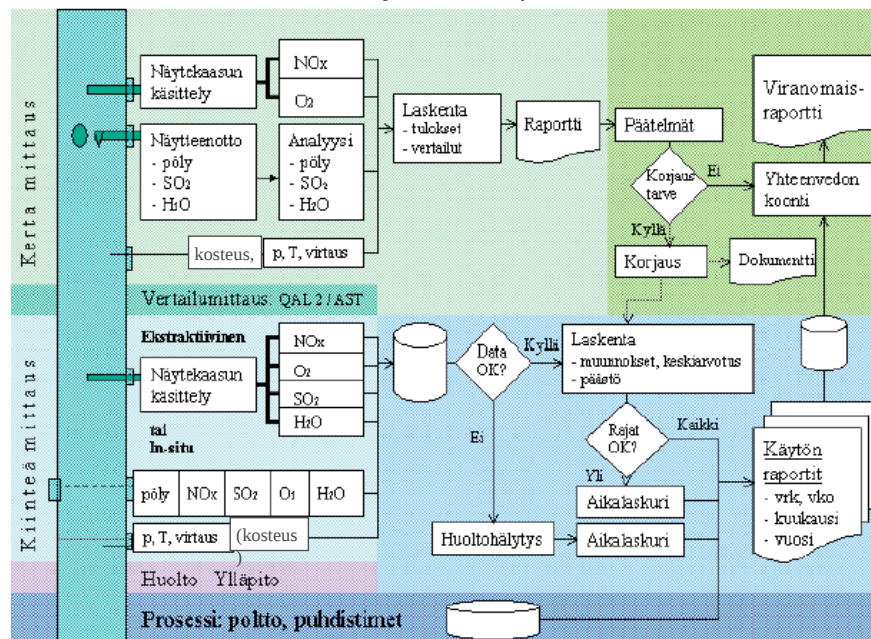
Sisällysluettelo

- Päästötietojen tuottaminen
- Kaasumaisten pitoisuuksien
 - yksikkömuunnokset
 - kostean kaasun – kuiva kaasu
- Tilavuusvirran määrittäminen
 - suorat menetelmät
 - epäsuorat menetelmät
 - kostean kaasun – kuiva kaasu
- Päästö ja ominaispäästö
- Ilmakertoimet
- Happiredusointi
- Lähteet ja kirjallisuus



Päästötietojen tuottaminen

Esimerkki suuren kattilalaitoksen mittaus- ja raportointivelvoitteiden toteutusvaihtoehdoista sekä niiden laadun varmennukseen liittyvistä ulkopuolisista mittauksista.



Päästötietojen tuottaminen

Esimerkki erään tehtaan päästöjen seuranta- ja raportointi ohjelmasta

Päästökohteet joita mitataan jatkuvatoimisilla mittareilla

- 1) Epäpuhtauden pitoisuus mitataan jatkuvatoimisella analysaattorilla. Tulos saadaan ppm:nä ja se muutetaan tehdastietojärjestelmässä yksiköksi mg/m³ minuutin välein.
- 2) Saatu pitoisuus redusoidaan vastaamaan kattilakohtaisesti ilmoitettuja happipitoisuuksia. Happimittaus on jatkuvatoiminen.
- 3) Niissä kohteissa, joissa pitoisuus mitataan määstä savukaasusta, pitoisuus muutetaan kuivan savukaasun pitoisuudeksi. Kosteus mitataan kertamittausten yhteydessä ja tulosten keskiarvo syötetään tehdastietojärjestelmän laskentakaavaan.
- 4) Savukaasumäärät ovat laskennallisia ja perustuvat joko kattilan tuottamaan energiaan tai polttoainetehoon. Laskenta tehdään tehdastietojärjestelmässä minuutin välein.
- 5) Kattiloiden käyttilä huomioidaan minuutin tarkkuudella siten, että pitoisuus on nolla, jos kattila ei ole käynnissä.

Esimerkki erään tehtaan päästöjen seuranta- ja raportointi ohjelmasta

Päästökohteet joita mitataan jatkuvatoimisilla mittareilla

6) SFS 5642 standardiin liittyvä laskentakaava tuottaa päästöt ominaispäästönä mg/MJ.

7) Saadut typenoksidien, rikkidioksidin ja haisevien rikkiyhdisteiden ominaispäästöt lasketaan tehdastietojärjestelmässä minuuttitasolla päästövirtaukseksi (mg/s) kertomalla ominaispäästö polttoaineen lämpövirralla (MJ/s).

8) Minuutin välein laskettu päästövirtaus vyörytetään tietokannassa tunti- ja vuorokausikeskiarvoiksi. Raportointijärjestelmä tulostaa tunti- ja vuorokausiarvot. Myös minuuttitason tiedot saadaan järjestelmästä.

9) Lisäksi raportointijärjestelmä laskee lupaehdoissa mainittujen pitoisuuksien ylitysajat.

10) Tehdastietojärjestelmän kuukausi- ja vuosiraportissa ilmoitetut ominais- ja kokonaispäästöt sekä pitoisuudet lasketaan vuorokausitasolle vyörytettyjen päästötietojen perusteella. Tuloksia verrataan järjestelmässä ympäristöluvan määräyksiin sekä tehtaan omiin tavoitteisiin.

11) Velvoiteraportin vuosipäästöä laskettaessa verrataan tehdastietojärjestelmän raporttien antamia lukuja vertailumittauksiin, tarkistetaan mittareille mahdollisesti tehdyt tasomuutokset ja muut mittalaitteissa esiintyneet häiriöt. Nämä tiedot otetaan huomioon vuosipäästön laskennassa.

Esimerkki erään tehtaan päästöjen seuranta- ja raportointi ohjelmasta

Päästökohteet, joita tarkkaillaan kertamittauksin

1) Päästökohteissa, joissa ei ole jatkuvatoimista mittausta, tehdään kertamittaukset suunnitelman mukaisesti normaalissa ajotilanteessa.

2) Vuosipäästön laskenta tehdään tapauskohtaisesti joko kertomalla kertamittauksessa saatu keskimääräinen päästö kg/h laitteen käyntiajalla tai kertomalla kertamittauksissa saatu keskimääräinen ominaispäästö mg/MJ laitteen polttoaine-energialla.

- Vuosipäästöä laskettaessa otetaan huomioon kertamittauksien lisäksi prosessin ja puhdistuslaitteiden häiriöt sekä käyntitiedot tietojärjestelmän raporteista. Häiriön aiheuttama päästö lisätään laskentaan kaiken käytettävissä olevan tiedon mukaisesti.

3) Kertamittaukset ja vertailumittaukset tehdään vähintään lupapäätöksen määräämällä tavalla.

Kaasumaisten yhdisteiden pitoisuuksien yksikkömuunnokset

Kaasun tilavuusosuus ppm (tilavuuden miljoonasosa) muunnetaan massapitoisuudeksi kaasussa kertomalla se kaasun normaalitilan tiheydellä

$$c_m = c_v \times \rho_n \approx c_v \times \frac{M}{22,4}$$

jossa

c_m	yhdisteen pitoisuus NTP:ssä mg/Nm ³
c_v	yhdisteen tilavuusosuus, ppm
ρ_n	yhdisteen tiheys normaalitilassa, kg/Nm ³
M	yhdisteen moolimassa, kg/kmol
22,4	ideaalikaasun moolitilavuus, m ³ /kmol

NTP (Normal Temperature and Pressure):
273,15 K ja 101,3 kPa

Yhdiste	Moolimassa M kg/kmol	Moolitilavuus normaali- tilassa V_n Nm ³ /kmol	Tiheys normaali- tilassa ρ_n kg/Nm ³
SO ₂	64,065	21,889	2,93
H ₂ S	34,082	22,143	1,54
CH ₃ SH (MM)	48,108	22,40	2,15
(CH ₃) ₂ S (DMS)	62,135	22,40	2,77
(CH ₃) ₂ S ₂ (DMDS)	94,201	22,40	4,21
NO	30,006	22,39	1,34
NO ₂	46,006	22,40	2,05
CO	28,010	22,40	1,25
CO ₂	44,010	22,26	1,98
O ₂	31,999	22,39	1,43
Cl ₂	70,905	22,06	3,21
ClO ₂	67,452	22,40	3,01
HCl	36,461	22,25	1,64
HF	20,006	21,72	0,92

Kaasumaisten yhdisteiden pitoisuuksien yksikkömuunnokset (2)

Tarvittaessa esim. rikkiyhdisteiden massapitoisuudet muunnetaan moolimassoihin perustuvilla muuntokertoimilla vastaamaan massapitoisuutta rikkinä (S)

- Kaasumaisten rikkiyhdisteiden vuosipäästö
- Kun TRS-pitoisuus on laskettu SO₂-analysaattorilla ja siihen yhdistetyllä konvertterilla, jossa hajurikkiyhdisteet hapetetaan termisesti SO₂:ksi (TRS = kok.S-SO₂)
 - 1 mg SO₂/Nm³ = 0,5 mg S/Nm³
- Kun hajurikkiyhdisteiden pitoisuuksia on määritetty komponenttitasolla
 - 1 mg H₂S/Nm³ = 0,94 mg S/Nm³

Kaasumaisten rikkiyhdisteiden vuosipäästö saa olla enintään 0,40 kg S/ADt ja typenoksidien vuosipäästö enintään 1,5 kg NO₂/ADt.

Yhdiste mg/Nm ³	Moolimassa, M kg/kmol	Muunto- kertoimet mg S/Nm ³
S	32,06	1
SO ₂	64,07	0,50
H ₂ S	34,08	0,94
CH ₃ SH (MM)	48,11	0,67
(CH ₃) ₂ S (DMS)	62,14	0,52
(CH ₃) ₂ S ₂ (DMDS)	94,20	0,68

Kostean kaasun pitoisuudesta kuivan kaasun pitoisuudeksi

- Pitoisuuden raja-arvo on ympäristöluvassa asetettu yhdisteen pitoisuudelle kuivassa savukaasussa

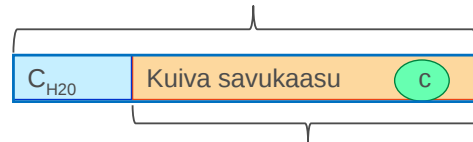
- Kun yhdisteen pitoisuus on mitattu kosteasta savukaasusta, näytekaasua kuivamatta, muunnetaan kostea pitoisuus kuivaksi pitoisuudeksi

$$C_{kuiva} = \frac{C_{kosteaa}}{1 - \frac{C_{H_2O}}{100}}$$

jossa

$C_{kosteaa}$ yhdisteen kostea pitoisuus
 C_{H_2O} vesihöyryn tilavuusosuus, %

Mittaus kosteasta savukaasusta



Mittaus kuivasta savukaasusta
 $1 - C_{H_2O}/100$

Laimenussondin rakenne

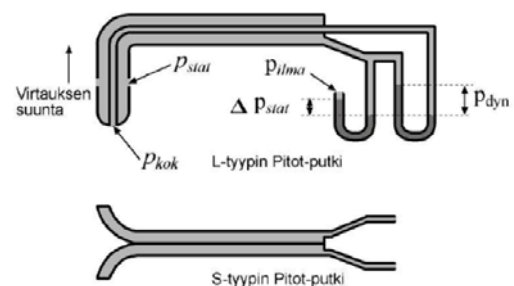
Savukaasun tilavuusvirran määrittäminen Suorat menetelmät

1. Pitot-putki

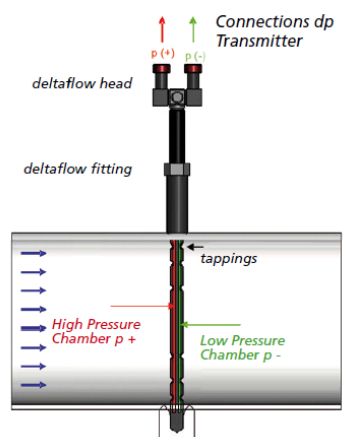
- mittaa paine-eroa putken suuaukon pisteessä, etupuolessa ylipaine ja toisipuolella alipaine, virtausnopeuden kasvaessa paine-ero suurenee ja on verrannollinen tilavuusvirtaukseen
- mitattava myös lämpötila ja paine (staattinen) häiriöttömältä alueelta.
- halpa, ei aiheuta painehäviöitä
- vaatii suurta huolellisuutta paine-eromittauksen järjestelyissä: häiriöttömät virtausetäisyydet ennen ja jälkeen mittaustason oltava riittävät 5 –20 x kanavan halkaisija tyypistä riippuen
- hiukkaset ja kosteus voivat häiritä ellei ole huomioitu järjestelmässä

2. Annubar-putki

- Pitot-putkisovellus, jolla voidaan mitata läpi kanavan useammasta pisteestä, jolloin saadaan keskimääräinen virtausnopeus
- edut ja puutteet kuten pitot-putkella



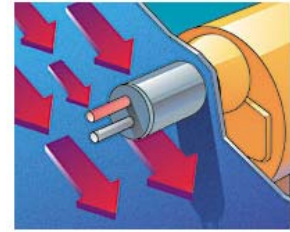
P_{kok} = kokonaispaine
 P_{stat} = staattinen paine
 P_{stat} = kanavan staattisen paineen ja ilmapaineen erotus
 P_{dyn} = dynaaminen paine
 P_{ilma} = ilmapaine



Savukaasun tilavuusvirran määrittäminen Suorat menetelmät

3. Termiset mittaukset

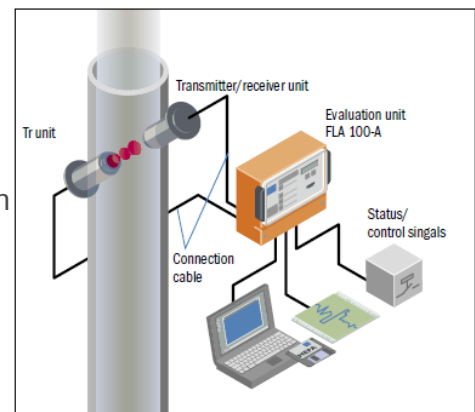
- kaksi pientä mittausselintä, joissa molemmissa lämpötilan mittausta
- toinen mittausselimi mittaa virtaavan kaasun lämpötilan
- toista mittausselintä joko
 - a) lämmitetään vakio teholla, jolloin lämpötila-ero on suoraan verrannollinen virtaavan kaasun massavirtaukseen -> vakaa ja kosteissa mittaustilanteissa anturi pysyy kuivana, tai
 - b) pyritään pitämään vakio lämpötilaero anturien välillä, jolloin mitataan mittausselimelle syötetty teho -> epävakaa mittausta, kosteus häiritsee
- hyvätarkkuus ja toistokyky, herkkä pienille virtauksille, laaja mittaustila
- suorien osuuksien vaatimus $20 \times D$ ennen ja $10 \times D$ jälkeen mittarin
- anturissa voi olla useampia mittaustilanteita ja asentamalla tällaisia antureita useammalle halkaisijalle päästään parempaan virtausprofiiliin kattavuuteen



Savukaasun tilavuusvirran määrittäminen Suorat menetelmät

4. Ultraääneen perustuvat mittaukset

- Kanavan vastakkaisille puolille on sijoitettu sähköakustiset muuntimet, jotka toimivat sekä ultraäänen lähettiminä että vastaanottiminä
- perustuu ultraäänen etenemisnopeuden muutokseen
- saadaan ultraäänen kulkutiellä laskettu keskimääräinen virtausnopeus
- aineen laatu ja olomuoto, lämpö-tila vaikuttaa suhteellisen voimakkaasti
- monikanavaisilla järjestelmillä voidaan pienentää virtausprofiili muutosten vaikutusta



5. Doppler-ilmiöön perustuvat mittaukset

- perustuu samaan ilmiöön kuin liikenteen valvontaan käytetyt nopeustutkat. Kun kohteeseen suunnattu ääni heijastuu takaisin, sen taajuus muuttuu. Loittoneva kohde aiheuttaa taajuuden pienenemisen.
- menetelmän soveltaminen kaasujen virtausmittauksiin edellyttää, että kaasussa on sopivasti kiintohiukkasia
- menetelmällä saavutettava tarkkuus ei ole kuitenkaan kovin hyvä.

Savukaasun tilavuusvirran määrittäminen Epäsuorat menetelmät

1. Pyörimisnopeussäätöisen savukaasupuhaltimen tietoihin perustuva laskenta

- Perustuu virtauskalibroidun puhaltimen arvojen seurantaan (kierrosluku/lapakulma, paine-ero, ottoteho)

Meesauunin savukaasun jatkuvatoiminen virtausmittaus toteutetaan laskemalla virtausta automaatiojärjestelmässä jatkuvasti seuraavalla laskentayhtälöllä:

$$\frac{Q_{(R,P,T)}}{(Nm^3/s)} = \left(\frac{P}{1013} * \frac{273}{(273+T)} \right) * \left(A * R[rpm] + B + C * \sqrt{\left(\frac{(273+T)}{(273+T_d)} * P[\%] \right)} \right)$$

R = savukaasupuhaltimen pyörimisnopeus [rpm]

P = savukaasupuhaltimen ottama teho [%]

T = savukaasun lämpötila [°C]

p = ilman paine [mbar]

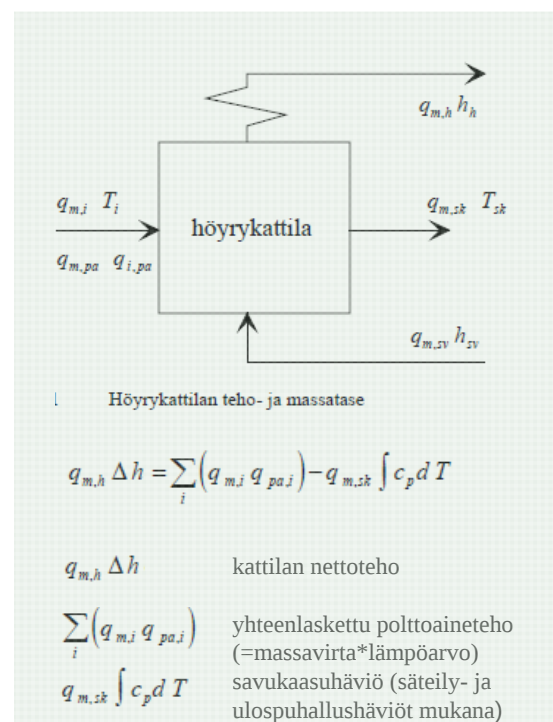
T_d = 267 °C (mitoituslämpötilaksi valittu arvo, joka on keskiarvo kalibrointimittauksen aikana vallinneesta lämpötilasta)

A, B, C = vakiotermit, joiden arvot ovat:

Savukaasun tilavuusvirran määrittäminen Epäsuorat menetelmät

2. Kattilataselaskenta polttoaineanalyysiin, polttoaineen massavirtaan ja tasepisteen jäännöshappeen perustuen

- tarkennettuna tuotetun höyryn ja syöttöveden määrillä, paineilla ja lämpötiloilla
- luotettava öljy- ja kaasupoltossa, jossa polttoaineen massavirta on tarkasti määritettävissä
- kiinteiden polttoaineiden osalta luotettavuus heikompi, koska polttoaineen massavirran määrittäminen epätarkempaa



Savukaasun tilavuusvirran määrittäminen Epäsuorat menetelmät

2. Kattilataselaskenta – höyryn tuotannosta

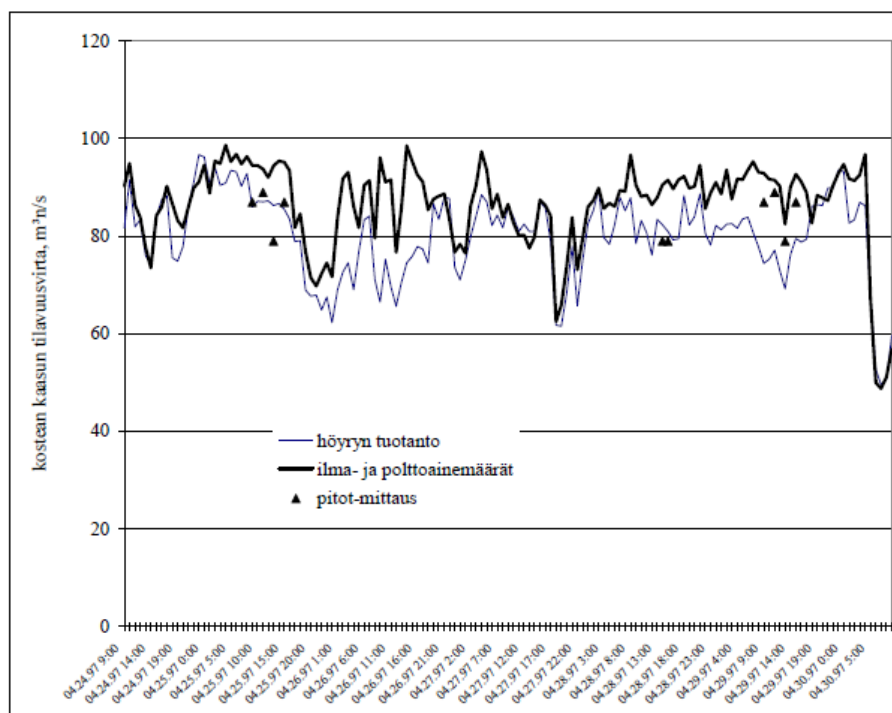
Esimerkki kahta kiinteää polttoainetta (c hiili, k kuori) polttavan kattilan savukaasun tilavuusvirran laskennasta

$$q_{V,sk} = \frac{\frac{q_{m,h}\Delta h + q_{m,c}\left(\frac{A}{B}q_{pa,k} - q_{pa,c}\right)}{\frac{1-4,77C_{O_2}}{A}q_{pa,k} - \int c_p dT}}{\rho_{wn}}$$

- $q_{V,sk}$ kostean savukaasun virta normaalitilassa, Nm³/s
 $q_{pa,k}$, $q_{pa,c}$ polttoaineen tehollinen lämpöarvo, MJ/kg
 $q_{m,c}$ kostea polttoaineen massavirta, kg/s
A ja B polttoaineiden palamisesta syntyvät teoreettiset kosteat savukaasumäärät
 C_{O_2} kostean savukaasun happipitoisuus, %
 ρ_{wn} kostean savukaasun tiheys normaalitilassa, kg/Nm³

Lähde: Savukaasun tilavuusvirran jatkuvatoiminen määrittäminen, LUT Tutkimusraportti, Simo Hammo, 2000

Savukaasun tilavuusvirran määrittäminen Epäsuorat menetelmät 2. Kattilataselaskenta



Savukaasun tilavuusvirran määrittäminen

Epäsuorat menetelmät

2. Kattilataselaskenta

Savukaasumäärä polttoaineen koostumuksen, massavirran ja ilmaylimäärän perusteella, (SFS 5624 mukaan laskettuna).
 P = kg kosteaa polttoainetta, palamisilman $t = 20\text{ °C}$ ja suhteellinen kosteus 70%, ilmanpaine 101,3 kPa

Polttoaine	Kuiva-aineen koostumus %						Polttoainekilon vesisisältö %	Kosteasta polttoainekilosta syntyvä savukaasumäärä (NTP)								Teoreettinen kuivan savukaasun CO ₂ -maksimi Ilmakerroin k = 1 %
								Ilmakerroin k = 1,0		Ilmakerroin k = 1,2		Ilmakerroin k = 1,4		Ilmakerroin k = 1,6		
	C	H ₂	S	N ₂	O ₂	tuhka		kuiva m ³ /kgP	kostea m ³ /kgP	kuiva m ³ /kgP	kostea m ³ /kgP	kuiva m ³ /kgP	kostea m ³ /kgP	kuiva m ³ /kgP	kostea m ³ /kgP	
Puolalainen kivihiili	71,5	4,5	0,8	1,3	8,5	13,4	10,0	6,4	7,1	7,7	8,4	9,0	9,7	10,3	11,1	18,6
Raskas polttoöljy	88,5	10,1	0,8	0,4	0,2	0,04	0,2	10,0	11,3	12,1	13,4	14,2	15,6	16,3	17,7	16,4
Kevyt Polttoöljy	86,0	13,2	0,3	0,2	0,3	0	0,1	10,4	12,1	12,6	14,3	14,9	16,6	17,1	18,9	15,3
Puuhake, mänty	51,8	6,1	0,01	0,3	41,2	0,6	50,0	2,4	3,4	2,9	3,9	3,4	4,4	3,9	4,9	20,0
Kuori: -mänty	54,4	5,9	0	0,4	37,6	1,7	60,0	2,0	3,1	2,4	3,5	2,9	3,9	3,3	4,3	19,8
-kuusi	50,6	5,9	0	0,4	40,3	2,8	60,0	1,9	2,9	2,2	3,3	2,6	3,7	3,0	4,1	20,1
Turve	54,5	5,6	0,2	2,0	32,6	5,1	48,5	2,7	3,6	3,2	4,2	3,8	4,7	4,3	5,3	19,5
Maakaasu	74,6	24,8	0	0,6	0	0	0	11,8	14,8	14,5	17,5	17,1	20,2	19,8	22,9	11,7

Kostean kaasun tilavuusvirta kuivan kaasun tilavuusvirraksi

Tositilan eli kostea kaasun tilavuusvirta kanavassa, m³/s

$$q_{V,kostea,s} = v \times A$$

v kostean kaasun keskimääräinen nopeus kanavassa, m/s

A savukaasukanavan pinta-ala, m²

Kostean kaasun tilavuusvirta normaalitilassa, Nm³/s $q_{V,kostea,n} = q_{V,kostea,s} \times \frac{T_n \times p_s}{T_s \times p_n}$

T_n NTP lämpötila 273,15 K

T_s savukaasun lämpötila, K

p_n NTP paine 101,3 kPa

p_s paine kanavassa, kPa

Kuivan kaasun tilavuusvirta normaalitilassa, Nm³/s $q_{V,kuiva,n} = (1 - \frac{c_{H_2O}}{100}) \cdot q_{V,kostea,n}$

c_{H₂O} vesihöyryn tilavuusosuus, %

Päästö

Yhdisteen massavirta eli päästö voidaan laskea, kun tunnetaan tarkasteluajalta sekä yhdisteen pitoisuus että savukaasun tilavuusvirta

KAIKKI TULON TEKIJÄT OLTAVA SAMASSA OLOTILASSA

- tositilan pitoisuudet x tositilan tilavuusvirtaus
- kostea pitoisuus normitilassa x kostea tilavuusvirtaus normitilassa
- kuiva pitoisuus normitilassa x kuiva tilavuusvirtaus normitilassa

$$q_m = q_{v,kuiva} \times c_{kuiva} \times t$$

jossa

q_m	yhdisteen massavirta tarkkailujaksolla, mg/aikayksikkö
$q_{v,kuiva}$	kuivan savukaasun tilavuusvirta, Nm ³ /s
c_{kuiva}	yhdisteen pitoisuus kuivassa savukaasussa, mg/Nm ³
t	tarkastelujakson pituus, s/aikayksikkö

Ominaispäästö

- Energian tuotanto (mg/MJ)
- Prosessiteollisuus esim. (mg/tuotetonni)

Ominaispäästö q_e mg/MJ

$$q_e = \frac{q_m}{P}$$

q_m	yhdisteen päästö, mg/aikayksikkö
P	polttoaineteho, MJ/aikayksikkö

Ominaispäästö

Ominaispäästö q_e mg/MJ SFS 5624 mukaan

$$q_e = c_m \times n \times k \times Q_s \quad \text{jossa} \quad n \approx \frac{20,9}{20,9 - O_{2, \text{mitt}}} \quad \text{ja} \quad k = \frac{H_u}{H_u - \frac{\gamma_v}{1 - \gamma_v} L_v}$$

c_m	mitattu pitoisuus kuivassa kaasussa, mg/Nm ³
n	ilmakerroin
k	polttoaineen kosteudesta johtuva kerroin
Q_s	kuivan polttoaineen palamisesta syntyvä kuiva savukaasumäärä energiayksikköä kohti normaalitilassa, m ³ /MJ
$O_{2, \text{mitt}}$	mitattu kuivan savukaasun happipitoisuus, til-%
H_u	kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo, MJ/kg
L_v	veden höyrystymislämpö 2,50 MJ/kg
γ_v	veden ja kostean polttoaineen massasuhde

- Soodakattilayhdistyksen laskentaohjeessa on kuvattu, miten standardia sovelletaan soodakattilan ominaispäästön laskentaan.

Ilmakerroin

SFS 5624 mukaan ilmakerroin n

$$n \approx \frac{20,9}{20,9 - O_{2, \text{mitt}}} \approx \frac{CO_{2, \text{max}}}{CO_{2, \text{mitt}}}$$

$O_{2, \text{mitt}}$	mitattu kuivan savukaasun happipitoisuus, %
20,9	kuivan ilman happipitoisuus, %
$CO_{2, \text{max}}$	stökiometrisessä palamisessa syntyvä kuivan savukaasun hiilidioksidipitoisuus, %
$CO_{2, \text{mitt}}$	mitattu kuivan savukaasun hiilidioksidipitoisuus, %

Taulukko 1: Ilman koostumus.

Aine		Pitoisuus [til-%]
N ₂	typpi	78,08
O ₂	happi	20,95
Ar	argon	0,934
CO ₂	hiilidioksidi	0,033
muut		0,003

Ilmakerroin

Palamisessa tarvittavan teoreettisen kuivan ilmamäärän I_0 suhde teoreettiseen happimäärään O_0 on
$$I_0 = \frac{100}{20,95} O_0 \approx 4,77 O_0 = O_0 + 3,77 O_0$$

Todellinen kuiva savukaasumäärä V

$$V = V_0 + (n - 1) O_0 + 3,77(n - 1) O_0$$

n	ilmakerroin
V_0	teoreettinen stökiometrisestä palamisesta syntyvä savukaasumäärä, kmol tai m^3
$(n-1)O_0$	lisäilman hapen määrä, kmol tai m^3
$3,77(n-1)O_0$	lisäilman typen määrä, kmol tai m^3

Koska todellinen $CO_{2, \text{mitt}}$ -määrä laskettuna todellisesta savukaasun tilavuudesta on käytännössä katsoen yhtä suuri kuin teoreettinen $CO_{2, \text{max}}$ laskettuna teoreettisesta savukaasun tilavuudesta, pätee yhtälö $V \times CO_{2, \text{mitt}} = V_0 \times CO_{2, \text{max}}$

Kun kuvataan ilmakerroin todellisen ilmamäärän I ja stökiometrisen ilman kosteuden huomioon ottavan ilmantarpeen I_0' funktiona, saadaan ilmakertoimen ja hiilidioksidi/happipitoisuuden välille yhteys, joka pätee, koska kiinteillä polttoaineilla $\frac{V_0}{I_0'} \approx 1$

$$n = \frac{I}{I_0'} = 1 + \frac{V_0}{I_0'} \left(\frac{CO_{2, \text{max}}}{CO_{2, \text{mitt}}} - 1 \right) = 1 + \frac{V_0}{I_0'} \left(\frac{O_{2, \text{mitt}}}{20,9 - O_{2, \text{mitt}}} \right) \approx \frac{20,9}{20,9 - O_{2, \text{mitt}}} \approx \frac{CO_{2, \text{max}}}{CO_{2, \text{mitt}}}$$

Mittaustulosten redusointi vastaamaan tiettyä savukaasun happipitoisuutta

Happimuunnos tehdään yleensä kuivien kaasujen perusteella, koska mm. raja-arvot määritellään kuivien kaasujen pitoisuuksina:

- LCP-asetus/IED:
 - kiinteä polttoaine 6 % O_2
 - nestemäinen, kaasumainen 3 % O_2
 - kaasuturbiini 15 % O_2

$$C_{\text{ref}, \text{kuiva}} = C_{\text{mitt}, \text{kuiva}} \frac{(20,9 - O_{2, \text{ref}})}{(20,9 - O_{2, \text{mitt}})}$$

$C_{\text{ref}, \text{kuiva}}$	pitoisuus referenssi happipitoisuudessa ja kuivassa savukaasussa normaalitilassa, mg/Nm^3
$C_{\text{mitt}, \text{kuiva}}$	mitattu pitoisuus kuivassa savukaasussa normaalitilassa, mg/Nm^3
$O_{2, \text{ref}}$	happipitoisuus, johon mitattu haitta-ainepitoisuus muunnetaan, %
$O_{2, \text{mitt}}$	mitattu kuivan savukaasun happipitoisuus, %

11. Sellutehtaan ilmapäästöjen ominaispäästöraja-arvot ja prosessien päästöraja-arvot ovat seuraavat:

Sellutehdas

SO_2 (kgS/ADt*)	0,5
NO_2 (kg/ADt)	2,0
* (ADt=ilmakuiva sellutonni)	

Soodakattila

NO_2 ($mg/m^3(n)$, 6 % O_2)	400
Hiukkaset ($mg/m^3(n)$, 6 % O_2)	50
TRS ($mgS/m^3(n)$, 6 % O_2)	10

Meesauni

NO_2 ($mg/m^3(n)$, 6 % O_2)	500
Hiukkaset ($mg/m^3(n)$, 6 % O_2)	50
TRS ($mgS/m^3(n)$, 6 % O_2)	20

Hajukaasukattila

TRS ($mgS/m^3(n)$, 3 % O_2)	10
----------------------------------	----

Valkaisukemikaalien valmistuksessa, valkaisimon ja pesemön toiminassa syntyvät ja ilmaan johdettavat klooripitoiset hönkäkaasut

Cl_{tot} ($mg / m^3 (n)$)	30
--------------------------------------	----

- Metsäteollisuuden päästöjen raportointi Euroopan päästö- ja siirtorekisteriin, YMPÄRISTÖMINISTERIÖN RAPORTTEJA 13 | 2007 <http://www.environment.fi> (Ympäristöministeriö -> julkaisut)
- Päästömittausten käsikirja osa 1, Päästömittaustekniikan perusteet, kesäkuu 2007 <http://www.isy.fi/kasikirja.html>
- Uusien säädösten vaikutus savukaasupäästöjen mittauksiin, Energia-alan keskusliitto Tutkimusraportti nro 14, 2003 <http://www.energia.fi/fi/julkaisut/ymparistopooli/tutkimusaineisto>
- Savukaasun tilavuusvirran jatkuvatoiminen määrittäminen, LUT Tutkimusraportti, 2000 <https://noppa.lut.fi/noppa/opintojakso/bh60a0900/luennot/tilavuusvirta.pdf>
- Ohje soodakattilan päästöjen laskentaan, Suomen soodakattilayhdistys ry. Raportti 3/97, 1997 <http://www.soodakattilayhdistys.fi/> (jäsensivut)
- SFS 5624, Ilmansuojelu. Päästöt. Savukaasun tilan määrittäminen, 1990.
- Jatkuvatoimisten päästömittausjärjestelmien kehittäminen selluteollisuuden tarpeisiin, Alueelliset ympäristöjulkaisut 80, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, 1998.
- Jatkuvatoimisten päästömittausjärjestelmien soveltuvuus sellu- ja paperiteollisuudessa Alueelliset ympäristöjulkaisut 39, Kaakkois-Suomen ympäristökeskus, 1997.

LUPAEHTOJEN HUOMIOIMINEN TEHTAAN TARKKAILUSSA

Paula Juuti
Pöyry Finland Oy



Lupaehtojen huomioiminen tehtaan tarkkailussa

16.3.2011
Paula Juuti

Sisältö

- Raja-arvotarkkailun – laskennan – seurannan aikajaksot
 - Laskennan aikajaksot -> seurannan aikajaksot
 - Päästöraja-arvot ja epävarmuuksien hyväksyminen / käsittely niissä
 - Laitoksen ylös- ja alasajotilanteet/häiriötilanteet
- Mittausepävarmuudet
- Alle määrittäysrajan olevat pitoisuudet,

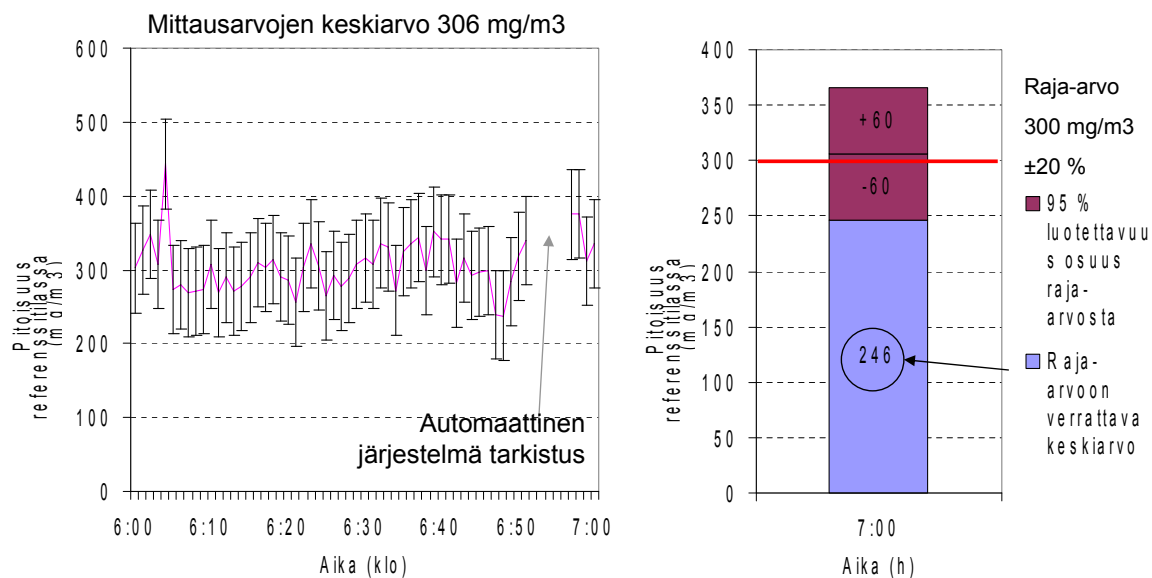
Tarkkailun - laskennan - seurannan aikajaksot

- Eri ikäisillä laitoksilla päästötarkkailussa on erilaisia aikajaksotuksia raja-arvo tarkastelun osalta:
 - Kuukausikeskiarvot vanhoilla ja olemassa olevilla laitoksilla
 - Vuorokausikeskiarvot uusilla laitoksilla
- Lyhyellä aikavälillä raja-arvo ylityksiä sallitaan rajallisesti → aikaseuranta
 - 48 h keskiarvot olemassa olevilla laitoksilla
 - Tuntikeskiarvot lyhytaikaisessa tarkastelussa uusilla laitoksilla
- Mittausten käynnissä olon vaatimukset → aikaseuranta
- Mittausten laadun varmennuksen aikatauluvaatimukset → tulosten pätevyysalue seuranta viikko-/kuukausitasolla
- Sallitut häiriöt, rajoitettu aika → aikaseuranta

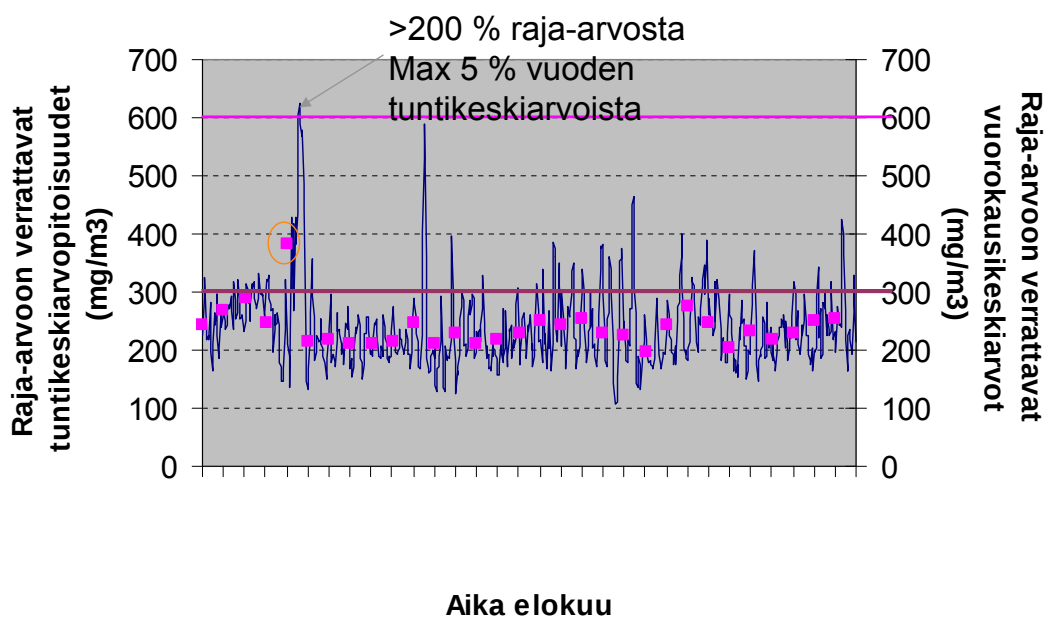
Raja-arvopitoisuuksien tarkkailu yli 50 MW kattilalaitoksissa (VnA 798/2007) 7 § päästöraja-arvojen noudattaminen uusissa laitoksissa

- Yksikään raja-arvoon verrattava päästöjen **vuorokausikeskiarvo** ei ylitä raja-arvoja eikä
- 95 % vuoden aikana raja-arvoon verrattavista päästöjen **tuntikeskiarvoista** ylitä 200 % raja-arvosta
- Raja-arvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot ja tuntikeskiarvot määritetään mitatuista raja-arvoon verrattavista tuntikeskiarvoista, jotka saadaan vähentämällä mitatusta arvosta raja-arvopitoisuudesta laskettu mittaustuloksen 95 % luotettavuutta kuvaava osuus.
- Vuorokauden aikana sallittu vain **3** hylättyä **tuntikeskiarvoa**, vuodessa alle 10 vrk ka

Esimerkki 1. Raja-arvoon verrattava tuntikeskiarvo



Esimerkki 2. Raja-arvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot ja tuntikeskiarvot uudella laitoksella



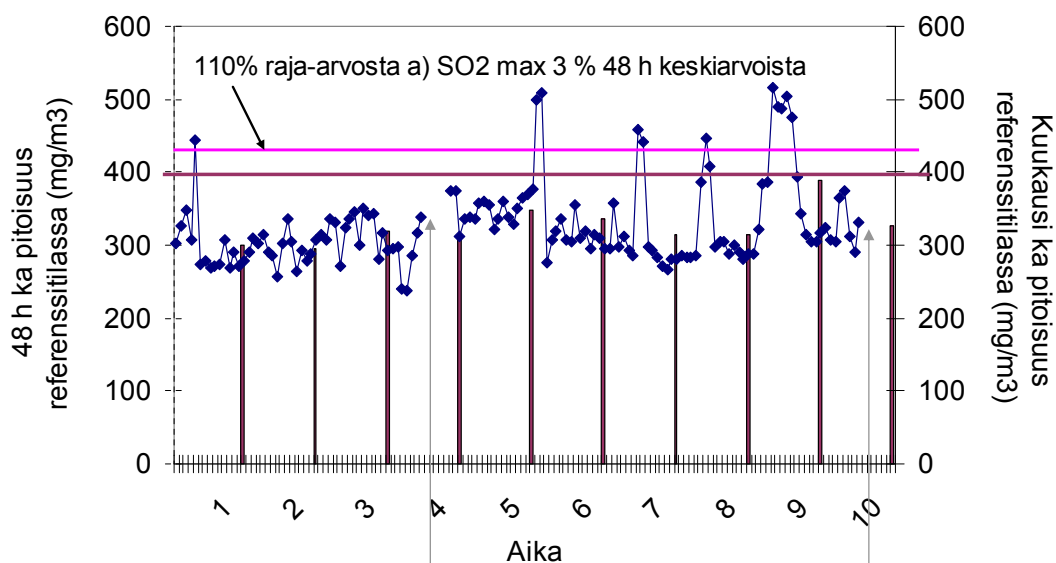
Raja-arvopitoisuuksien tarkkailu yli 50 MW kattilalaitoksissa (VnA 798/2007) 11§ Päästöraja-arvojen noudattaminen olemassa olevissa laitoksissa

Päästöraja-arvoja katsotaan jatkuvissa mittauksissa noudatetun, jos

- kalenterivuoden yhdenkään **kalenterikuukauden keskiarvo** ei ylitä raja-arvoja, ja jos
- SO₂ ja hiukkasten kaikista **48 h keskiarvoista** 97 % alle 110 % raja-arvoista
- NO_x kaikista **48 h keskiarvoista** 95 % alle 110 % raja-arvosta

Vanhassa olemassa olevassa laitoksessa päästöraja-arvoja katsotaan jatkuvissa mittauksissa noudatetun, jos kalenterivuoden yhdenkään **kalenterikuukauden keskiarvo** ei ylitä raja-arvoa

Esimerkki 3. Olemassa olevan laitoksen Raja-arvoon verrattavien pitoisuuksien tarkkailu a) raja-arvo 400 mg/m³



Seisokki: alas- ja ylösajojasoja ei huomioida

Rinnakkaispolton tarkkailun aikajaksot

VnA 362/2003 22 § Ilmaan johdettavien päästöjen mittaustulosten vertaaminen raja-arvoihin

Ilmaan johdettavien päästöjen raja-arvot eivät ylity, jos:

- Yksikään raja-arvoon verrattava **vuorokausikeskiarvo** ei ylitä päästöraja-arvoja
- Vuoden aikana mitatuista CO **liukuvista 24 h keskiarvoista** 97 % ei ylitä raja-arvoa
- Päästöjen ½ h ja 10 min keskiarvo on määritettävä varsinaisen toiminta-ajan kuluessa mitatuista arvoista, joista on vähennetty luottamusvälin arvot. Vuorokausikeskiarvot on laskettava näiden keskiarvoista
- Jos jatkuvissa mittauksissa hylätään jonakin vuorokautena enemmän kuin **viisi puolen tunnin keskiarvoa** käytettävän mittausjärjestelmän toimintahäiriön tai huollon vuoksi, on mittaukset mitätöitävä, vuodessa saa hylätä enintään 10 vuorokausikeskiarvoa samasta syystä

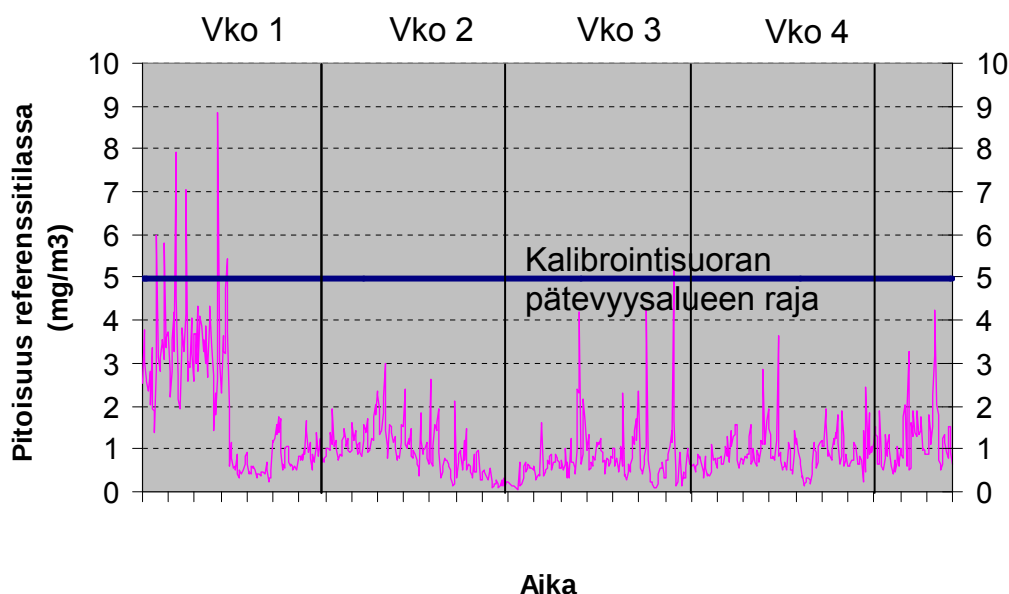
Häiriötilanteet

- Polttolaitoksen tai kaasuturbiinin käynnistys- ja alasajojaksoja taikka häiriötilanteita ei oteta huomioon päästöraja-arvojen noudattamisen tarkkailussa
 - Häiriöiden määrittely tärkeää
 - Mitkä toimenpiteet käynnistävät poikkeavat päästöt?
 - Vaatii mittaustulosten ja prosessitietojen analysointia
- Puhdistusjärjestelmien häiriöajoilla rajana 120 h/y
- Rinnakkaispoltossa jätteenpolttoa ei saa missään olosuhteissa jatkaa keskeytymättä yli 4 tuntia, jos päästöraja-arvot ylittyvät. Ylitysten kesto saa olla enintään 60 h/y

Mittausjärjestelmien laadunvarmennuksen ajalliset velvoitteet

- QAL-3 päivittäinen/viikoittainen ylläpito, **vuotuiset** huollot ennen vertailuja
- Ulkopuolinen QAL-2 kalibroitimittaus **kerta per 5 vuotta** tai **kerta per 3 vuotta**
- Ulkopuolinen AST vertailumittaukset ja toiminnalliset testi edellisten **välivuosina vuosittain**
- Pätevyysalueiden riittävyyden arviointi **viikoittain** (ma – su) (SFS-EN 14181 kohta 6.5)
 - QAL-2 uusittava uuden suorat otettava käyttöön **6 kk** sisällä , jos
 - Yli 5 % mitatuista ja normitilaan lasketuista arvoista viikon periodin aikana on yli pätevän mittausalueen viiden viikon ajan
 - Yli 40 % mitatuista ja normitilaan lasketuista arvoista on viikon aikana yli pätevän mittausalueen yhden tai useamman viikon

Esimerkki 4. Mittausjärjestelmän pätevyysalueen toteuman seuranta



Mittausepävarmuus ($\pm$ %)

Mittausepävarmuutta käytetään tulosten luotettavuuden arviointiin ja vertailuun, vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen, menetelmien keskinäiseen arviointiin

- PRTR raportoinnin yhteydessä esitettävä
- Ympäristöluvista joillakin laitoksilla kehoituksia yksittäisten (TRS/S) päästökomponenttien mittausten epävarmuuden arvioinnille
- Olemassa oleville mittausjärjestelmille arvioitava
- Uusille järjestelmille toimituksen yhteydessä
- Suurten kattilalaitosten (>50 MW) päästöjen rajoittamiseen ja jätteenpolttoon liittyvien asetusten myötä 2002 jälkeen myönnettyissä ympäristöluvista esitetty vaatimuksia kiinteiden pitoisuusmittausten luotettavuudelle
 - CO ± 10 %
 - SO₂, NO_x ± 20 %
 - Hiukkaset, TOC ± 30 %
 - HCl, HF ± 40 %
 - Apusuureet: O₂, kosteus, virtaus ei vaatimuksia

Vaadittu luotettavuus sidottu raja-arvoon

Esimerkki 5.

Suhteellinen luotettavuus ± 30 %

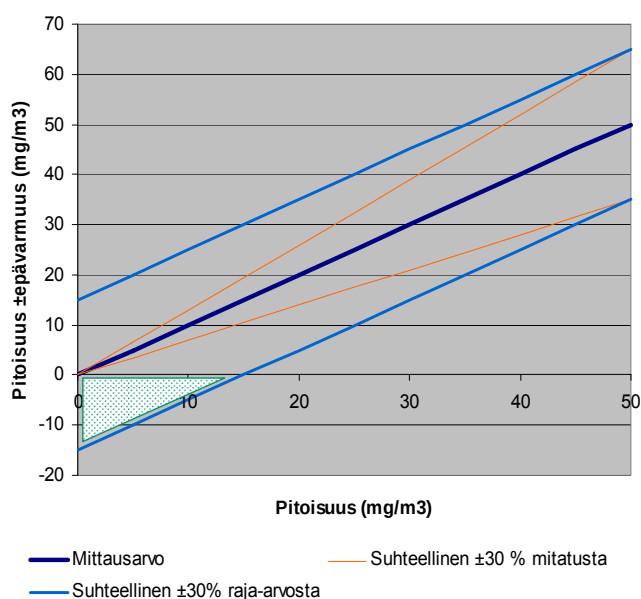
raja-arvo 50 mg/m³

A) Mitatusta arvosta

B) Kiinteästä raja-arvosta

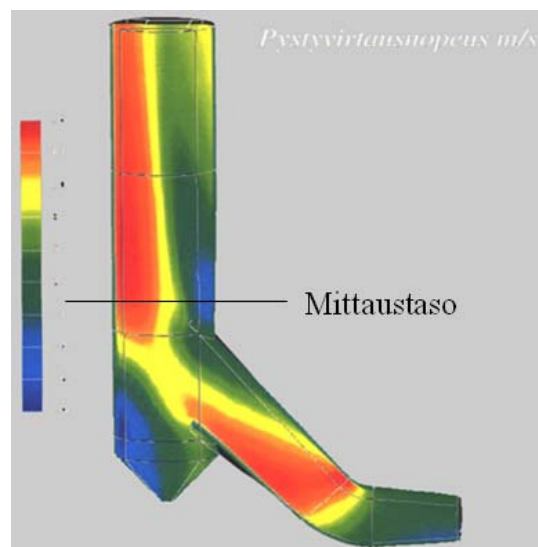
Mitatusta arvosta vähennetään raja-arvosta laskettu luotettavuutta kuvaava osuus

→ Pienillä pitoisuuksilla raja-arvoon verrattavaksi arvoksi saatu laskennallinen negatiivinen luku käsitellään arvona 0



Kaikkiin mittausarvoihin sisältyy epävarmuutta - Päästömittauksissa mitaustuloksen epävarmuuteen vaikuttavia tekijöitä piipusta raporttiin

1. Näytteenotto tason edustavuus
 - pitoisuuksien ja virtauksen jakauma
 - SFS-EN 15259 menettelytason asiointiin
2. Mitattavan prosessin luonne
 - mitattavien pitoisuuksien vaihtelu
 - mittaalueet, häiriöpäästöt
3. Mitattavan kaasun ominaisuudet
 - kosteus, lämpötila, paine, yhdisteet
4. Näytteenotto
 - in-situ
 - ekstraktiivinen
 - olosuhteet ja mitattavan kaasun ominaisuudet



5. Näytteen käsittely
 - materiaalien sopivuus (reaktiot)
 - häiriöalttius (tukkeumat, kondenssit)
 - häviöt
6. Analyysimenetelmä
 - interferenssiherkkyys muille komponenteille
7. Analysaattoriominaisuudet
 - tarkkuus, stabiilisuus,
 - herkkyys ympäristövaikutuksille
8. Analysaattorin sijoituspaikan olosuhteet
9. Ylläpidon toteutus
10. Kalibrointisuorat
11. Tulosten käsittely ja raportointi

$$u_c = \sqrt{\sum_p u_p^2}$$

$$U = k \times u_c$$

u_p standardiepävarmuuskomponentti

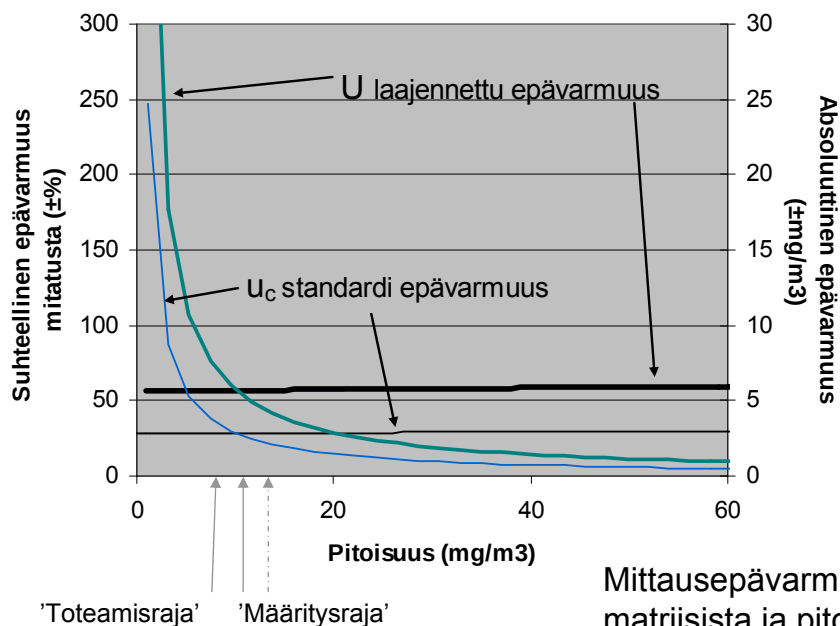
u_c yhdistetty standardiepävarmuus

k kattavuuskerroin 95 % luotettavuustasolla 2

U laajennettu kokonaisepävarmuus

Esimerkki 6. Mittausepävarmuus

SO₂ Mittausalue 0 – 200 ppm 'optimiolosuhteet'



Alle määrittäys-/toteamisrajan olevien pitoisuuksien raportointi vaihtoehdot

1. Mittauksessa saatua arvoa käytetään sellaisenaan päästölaskelmissa
2. Mittaukset/analyysin toteamisraja-arvoa käytetään sellaisenaan päästölaskelmissa ja merkitään "päästö pienempi kuin"
3. Toteamisraja-arvon puolikasta käytetään päästölaskennassa
4. Käyttämällä hyväksi laskentakaavaa

lopputulos = (100% - A) x toteamisraja

A alle toteamisrajan näytteiden lkm (%)

5. Käyttämällä lukuarvoa nolla päästölaskelmissa

Yleisperiaate, että käytetään määrittäysmenetelmää, jonka toteamisraja on <10 % päästöarvosta tai muusta päästöarvosta.

Kumpi käytössä määrittäys- (determination) vai toteamisraja (detection limit)

Kiitos mielenkiinnosta!



Yhteystiedot:

Paula Juuti
Päällikkö, Mittauspalvelut
Paula.Juuti@poyry.com
+358 10 33 36313

SOODAKATTILAN NO_x-LASKENTA

Kari Saari

UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaari

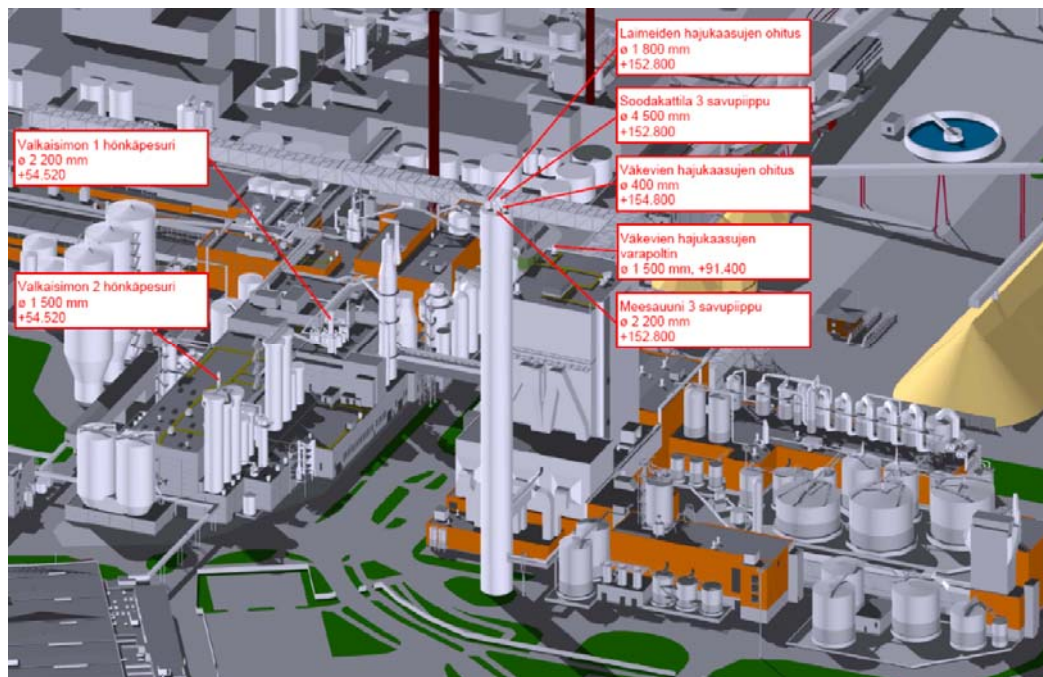
NO_x mittaus UPM-Pietarsaaren tehtaan soodakattilalla

1

Monday, March 14, 2011

UPM; Pietarsaaren Tehtaat





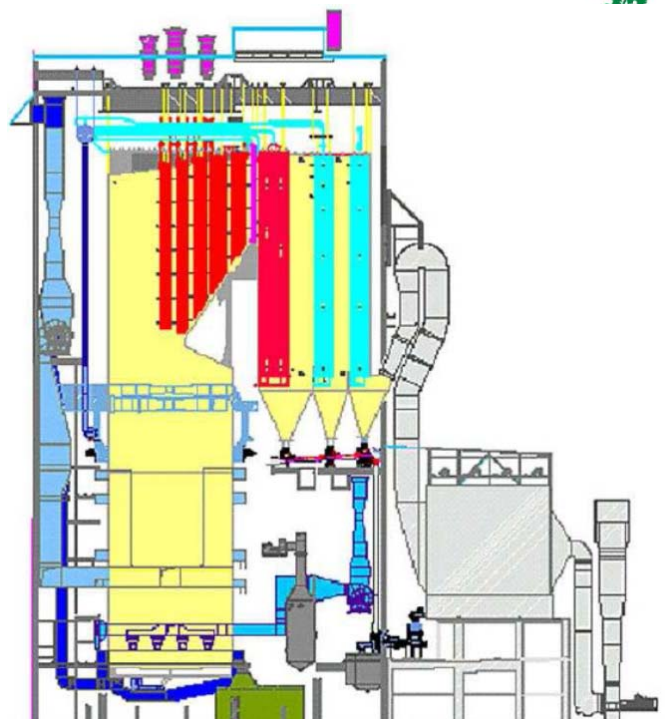
Soodakattilan päämitoitussarvot

Käyttöön otto: 04/2004
Kapasiteetti 4450 tka/24 h

Minimi jatkuva
ilman tukipoltttoa 2300 tka/24 h
(havulipeä + bioliete)

Kuiva-aine polttoon
- Tuhkaton 82,0%
- tuhkallinen 83,5%

Reduktio 96 %
 $\text{Na}_2\text{S}/(\text{Na}_2\text{S}+\text{Na}_2\text{SO}_4)$



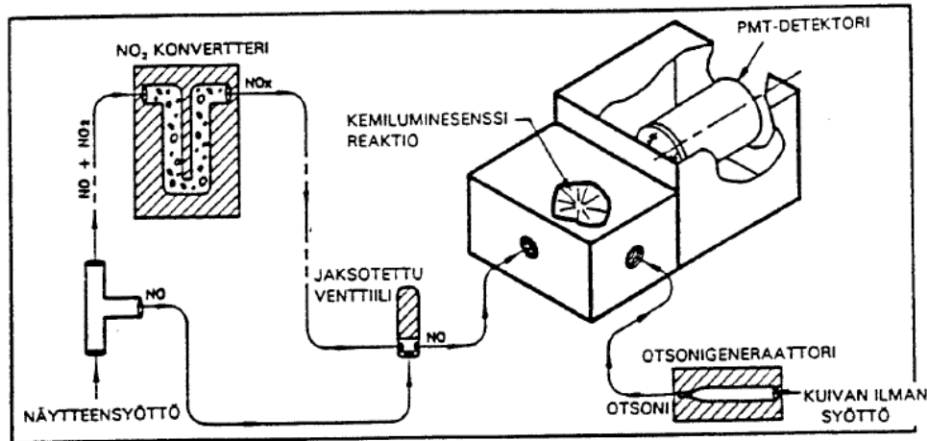
The Biofore Company UPM

A detailed schematic diagram of a chemical plant. The diagram shows a large vertical vessel on the left, a central section with multiple vertical columns (some red, some yellow, some blue), and a large horizontal vessel on the right. Numerous pipes, valves, and structural supports are depicted. The diagram is color-coded, with yellow, red, and blue used to distinguish different components or flow paths. The overall layout is complex, showing the integration of various process units.

Lisäksi kattilassa poltetaan metanoli ,tärpähti ja hajukaasut

The Biofore Company UPM





Kuva 4-1. ML9841A analysaattorin virtauskaavio

Mittauksien laadunvarmistus

- Mittauspaikka on standardin mukainen
- Lämmitetty näytteenottosondi, eristetty näytelinjasto ja näytteen laimennuksella varmistetaan ettei kostea kaasu kondensoidu linjastoon
- Kertaluonteisilla selvityksillä (verkkomittaukset) varmistetaan että pitoisuus savukaasukanavassa on suhteellinen tasainen
 - Savukaasu kulkeutuu puhaltimen ja sähkösuotimien läpi, mikä tasaa mahdolliset pitoisuusvahtelut

- **Jatkuvatoimisten mittalaitteiden huolto ja kalibrointi**
 - Ilmanpäästöjen tarkkailussa käytetyt mittalaitteet kalibroidaan kuukausittain. Kalibrointi suoritetaan tarkastamalla laitteen 0-taso sekä syöttämällä analysaattorille tunnettua, sertifioitua näytekaasuseosta. Kalibroinnilla katetaan koko linja näytteenotosta mittaustulosten laskentaan.
 - Kalibrointien yhteydessä tarkastetaan laitteen yleiskunto sekä suoritetaan tarvittava ennakkohuolto. Analysaattorin toimintaa tarkkaillaan pitkällä tähtäimellä seuraamalla analysaattorin ryömintää näytekaasun osalta.
 - Kerran vuodessa suoritetaan mittalaitteille kattava huolto, monipistekalibrointi ja lineaarisuustestaus.
- **Vertailumittaukset**
 - Jatkuvatoimiset mittalaitteet tarkistetaan kalibrointien ohella kerran vuodessa suoritettavin vertailumittauksin.

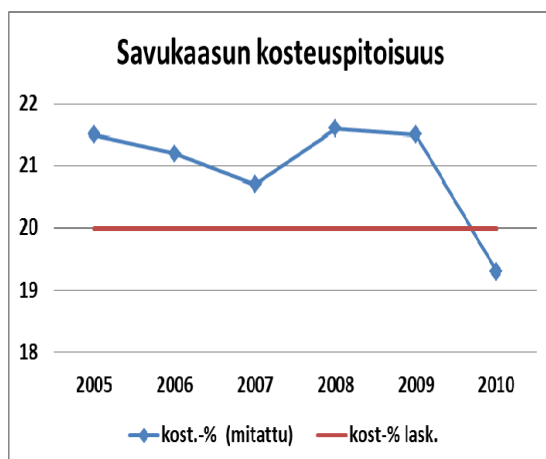
- **Savukaasuvirtaus (kosteaa) lasketaan soodakattilan savukaasupuhaltimen kierrosluvun ja tehonoton avulla.**
 - Kostean savukaasun virtaus on kalibroitu merkkiainemittauksin käyttöönoton yhteydessä.
- **Laskenta sisältää lämpötilakorjauksen sekä käyttöönoton yhteydessä suoritettujen kalibroinnin kalibrointikertoimen.**
- **Vuosittaisen vertailumittauksien yhteydessä mitataan savukaasuvirtaus (pitot-putki) ja verrataan automaatiojärjestelmän laskemaan virtaukseen.**

Muut apusuureet

- Savukaasujen happimittaus
 - Tarkistetaan säännöllisesti, mm. vertailumittausten yhteydessä
- Savukaasujen kosteuspitoisuus
 - Tarkistetaan säännöllisesti mm. vertailumittausten yhteydessä

Savukaasun kosteuspitoisuus

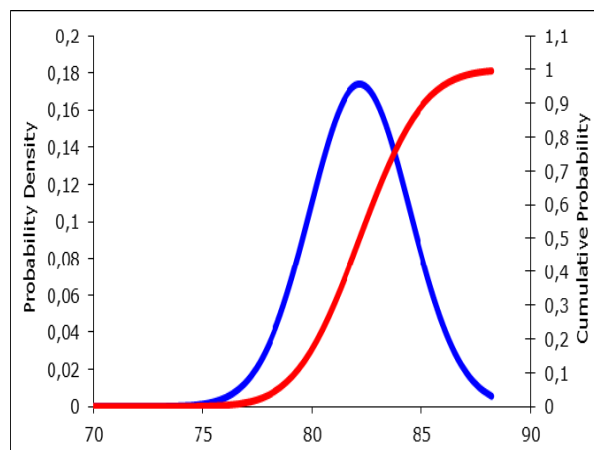
Vertailumittauksissa mitatut Savukaasun kosteuspitoisuus



Mustalipeän kuiva-aine 2005-2010

-Ave. 82.2 %

-St. Dev. 2.29



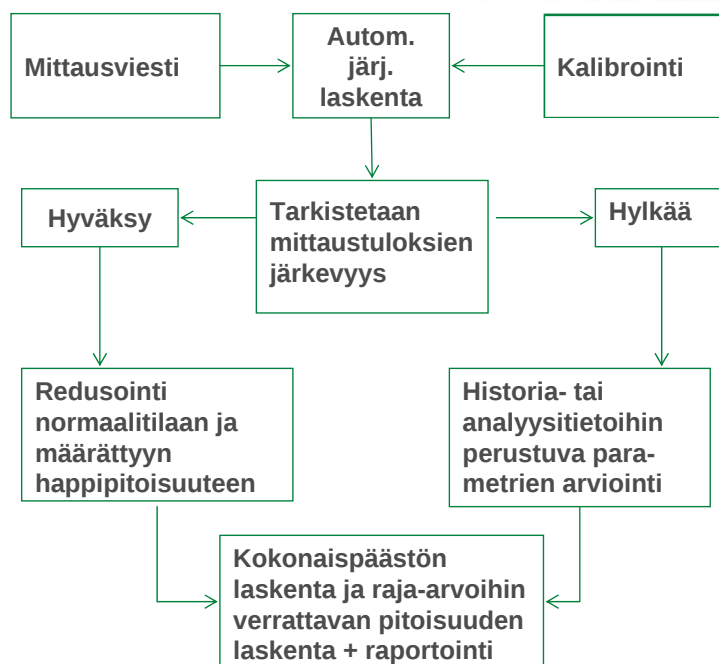


The Biofore Company

UPM

Laskenta

- Automaatiojärjestelmästä haetaan tiedot laskentapohjaan
- Laskennassa pitoisuudet tositilassa muunnetaan pitoisuuksiksi normaalitilaan (20% kosteus vakio)
- Lupaehtoon verrattava pitoisuus redusoidaan 6 % happitasoon
- Päästölaskennassa kuiva savukaasuvirtaus kerrotaan kuivan savukaasun NOx pitoisuudella

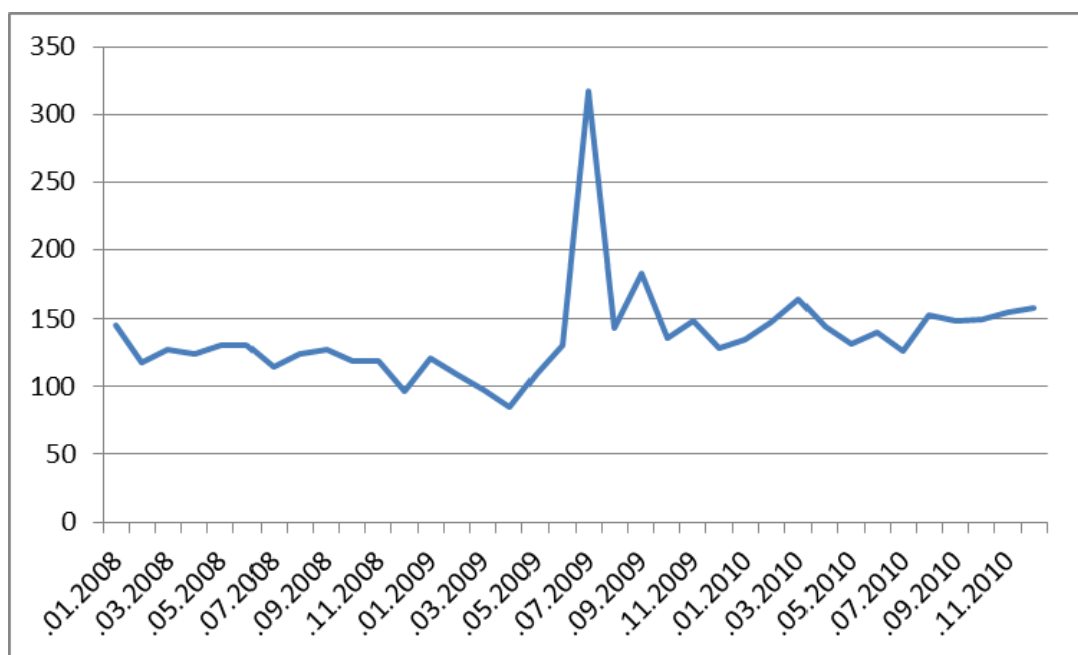


SK3 NOx pitoisuus 2008-2010 kk-keskiarvo 6% O2

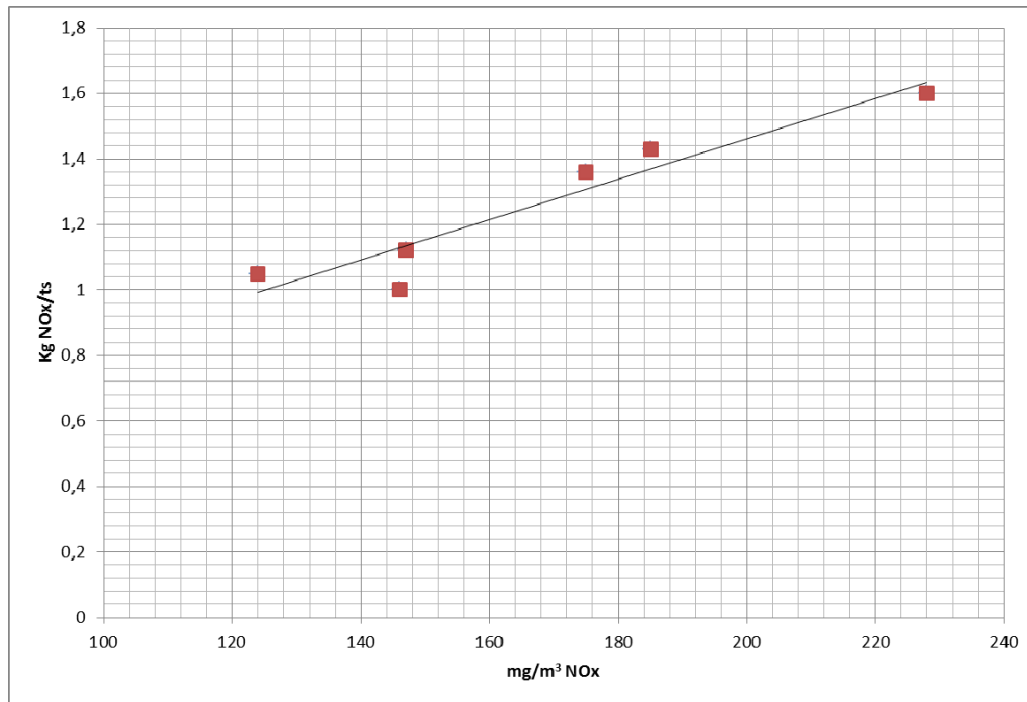


The Biofore Company

UPM



UPM-Kymmenen soodakattiloiden ominaispäästöjä vs. mitatut NOx pitoisuudet (6% O2)



TRS LASKENTA

Pekka Posti

Oy Metsä-Botnia AB, Kemi

Botnia Kemi TRS-laskenta

16.3.2011

Päästöjenmittaus ja laskenta

Sisältö

- 1 Kemin ilmapäästöjen lupaehdot
- 2 Päästölaskennan periaatteet
- 3 Laskentaehdot
- 4 Valvonta näytöt

1 Kemin lupaehdot

Soodakattila ja meesauuni

- Soodakattilalla ja meesauunilla päästöraja-arvoja katsotaan noudatetun, jos
 - TRS-päästöjen rikiksi lasketuista 10 minuutin keskiarvoista vuorokaudessa alle 5 % on suurempia kuin $20 \text{ mg/m}^3(\text{n})$.
 - NO_x - ja SO_2 -päästöille ei ole ympäristöluvassa asetettu raja-arvoja. Lasketaan näille kuitenkin seurantaan varten vuorokausi- ja kuukausikeskiarvot.
- Savukaasujen puhdistinlaitteiden häiriöiden kesto saa olla enintään 200 tuntia vuodessa.
 - Kyseinen prosessi on keskeytettävä, ellei normaaliin toimintaan voida palata 24 tunnin kuluessa tai muuten, esimerkiksi polttotehoa alentamalla tai polttoainetta muuttamalla, aliteta luvassa sallittua päästötasoa.
- Vuorokausi hylätään, mikäli jatkuvatoimiset päästöanalysaattorit ovat toimintahäiriössä tai huollossa yli 3 h vuorokauden aikana.

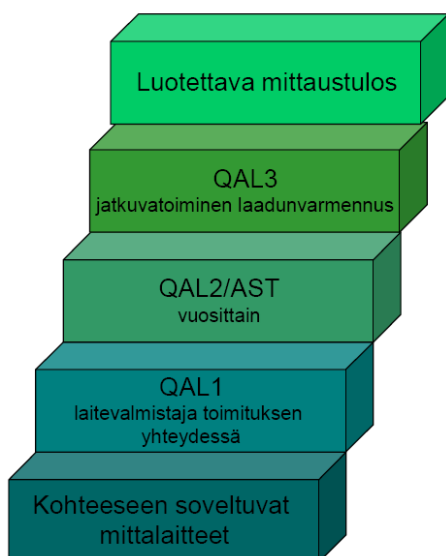
1 Kemi lupaehdot

Tehdas

- Väkevien hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmän käytettävyyden on oltava vähintään 98 % kuukausittaisesta toiminta-ajasta ja laimeiden hajukaasujen keräily- ja käsittelyjärjestelmän käytettävyyden vähintään 98 % kuukausittaisesta toiminta-ajasta.
- Tehtaan toiminta-aika tarkoittaa aikaa, jolloin
 - lipeän poltto $> 10 \text{ l/s}$.

1 Mittalaitteiden laadunvarmennus

Metson järjestelmään sisältyy QAL2 seuranta:



Ulkopuolinen vertailumittaja suoritetta mittalaitteelle QAL2 vertailumittauksen saadaan kalibroitifunktio, jolla korjataan mittalaitteen ulostuloa. kalibroitifunktio on voimassa tietyn pitoisuusrajan alapuolella. funktion kertoimet syötetään käsin päästöraportointijärjestelmään

Mittaustulosten pysymistä alueen sisäpuolella valvotaan viikkotasolla.

Uudet QAL2-mittaukset tehtävä, jos seuraavat raja-arvot ylittyvät kahden vuosittaisen AST/QAL2-mittausten välillä:

- yli 5% mittauksista alueen ulkopuolella useampana kuin 5 viikkona
- yli 40% mittauksista alueen ulkopuolella yhtenä tai useampana viikkona

2 Laskennan periaatteet

- Laskennoissa on käytössä tehdasvuorokausi 06.00 → 06.00.
- Hetkellislaskennan laskentasykli: 1 min
- Muut laskentasyklit: 1 h, 24 h,
- Minuutin hetkellisarvoista lasketaan tuntikeskiarvot
- Tuntikeskiarvoista lasketaan viranomaisvelvoitteiset
 - vuorokausikeskiarvot
 - kuukausikeskiarvot
- Laskettujen positioiden nimeysperiaate
 - positionimen lopussa -1H, -1D, -48H, -1M
- Käsinsyötettävien parametrien nimeysperiaate
 - positionimen lopussa -P
- Laskentatulosten ja parametrien tallennusaika on 20 v.
- Osa lasketuista tiedoista kirjoitetaan automaatiojärjestelmään

2 Laskennan periaatteet TÄRKEÄ!

- Epävarmuusvähennys
 - Mittaustuloksen epävarmuus vähennetään luparajoihin verrattavien pitoisuuksien keskiarvoista.
 - Tämä tarkoittaa sitä, että pitoisuuden arvosta vähennetään tietty prosenttiosuus luparajasta.
 - Jos luparaja on $200 \text{ mg/m}^3(\text{n})$ ja mittaustuloksen epävarmuus 20 %, niin pitoisuuskeskiarvosta vähennetään luku $0,2 * 200 = 40 \text{ mg/m}^3(\text{n})$
 - Jos mitattu pitoisuus on pieni, epävarmuusvähennys voi viedä pitoisuuden negatiiviseksi.

3 Laskennan periaatteet

- Kokonaispäästöjä (=päästötonneja) lasketaan, kun kattila/uuni on päällä.
 - Yksikkö tonni [t]
 - Jos kattila ei ole päällä, arvot nollataan.
 - Jos mittalaite on häiriössä, kokonaispäästöt korvataan edellisen 8 tunnin normaaliajon aikaisten kokonaispäästöjen keskiarvolla.
 - Ei tehdä epävarmuusvähennystä! (Tonnit tulee raportoida kokonaisuudessaan.)
- Luparajoihin verrattavia päästöpitoisuuksia lasketaan, kun kattila/uuni on normaaliajossa.
 - Yksikkö $[\text{mg/m}^3(\text{n})]$
 - Jos kattila ei ole normaaliajossa, pitoisuusarvot nollataan.
 - Jos puhdistinlaitteet ovat häiriössä, pitoisuusarvot nollataan.
 - Jos pitoisuusanalysointori on huollossa tai häiriössä laskentahetkellä, pitoisuusarvo asetetaan huonoksi ja tätä hetkellisarvoa ei oteta mukaan tunti-, vuorokausi-, ja kuukausiarvojen laskentaan.
 - Tehdään epävarmuusvähennys!

3 Soodakattilan laskentaehdot

- Jatkuvatoimisesti mitattavat päästöt: SO₂, TRS ja NO_x
- Kertamitattavat päästöt: hiukkaset (käsinsyötettävä)
- Kokonaispäästöjä (=päästötonneja) lasketaan, kun kattila on päällä:
 - jokin savukaasupuhallin on päällä ja
 - kattilassa on öljytulet tai
 - kattilassa on lipeänpoltto > 10 l/s.
- Luparajoihin verrattavia päästöpitoisuuksia lasketaan, kun kattila on normaaliajossa:
 - kattila on päällä ja
 - päähöyryventtiili on auki yli 80 % ja
 - sähkösuotimet eivät ole häiriössä.

3 Meesauunin laskentaehdot

- Jatkuvatoimisesti mitattavat päästöt: SO₂ ja TRS
- Kertamitattavat päästöt: hiukkaset ja NO_x (käsinsyötettävä)
- Kokonaispäästöjä (=päästötonneja) lasketaan, kun meesauuni on päällä:
 - savukaasupuhallin on päällä ja
 - meesauunilla on öljytulet.
- Luparajoihin verrattavia päästöpitoisuuksia lasketaan, kun meesauuni on normaaliajossa:
 - meesauuni on päällä ja
 - meesan syöttö uuniin on > 10 l/s ja
 - meesan syöttökuljetin on käynnissä ja pyörii uuniin päin ja
 - sähkösuotimet eivät ole häiriössä.

4 Valvontanäyttö

Päästöjen valvonta KEMI

30.11.2008 15:33

KUORIKATTILA

KÄY (6 % O ₂)	LUPA	1 h ka	48 h ka	kk ka	48 h ennuste
NOx mg/m ³ (n)	600	217,14	6,87	76,85	213,61
SO ₂ mg/m ³ (n)	200	-38,66	-39,50	-38,51	-38,62
Huikkaset mg/m ³ (n)	30	17,52	369,24	-4,83	17,59

SOODAKATTILA

TRS ylityslaskuri 0 / 7

KÄY (6 % O ₂)	LUPA	10 min ka	1 h ka	vrk ka	kk ka
NOx mg/m ³ (n)	-	-	244,26	223,87	236,20
SO ₂ mg/m ³ (n)	-	-	6,58	6,44	6,53
TRS mgS/m ³ (n)	20	0,04	-0,18	-3,03	-1,24

MEESAUUNI

TRS ylityslaskuri 8 / 7

KÄY (6 % O ₂)	LUPA	10 min ka	1 h ka	vrk ka	kk ka
NOx mg/m ³ (n)	-	-	912,86	738,60	133,79
SO ₂ mg/m ³ (n)	-	-	-	-	-
TRS mgS/m ³ (n)	40	26,79	-3,12	74,48	1,46

Päästöjen pitoisuusarvot sisältävät epävarmuusvähennyksen. Arvo voi olla negatiivinen.

punaisten Arvo on yli raja-arvon.

ERÄKELPO Keskiarvon laskemiseen ei ole hyväksyttyä dataa tai vuorokauskeskiarvo on hylätty mittalaitteen häiriön takia.

SELLUTEHTAAN

OMINAISPÄÄSTÖT

NOx	kgNO _x /ADt	LUPA	edell. kk
NOx	kgNO _x /ADt	-	1,13
SO ₂ +TRS	kgS/ADt	-	0,04

KERÄILY- JA KÄSITTELYASTEET

Laimeat	%	LUPA	kumulat.
Laimeat	%	98	99,86
Väkevät	%	98	99,54

SUODINHÄIRIÖT

	LUPA	KK
Yhden häiriön kesto	24 h	0
Häiriö vuoden alusta	120 h	0

SUODINHÄIRIÖT

	LUPA	SK	MU
Yhden häiriön kesto	48 h	0	0
Häiriö vuoden alusta	200 h	3	19

HYLÄTYT PÄIVÄT

	LUPA	KK	SK	MU
NOx	10	1	0	-
SO ₂	10	1	0	10
Huikkaset	10	4	-	-
TRS	10	-	0	0

KK häiriötiedot	OK=0
NOx häiriö	0 Good
SO ₂ häiriö	0 Good
Huikkaset häiriö	0 Good
O ₂ häiriö	0 Good
NO/NO ₂ /O ₂ /huolto	0 Good
Suodinhäiriö	0 Good
Savukaasuvirtaus	0 Good

SK häiriötiedot	OK=0
NOx häiriö	0 Good
SO ₂ häiriö	0 Good
TRS häiriö	0 Good
O ₂ häiriö	0 Good
NO/NO ₂ /O ₂ /TRS huolto	0 Good
Suodinhäiriö	0 Good
Savukaasuvirtaus	0 Good

MU häiriötiedot	OK=0
SO ₂ häiriö	0 Good
TRS häiriö	0 Good
O ₂ häiriö	0 Good
SO ₂ /O ₂ /TRS huolto	0 Good
Suodinhäiriö	0 Good
Savukaasuvirtaus	0 Good

11 4.3.2011
TRS-laskenta Botnia Kemi

BOTNIA

4 Meesauuni vrk- ja kk-raportit

KEMI

29.11.2008

Päästöjen valvonta - vuorokausiraportti

Meesauuni

Tulostusaika: 30.11.2008 15:40

10 min raja-arvo

TRS

mgS/m³(n)

40

KANSALLISET VERTAILUMITTAUKSET

Harri Puustinen

VTT

KANSALLISET PÄÄSTÖJEN VERTAILUMITTAUKSET VUONNA 2010

Suomen Soodakattilayhdistys
Päästömittauspäivä, 16.3.2011, Otaniemi

Harri Puustinen, VTT
Tuula Kajolinna, VTT

Johdanto 1

- Valtioneuvoston asetukset N:o 362/2003 (jätteenpolitto) sekä N:o 1017/2002 (LCP- asetus) edellyttävät laitoksilta usean savukaasukomponentin mittaamista jatkuvasti kiinteästi asennetuilla päästömittalaitteilla (automated measuring systems, AMS)
- Näiden AMS- laitteiden toiminnan laatu varmistetaan säännöllisesti tehtävien vertailumittausten avulla
- Vertailumittaukset tehdään eurooppalaisen standardin EN 14181 mukaisesti
- Päästömittaajalla on tässä merkittävä rooli, sillä:
 - heidän SRM- mittaustensa perusteella määritetään laitokselle AMS- mittalaitteiden kalibrointisuorat
 - heidän mittaustensa perusteella evaluoidaan täyttävätkö laitoksen kiinteästi asennetut mittalaitteet asetuksessa esitetyt vaatimukset mittausepävarmuudelle
- Kalibroitujen mittaustulosten avulla laitos osoittaa, että ei ylitä luvassa määrättyjä päästöraja-arvoja ja laskee viranomaisille raportoitavat päästönsä
- *Tästä johtuen sekä laitoksen että viranomaisten on pystyttävä luottamaan siihen, että päästömittaukset täyttävät niille asetetut vaatimukset. Vain näin voidaan taata asianmukainen päästöjen tarkkailu.*

Johdanto 2

EU-direktiivi



Valtioneuvoston päätökset → LCP- ja jätteenpolttoasetus



Mittausten laadunvarmistuksen työkaluna on standardi EN 14181:
” Stationary source emissions - Quality assurance of automated
measuring systems”

Hankkeen tavoite

- Projektin tavoitteena on selvittää akkreditoitujen päästömittauslaboratorioiden pitoisuusmittausten tulosten hajonta
- Tuloksia käytetään myös hyväksi mahdollisten mittauksiin liittyvien systemaattisten virheiden korjaamiseksi sekä väärin toimintatapojen oikaisemiseksi
- Vertailumittaushankkeessa voidaan myös selvittää, ovatko EN 14181- standardin periaatteet selvillä laboratorioille sekä korjata mahdollisia standardin soveltamiseen liittyviä virhetulkintoja
→ palautekeskustelut

Rahoittajat ja vertailumittauksiin osallistuneet laboratoriot

- Rahoittajina olivat
 - Ympäristöministeriö,
 - Teknologiateollisuus ry,
 - Energiateollisuus ry,
 - Metsäteollisuus ry ja
 - VTT
- Vertailumittaukset järjestettiin 28.-29.9.2010
- Mittauksiin osallistuivat seuraavat akkreditoidut päästömittauslaboratoriot:
 - Pöyry Finland Oy
 - Envimetria Oy
 - Insinööritoimisto AX-LVI Oy
 - Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, KyAMK
 - Nab Labs Oy
 - Ramboll Analytics Oy
 - Wärtsilä Finland Oy
 - Outotec Research Oy

Mittauspaikka

- Uusiutuvan Energian Tutkimuskeskus Energon Oy, Lahti
- Vertailumittauksia varten rakennettiin savukaasukanava, jossa on mittauspaikat kymmenelle laboratoriolle
 - kaikki laboratoriot mittasivat samanaikaisesti
 - kanavisto on helposti hyödynnettävissä jatkossakin vertailumittauksiin
- Savukaasu tuotettiin 2,5 MW:n öljykattilalla polttaen sekä kevyttä polttoöljyä (POK) että raskasta polttoöljyä (POR)




Mitä tehtiin

1. Kaasu- ja hiukkaspitoisuuksien vertailumittaukset
2. QAL2-kalibrointifunktion määrittäminen
 - Kalibrointisuorien laskeminen EN 14181:n mukaisesti laboratorioille annettujen QAL2-mittaustulosten pohjalta
3. AST-tarkastelu
 - Näiden vertailumittausten tulosten avulla tehtiin ns. AST-tarkastelu, jonka perusteella määritettiin, onko aiemmin määritetty QAL2-kalibrointifunktio edelleen voimassa

1. Kaasu- ja hiukkaspitoisuuksien vertailumittaukset

Komponentit, joiden mittausepävarmuudelle LCP- asetuksessa on esitetty kriteerit:

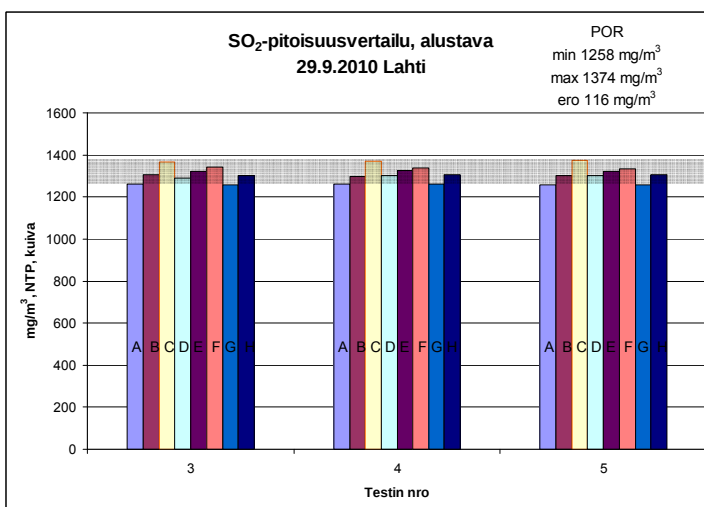
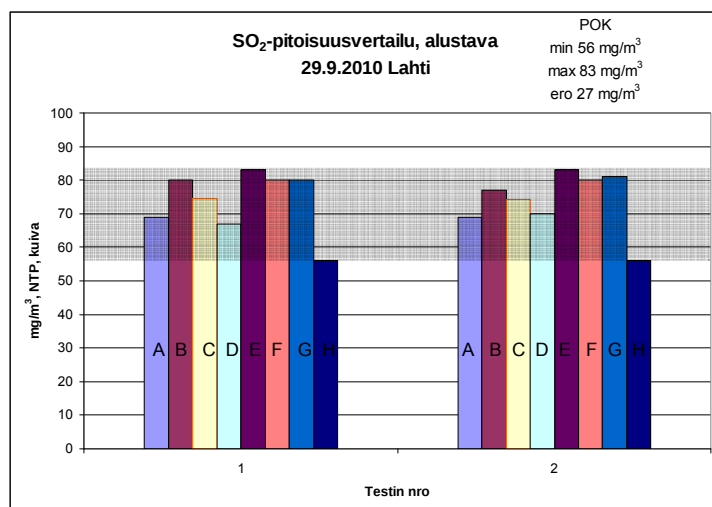
- Rikkidioksidi, SO₂
- Typenoksidit, NO_x
- Hiukkaset

Muut:

- Hiilidioksidi, CO₂
- Hiilimonoksidi, CO
- Happi, O₂
- Kosteus, H₂O
- tilavuusvirta
- lämpötila

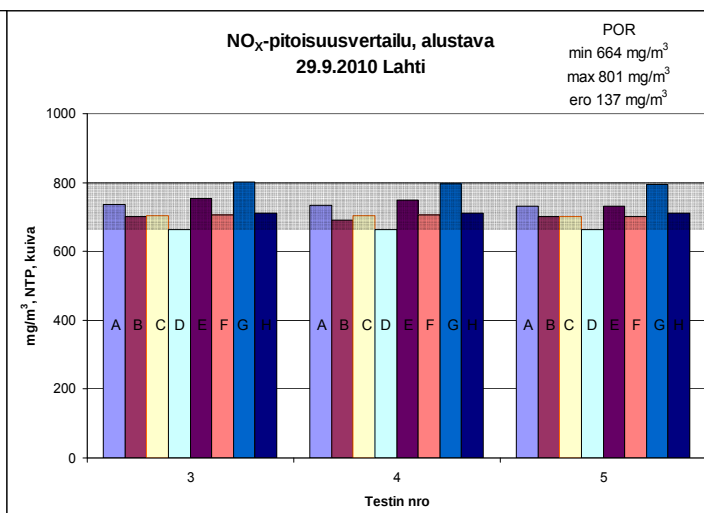
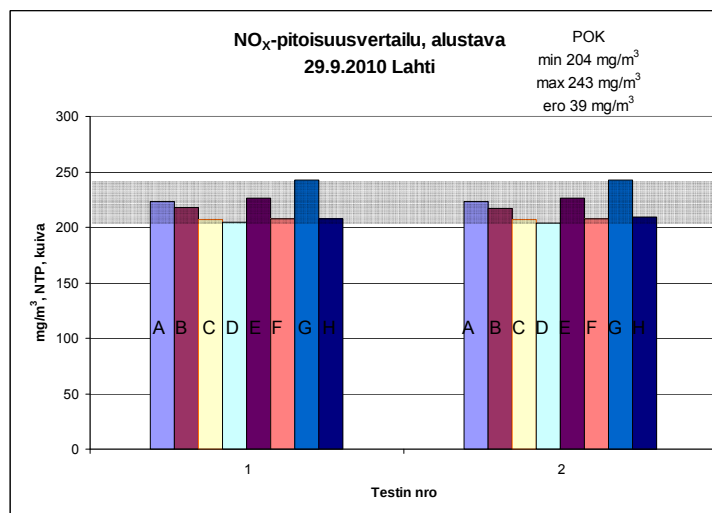
Alustava pitoisuustulosten vertailu, SO₂

Laboratoriot A – H
Pitoisuudet kuivissa kaasuissa, NTP



Alustava pitoisuustulosten vertailu, NO_x

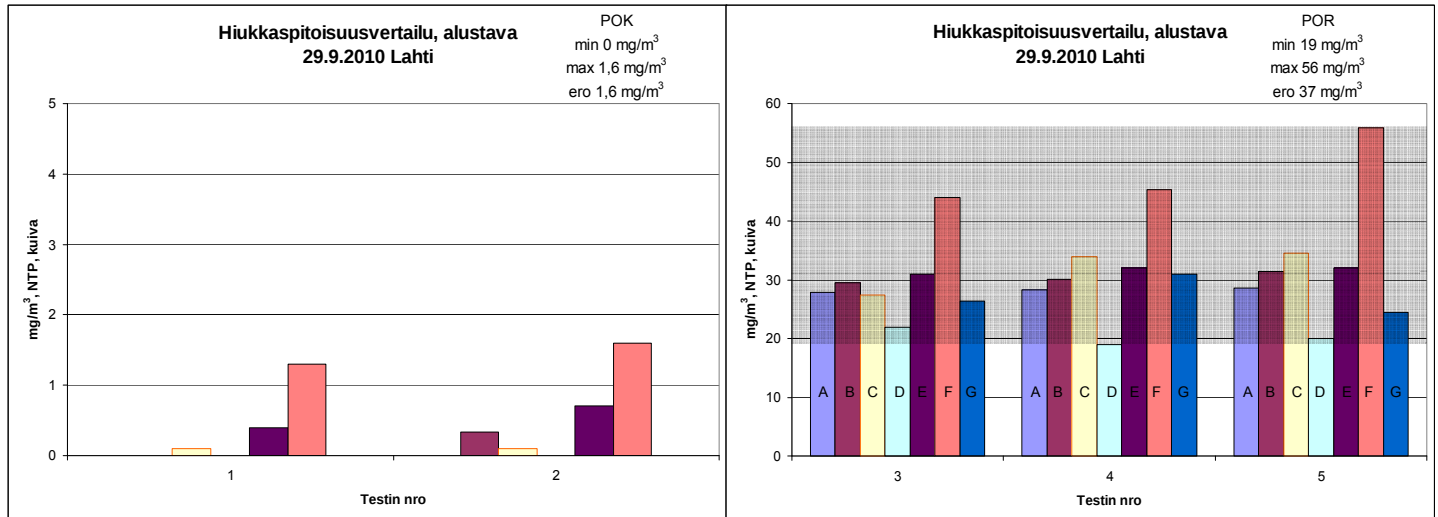
Laboratoriot A – H
Pitoisuudet kuivissa kaasuissa, NTP



Alustava pitoisuustulosten vertailu, Hiukkaset

Laboratoriot A – G

Pitoisuudet kuivissa kaasuissa, NTP



2. QAL2-kalibrointifunktion määrittäminen

- EN 14181 mukaisesti kalibrointisuora määritetään AMS:n primääridatalle, eli tässä tapauksessa ppm-pitoisuuksille, johon laitoksen tiedonkäsittely perustuu
- Havaintoja:
 - Hiukkaspitoisuus: onnistuneita mittauksia viidellä laboratoriollla (yhden osalta tarkastelu vielä kesken)
 - Kaasupitoisuus (NO_x ja SO₂): onnistuneita mittauksia neljällä laboratoriollla
- QAL2-mittausten AMS- primääridata annettiin laboratorioille ppm-muodossa
 - Kaksi vertailumittauslaboratoriota on tehnyt kuitenkin kalibrointisuoran AMS:lle muodossa mg/m³, joka voi johtaa virheellisesti käytettävään AMS:n kalibrointiin
 - Laskentavirhe yhdellä laboratoriollla, joka johtaa virheelliseen kalibrointisuoraan
 - Virheellinen kalibrointisuoran voimassaoloalue yhdellä laboratoriollla

3. AST-tarkastelu

- Koko tarkasteluketju vaikuttaa lopputulokseen
 - QAL2 mukaisen kalibrintisuoran määrittäminen
 - Kalibrintisuoran pätevyyden todentaminen AST- mittauksilla
 - Määrittäykseen kuuluva laskenta
- Jos jollakin osa-alueella on ongelmia, on lopputulos virheellinen, kuten nyt joidenkin laboratorioiden osalta

Mitä seuraavaksi...?

- Projektin tulosten käsittely on käynnissä ja jatkuu seuraavasti;
 - Kiinteästi asennettujen mittalaitteiden kalibrintilaskentojen (QAL2) ja vuotuisten kalibroinnin toimivuustestien (AST) tarkastelut
 - Palautekeskustelut laboratorioiden kanssa
 - Julkinen loppuraportti 31.3.2011 mennessä
 - Loppuseminaari huhtikuussa 2011
- Jatkoprojektisuunnitelmia
 - Raportointipohjan yhtenäistäminen
 - Muiden päästökomponenttien vertailumittauksia
 - Muita tarpeita ?

Tulosten merkitys päästöjen tarkkailussa

- EN 14181 mukaisten kiinteästi asennettujen AMS- mittalaitteiden SRM- validointimittausten tulokset voivat johtaa turhiin toimenpiteisiin, jos perustana on pitoisuusmittausten tai laskentojen virheellisyydet
- Jos päästöraja-arvot ylittyvät, tehdään aina tilanneanalyysi ja etsitään ongelmakohdat
- Jos päästöraja-arvot eivät ylity, voi ”pitoisuustotuus” vaihdella laajasti raja-arvon alapuolella ja kaikki ovat tyytyväisiä, mutta päästötiedoissa voi olla suuriakin virheitä!



Tämä korostaa standardin EN 14181 validointimittausten tärkeyttä
→ **Standardin EN 14181 kokonaisuus on hallittava!**



VTT luo teknologiasta liiketoimintaa

**MONIPOLTTOAINEKATTILAN PÄÄSTÖJEN TARKKAILU JA
RAPORTOINTI**

Kati Manskinen

Stora Enso Oyj, Heinolan Flutingtehdas

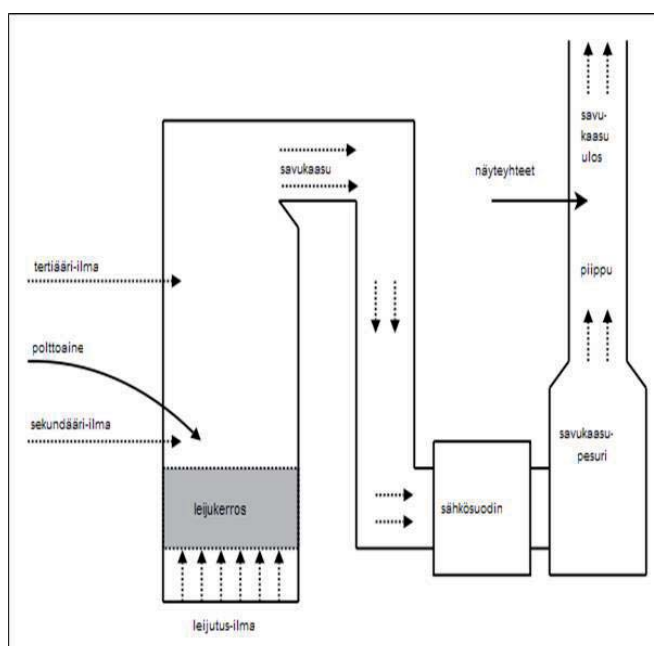


Monipolttoainekattilan päästöjen tarkkailu ja raportointi

Stora Enso Oyj, Heinolan Flutingtehdas, Kati Manskinen

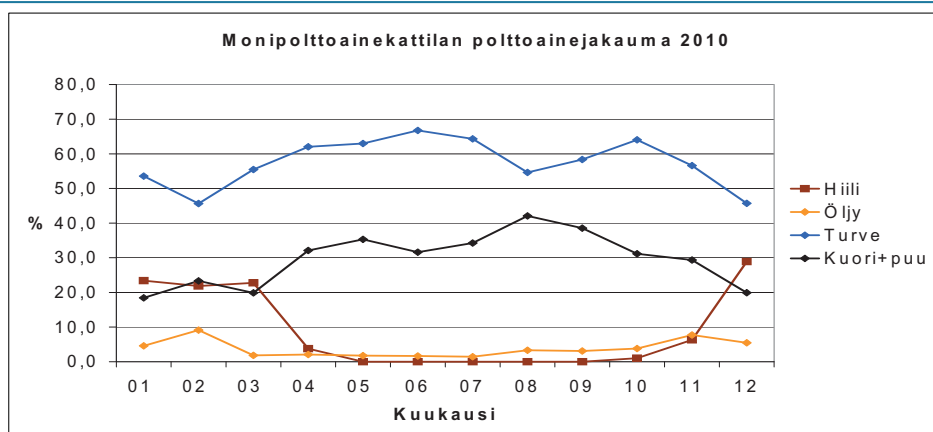
Heinolan Flutingtehtaan monipolttoainekattila

- Heinolan Flutingtehtaan voimalaitos valmistaa energiaa sellu- ja kartonkitehtaan prosesseille sekä Heinolan kaupungille kaukolämpöä.
- Energiantuotannon pääkattila on vuonna 1984 rakennettu monipolttoainekattila, jonka polttoaineteho on 120 MW.
- Kattila on kupliva leijupetikattila, jossa on lisäksi öljy- ja hiilipolttimot.
- Vuonna 2007 kattilaan on asennettu
 - uudet savukaasujen puhdistuslaitteet: sähkösuodin ja savukaasupesuri
 - uudet päästömittauslaitteet
 - päästöraportointijärjestelmä osana Metson DNA-IA informaatiojärjestelmää.



Kuva 1. Stora Enson Heinolan Flutingtehtaan monipolttoainekattila ja savukaasujen puhdistuslaitteet (M. Hannola, Monipolttoainekattilan päästöjen raportointi ja tarkkailu, 2007).

Monipolttoainekattilan polttoaineet

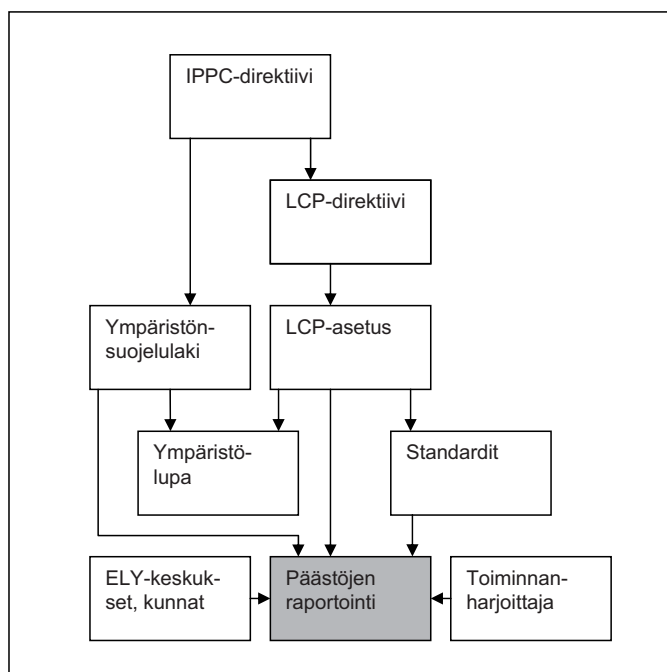


Kuva 2. Stora Enson Heinolan Flutingtehtaan monipolttoainekattilan polttoainejakauma vuonna 2010.

- Heinolan Flutingtehtaan monipolttoainekattilassa käytetyt polttoaineet ovat:
 - Turve
 - Puupolttoaine (kuori, puu)
 - Hiili
 - Öljy
 - Muut polttoaine (esim. tehtaan toiminnasta muodostuva liete ja CLC-rejekti)
- Polttoaineseos vaihtelee vuodenajoinn

Päästöjen tarkkailu- ja raportointivaatimukset

- Päästöjen tarkkailu- ja raportointivaatimukset tulevat useista eri lähteistä:
 - LCP-asetus (VNA1017/2002, VNA 907/2005, VNA 798/2007)
 - Itä-Suomen ympäristölupapäätös (ISY-2003-Y-58)
 - Vaasan hallinto-oikeuden päätös (13.4.2006, Nro 06/0098/2)
 - Standardit EN ISO 14956, EN ISO 14181
 - tehdas, ELY-keskus jne.
- Tarkkailussa ja raportoinnissa huomioitavia asioita:
 - ristiriidat eri vaatimuslähteiden välillä
 - vaatimusten soveltaminen tapauskohtaisesti
 - kaikkia vaatimuksia ei ole yksiselitteisesti määritetty, esim. häiriötilanteet.



Kuva 3. Päästöjen tarkkailun ja raportoinnin vaatimusten lähteet (M. Hannola, Monipolttoainekattilan päästöjen raportointi ja tarkkailu, 2007, Muokattu K. Manskinen 2011).

Päästöjen tarkkailu- ja raportointivaatimukset

- Savukaasujen pitoisuuspäästötarkastelu ja vertailu raja-arvoon:
 - hiukkaspäästö 50 mg/m^3 (n) 6 % happipitoisuudessa
 - typenoksidit 600 mg/m^3 (n) 6 % happipitoisuudessa
 - rikkidioksidin päästöraja-arvo määritetään kuukausittain käytettyjen polttoaineiden perusteella mg/m^3 (n) 6 % happipitoisuudessa.
- 48 tunnin pitoisuustarkastelu hiukkas- ja typenoksidipäästöille
- Kokonaisvuosipäästöjen tarkkailu
- Puhdistuslaitteiden häiriötilanteiden seuranta
- Mittausten käytettävyyden seuranta
- Kokonaispäästävyyden on määritettävä 95 % luottamusvälillä
- Vertailumittaukset kerran vuodessa ulkopuolisella asiantuntijalla
- Standardien mukaiset mittaukset
- Tietojen raportointi kuukausittain ja kerran vuodessa Hämeen ELY-keskukselle ja kaupungin ympäristönsuojelu-viranomaiselle

Monipolttoainekattilan päästömittauslaitteet

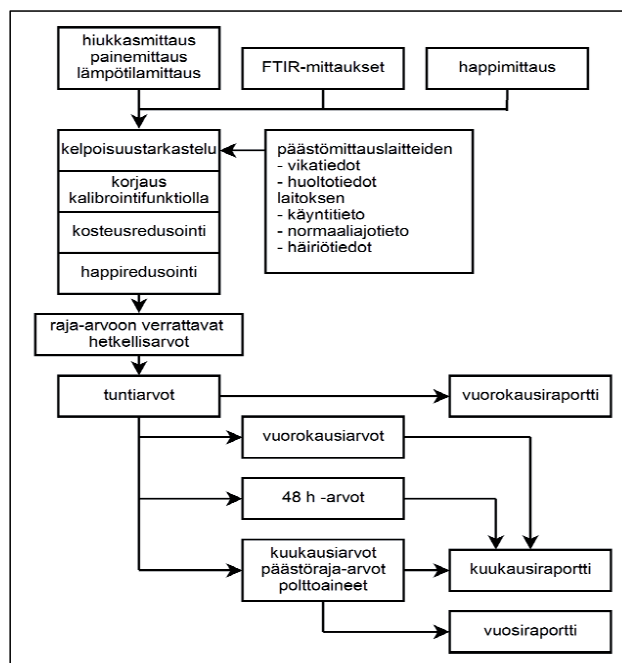
Taulukko 1. Stora Enson Heinolan Flutingtehtaan monipolttoainekattilan päästömittaukset.

FTIR	Yksikkö	Mittausalue
H ₂ O	til- %	0-35
CO ₂	til- %	0-20
CO	mg/m^3_{N}	0-2500
NO _x	mg/m^3_{N}	0-900
SO ₂	mg/m^3_{N}	0-200
HCl	mg/m^3_{N}	0-20
HF	mg/m^3_{N}	0-15
TOC	mg/m^3_{N}	0-100
OXITEC		
O ₂	til-%	0-21
PFM 97 ED		
Hiukkaset	mg/m^3_{N}	0-100
FMD 99		
Virtaus	m/s	0-15
Lämpötila	°C	0-100
Paine-ero	Pa	-200->200

- FTIR-analysaattori sisältää seuraavat mittaukset
 - vesihöyry
 - hiilidioksidi
 - hiilimonoksidi
 - typen oksidit
 - rikkidioksidi
 - kloorivety
 - fluorivety
 - orgaaninen kokonaishiili.
- DR. Födisch PFM 97 ED –mittalaitteella mitataan hiukkaspitoisuus.
- DR.- Födisch FMD 99 –mittalaitteella mitataan savukaasujen virtaus-, lämpötila- ja painemittaukset.

Päästöjen laskenta

- Mittaustietoja kerätään automaatiojärjestelmästä 10 s välein.
- Mittaustuloksille tehdään kelpoisuustarkastelu.
- Kelvollisille mittaustuloksille tehdään
 - korjaus kalibrointifunktiolla
 - kosteusreduointi
 - happireduointi.
- Tällöin saadaan hetkelliset päästöarvot, joka on verrattavissa päästöraja-arvoon.
- Hetkellisarvot kerätään minuuttitasolla ja niistä lasketaan aritmeettisena keskiarvona tunti-arvot.
- Tuntiarvoista saadaan edelleen korkeamman tason päästöarvot.



Kuva 4. Stora Enson Heinolan Flutingtehtaan monipolttoainekattilan pitoisuuslaskennan vaiheet (M. Hannola, Monipolttoainekattilan päästöjen raportointi ja tarkkailu, 2007)

3/1/2011

Kati Manskinen

7

Päästöjen laskenta

- Vuorokausiarvo lasketaan hyväksytyistä, kattilan käynnin aikaisista tuntiarvoista
- Yksittäinen pitoisuus tai muu prosessitieto on kelvollinen, jos itse mittauksen kelvollisuusehdot täyttyvät.
- Tuntiarvot ja 48 h-arvot ovat kelvollisia, jos 2/3 osaa lähtöarvoista on kelvollisia
- 48 tunnin pitoisuuskeskiarvo lasketaan kelvollisista tuntiarvoista aritmeettisena keskiarvona.
- Kokonaispäästö lasketaan typenoksidi-, rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöille massayksikössä (kg) jatkuvatoimisten pitoisuusmittausten perusteella.
- Kokonaispäästöt lasketaan aina kun laitos on käynnissä.
- Päästöjen tarkkailujärjestelmässä käytetään korvausarvoja joillekin mittauksille, kun ne ovat vikatilassa

3/1/2011

Kati Manskinen

8

Esimerkki raportointijärjestelmän päästöjen valvontanäytöstä

Päästöjen valvontanäyttö

PR2 Leijupetikattila

STORAENSO

28.2.2011 19:07

	HETKELLIS- ARVO	TUNTI- KESKIARVO	KOK.PÄÄSTÖN TUNTIARVO	KOK.PÄÄSTÖN KUMUL. SUMMA	VIIMEISIN 48H KESKIARVO	LUPA- EHTO	
	6 % O ₂ mg/m ³ (n)	6 % O ₂ mg/m ³ (n)	(viimeisin) kg/h	(vuoden alusta) t	6 % O ₂ mg/m ³ (n)	6 % O ₂ mg/m ³ (n)	
RIKKIDIOKSIDI SO ₂	13	9	1	1,8	10	870	RIKKIDIOKSIDI SO ₂
HIUKKASET	0	0	0	1,0	1	50	HIUKKASET
TYPEN OKSIDIT NO _x	352	366	52	188,0	485	600	TYPEN OKSIDIT NO _x
CO	1133 mg/m ³ (n)	paine	16,1 Pa	KUMULATIIVINEN SUMMA HÄIRIÖN ALUSTA			
H ₂ O	17,3 %	lämpötila	56 °C	Sähkösuodin	0,0 h		
O ₂	4,3 %	SK virtaus	48,4 m ³ (n)/s	Savukaasupesuri	0,0 h		

punainen

Pitoisuusarvo on yli raja-arvon.

Häiriö

Hetkellisarvo on huono analysaattorin kalibrointi-, huolto- tai vikatiedosta johtuen.

Epävalidi

Keskiarvon laskemiseen ei ole riittävästi hyväksyttävää dataa. (Tuntikeskiarvo vaatii vähintään 40 min hyväksyttyä dataa)

Epävarma

Hetkellisarvo on epävarma johtuen apusuureen (happi) häiriöstä.

Esimerkki pitoisuustarkastelusta kuukausiraportissa

48 h tunnin
päästöseuranta

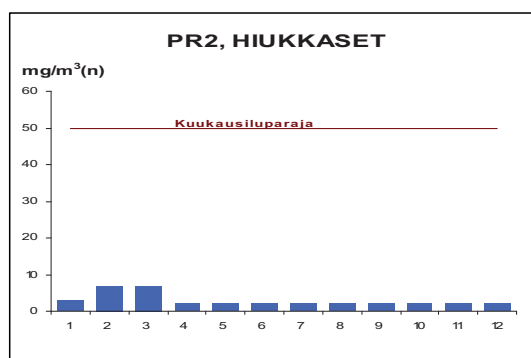
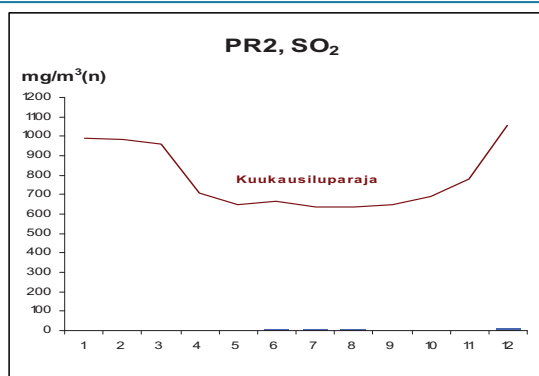
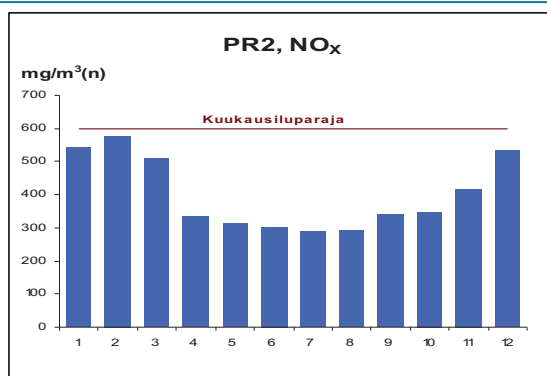
Kattilan
käyntitiedot

PR2 Leijupetikattila - kuukausiraportti

						syyskuu 2010	
Hiukkaset						Käyntiajat	
Päivä	Vrk keskiarvo mg/m ³ (n) 6%	48 h keskiarvo mg/m ³ (n) 6%	Kelpoisuus -	Kokonais- päästö (normaaliajo) kg	Kokonais- päästö (korvausarvo) kg	Kokonais- päästö yhteensä kg	Normaali- käyntiaika h
01	0	0		0	0	0	0,0
02	0	0	OFF	0	0	0	0,0
03	0	0		0	0	0	0,0
04	0	0	OFF	0	0	0	0,1
05	2	2		4	0	4	22,4
06	2	2	VALID	3	0	3	24,0
07	2	2		3	0	3	24,0
08	2	2	VALID	3	0	3	24,0
09	2	2		3	0	3	24,0
10	2	2	VALID	3	0	3	24,0
11	2	2		3	0	3	24,0
12	2	2	VALID	3	0	3	24,0
13	2	2		4	0	4	24,0
14	2	2	VALID	3	0	3	24,0
15	2	2		2	0	2	24,0
16	2	2	VALID	2	0	2	24,0
17	2	2		3	0	3	24,0
18	2	2	VALID	3	0	3	24,0
19	2	2		3	0	3	24,0
20	2	2	VALID	3	0	3	24,0
21	2	2		4	0	4	24,0
22	3	2	VALID	5	0	5	24,0
23	2	2		4	0	4	24,0
24	1	2	VALID	4	0	4	23,2
25	2	2		3	0	3	24,0
26	2	2	VALID	3	0	3	24,0
27	2	2		3	0	3	24,0
28	2	2	VALID	3	0	3	24,0
29	1	2		3	0	3	24,0
30	2	2	VALID	4	0	4	24,0
Kuukausikeskiarvo	2						
Hylättyjen 48 h jaksojen lkm			0				
Keskiarvo		2		3	0	3	20,7
Summa				85	0	85	621,8
Minimi	0	0		0	0	0	0,0
Maksimi	3	2		5	0	5	24,0

Kuukausi-
keskiarvo

Esimerkki päästöjen pitoisuuksien kuukausikeskiarvoista



3/1/2011

Kati Manskinen

11

Puhdistuslaitteiden häiriötilanteiden ja mittalaitteiden käytettävyyden huomioiminen päästöraportoinnissa

- Hiukkaspäästöjen häiriötilanne
 - Jos sähkösuodattimen kolmesta kentästä enemmän kuin yksi on pois toiminnasta ja hiukkaspäästöt ylittävät annetun päästörajan.
 - Jos kattilassa poltetaan vain öljyä, sähkösuodattimen ei tarvitse olla päällä.
- Rikkidioksidipäästöjen häiriötilanne
 - Häiriötilanne, jos savukaasupesurin pH<4 sekä ala- että yläkierron pH-mittauksessa ja rikkidioksidipäästöt ylittävät annetun päästöraja-arvon.
- Puhdistuslaitteiden häiriötilanteen määrittely ei ole yksiselitteistä, käytännöt eivät ole vakiintuneita ja määrittelyissä on huomioitava eri laitosten erityispiirteet.
- Päivä- ja vuorokausiraporteissa esitetään tunnit, jolloin mittaus on ollut käytettävissä alle 40 minuuttia ja vuorokausiraporteissa esitetään vuorokaudet, jolloin mittauksista on hylätty yli 3 tuntiarvoa.



Kuva 5. Stora Enson Heinolan Flutingtehtaan monipolttoainekattilan sähkösuodatin ja savukaasupesuri.

3/1/2011

Kati Manskinen

12

Esimerkki häiriöseurannan vuosiraportista

PR2 Leijupetikattila - vuosiraportti

2010

Käyntiajat		Häiriöseuranta: Hylätyt vuorokaudet (maksimi 10 vrk/vuosi)					Häiriöajat	
Kuukausi	Käynnissä vrk	Normaali- ajo vrk	FTIR vrk	Hiukkaset vrk	O2 vrk	Savukaasu vrk	Sähkö- suodin h	SK- pesuri h
tammikuu	31,0	31,0	3	14	0	0	0,0	0,0
helmikuu	28,0	28,0	0	1	0	0	0,0	0,0
maaliskuu	31,0	30,9	0	3	0	0	0,0	0,0
huhtikuu	30,0	30,0	0	8	0	0	0,0	0,0
toukokuu	31,0	31,0	2	0	0	0	0,0	0,0
kesäkuu	30,0	30,0	0	0	0	0	0,0	0,0
heinäkuu	30,9	30,9	1	0	0	0	0,0	0,0
elokuu	21,2	21,1	0	0	0	0	0,0	0,0
syyskuu	25,9	25,5	1	0	0	0	0,1	6,9
lokakuu	31,0	31,0	0	0	0	0	0,0	0,0
marraskuu	28,7	28,1	0	0	0	0	0,0	0,0
joulukuu	29,8	29,5	0	0	0	0	0,0	7,5
Summa	348,5	347,1	7	26	0	0	0,2	14,3
Minimi	21,2	21,1	0	0	0	0	0,0	0,0
Maksimi	31,0	31,0	3	14	0	0	0,1	7,5

Mittalaitteiden
käytettävyys
edellyttää myös
henkilöstön
valppautta

Mittalaitteiden
käytettävyys

Puhdistuslaitteiden
häiriötilanteet

3/1/2011

Kati Manskinen

13

Laadunvarmistus ja käytön aikainen tarkkailu

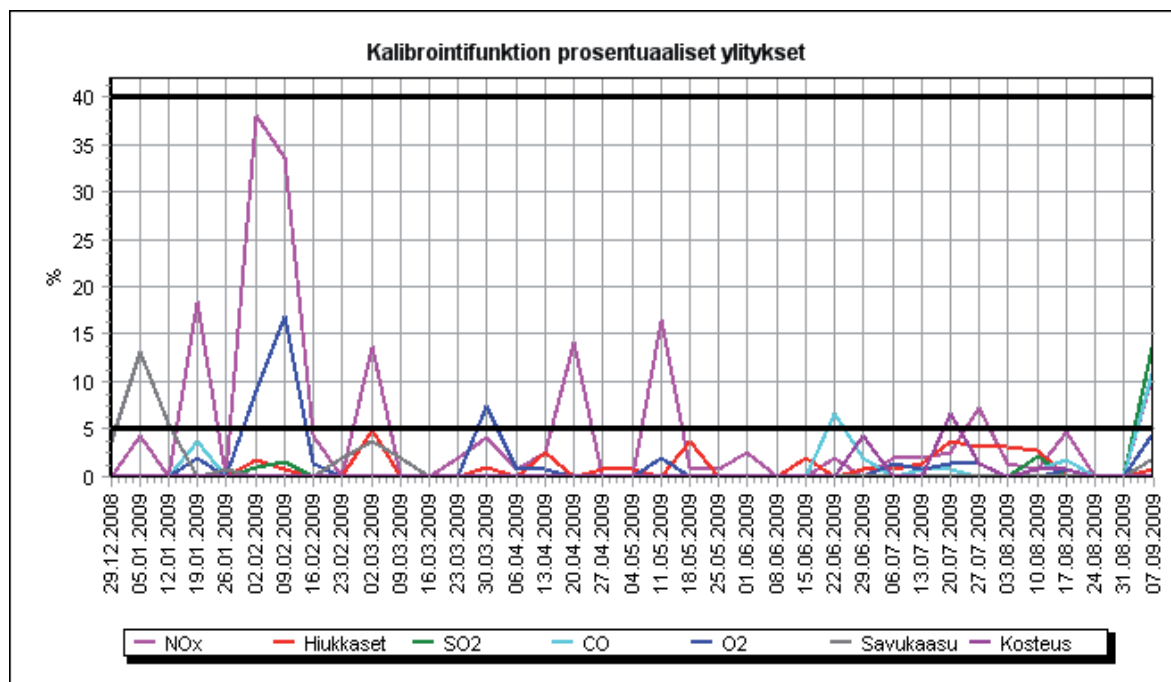
- QAL-2 seuranta tehdään raportointisovelluksessa.
- Kalibrintifunktion voimassaoloa seurataan vertaamalla mittauksen tuntikeskiarvoa syötettyyn kalibrintifunktion ylärajaan.
- Korjauskertoimet ja kalibrintifunktion ylärajapitoisuus syötetään käsin vertailumittausten jälkeen.
- QAL3-seurantaa ei tehdä raportointisovelluksessa.
- FTIR-mittauksella automaattinen nollatestaus kerran vuorokaudessa, aluetestaus halutulla aikavälillä. Ryöminän arvot tallennetaan PC:lle, josta ne ovat haettavissa.
- Hiukkasmittauksella automaattinen nollatestaus neljän tunnin välein.

3/1/2011

Kati Manskinen

14

Esimerkki kalibrointifunktion seurantakuvaajasta



3/1/2011

Kati Manskinen

15

Yhteenveto

- Monipolttoainekattilan päästöjen tarkkailu- ja raportointi tehtaalla on toteutettavissa kaupallisella raportointisovelluksella.
- Päästöjen raportointi- ja tarkkailujärjestelmän rakentaminen vaatii aikaa ja asiantuntemusta.
- Kaikki vaatimusten lähteet ja lähteiden ristiriidat on huomioitava päästöjen tarkkailu- ja raportointijärjestelmää rakennettaessa.
- Epäselvissä tapauksissa kannattaa selvittää lupaviranomaisen kanta.
- Tehdaskohtaiset erityispiirteet huomioitava.
- Automaattinenkin järjestelmä vaatii manuaalista valvontaa
 - Häiriötilanteet
 - QAL3-tarkkailu
 - Viasta hälyttämättömät mittalaittevat: esim. näyttölinjan vuoto.
- Automaattisten raportointijärjestelmien hyödyntäminen viranomaisraportoinnissa?

3/1/2011

Kati Manskinen

16

Kiitos.



TOIMIVA TARKKAILUOHJELMA – OMAKSI TURVAKSI

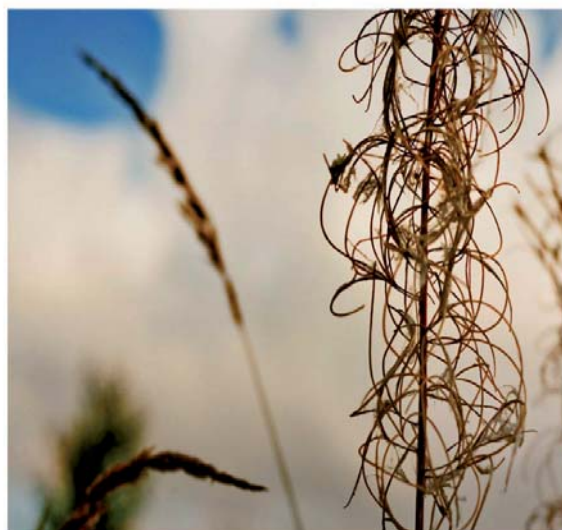
Hilkka Hännikäinen

Metsäliitto

Tarkkailulla tehoa

Päästömittauspäivä 16.3.2011

Hilkka Hännikäinen



Metsäliitto Osuuskunta Metsä-Botnia M-real Metsä Tissue

Metsäliitto-konserni

TEHOKAS TARKKAILUOHJELMA LUO LUOTTAMUSTA

- Antaa riittävän oikeaa tietoa
- Säästää rahaa
- Sopivat päästöt - tehokas prosessi
- Säästää henkistä energiaa henkilövaihdoksissa
- Lisää luottamusta sidosryhmiin
- Vähentää valvontaa
- Standardoidussa maailmassa on muistettava järki
- Liityntä ympäristöjärjestelmiin, energiajärjestelmiin

YLEISKUVAUS – linkit tehtaan järjestelmiin

- Tarkkailusuunnitelma on periaatekuvaus toiminnasta, jolla varmistetaan lupaehtojen noudattaminen
- Linkit tehtaan järjestelmiin
 - Sisäiset ohjeet soveltuvilta osin ensimmäiseen viranomaispainokseen
 - Ylläpidetään tehtaalla toimintajärjestelmän mukaisesti
 - Vuositarkastuksissa lähempi tarkastelu
- Merkittävät muutokset on hyväksyttävä valvojalla
 - Lupaehtojen noudattamiseen liittyvät
- Lupahakemukseen mahdollisimman kevyt kuvaus tarkkailusta

YHDISTETÄÄN PROSESSIN TILAAN

1. Laitoskuvaus
2. Tarkkailun perusteet
3. Polttoaineet, määrä ja laatu
4. Prosessi ja sen seuranta
5. Puhdistuslaitteet, seuranta ja huolto
6. Savukaasupäästöjen tarkkailu
 - Mittalaitteet, huolto, vertailu (dia 5)
 - Laskenta (dia 6)
7. Poikkeustilanteet
 - Miten päästötarkkailu tapahtuu ?
 - Miten prosessi palautetaan normaalitilaan ?
8. Raportointi
 - Poikkeustilanteista ilmoittaminen
 - Kuukausi-, vuosiraportointi ja E-PRTR raportointi

SYY-SEURAUS KETJUT, mittalaitteet

- Jatkuvatoimisten mittausten sijainti prosessissa
 - Yhteiset kanavat ja piiput (kiertokaasut)
 - Vertailumittauskohdat
- Mittalaitteiden kuvaus, huolto ja mittaustuloksen laadunvarmistus
 - Käytönaikainen laadunvarmistus
 - Vuosittaiset laadunvarmistustestit (vertailu tehdasjärjestelmään)
 - Kalibrintimittaukset
- Kertamittaukset
 - Mittaukset keskimääräisessä tuotantotilanteessa
 - Prosessiolot mittaushetkellä
 - Päästö esitetään energiayksikköä/tuotantoa kohti, josta lasketaan vuosipäästöksi

KÄYTÄNNÖN VERTAILUAKIN, laskenta

- Kuinka tieto tuotetaan?
 - Pitoisuus, päästö, ominaispäästö
 - Laitteiden ja prosessien käynnissä olo tieto, ylös/alas
 - Muu prosessitieto (kuorma, tuotanto, lämpötila, happi)
 - Savukaasumäärä, mittaus/laskenta (kosteus)
 - Laskenta (taltiotasot)
- Miten häiriötilanteet määritellään?
 - Myös prosessin häiriöitä voidaan poistaa raja-arvo tarkastelussa
- Milloin tieto on riittävän luotettava?
 - Vertailumittauksen kaikkia suureita on verrattava prosessiin
 - Hälytykset, trendit, korrelaatiot
 - Laskentajärjestelmälle hulluusrajat?

Hyvää kevättä



SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

- 1/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 11.2.2010, esitelmät
Scandic Oscar Varkaus/Stora Enso Oyj, Varkauden tehdas
(16A0913-E0108) 29.1.2010
- 2/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Once-through and reheater recovery boiler – concept studies
Lappeenranta University of Technology
Faculty of Technology. Departement of Energy Technology
Esa Vakkilainen, Juha Kaikko, Marcelo Hamaguchi
(16A0913-E0110) 17.3.2010
- 3/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Emäveden jatkokäsittely
Kurt Sirén, Sirra T:mi
(16A0913-E0111) 15.3.2010
- 4/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Seisokin vaativat määräaikaistestaukset soodakattiloilla
Mauri Heikkinen, Pöyry Finland Oy
(16A0913-E0112) 15.3.2010
- 5/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattila-alan yhteistoiminta
Vuosikertomus 2009
(16A0913-E0113) 14.4.2010
- 6/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Pöytäkirja. Vuosikokous 14.4.2010, Scandic Jyväskylä, Jyväskylä
(16A0913-E0114) 5.5.2010
- 7/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Hajukaasujen polttosuosituksen päivitykseen liittyvä selvitys
Markku Pekkanen, Raimo Nieminen, Tuomas Lehtinen; Pöyry Finland Oy
(16A0913-E0115) 3.7.2009
- 8/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
NOx-päästöt soodakattilasta
Puu-127.4030 Ympäristötekniikan erikoistyö
Andreas Lindberg, TKK, Puunjalostustekniikan osasto
(16A0913-E0116) 15.6.2010
- 9/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Final Summary Report on Nitrogen Oxide Emissions from Finnish Pulp Mills
Nikolai DeMartini, Mikko Hupa
(16A0913-E0117) 12.2.2010
- 10/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Metsäteollisuuden hiukkaspäästöt
Ulrika Backman, VTT
(16A0913-E0118) 17.6.2010
- 11/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Viherlipesakan hiilipitoisuuden riippuvuus soodakattilan ajo-olosuhteista
Mikael Forssén, Mikko Hupa; ÅboAkademi
(16A0913-E0119) 1.10.2010
- 12/2010 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Soodakattilapäivä 27.10.2010
Hotel Ilves, Tampere
(16A0913-E0120) 19.10.2010

SUOMEN SOODAKATTILAYHDISTYS RY
RAPORTTISARJA

- 1/2011 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Konemestaripäivä 3.2.2011, esitelmät
Scandic Patria Lappeenranta/Stora Enso Oyj, Imatran tehdas
(16A0913-E0121) 24.1.2011
- 2/2011 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Kattilalaitoksen sähkötekniset turvajärjestelmät
Mika Nevalainen
Savonia Ammattikorkeakoulu / Pelastusopisto
(16A0913-E0122) 18.2.2011
- 3/2011 Suomen Soodakattilayhdistys ry
Metsäteollisuus ry
Päästömittauspäivä 16.3.2011
Aalto yliopisto, Puunjalostustekniikan laitos
(16A0913-E0123) 16.3.2011