

Päästömittaajapäivät 2018

24.5.2018 torstai

12:00-13:00 Ilmoittautuminen ja lounas

13:00-13:30 Päivien avaus ja esittäytyminen

13:30-14:15 Jätteenpolton BAT/BREF -valmistelutyö, tuoreet kuulumiset, Teemu Lehikoinen AVI

14:15-15:00 Katsaus EU:n ilmasto- ja teollisuuden ilmapäästöasioihin liittyvän lainsäädännön kehitykseen, Jussi Soramäki VNK EU-asioiden osasto

15:00-15:30 Kahvi

15:30-16:00 EMPIR-hanke, SO₂-tutkimuksen tulokset - onko muutoksia kansalliseen tulkintaan? Tuula Pellikka VTT

16:00-17:00 Päästömittauslaitteisto tutuksi käytännössä dekkariseikkailun hengessä, Ramboll Finland Oy

17:00-18:00 Laitetoimittajien palvelu- ja tuote-esittelyt

18:00 Sauna

20:00 Illallinen

25.5.2018 perjantai

8:30-9:15 Ilmanlaadun mittanormaali- ja vertailulaboratorio, Jari Walden, Ilmatieteen laitos

9:15-9:30 Päästömittausryhmän mittaussuunnitelma, mikä riittää? Eerik Järvinen Ramboll Finland Oy

9:30-10:00 Aamukahvi

10:00-10:30 AMS-järjestelmän ylläpito mittalaitetuollon näkökulmasta, Kari Nivalainen Emikal

10:30-11:30 Päästömittausten mittausepävarmuus, sen tulkinta ja kansalliset laskentapohjat, Tuula Pellikka VTT, Teemu Lehikoinen AVI, Eerik Järvinen Ramboll Finland Oy.

11:30-12:00 Loppukeskustelu ja tilaisuuden päätös

12:00- Lounas



Aluehallintovirasto

Jätteenpolton päätelmien (WI BREF) valmistelutyö

Päästömittaajapäivät 24.-25.5.2018 Lahden Seurahuone

Ympäristöneuvos Teemu Lehikoinen, Etelä-Suomen aluehallintovirasto

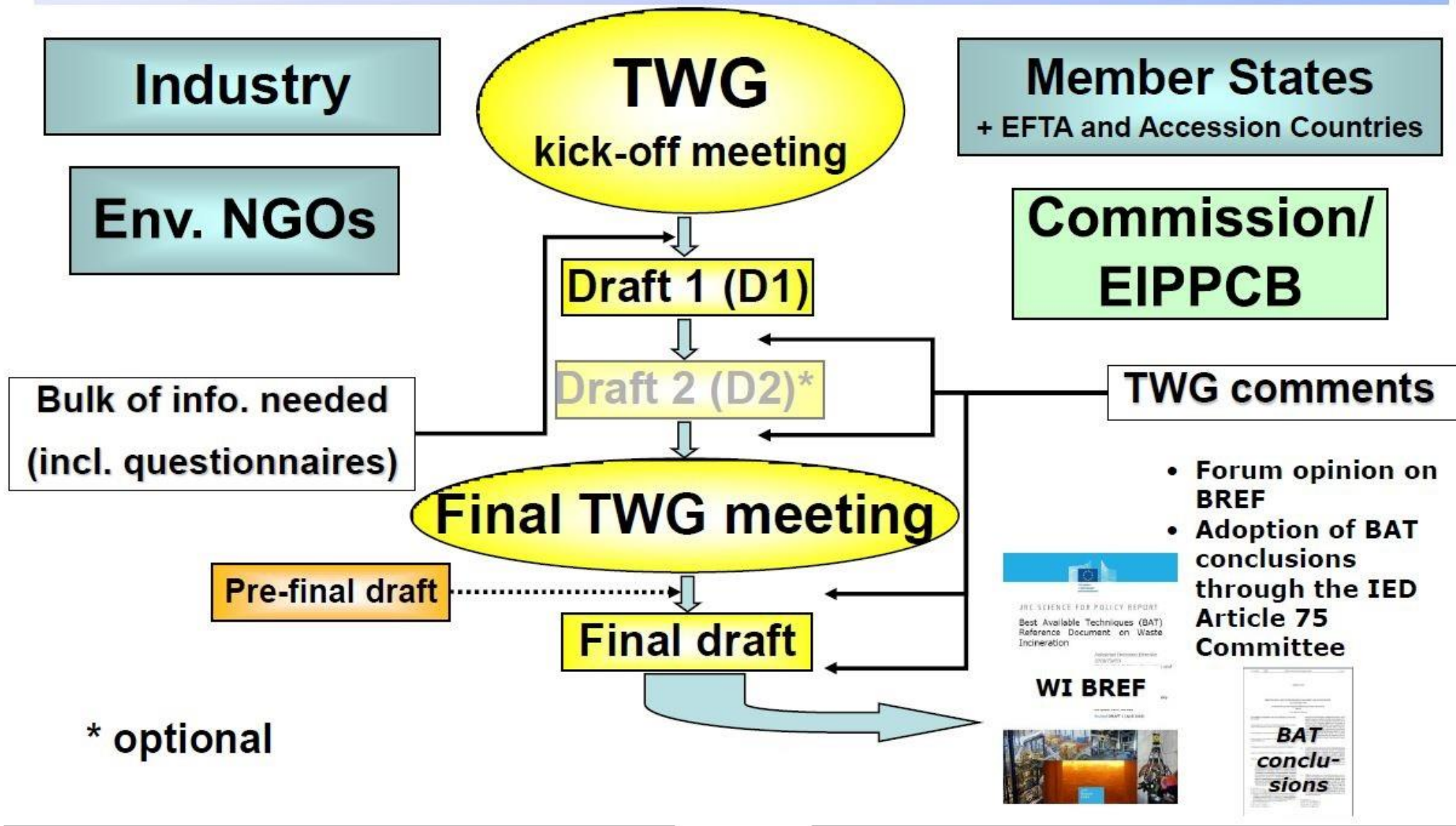


Esityksen sisältö

- BREF-prosessi
- Mikä WI BREF?
- Työ tähän mennessä
- Suomen kannalta keskeisimmät muuttuvat asiat
- Ilmaan johdettavien päästöjen päästötasot
- Seuraavat vaiheet



'Sevilla process' (COM Implementing Decision 2012/119/EU)





Valmiit päätelmät

- Lasiteollisuus (GLS)
- Rauta- ja teräs (IS)
- Nahkateollisuus (TAN)
- Sementti-, kalkki- ja magnesiumoksiditeollisuus (CLM)
- Kloorialkaliteollisuus (CAK)
- Massa- ja paperiteollisuus (PP)
- Öljynjalostus (REF)
- Puupaneelit (WBP)
- Kemianteollisuuden jätevesien ja kaasujen käsittely (CWW)
- Värimetalliteollisuus (NFM)
- Sikojen ja kanojen tehokasvatus (IRPP)
- Suuret polttolaitokset (LCP)
- Orgaanisten peruskemikaalien valmistus (LVOC)
- Jätteiden käsittely (WT, odottaa julkaisemista)



Käynnissä olevat BREF-prosessit

Kaivannaisteollisuus (MWEI)	Loppukokous pidetty syksyllä 2017
Tarkkailuasiakirja (ROM)	Viimeistelyvaiheessa
Jätteiden poltto (WI)	Loppukokous huhtikuussa 2018
Elintarvikkeiden ja maidon valmistus ja jatkojalostus (FDM)	Loppukokous toukokuussa 2018
Pintakäsittely orgaanisia liuottimia käyttäen (STS; WPC yhdistetty tähän)	Loppukokous loppuvuosi 2018
Rautametallien jalostus (FMP)	Tiedonkeruu tehty maaliskuussa 2018
Kemianteollisuuden jätekaasujen käsittely (WGC)	Aloituskokous syyskuussa 2017
Tekstiiliteollisuus (TXT)	Aloituskokous kesäkuussa 2018



Alkamassa olevat BREF-prosessit

- Teurastamot (SA) vuonna 2018
- Valimot (SF) vuonna 2018
- Keraaminen teollisuus (CER) vuonna 2019
- Pintakäsittely (STM) vuonna 2020 tai 2021
- Epäorgaaninen kemianteollisuus vuonna 2020 tai 2021



Aluehallintovirasto

WI BREF



Jätteenpolton BREF-asiakirja

- Jätteenpoltole laadittu parhaan käyttökelpoisen tekniikan vertailuasiakirja (BREF, elokuu 2006)
- 600-sivuinen kuvaus erilaisten jätteenpolttolaitoksien tekniikoista, erityisesti ympäristönsuojelutekniikoista, ja saavutettavista päästötasoista
- BAT-vaihteluvälit ilmaan johdettaville päästöille ja savukaasun puhdistuksessa syntyville jätevesille sekä BAT-vaatimuksia tarkkailulle ja muille hyville käytännöille
- Direktiivilaitosten päästöraja-arvojen, tarkkailun ja muiden lupamääräysten on perustuttava päätelmiin.
- Päästöraja-arvot on asetettava siten, että päätelmien päästötasoja ei ylitetä normaaleissa toimintaolosuhteissa



Työ tähän mennessä

- Työ käynnistetty keväällä 2014
- Aloituskokous tammikuussa 2015
- Tiedonkeruu 2016
 - Tietoja toimitettiin 16 maasta koskien yhteensä noin 350 jätteenpolttoyksikköä; eniten Saksasta ja Ranskasta; Suomesta toimitettiin 8 jätteenpolttoyksikön tiedot
- Webinar kerättyjen tietojen käsittelystä ja käytöstä marraskuussa 2016
- D1 toukokuussa 2017, kommentointi syyskuussa 2017
- Kokous eräistä keskeisistä asioista joulukuu 2017
- TWG:n loppukokous huhtikuussa 2018



Suomen kannalta olennaisia asioita

- Typen oksidit
 - SNCR on edelleen BAT-tekniikkaa
 - Korkeampi päästötaso jos SCR:ää ei ole mahdollista käyttää (pöytäselityksessä mainittu tilanpuute)
- Elohopean jatkuvatoiminen mittaaminen
 - Paitsi jos jätteen elohopeapitoisuus on todistettusti alhainen ja tasainen
 - Yleinen tulkinta EU-tasolla on, että yhdyskuntajätteen poltossa elohopeaa on tarpeen mitata jatkuvatoimisesti



Päästötasot (1/3)

Parametri	Uusi laitos (mg/Nm ³)	Olemassa oleva laitos (mg/Nm ³)	Jätteenpolttoasetus (mg/Nm ³)
Hiukkaset	<2-5		10
Cd+Tl	0,005-0,02		0,05
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+ Mn+Ni+V	0,01-0,3		0,5
HCl	<2-6	<2-8	10
HF	<1	<1	1
SO ₂	5-30	5-40	50
NO _x	50-120	50-150 (180)	200
CO	10-50	10-50	50
NH ₃	2-10	2-10 (poikkeus 15)	-



Päästötasot (2/3)

Parametri	Uusi laitos	Olemassa oleva laitos	Jätteenpolttoasetus (mg/Nm ³)
TVOC	<3-10 mg/Nm ³	<3-10 mg/Nm ³	10
PCDD/F (kertamittaus)	<0,01-0,04 ng I-TEQ/Nm ³	<0,01-0,06 ng I-TEQ/Nm ³	0,1
PCDD/F (pitkäaikainen näytteenotto)	<0,01-0,06 ng I-TEQ/Nm ³	<0,01-0,08 ng I-TEQ/Nm ³	0,1
PCDD/F+dioksiinin kaltaiset PCB:t (kertamittaus)	<0,01-0,06 ng I-TEQ/Nm ³	<0,01-0,08 ng I-TEQ/Nm ³	-
PCDD/F+dioksiinin kaltaiset PCB:t (pitkäaikainen näytteenotto)	<0,01-0,08 ng I-TEQ/Nm ³	<0,01-0,1 ng I-TEQ/Nm ³	-



Päästötasot (3/3)

Parametri	Uusi laitos	Olemassa oleva laitos	Jätteenpolttoasetus (mg/Nm³)
Hg (vuorokausikeskiarvo tai kertamittaus)	<5-20 µg/Nm ³	<5-20 µg/Nm ³	0,05 mg/Nm ³
Hg (pitkäaikainen näytteenotto)	1-10 µg/Nm ³	1-10 µg/Nm ³	0,05 mg/Nm ³
Hg (indikatiivinen puolen tunnin keskiarvo)	<15-35 µg/Nm ³	<15-40 µg/Nm ³	-



Työn jatkuminen (Bureaun esittämä alustava aikataulu)

- Pre-final draft kommentteille heinäkuussa 2018
- Final draft forumille marraskuu 2018 ja forumin kokous helmikuussa 2019
- Asiakirja hyväksyttäväksi komitealle toukokuussa 2019
- Päätelmien julkaisu heinäkuussa 2019
- Toiminnan oltava päätelmien mukaista heinäkuussa 2023



Kiitokset mielenkiinnosta!

Yhteyshenkilöt:

- Suomen BAT-koordinointi: Sami Rinne, YM sekä Kaj Forsius ja Timo Jouttijärvi, SYKE
 - Kansallinen WI BAT -ryhmä: Teemu Lehikoinen, ESAVI
 - Energiateollisuuden WI BAT -ryhmä: Heidi Lettojärvi, ET



VALTIONEUVOSTON KANSLIA

EU:n ilmastopolitiikka ja teollisuuden ilmapäästöt - tulevaisuuden näkymiä

24.5.2018 | Jussi Soramäki Valtioneuvoston kanslia

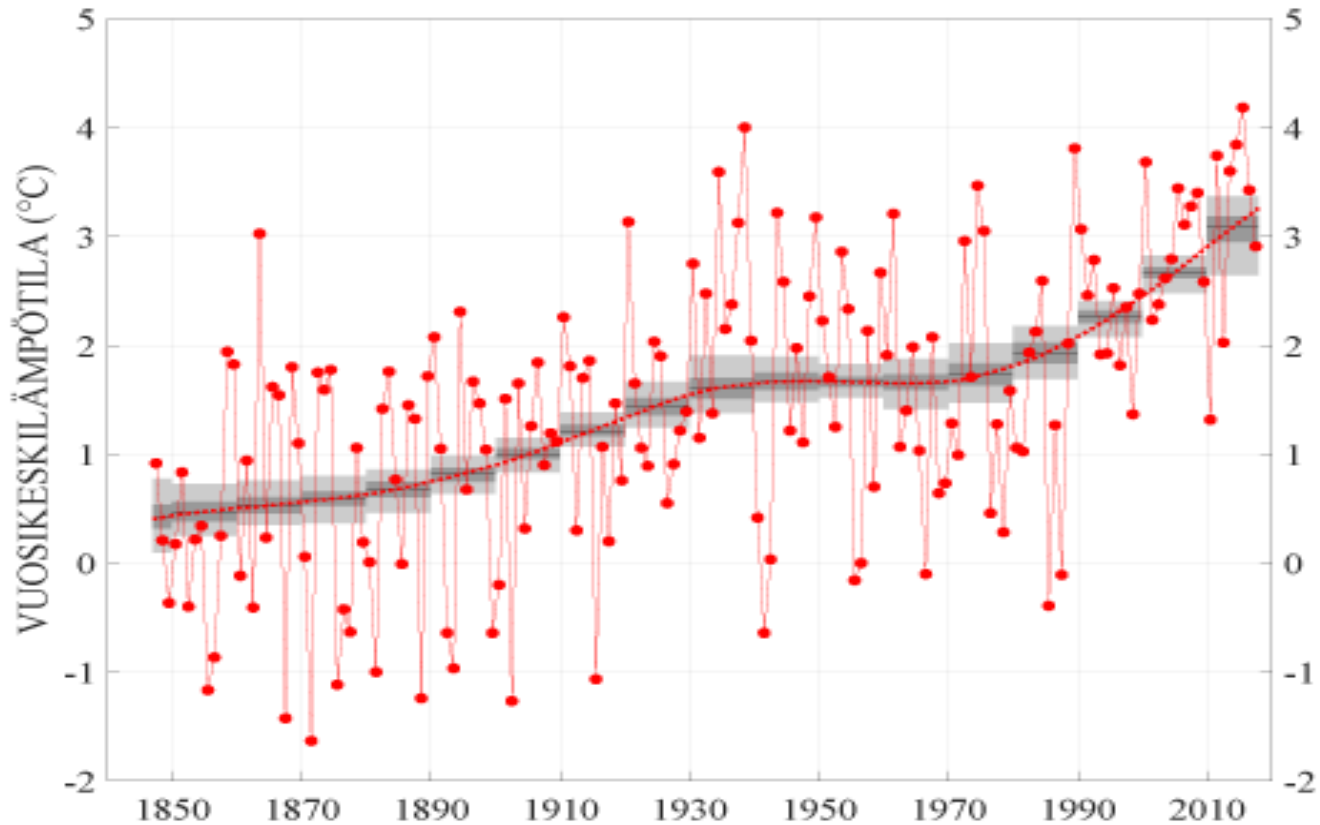
Päästömittaajapäivät



EU:n 2030 ilmasto- ja energiakehys

- Nykyiset tavoitteet asetettu vuoteen 2020
- Uusiin tavoitteisiin liittyvä EU:n ilmastolainsäädäntö on pääosin valmis
- Päätökset taakanjakoasetuksesta, päästökauppadirektiivin muutoksesta sekä metsien ja maankäyttöön liittyvästä LULUCF –asetuksesta on tehty
- Suomen tulee vähentää taakanjakosektorin päästöjä 39%
- Maankäyttösektorin tilanne selviää vasta kun toimeenpanoon liittyvät säädökset ovat valmiit

Suomen keskilämpötila 1847- 2017



Kansainväliset ilmastoneuvottelut

- Pariisissa sovittiin 2016, että osapuolet esittävät kansalliset päästövähennystavoitteensa (NDC)
 - Suomi toimii EU:n sateenvarjon alla
 - EU:n ilmoittama päästövähennystavoite on 40%
 - Sovittua globaalin lämpenemisen ylärajaa (2 °C) ei tulla saavuttamaan osapuolien antamilla tavoitteilla
 - Parhaillaan keskustellaan siitä, miten tavoitteita nostettaisiin
- EU valmistautuu oman päästövähennystavoitteen kiristämiseen

Teollisuuspäästödirektiivi

- Pääinstrumentti teollisuuden päästöjen rajoittamisessa. Soveltamisalaan kuuluvat kaikki merkittävät teolliset toiminnot mm. energiantuotanto, metalliteollisuus, mineraaliteollisuus, kemianteollisuus, jätehuolto, metsäteollisuus
- Direktiivissä asetettu vähimmäispäästöraja-arvot ilmaan johdettaville päästöille. Ei koske kasvihuonekaasupäästöjä.

Teollisuuspäästödirektiivi

- Laitosten toiminnan ja päästötasojen on perustuttava parhaaseen käyttökelpoiseen tekniikkaan (Best Available Techniques, BAT)
- Direktiivin soveltamisalaan kuuluville teollisuudenaloille laaditaan EU:ssa säännöllisesti (noin 10 vuoden välein) uudet BAT-päätelmät. Tämän jälkeen teollisuudenalan ympäristöluvut on uusittava vastaamaan uutta BAT-tasoa.

Tulevaisuuden näkymiä

- Teollisuuspäästödirektiivin päivitysprosessin käynnistymisestä ei tietoa
 - Seuraavia valmistuvia BAT-päätelmiä (arvio: aikaisintaan 2019)
 - Jätteiden poltto
 - Elintarvikkeiden ja maidon valmistus ja jatkojalostus
 - Pintakäsittely orgaanisia liuottimia käyttäen
 - Rautametallien jalostus
 - Kemianteollisuuden jätekaasujen käsittely

Muita keskeisiä säädöksiä

- Keskisuurten polttolaitosten direktiivi (MCP)
 - Rajoittaa polttoaineteholtaan alle 50 megawatin energiantuotantoyksiköiden päästöjä ilmaan
 - Kansallinen täytäntöönpano valmis 1.1.2018
- Päästökattodirektiivi (NEC)
 - Kansalliset päästökatot (typen oksidit, haihtuvat orgaaniset yhdisteet NMVOC, rikkidioksidi, ammoniakki, pienhiukkaset)
 - Ainakin pienhiukkasten osalta tarvitaan kansallisia lisävähennystoimia. Kohdistuu erityisesti puun pienpolttoon ja liikenteeseen
 - Kansallinen toimeenpano käynnissä, laaditaan Ilmansuojeluohjelma vuoteen 2030

Tulevaisuuden näkymiä

- Keskiuurten polttolaitosten direktiivi
 - Komissio arvioi 2020 mennessä tarvetta energiatehokkuusvaatimuksille
 - Komissio arvioi 2023 mennessä tarvetta hiilimonoksidiraja-arvoille
- EU:n ilmanlaatudirektiivien fitness check
 - Käynnissä komissiossa
 - Arvioitu valmistuminen 2019 lopussa

Tulevaisuuden näkymiä

- Ympäristölainsäädäntö on pitkälti valmis
- Kaikkiin tavoitteisiin ja raja-arvoihin on odotettavissa tiukennuksia
- Ilmastopolitiikka tulee kiristymään
- Kaikessa päätöksenteossa on tärkeää ennakoida tulevaa kansainvälistä ja EU-päätöksentekoa
-



WP2: Conditioned sampling of SO₂ P-AMS

15NRM01 Sulf-Norm-projekti

24.5.2018

Tuula Pellikka, VTT

Hankkeen tausta

- § Eurooppalaisen standardisointijärjestön CEN:in standardireferenssimenetelmä rikkidioksidin mittaamiseen on EN 14791.
- § Ko. menetelmä perustuu savukaasunäytteen kuplittamiseen absorptioliuosten läpi ja liuosten analysointiin laboratoriossa
- § Menetelmän mittausepävarmuus on liian suuri uusiin päästöraja-arvoihin nähden
- § Tässä hankkeessa tuotetaan CEN:lle sellaista taustatietoa, joka mahdollistaisi jatkuvatoimisen standardireferenssimenetelmän kehittämisen rikkidioksidin mittaamiseen

Overview of WP2

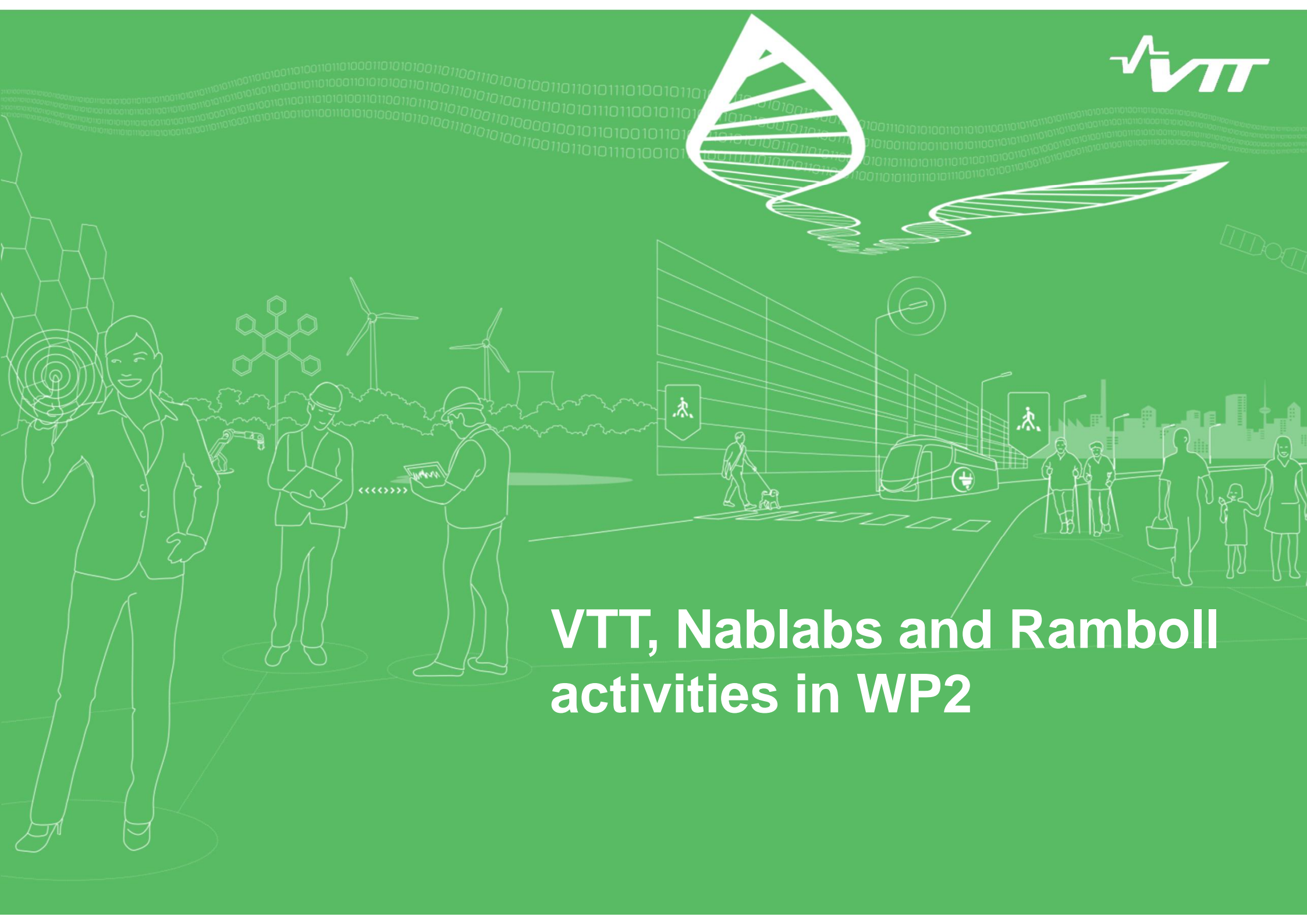
§ The aim of this Workpackage:

- to acquire test data for conditioned sampling (P-AMS) for comparison to the unconditioned sampling data (EN 14791) generated under WP1

§ WP2 participants:

- VTT
- NPL
- HLNUG
- Uniper
- Nablabs
- Ramboll
- CMI





VTT, Nablabs and Ramboll activities in WP2

Experimental (1/3)

- § As part of the Sulf-Norm-project, VTT organized in the spring 2017 tests for equivalency of alternative methods for monitoring of SO₂ emissions. The aim of these experiments was to **test whether alternative methods (AM) could be used to determine SO₂ concentrations instead of existing SRM.**
- § The advantage of using automated, instrumental methods is that they give **real time information about the process concentrations** where as wet-chemical method (EN 14791) gives only average value of the sampling time.

Experimental (2/3)

§ Instrumental methods that were used in this test were **Fourier Transform Infrared Technique analysers (FTIR), ultraviolet (UV)-fluorescence analysers and non-dispersive infrared (NDIR) analysers.**

- FTIR-analysers: Gasmet Dx4000
- UV-fluorescence analysers with dilution probes: Monitor Labs 9850 and Teledyne Monitor Labs Model T100
- NDIR-analysers: Horiba PG250 with permeation dryer and Horiba PG350 with PSS-5 M&C gas conditioning unit

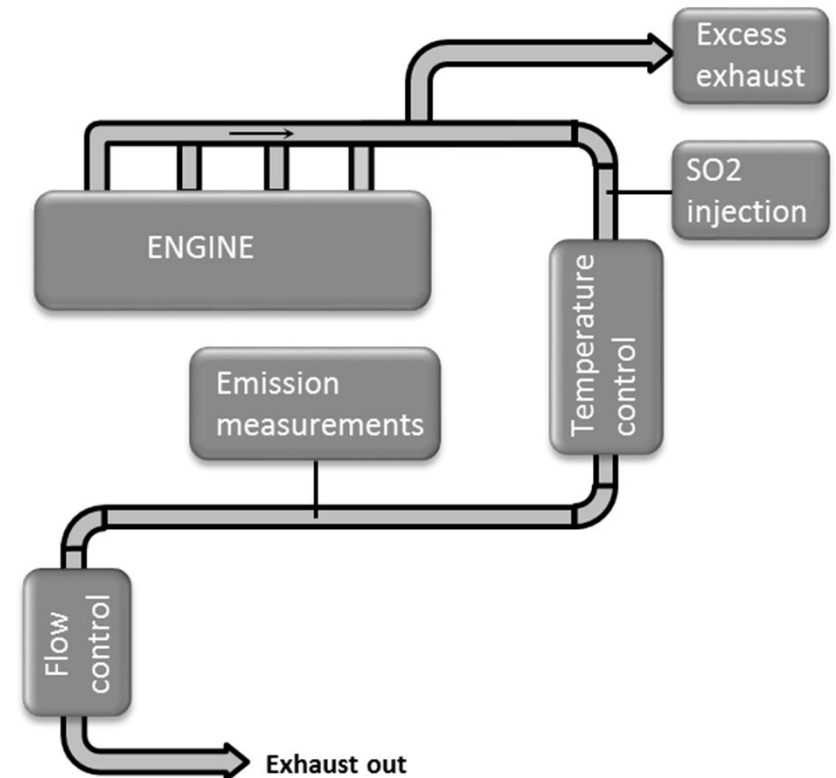
§ Two SRMs were operated in parallel with two AMs

Experimental (3/3)

Tests were carried out at the test bench of VTT.

Exhaust gas was produced with gasoline engine. SO₂-concentrations were varied by spiking of SO₂ gas to the exhaust gas flow and the concentration range varied from 2 to 800 mg/m³(n).

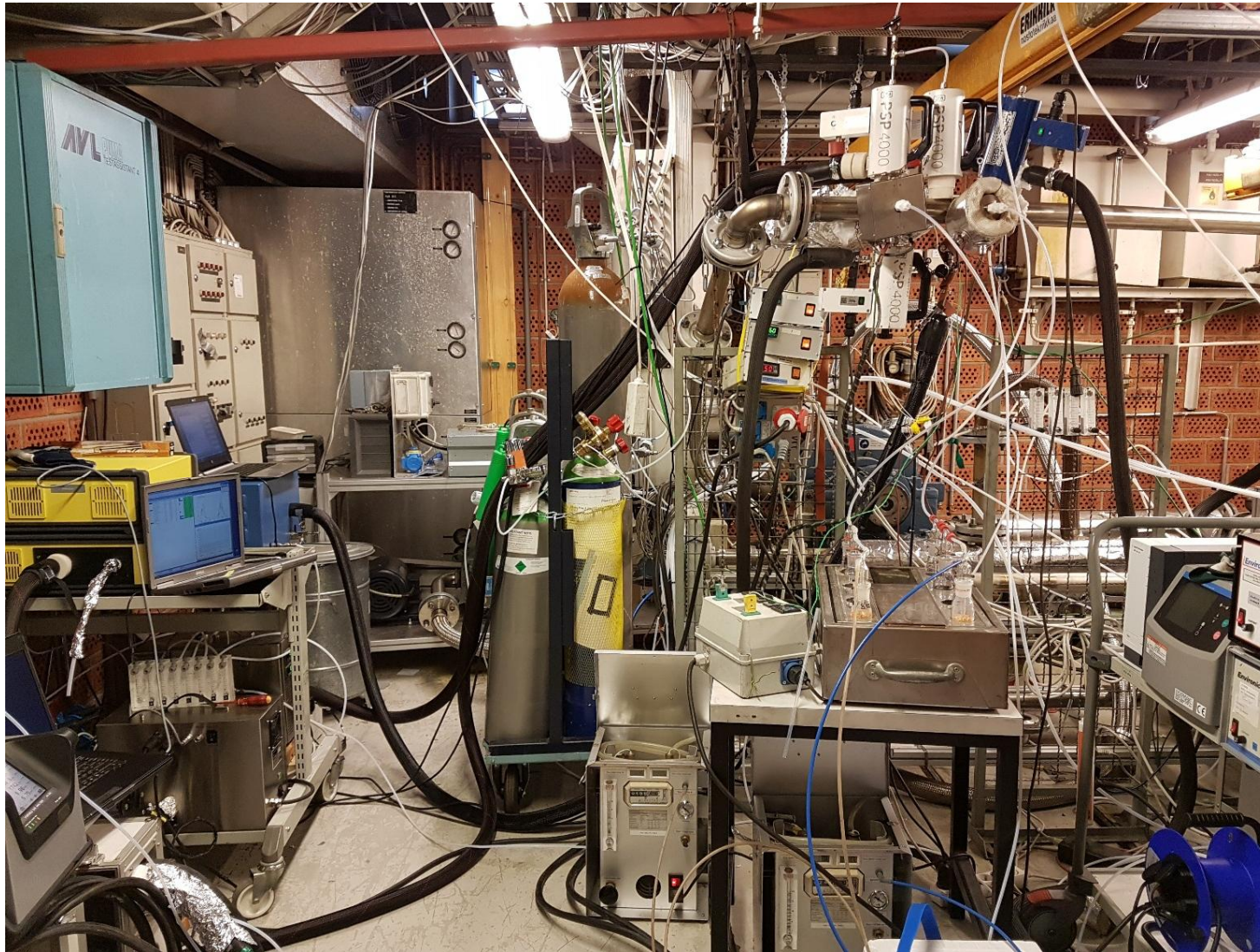
All together 25 samples were taken.



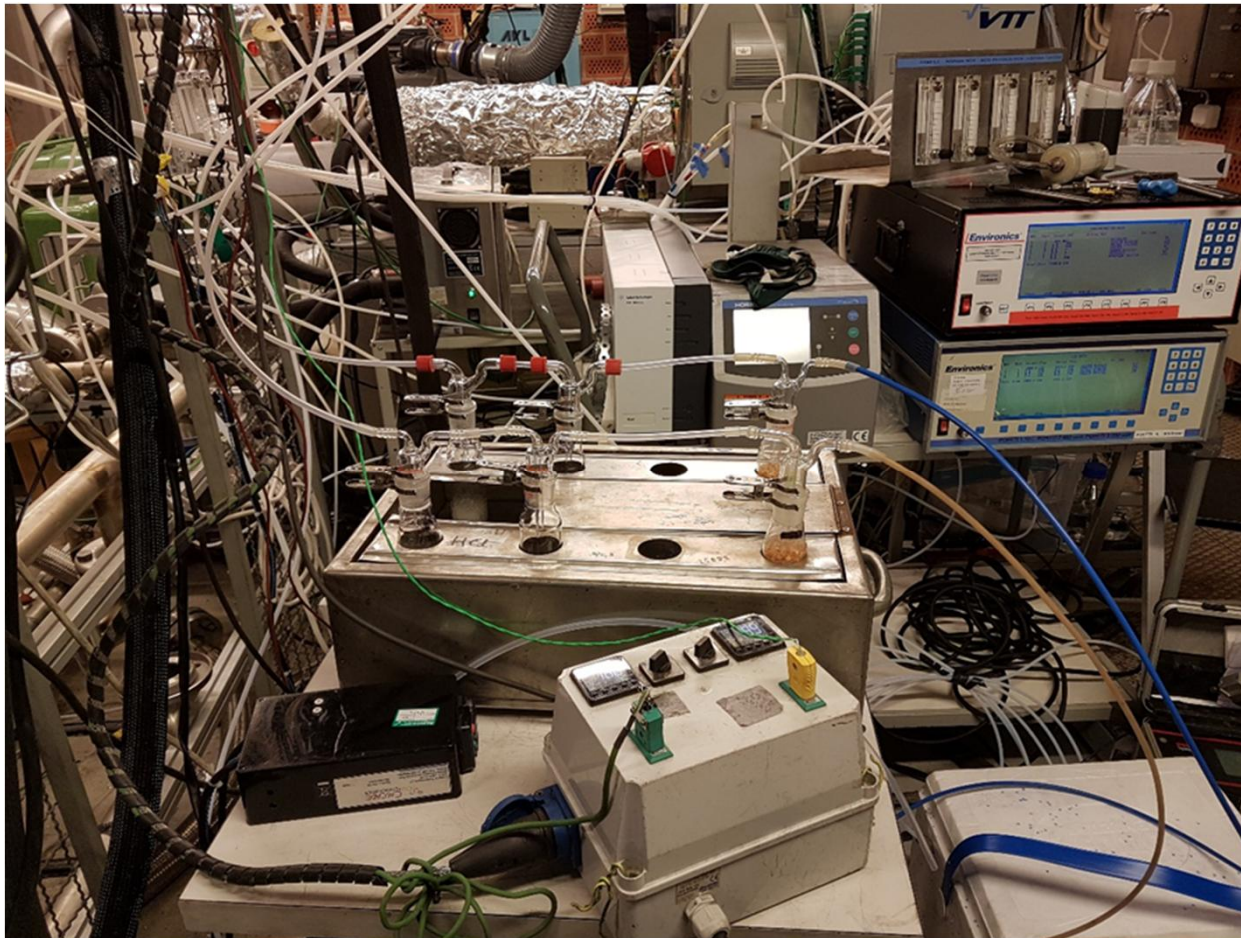
Stack conditions at VTT's test bench facility during the tests

Temperature	200 °C
Oxygen level	O ₂ 6% (dry)
Moisture content	H ₂ O ~10%
Gas matrix	CO ₂ 10,4% (wet) NO 400 mg/m ³ (n) (wet) NO ₂ 100 mg/m ³ (n) (wet) CO 2400 mg/m ³ (n) (wet) CH ₄ ~4 mg/m ³ (n) C ₂ H ₄ ~30 mg/m ³ (n)

Test bench facility



EN 14791- Sampling line and samples...

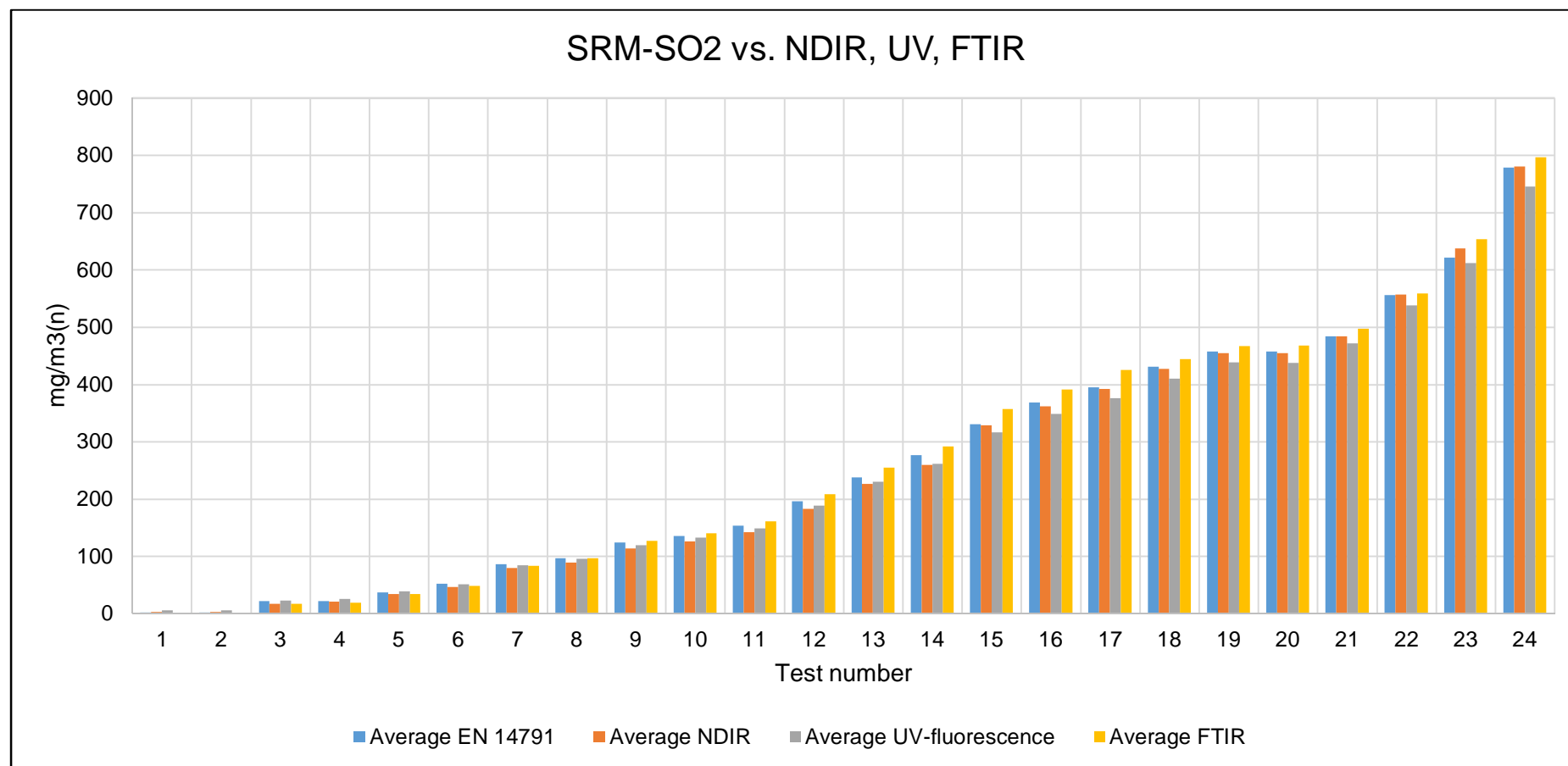


Validation procedure according to CEN/TS 14793

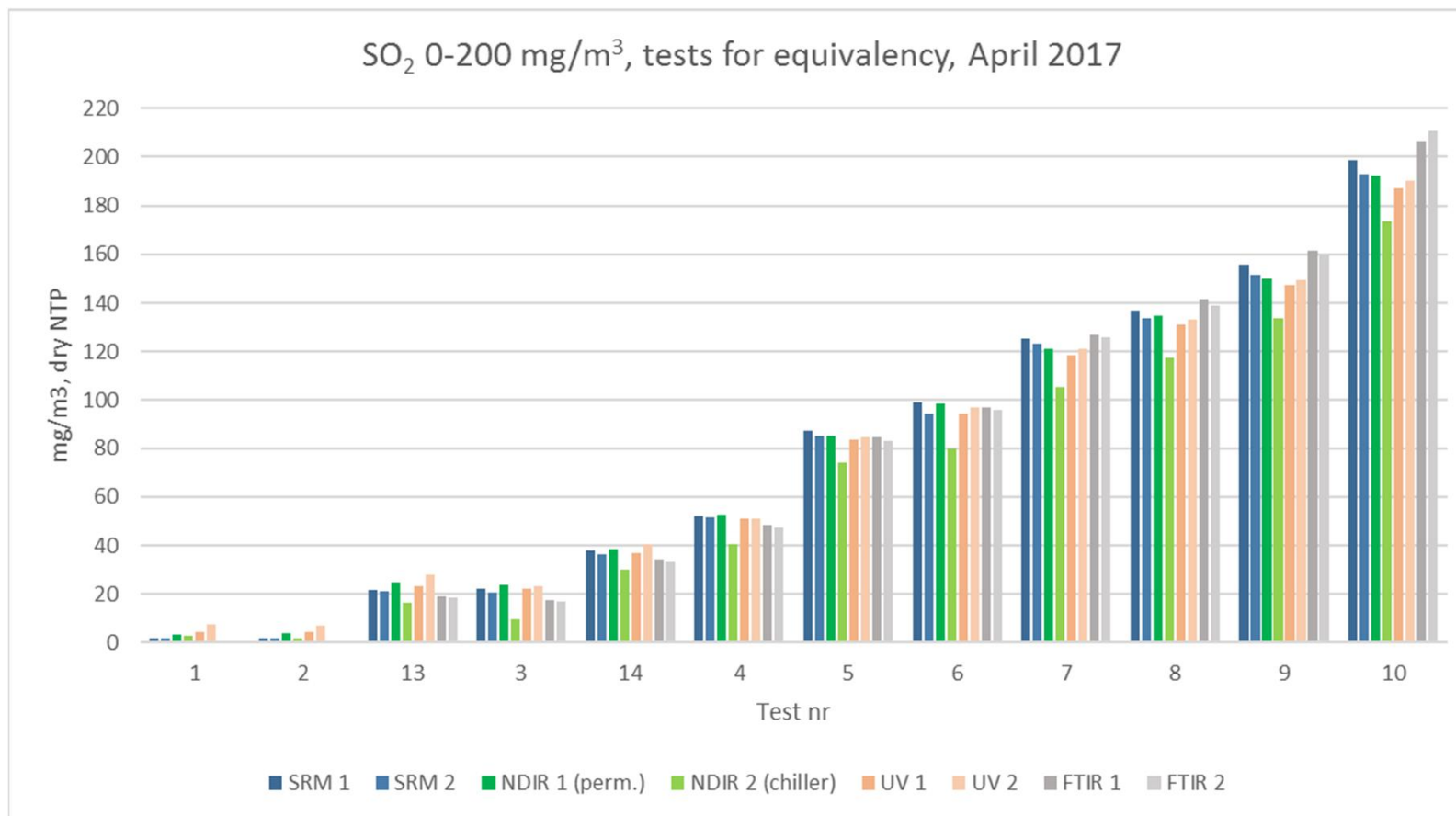
- § The results were analysed using the principles given in the document CEN/ TS 14793:Stationary source emission.
Intralaboratory validation procedure for an alternative method compared to a reference method

- § This document provides the statistical tools and different criteria to evaluate the alternative method (AM)

SO₂ results, given as averages of two sampling lines for EN14791, NDIR, UV-Fluorescence and FTIR

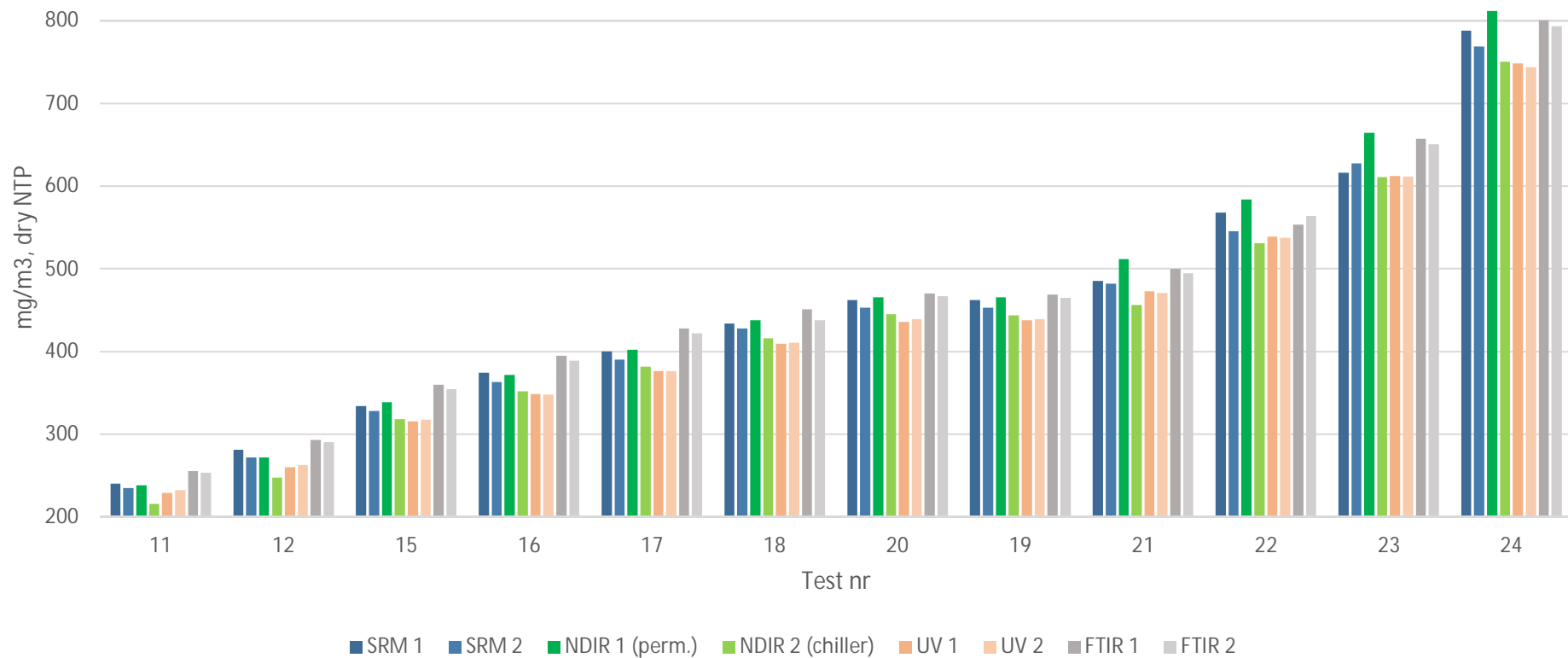


SO₂ results, tests for equivalency, EN 14791 (SRM), NDIR, UV-Fluorescence and FTIR (1/2)



SO₂ results, tests for equivalency, EN 14791 (SRM), NDIR, UV-Fluorescence and FTIR (2/2)

SO₂ 200-800 mg/m³, tests for equivalency, April 2017



EN 14791 (2017)- Requirements for repeatability, $S_{r,limit}$ and reproducibility, S_R

$$S_{r,limit}(C) = 0,051C + 2,3 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$$

$$S_R(C) = 0,0678C + 3,47 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$$

Test of equivalency for FTIR to EN 14791 (IC-method) across a concentration range of 0- 200 mg/m³

Verification test	Value obtained	Criterion	Conclusion
Systematic deviation			
- correlation coeff. (r)	0,9989	$r \geq 0,97$	yes
- slope (C_1)	1,08	$0,89 \leq C_1 \leq 1,11$	yes
- intercept (C_0)	-5,77	$ C_0 \leq 9,17$	yes
Repeatability standard deviation			
- SRM	2,05	$\leq 6,59$	yes
- AM	1,37	$\leq 6,59$	yes

Test of equivalency for UV-Fluorescence (with dilution probe) to EN 14791 (IC-method) across a concentration range of 0- 200 mg/m³

Verification test	Value obtained	Criterion	Conclusion
Systematic deviation			
- correlation coeff. (r)	0,9997	$r \geq 0,97$	yes
- slope (C ₁)	0,94	$0,89 \leq C_1 \leq 1,11$	yes
- intercept (C ₀)	3,57	$ C_0 \leq 9,17$	yes
Repeatability standard deviation			
- SRM	2,05	$\leq 6,59$	yes
- AM	1,84	$\leq 6,59$	yes

Test of equivalency for NDIR-analysers (with chiller and with permeation dryer) to EN 14791 (IC-method) across a concentration range of 0- 200 mg/m³

Verification test	Value obtained	Criterion	Conclusion
Systematic deviation			
- correlation coeff. (r)	0,9995	$r \geq 0,97$	yes
- slope (C_1)	0,923	$0,89 \leq C_1 \leq 1,11$	yes
- intercept (C_0)	-1,17	$ C_0 \leq 9,60$	yes
Repeatability standard deviation			
- SRM	2,15	$\leq 6,91$	yes
- AM	8,41	$\leq 6,91$	no

Test of equivalency for FTIR to EN 14791 (IC-method) across a concentration range of 0- 800 mg/m³

Verification test	Value obtained	Criterion	Conclusion
Systematic deviation			
- correlation coeff. (r)	0,9988	$r \geq 0,97$	yes
- slope (C_1)	1,04	$0,92 \leq C_1 \leq 1,08$	yes
- intercept (C_0)	-0,577	$ C_0 \leq 21,32$	yes
Repeatability standard deviation			
- SRM	6,06	$\leq 16,31$	yes
- AM	3,55	$\leq 16,31$	yes

Test of equivalency for UV-Fluorescence (with dilution probe) to EN 14791 (IC-method) across a concentration range of 0- 800 mg/m³

Verification test	Value obtained	Criterion	Conclusion
Systematic deviation			
- correlation coeff. (r)	0,9996	$r \geq 0,97$	yes
- slope (C ₁)	0,96	$0,92 \leq C_1 \leq 1,08$	yes
- intercept (C ₀)	0,975	$ C_0 \leq 22,94$	yes
Repeatability standard deviation			
- SRM	6,19	$\leq 16,94$	yes
- AM	1,67	$\leq 16,94$	yes

Test of equivalency for NDIR-analysers (with chiller and with permeation dryer) to EN 14791 (IC-method) across a concentration range of 0- 800 mg/m³

Verification test	Value obtained	Criterion	Conclusion
Systematic deviation			
- correlation coeff. (r)	0,9993	$r \geq 0,97$	yes
- slope (C ₁)	1,005	$0,92 \leq C_1 \leq 1,08$	yes
- intercept (C ₀)	-9,394	$ C_0 \leq 22,88$	yes
Repeatability standard deviation			
- SRM	6,19	$\leq 16,90$	yes
- AM	14,52	$\leq 16,90$	yes

Conclusion

- § All tested instrumental techniques gave **acceptable results** and **VTT will use these results as a validation protocol to the Finnish authorities** to show that these AMs can be used in Finland instead of EN 14791.
- § **Note!** The conditioning methods that were used with NDIR analysers were permeation dryer and condensation method (chiller). From the results it can be seen that there were significant losses of SO₂ in the condensate when the chiller was used. As a consequence, NDIR passed the tests only for higher concentration range (0-800 mg/m³(n)) but not at lower concentrations (0-200 mg/m³(n)).

WP2, Task 2.2, Laboratory and Field testing of conditioned sampling systems and modelling of SO₂ losses

§ A.2.2.5

- VTT, Nablabs and Ramboll carried out the second field trial in January in Finland. These tests took place 15.-19.1.2018 at Stora Enso bark boiler, located at Varkaus, Eastern Finland



§ The aim of this measurement campaign was to **test different conditioning units for instrumental SO₂ systems.**



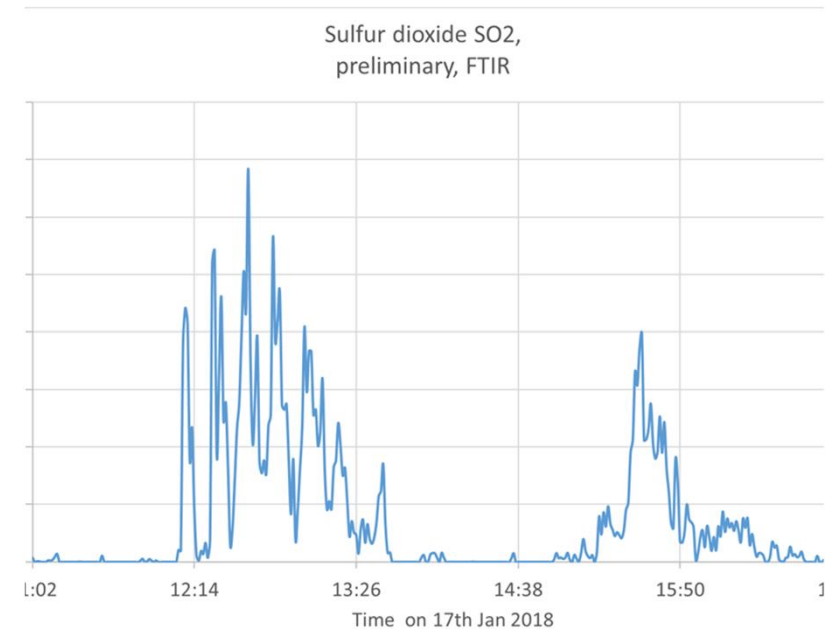
WP2, Task 2.2, Laboratory and Field testing of conditioned sampling systems and modelling of SO₂ losses

§ A2.2.5 included three (3) days measurements

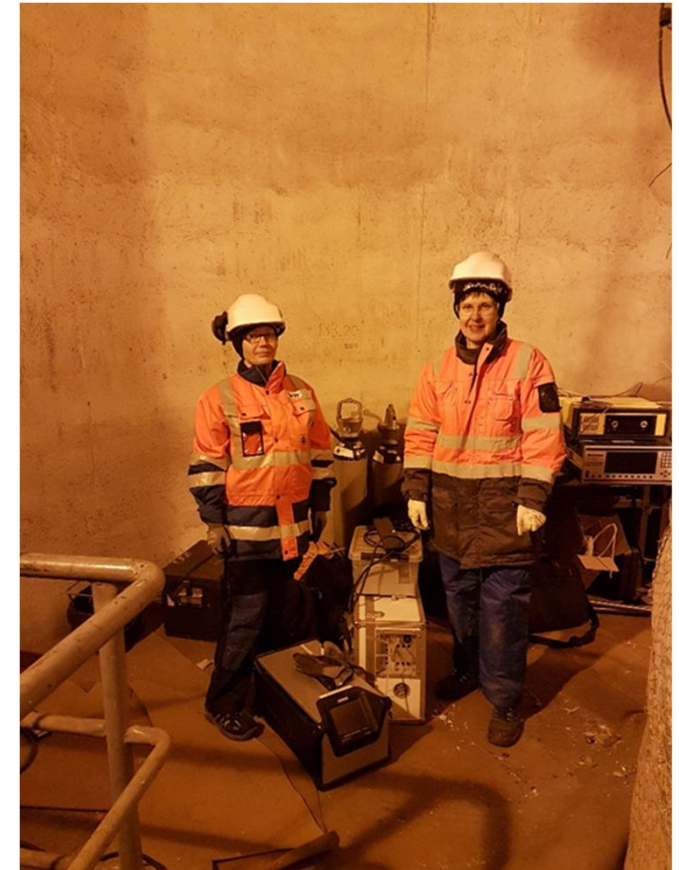
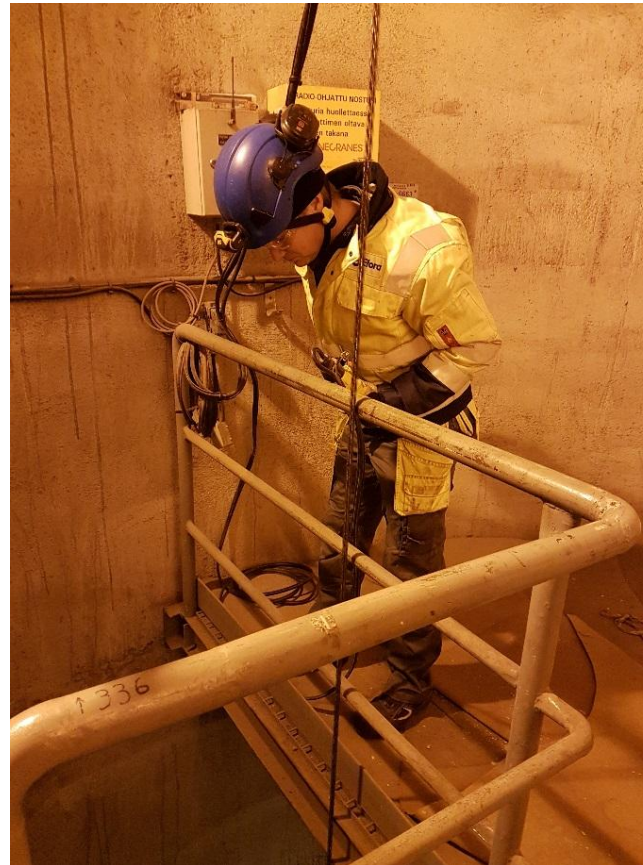
- different conditioning units were tested (permeation and chillers for NDIR, dilution for UV-fluorescence)
- during these measurements, VTT measured also with two FTIR analysers ten measurements in one day, using two different sampling probe materials (such as borosilicate glass, stainless steel) to see possible material effects

Measurement place at Varkaus (varkaus=theft...J)

- § Measurement place was at the height of 50 meters, no lift available...
- § The temperature at the measurement place was + 1°C. Because of this, some challenges with the sampling systems (e.g need for extra heating!
- § Measurements were carried out typically for 24 hours
- § SO₂-levels varied from ~ 0- 440 mg/m³ (dry)
- § This variation (high SO₂-levels) was possible since Stora Enso fed coal to their process (because of our measurement campaign!)



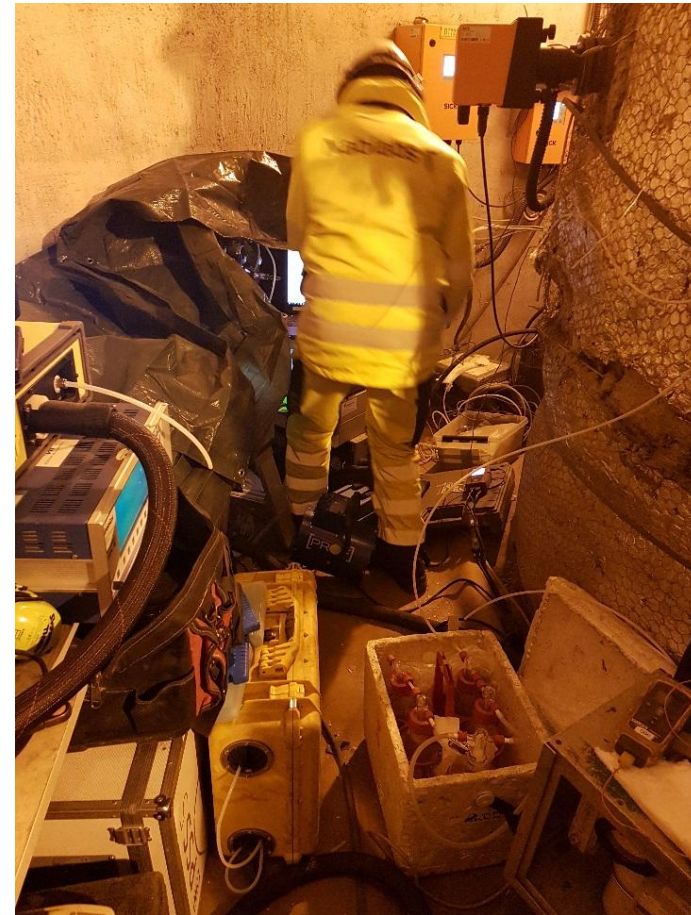
Photos from second field trial at Stora Enso, January 2018

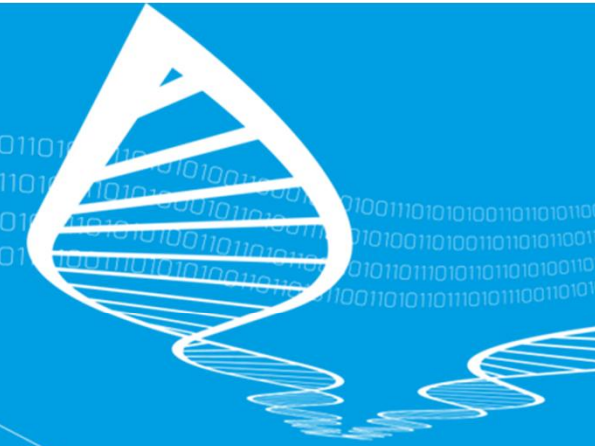


Photos from second field trial at Stora Enso

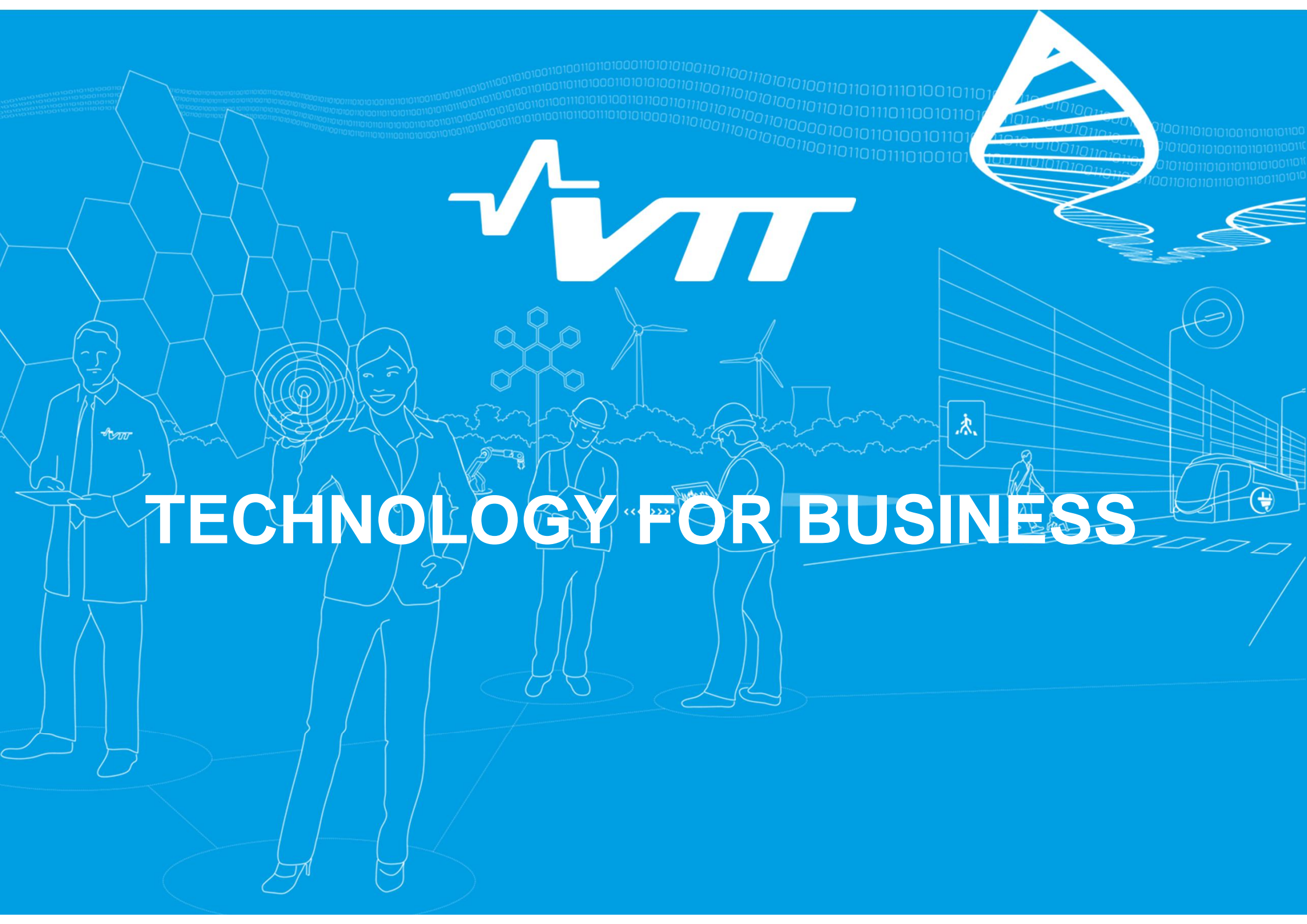


Photos from second field trial at Stora Enso





TECHNOLOGY «» FOR BUSINESS



“DEKKARISEIKKAILU”

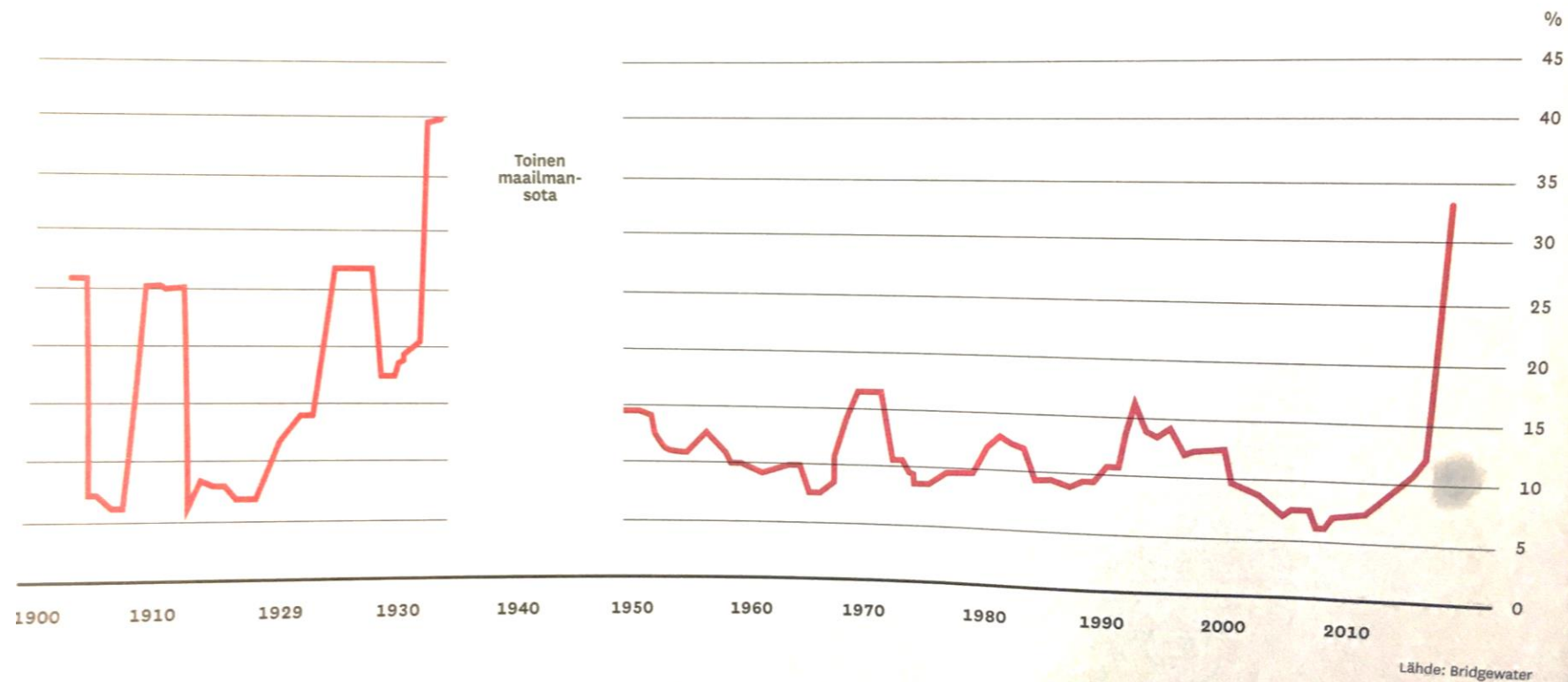
Sijoittaminen

TAUSTAA

- Populistiset liikkeet ovat saaneet valta-aseman Euroopassa ja asiantuntijat on syrjäytetty.

Populismibarometri: Populististen puolueiden suosio kasvaa

Populististen puolueiden tai ehdokkaiden keräämät ääniosuudet kansallisissa vaaleissa kehittyneissä maissa, prosenttia



TAUSTAA

Pitkittyneen laman vuoksi ympäristötarkkailut on päätetty "kohtuullistaa" oikeudenmukaisen arvan ratkaistavaksi.

TAUSTAA

- Päästömittausryhmät kaikkialta Euroopasta ovat lopettaneet toimintansa kannattamattomina. Toimintaa harjoittavat kaikkien alojen “erikoisasiantuntijat”.



TAUSTAA

- Kansalliset päästötasot, joiden perusteella “tuotantoverot” määritetään kertaluonteisilla mittauksilla.
- Laitos, mikä edustaa koko kansallista tuotantoa valitaan arvalla.
- Suomessa laitokseksi on valikoitunut Kumilammen voimalaitos KuVo I, jonka toiminta oli jo lakkautettu.
- Jätteenpoltoasetuksen mukaiset mittaukset on tehty laitoksella ”jostain ilmaantuneen porukan toimesta”.
- Mitatut pitoisuudet ovat arkistoista löytyneiden dokumenttien perusteella **merkittävästi poikkeavia**, mistä seuraa Suomelle raskaita velvoitteita.



TAUSTAA

- Suomen kolmatta kauttaan istuva Presidentti on puuttunut aiheeseen ja pyytänyt selvittämään asian
- KRP on takavarikoinut mittausporukan laitteiston heti mittauksen päätteeksi ja pyytänyt asiantuntija-apua.



TAUSTAA

- Tavoitteena on selvittää, onko mittauksissa tehty tulosten kannalta merkittäviä virheitä?

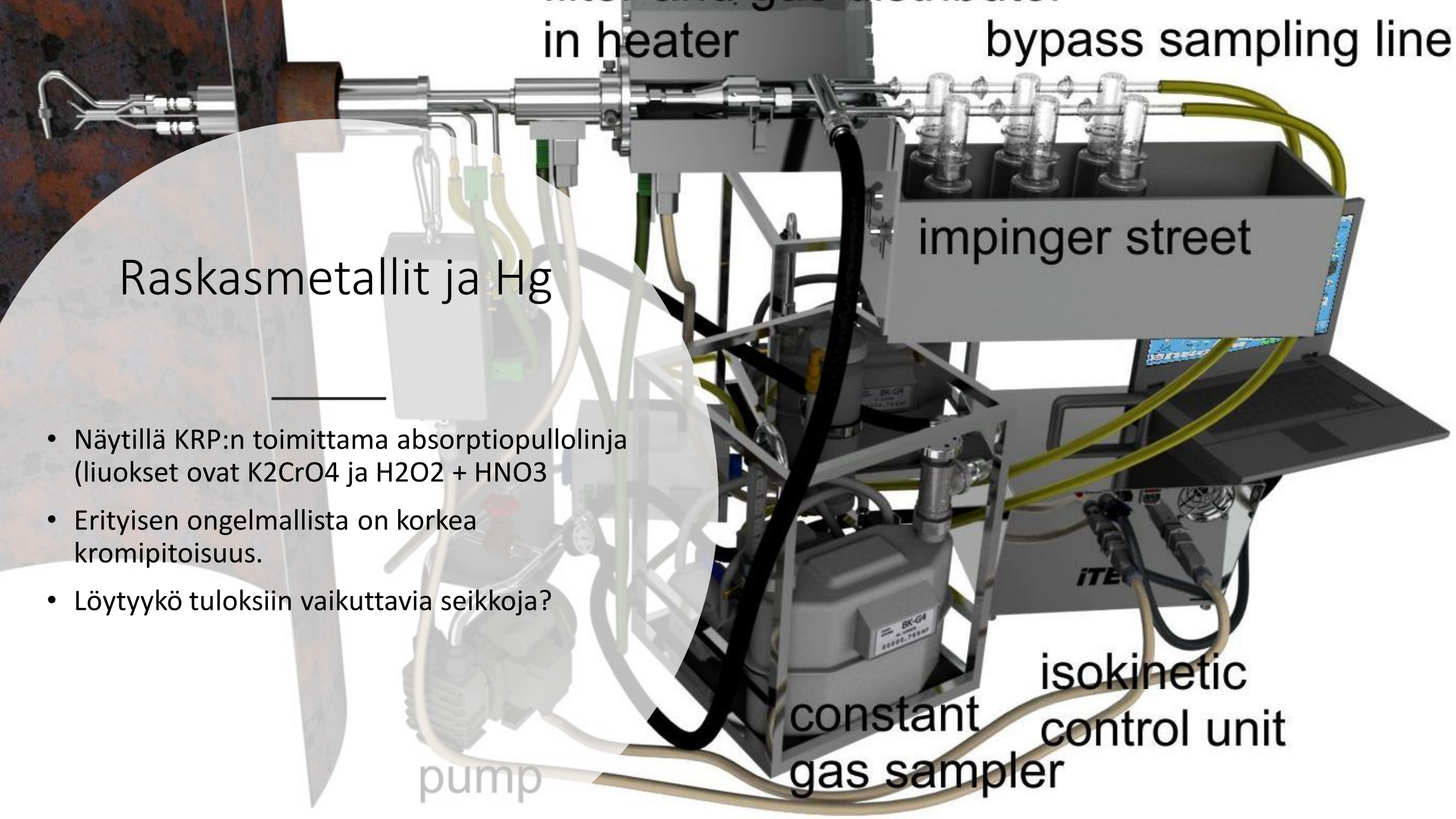
Kuinka monta virhettä tai outoutta löydätte menetelmittäin?





HIUKKASMITTAUS

- Näytteenottoaika 15 minuuttia
- Ilmoitettu keskiarvopitoisuus 0,2 mg/m³n
- Ohessa kuva sondista heti mittauksen jälkeen
- Näytillä KRP:n toimittama sondi mittaustilassa, vain pölyt on pyyhitty
- Löytyykö tuloksiin vaikuttavia seikkoja?



in heater

bypass sampling line

Raskasmetallit ja Hg

- Näytillä KRP:n toimittama absorptiopullolinja (liuokset ovat K_2CrO_4 ja $H_2O_2 + HNO_3$)
- Erityisen ongelmallista on korkea kromipitoisuus.
- Löytyykö tuloksiin vaikuttavia seikkoja?

impinger street

constant gas sampler

isokinetic control unit

pump

PCDD/F

- Mittausten aikana poltettiin kivihiiltä ja jätettä, jossa oli korkea kloori- ja fluori-pitoisuus.
- Tulipesän lämpötila oli alle 800 °C
- **PCDD/F-yhdisteitä ei löytynyt**
- Näytillä KRP:n toimittama mittaustilassa, vain pölyt on pyyhitty
- Löytyykö tuloksiin vaikuttavia seikkoja?

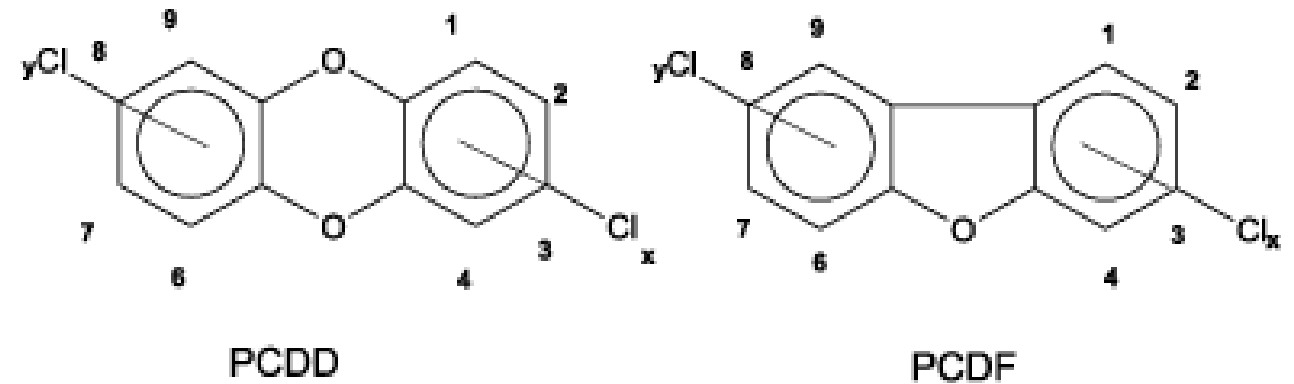


Figure 1. General molecular structure of polychlorinated dibenzo-p-dioxin (PCDD) and dibenzofurans (PCDF)

Virtausmittaus

Pyöreän kanavan halkaisija	3,00	m	Suuttimen halkaisija	4	mm				
Suorakulm. kanavan 1. sivu		m	Imu aika	15,0	min				
Suorakulm. kanavan 2. sivu		m	CO2 pitoisuus	12,90	%				
Kanavan pinta-ala	7,069	m ²	O2 pitoisuus	6,70	%				
Lämpö	140,0	C	CO pitoisuus	0,00	%				
Pitot-putken kerroin	0,83	(L=1,00,S	Suodatin alussa	0,0000	g				
L-pitot SQRT (keskim.)	3,78	Pa	Suodatin lopussa	0,0160	g				
Ilmanpaine	101,1	kPa	T kaasumittari	-0,5	C				
Kanavan paine-ero	20	Pa	Kaasukello alussa	0,0000	m ³				
Kanavan paine	101,12	kPa	Kaasukello lopussa	0,6460	m ³			Pitot	
			Kondenssin määrä	51	g			$\Delta\pi$	
KAASUN TILAVUUSVIRTA				+/-			+/-	20	Nyt
Tilavuusvirta (tositiilassa)	146492	m ³ /h (w)	34299	40,69	m ³ /s (w)	9,53		21	
Tilavuusvirta (kosteaa, normitiilassa)	96638	m ³ n/h (w)	22641	26,84	m ³ n/s (w)	6,29		22	
Tilavuusvirta (kuiva, normitiilassa)	88069	m ³ n/h (d)	20667	24,46	m ³ n/s (d)	5,74		20	
KAASUN TILAVUUSVIRTA				+/-			+/-	680	Ennen
Tilavuusvirta (tositiilassa)	788915	m ³ /h (w)	158392	219,14	m ³ /s (w)	44,00		580	
Tilavuusvirta (kosteaa, normitiilassa)	520431	m ³ n/h (w)	104571	144,56	m ³ n/s (w)	29,05		550	
Tilavuusvirta (kuiva, normitiilassa)	474286	m ³ n/h (d)	95510	131,75	m ³ n/s (d)	26,53		600	

Virtaama on 19 % aiemmasta. Mitä on voinut tapahtua?

Kosteusmittaus

- Kosteusmittaustuloksissa oli reiluhkosti vaihtelua
- Näytillä KRP:n toimittama vaaka, tarkistuspunnus ja lauhdepönttö mittausten jäljiltä siinä tilassa kun ne mittaustaikalta löydettiin.
- Löytyykö tuloksiin vaikuttavia seikkoja?

Hiilivetymittaus

- Hiilivetypitoisuudet poikkesivat aiemmin mitatuista
- Näytillä KRP:n FID-analysaattori mittaustilassa, sekä mittauksissa käytetty kalibrointikaasu
- Löytyykö tuloksiin vaikuttavia seikkoja?

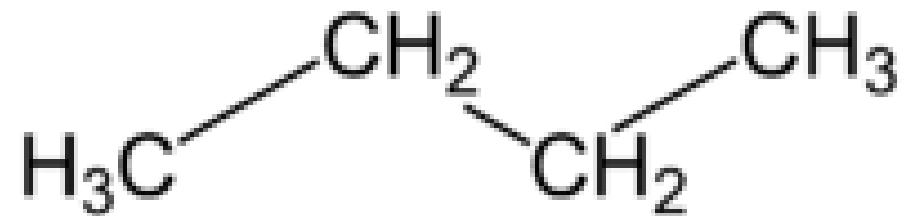
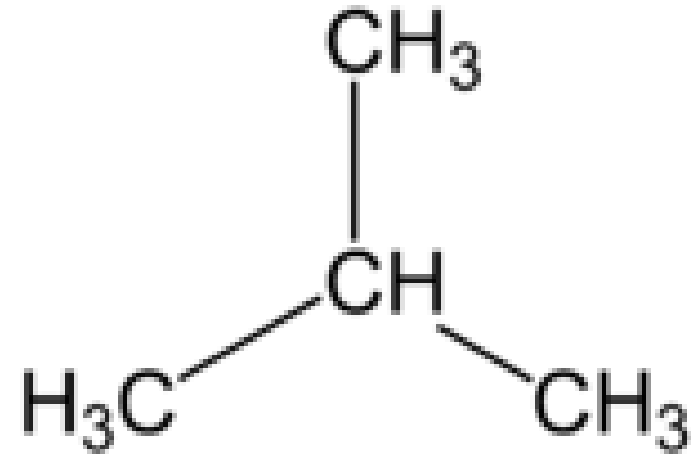




ABB MEASUREMENT & ANALYTICS

Magnos28

Paramagnetic oxygen measurement reaches new heights

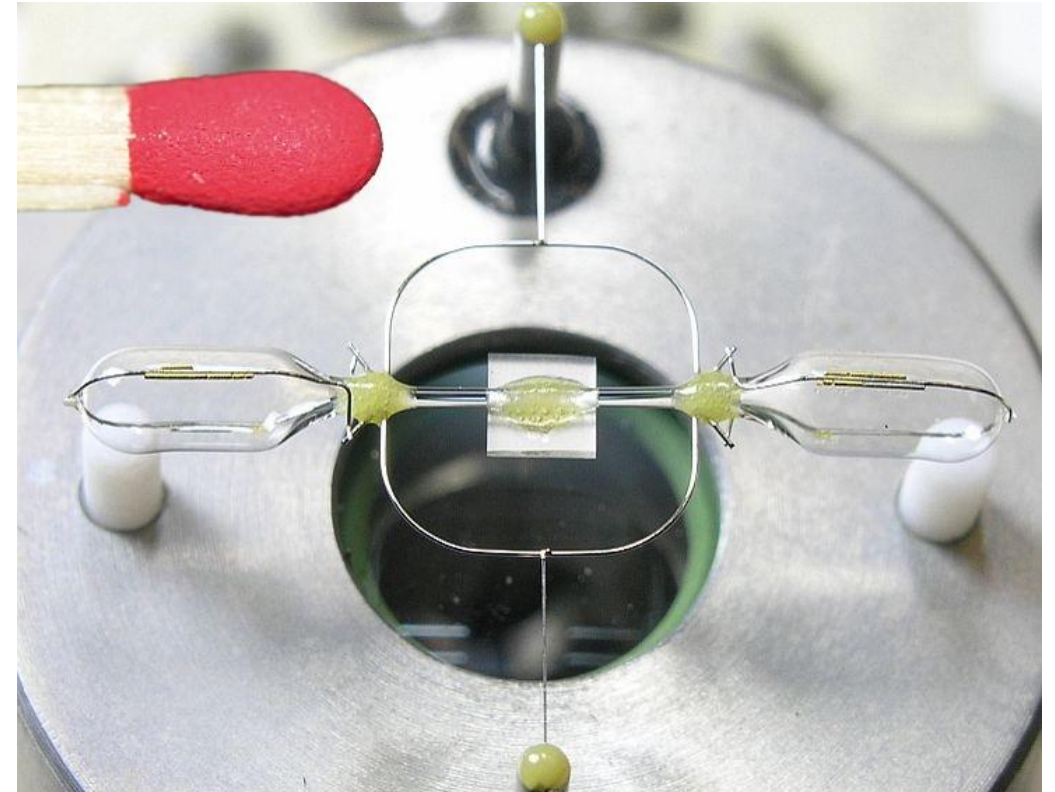


Spring Tour 2018



The dumbbell is well established in the market...

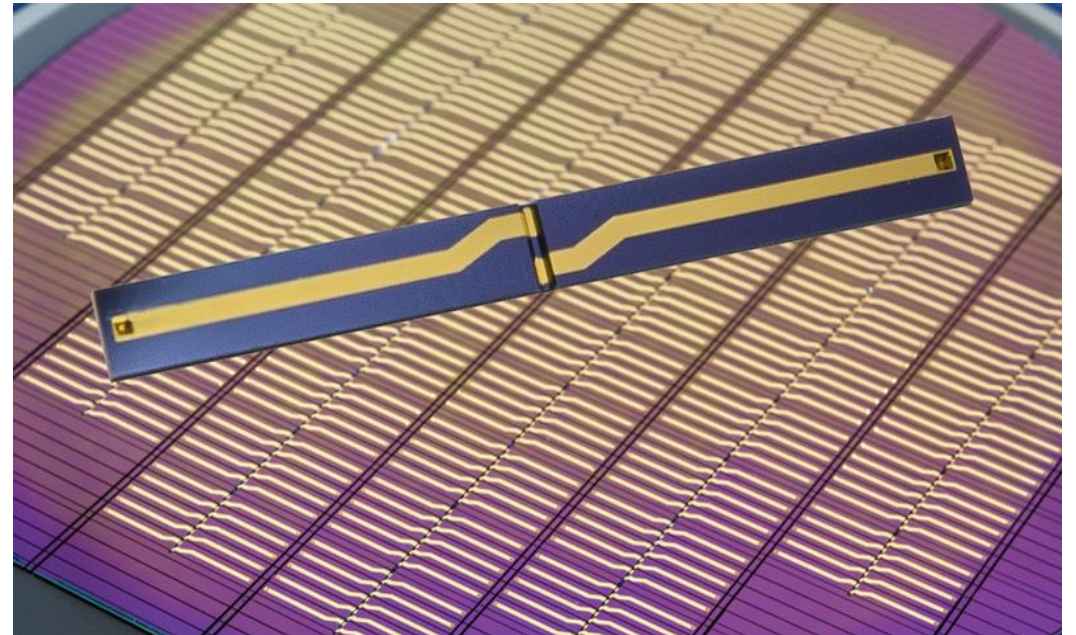
- Until today the heart of the Magnos is the little glass dumbbell
- Assembled, wired and balanced under microscope
 - Every single one a hand-crafted masterpiece



Revolutionary new microwing technology

Silicon based microwing takes paramagnetic oxygen measurement to the next level of performance.

- Fundamental revision of the sensor design
- Promises greatly improved repeatability and precision
- Ideally suited to paramagnetic oxygen measurement



Refined for challenging applications

Careful selection of inert materials minimizes drift and significantly improves solvent resistance

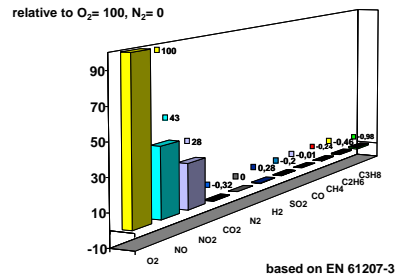


Stretches the limits of paramagnetic oxygen measurement

- Neither glue nor solders within the core of the Magnos28
- Special coatings protect sensitive parts
- Improved drift stability helps to realize very low measuring ranges (0...0.5 vol%)

Improved sensitivity and selectivity at very low oxygen concentrations

- Drastically reduced moisture influence
- Response to other dia- and paramagnetic gases matches theoretical values
 - Reduces measurement uncertainty



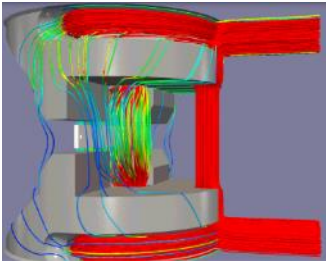
Fast results when every second counts

Ingenious internal gas flow management directs process gas instantly to highly responsive microwaving



More than 15% improvement in response time

- Internal chamber volume reduced by factor of three
 - Completely redesigned gas paths and optimized drillings
 - Results in rapid gas exchange
-



Special version with rise time less than 1.3 seconds

- One of the fastest among magneto-mechanical oxygen sensors
- Minimum gas flow of only 0.15 l/min required
- Perfect choice for processes with rapidly changing oxygen concentrations

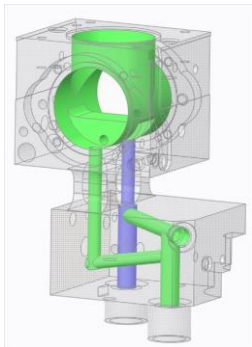
Welcome to high definition measurement

Minimizing external influences delivers resolution never seen before



Wide dynamic range and high suppressed ranges

- Immediate 32bit A/D conversion next to the physical sensor
- Improves performance across 0.5 to 100 vol% O₂ range and 99 to 100 vol% O₂



Reduced temperature and pressure effects

- Gas flow bypass system thermally decoupled from sensor block
- Ensures defined internal flow and minimizes influence on detector temperature balance
- Intelligently arranged sensors detect and compensate for external influences

Industrial Applications

ABB Ability™ Mobile Gas Leak Detection System



Off-Axis ICOS Analyzer
(Methans/Ethane)



GPS
(Location)



Sonic Anemometer
(Wind Speed & Direction)



Computing
(HMI/Leak Detection Software)

Digital: pioneering new business models with analytics

ABB Ability™ Mobile Gas Leak Detection System

Finds leaks fast + shares data via the Cloud



Current technology

- Slow, laborious, costly
- Walk near pipe
- Can miss dangerous leaks
- Paper based



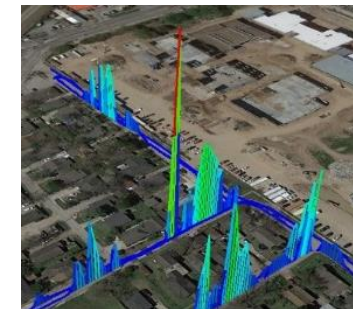
New patented LGR-ICOS™ technology

- Measure, map, share while driving
- Detect leaks hundreds of meters away
- Compatible w/ cars, ATV, aircraft, drones
- Inherently digital



Multi-parameter data analysis

- Analyzes multiple data streams
- Predicts leak locations from distance
- Easy to interpret search area
- Highest sensitivity: 3000x better



Customer benefits

- Low cost per leak found
- Low false positives
- Map of leaks available via mobile app
- Measurements as Cloud-based service

View results anywhere - improves pipeline integrity - increases public safety

ABB



Aeromon

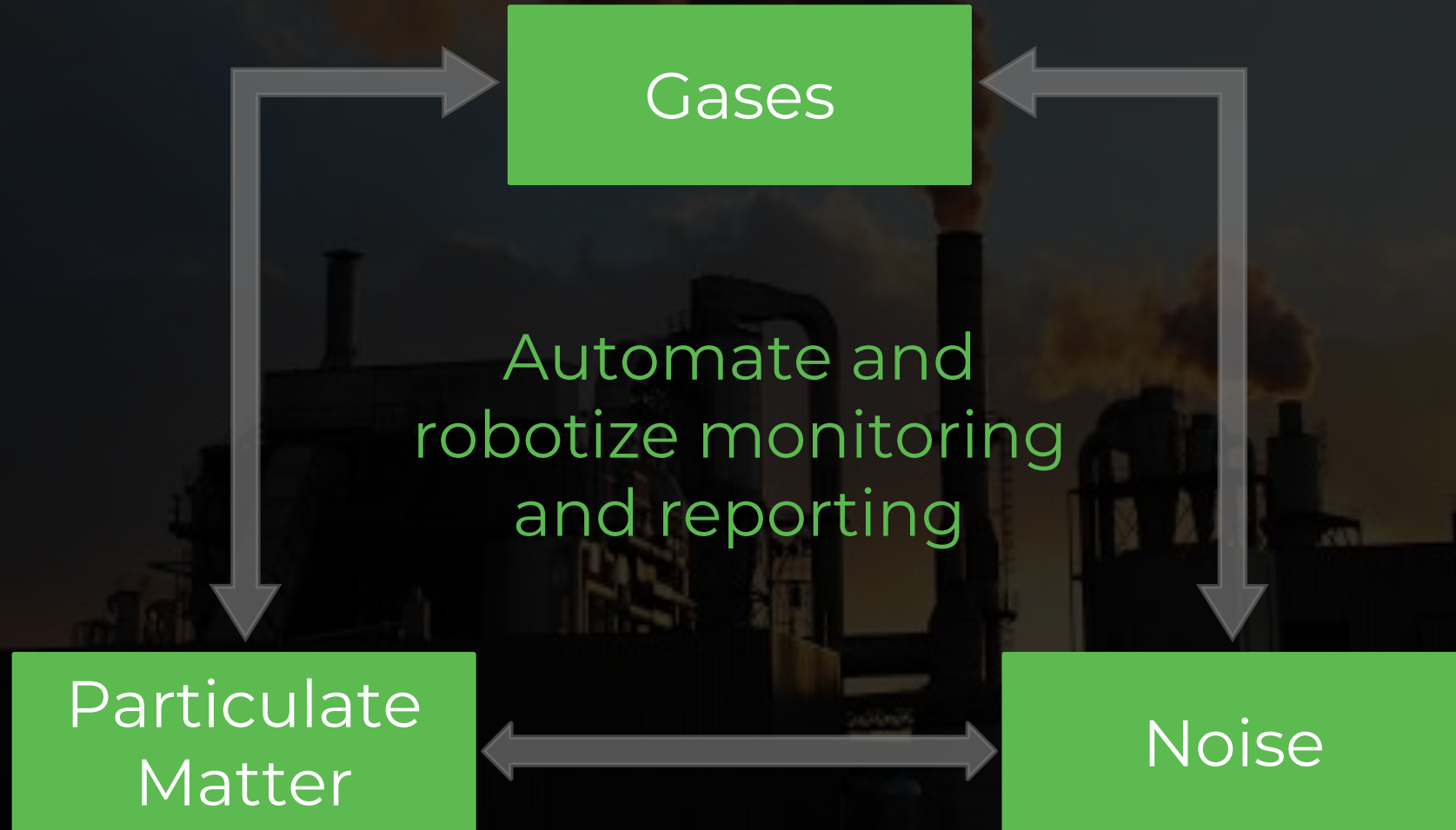
AIRBORNE EMISSION MONITORING



No matter what the emission source is,
we at **Aeromon detect, measure** and **visualize**
more than 70 different gases, particulate
matter and noise together with optical imaging
utilizing airborne and fixed platforms

Aeromon

Aeromon's Vision



Aeromon

Aeromon's Playground so far...



Process Facilities



Gas and oil infrastructure



Biomass



Municipal Waste



Marine Emissions



Traffic Emissions



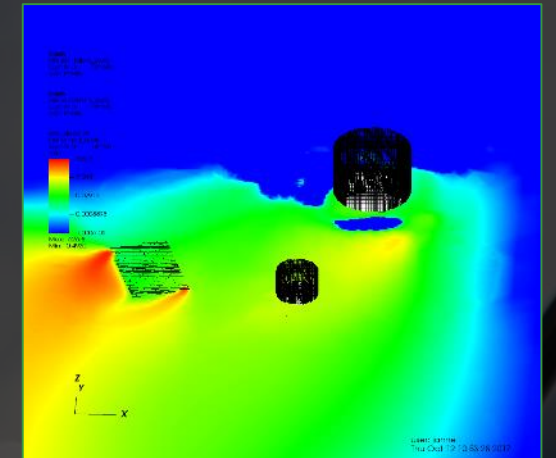
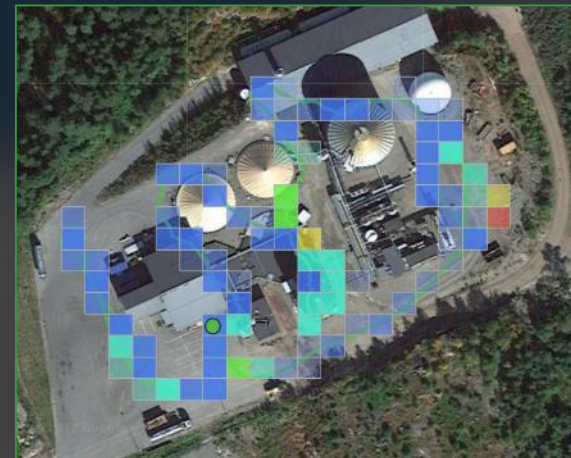
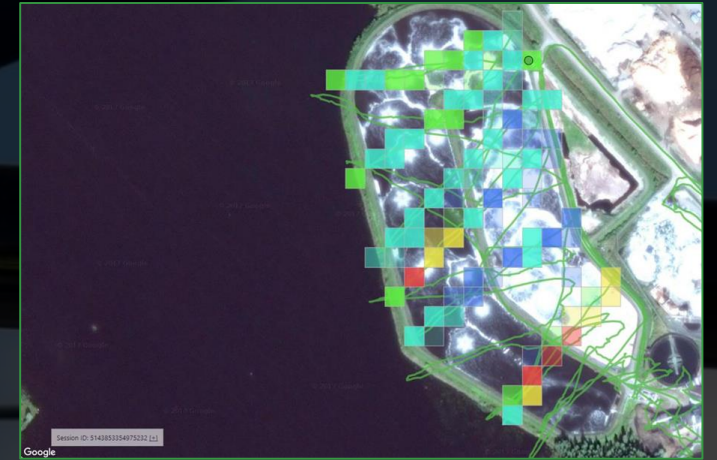
Health & Safety

Aeromon

Process industry



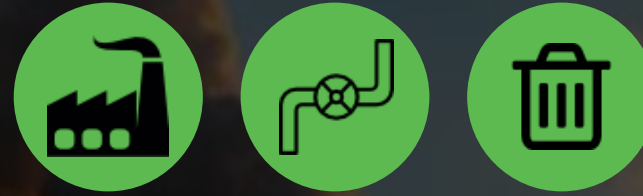
- Emission monitoring
- Fugitive emission mapping
- Leak detection
- Process variation
- Aeromon has a validated capability to measure also **methyl mercaptane** and **dimethyl sulphide**



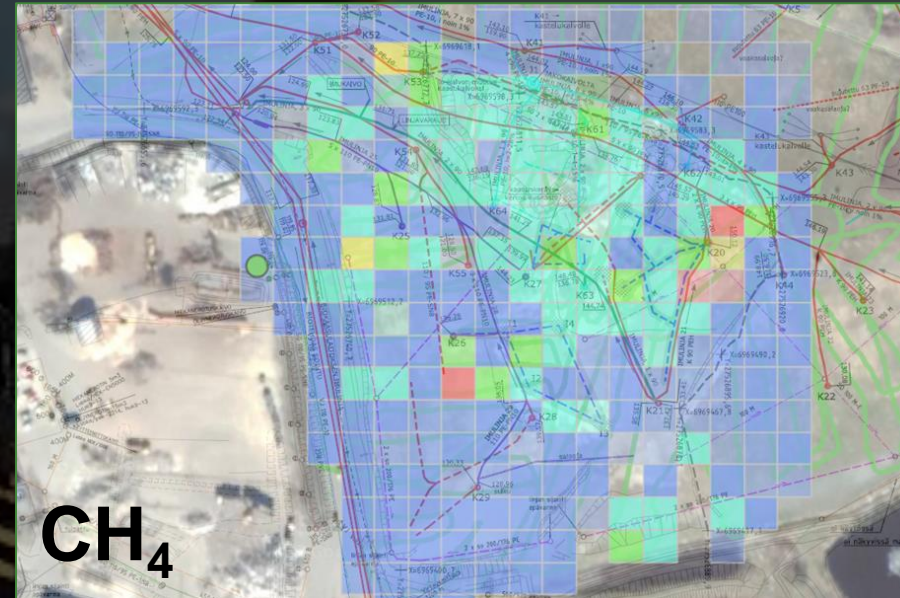
Gasum

Aeromon

Energy and Waste



- Emission monitoring
- Fugitive emission mapping
- Process troubleshooting
- Effective and fast



Gasum



Jäte kukko
Säästää!



NOKIAN VESI



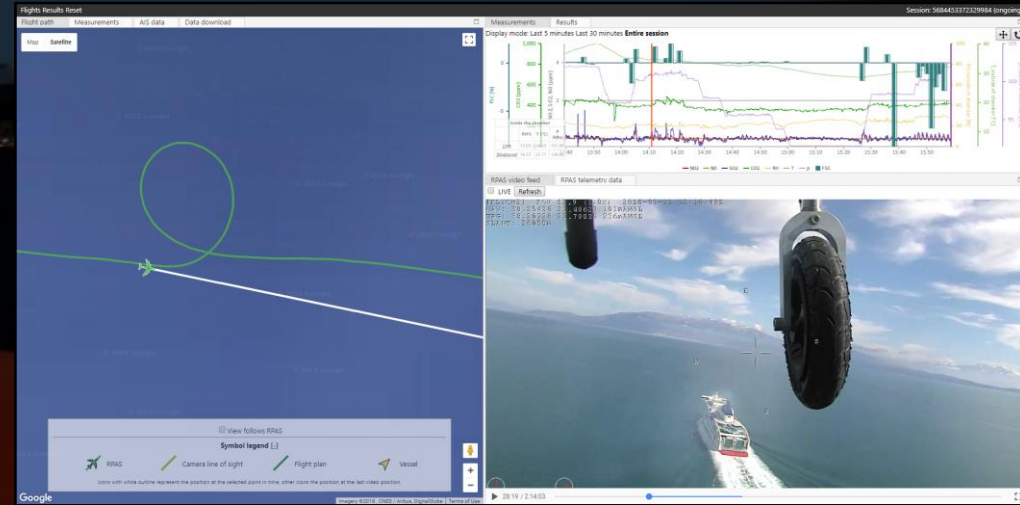
Metsäsairila Oy

Aeromon

Research



- Traffic emissions
- Air quality
- Algorithms to compensate sensor cross-effects and to validate performance.



Tekes



Finnish Environment Institute



Turun yliopisto
University of Turku



HELSINGIN YLIOPISTO



ILMATIETEEN LAITOS

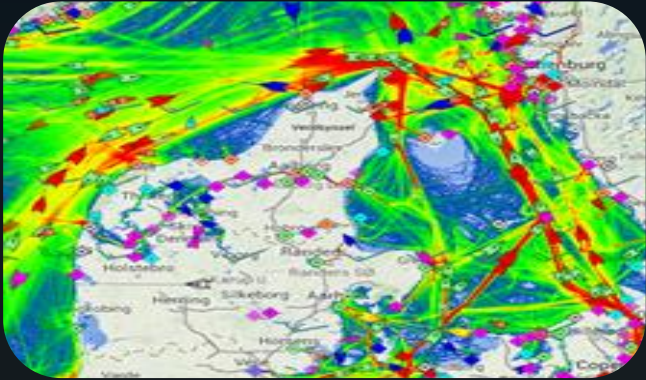


TAMPEREEN
TEKNILLINEN
YLIOPISTO



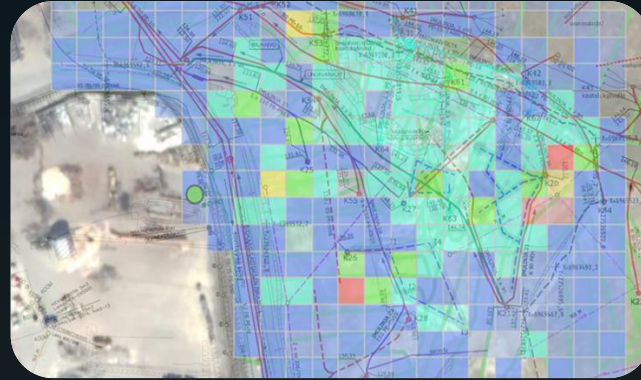
Aeromon

Core Markets



MARITIME

- Vessel emission monitoring and validation
- Fixed measurement project onboard R/V Aranda since 2016
- **Europewide** measurement service in acceptance test phase



INDUSTRIAL & ENVIRONMENTAL

- Process leaks
- Enhancing environmental awareness and third party audit
- Several successful customer projects completed



The Biofore Company



HEALTH AND SAFETY

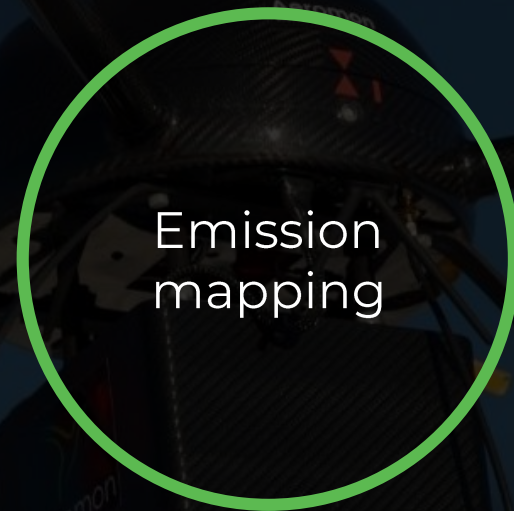
- Mapping of accident areas for toxic gases – real time situation awareness
- Monitoring large areas for secondary leakages
- Reducing risk of biomass storage by mapping combustion gases from storage heaps

Aeromon

Our Technology Serves You With



For industrial emission monitoring to **identify** and **quantify** fugitive emissions. Aeromon high quality BH-8 sensor module utilized.



For **pinpointing** and **quantifying** emissions. Diffuse point-of- source emission mapping in 2D and 3D to reveal gas concentrations. Aeromon high quality BH-8 sensor module and diffusion model utilized.



Your IoT solution with accurate location information. Aeromon delivers measurement environments with **customer sensors** together with data visualization and reporting through Aeromon Cloud Service.



Aeromon

Aeromon Ltd - IoT measurement solution provider



- Aeromon Ltd. utilizes readily available sensor technologies and open data sources together with UAV/RPAS platforms. *We are an integrator.*
- Aeromon solution delivers *verified and real-time results* from airborne, mobile and fixed measurement environments. We provide multidimensional and multisource measurements with *accurate location information*.
- *Point-of-source, 2D- and 3D-mapping* of parameters.
- Aeromon solution can be used e.g. in naval vessel, industry, waste management, power or recycling plant emission monitoring to ensure regulation compliance and to identify different sources of leaks and pollution.
- Aeromon solution is *highly cost-effective*.



Aeromon

BH-8 – The Secret Ingredient

Aeromon BH-8 IoT analyser platform for airborne, manual and stationary measurements.

Proprietary technology designed in-house that can carry up to 12 different gas sensors simultaneously.

BH-8 is fully integrated to Aeromon Cloud Service (ACS) thus providing automated web reports with data visualization.

BH-8 is a ticket for your data to ACS.



**12 GAS
SENSORS**

Aeromon

BH-8 – The Secret Ingredient



Size	310 mm – 170 mm – 150 mm (max)
Weight	0.6 – 1.2 kg with a typical 2 - 12 gas sensor setup
IP	IP65
Datalink	GSM modem
Sampling frequency	Adjustable, typically 0,5 – 5 Hz
Data storage	Local storage and Aeromon Cloud Service database
Power supply	Internal battery for 6 h stand-alone operations. USB charger compatible
GPS	Internal, 10 Hz update
Sampling method	Free-flow (adjustable) and/or sample capture (automatic or manual)
Sample filter	Quartz wool membrane
Mechanical interface	Arca Swiss compatible quick release



Aeromon



SENSORS

Readily available sensors for **Aeromon BH-8**

- Radiation
- PM1
- PM2.5
- PM10
- Acetaldehyde
- Acetic Acid
- Acetone
- Acetonitrile
- Acetylene
- Ammonia
- Benzene
- Buta- 1,3-diene
- Butyl Acrylate (n-)
- Carbon Dioxide
- Carbon Monoxide
- Chlorine
- Chlorine Dioxide
- Cyclohexane
- Dimethyl Ether
- Dimethyl Sulphide
- Ethanol
- Ethene
- Ethene Oxide
- Ethyl Acetate
- Formaldehyde
- Formic Acid
- Gasoline
- Heptane (n-)
- Hexane (n-)
- Hydrocarbons in General
- Hydrogen
- Hydrogen Chloride
- Hydrogen Cyanide
- Hydrogen Fluoride
- Hydrogen Sulphide
- Kerosene
- LNG (Liquefied Natural Gas)
- LPG Butane (n-)
- LPG Propane
- Methacrylic Acid
- Methane
- Methanol
- Methyl Ethyl Ketone
- Methyl Metacrylate
- Mercaptan
- Nitric Oxide
- Nitrogen
- Nitrogen Dioxide
- Octane (n-)
- Oxygen
- Ozone
- Pentane (n-)
- Phenole
- Phosgene
- Propanol (iso-)
- R113
- R134a
- R21
- R22
- R401A
- R404A
- R407C
- Radon
- Styrene
- Sulphur Dioxide
- Toluene
- Turpentine
- Vinyl Chloride
- VOC (Volatile Organic Compounds)
- Xylene

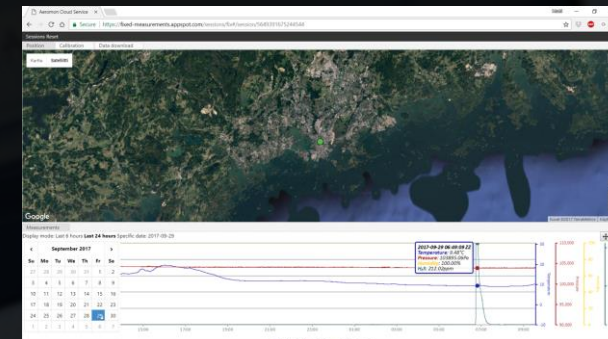
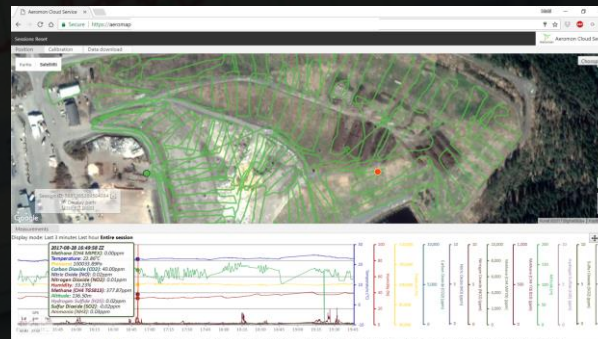
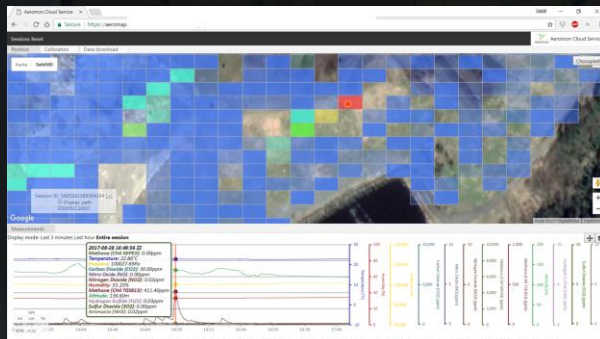
There are numerous possible sensors per gas where response time, operating range, sensitivity and type of sensor (Electro-Chemical, Catalytic, Optical, Semiconducting, PID) vary.

Aeromon

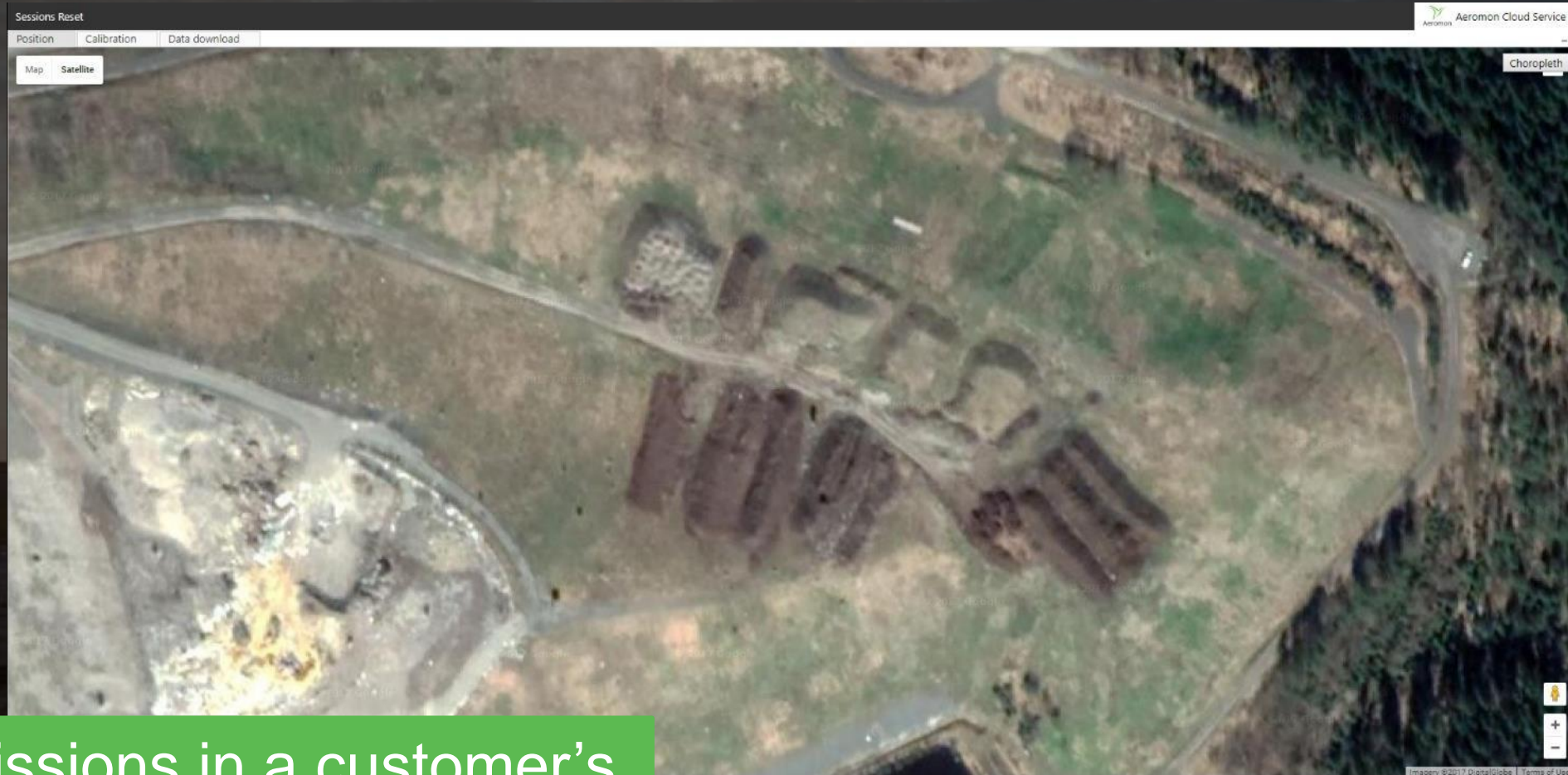


ACS – The Main Course

- Aeromon Cloud Service (ACS) collects all sensor data together with user ID and provides **automated analyzing and reporting** through web interface.
- A versatile **signal processing, algorithms and cross-effect compensation** generate high quality results even from budget sensor technology, in real-time.
- Application specific analysis tools.
- **Secured real time access** for customers and other stakeholders.
- Versatile API's to process automation systems.



ACS Workflow - Landfill Methane Leak Example



Emissions in a customer's landfill are mapped

Aeromon

ACS Workflow - Landfill Methane Leak Example



Entire area is covered by an UAS equipped with an Aeromon BH-8 sensor module. Flight route and results are visible in ACS guiding the operation in real time.

Aeromon

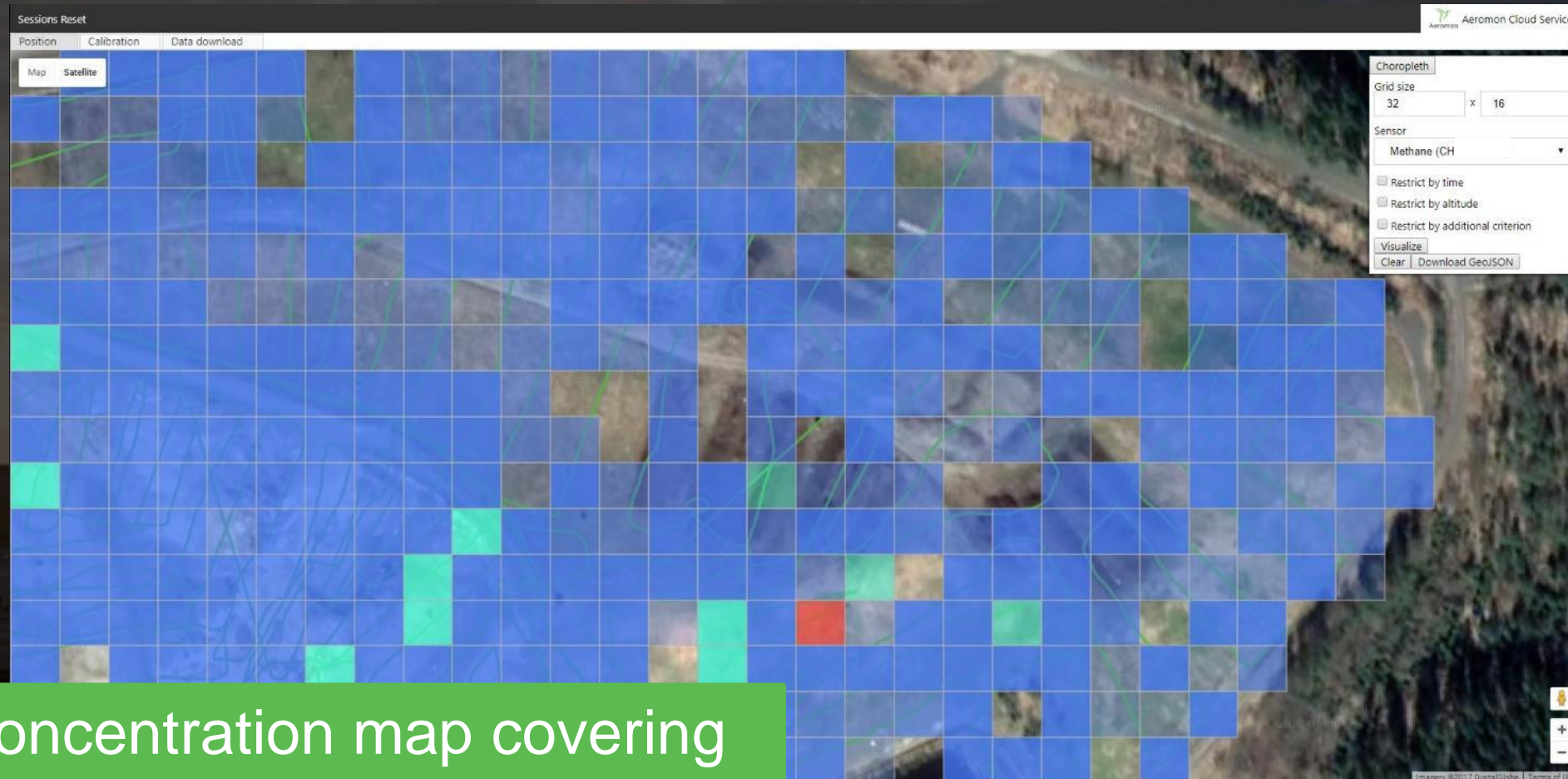
ACS Workflow - Landfill Methane Leak Example



Target gas and grid size are selected in ACS UI. This can be done anytime during the operation, typically right after the area is covered

Aeromon

ACS Workflow - Landfill Methane Leak Example



Gas concentration map covering the area is automatically created in seconds.

Aeromon

ACS Workflow - Landfill Methane Leak Example



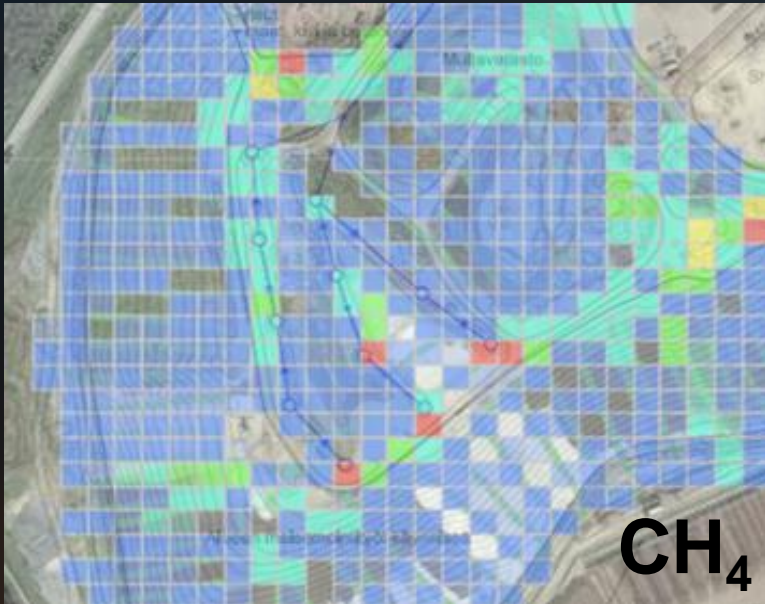
Gas gathering infrastructure is layered in. Leaking gas well is easily located, identified and reported to the customer on-site.

Aeromon

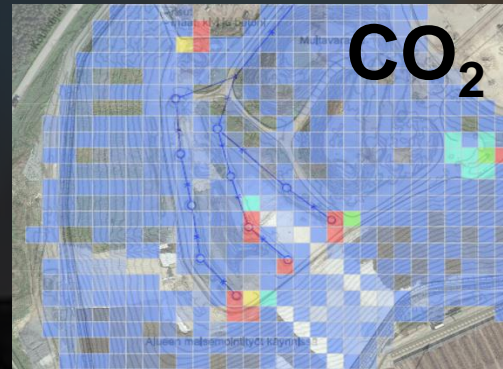
Surface Emission Mapping examples in ACS



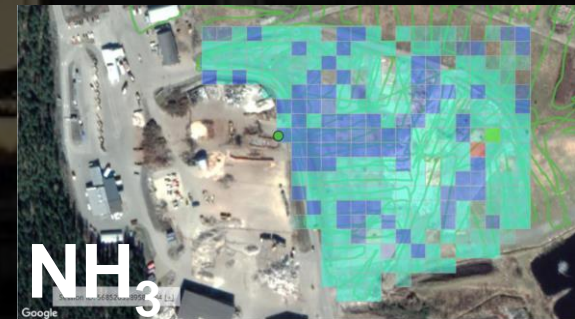
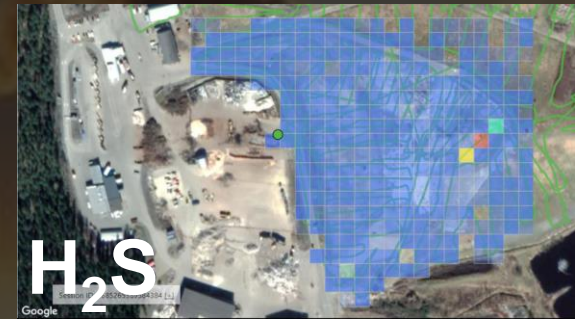
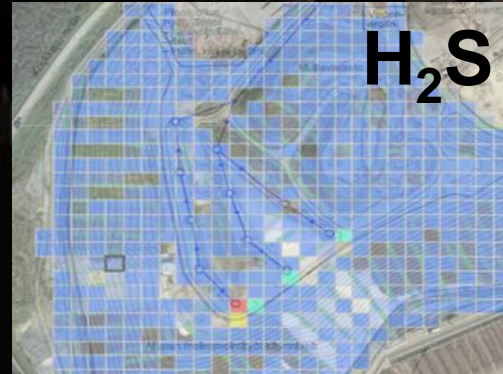
0 ppm > 4.5 ppm > 45 ppm > 450 ppm 4000 - 30000 ppm



0 ppm 500 ppm 1000 ppm 1500 ppm > 2000 ppm

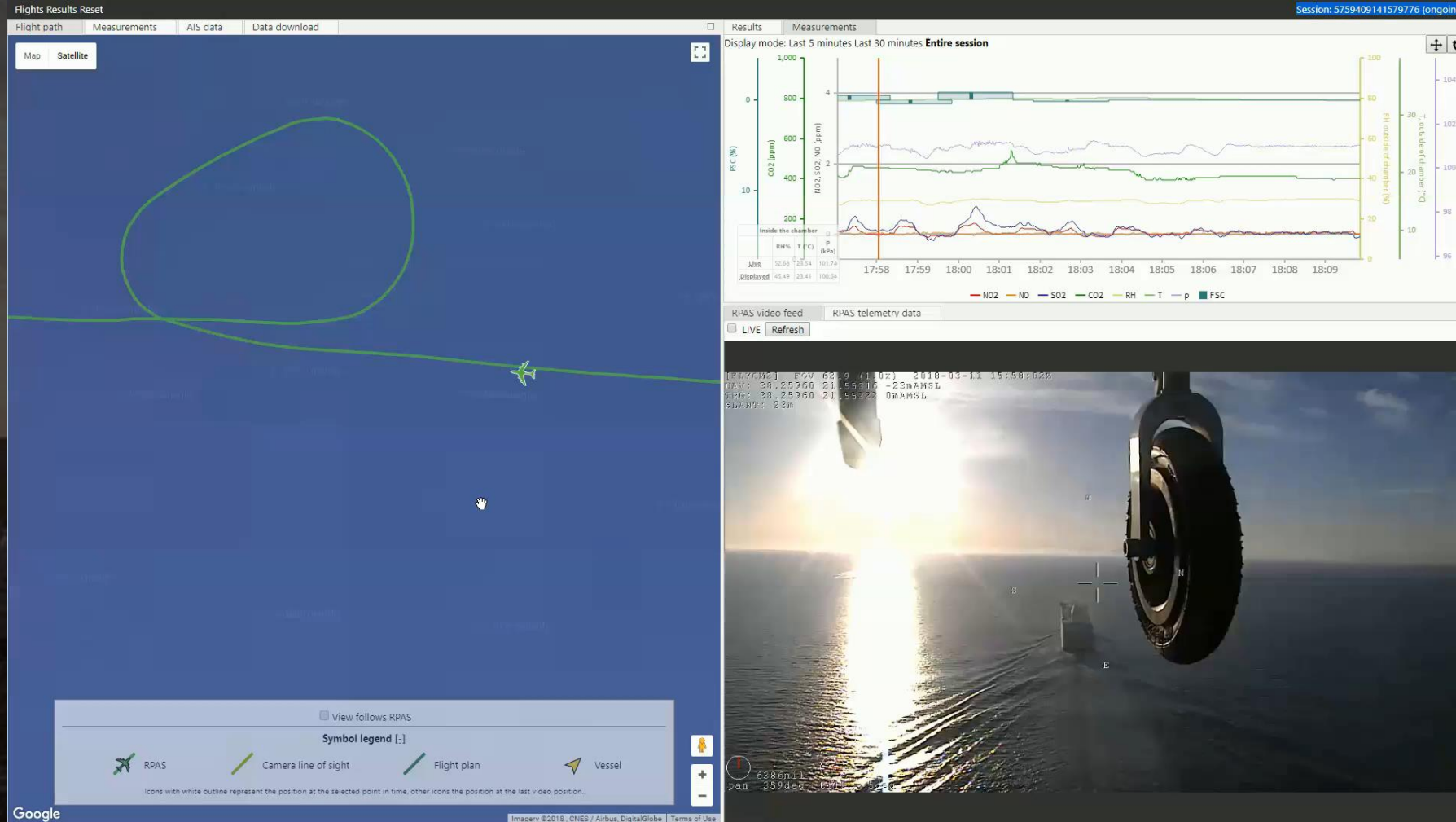


0 ppm 0.2 ppm 0.4 ppm 0.6 ppm 0.8 ppm



Aeromon

Marine Emission Measurement in ACS



Aeromon

Contact



Teppo Virkkula

CEO

+358 40 541 6413

teppo.virkkula@aeromon.fi

Vesa-Pekka Murtovaara

COO

+358 40 712 7611

vesa-pekka.murtovaara@aeromon.fi

Matti Irjala

Director of R&D

+358 40 595 9863

matti.irjala@aeromon.fi

HQ

Pasilanraitio 5
FI-00240 HELSINKI
FINLAND

R&D

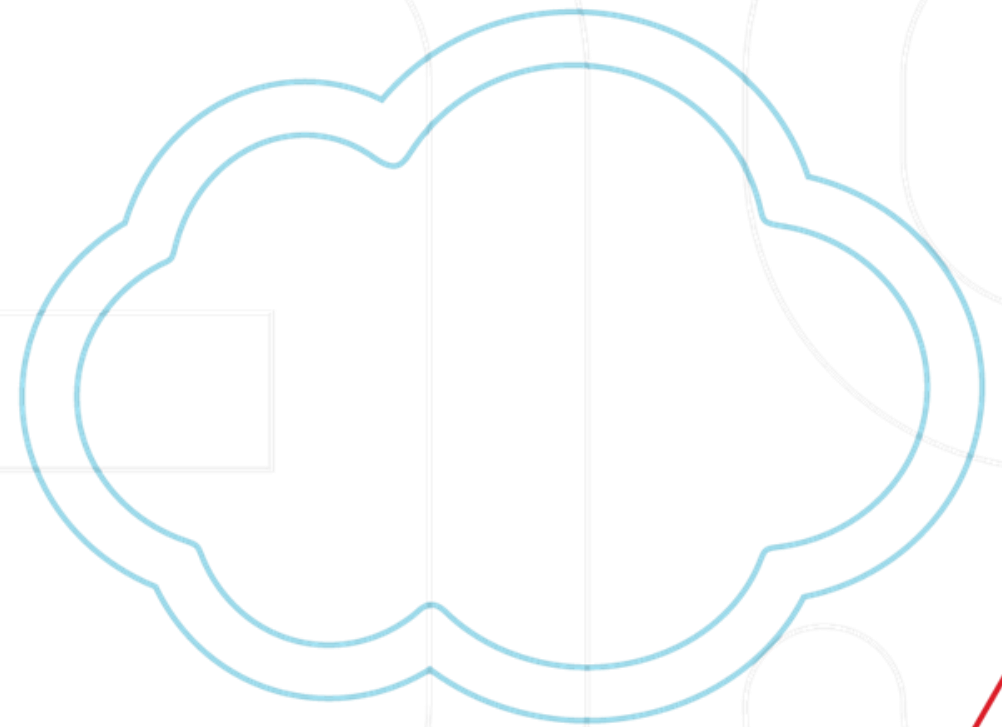
Läntinen Pitkäkatu 20
FI-20100 TURKU
FINLAND

Aeromon



COMPANY PRESENTATION

Gasmeter Technologies
2018



AGENDA

- > **Gasmet History**
- > **Gasmet Today**
- > **Gasmet Products**
- > **Gasmet Applications**

Our History

GASMET - HISTORY

1970	FTIR Technology has its origins in the fundamental research work performed in Finnish Universities
1990	Temet Oy acquires the product rights of a prototype FTIR gas analyzer, Temet Instruments Oy is established
1993	The 1 st generation Gasm TM analyzers, domestic sales start
1994	Sales expand to Europe & USA
1995	US Patent for GICCOR interferometer, 2 nd generation
1997	Carousel interferometer introduced, 3 rd generation, Windows software
1998	Fixed sample cell mirrors introduced
1999	European distributor network is complete, TÜV approval for CX4000
2000	4 th generation portable Gasm TM introduced, Marketing in Asia starts, Patent for Carousel interferometer

GASMET - HISTORY

2001	Marketing expands to South America, distributor network covers the whole world
2002	ISO 9001 Quality Management certificate, New GICCOR interferometer
2003	MCERTS approval & more than 500 installations worldwide
2005	World's first In-Situ FTIR for Emission monitoring
2006	Company name changed to Gasmet Technologies Oy, 1000 sold analyzers
2011	Gasmet Technologies incorporated into 4 different companies, Portable DX4040 is introduced, 2000 sold analyzers
2013	German distributor acquired, Continuous Mercury Monitoring system introduced
2014	3000 Gasmet™ FTIR analyzers sold worldwide, Spectral noise reduced by detector element improvement & new amplifier board process
2015	Nordic growth capital investor Alder acquired Gasmet group
2016	UK Distributor Quantitech acquired

Our Company

COMPANY VISION

The leading industrial FTIR company and solution provider for selected applications requiring demanding industrial gas analysis.

COMPANY MISSION

Our mission is to provide solutions that help improve the air quality, protect the environment, help in the fight against climate change, and save lives.

GASMET - TODAY

- > Headquarters in Helsinki, Finland
- > 90 full-time employees in five offices
 - Helsinki, Finland (56)
 - Karlsruhe, Germany (14)
 - Milton Keynes, UK (9)
 - Hong Kong, China (6)
 - Toronto, Canada (5)
- > Distributors in more than 70 countries & OEM sales



GASMET TECHNOLOGIES – TODAY

- > Focus on high quality gas analyzers
- > Customer-oriented solution provider
- > Industrial, environmental & safety applications

> Turnover in
2017 >19
million EUR

over
4000
FTIR
analyzers
delivered.



> Know what's in the air.



Our Products



> Know what's in the air.



GASMET PRODUCTS

Stationary systems

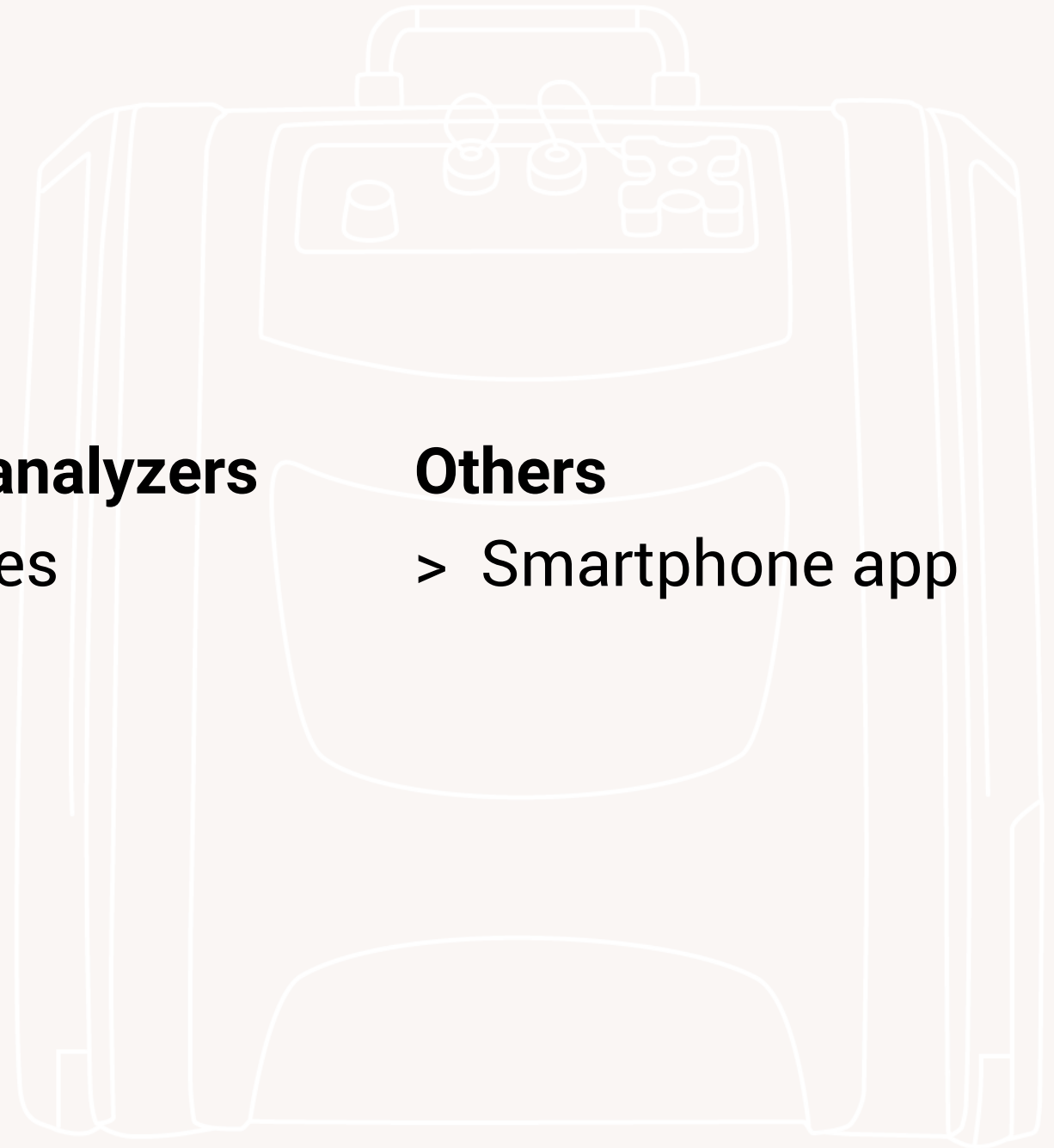
- > CX-series
- > CEMS II e
- > CMM
- > FCX
- > In-situ

Portable analyzers

- > DX-series

Others

- > Smartphone app



GASMET PRODUCTS – STATIONARY

CEMS II e & FCX

- > On-line analyzers designed for continuous emission, ambient air or process monitoring
- > Designed to operate without interruption, providing reliable and traceable results

CMM Mercury Monitoring system

- > Designed for precise detection of mercury in processes and flue gasses (e.g. for waste incinerators)

In-Situ

- > Developed for fixed installations, direct measurement without sample extraction (e.g. for aluminum plants)



GASMET PRODUCTS – PORTABLE

DX4000

- > Analyzer with heated sample cell (180 °C) for demanding applications (e.g. for stack measurements)

DX4040

- > Ambient air analyzer powered by Li-ion battery and controlled with a PDA
- > Build-in pump, no need for separate sampling system
- > Can be worn as a backpack (e.g. for GHG or HAZMAT measurements)



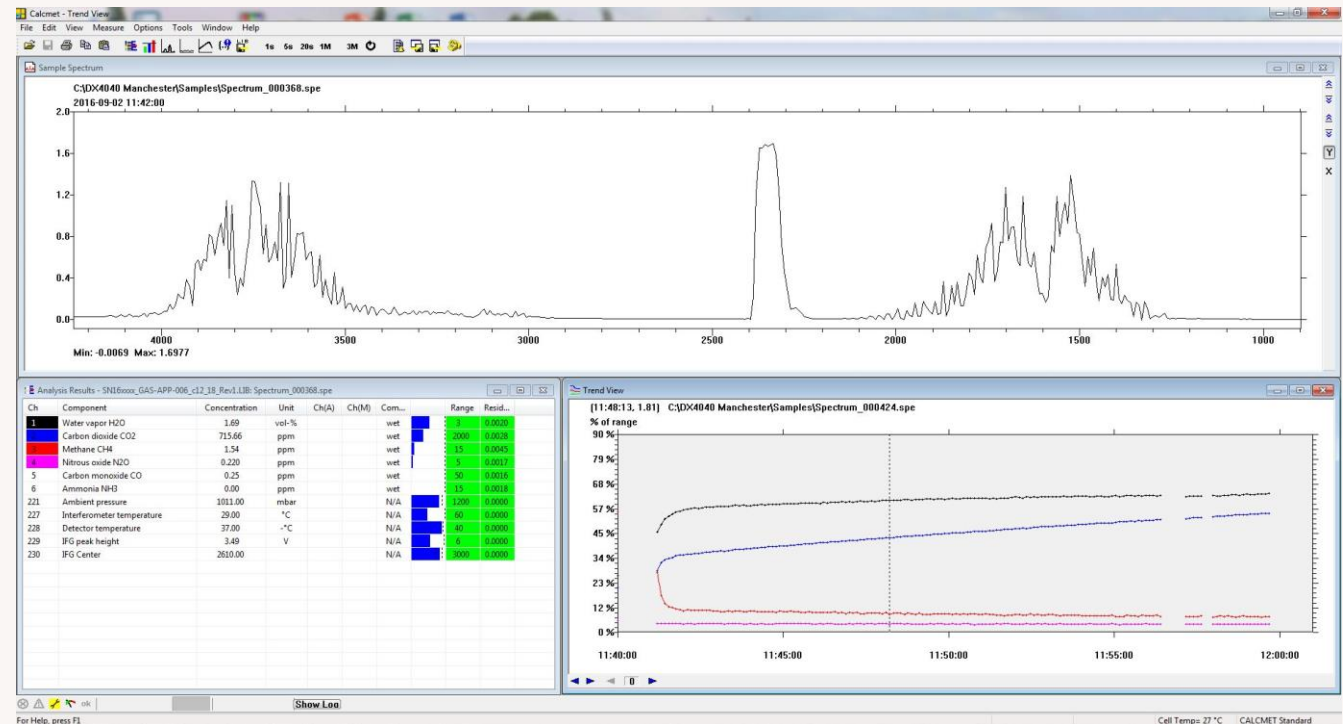
GASMET PRODUCTS – OTHER



- > Sampling systems (portable, rack-mounted, multipoint) & liquid calibrators
- > Designed specifically to be used with Gasmeter analyzers

CALCMET SOFTWARE

- > Detection, identification and quantification of up to 50 different gas components
- > Possibility to reanalyze and identify unknown components afterwards
- > Uses multicomponent algorithms
- > All analyzers equipped with CalcmTM Software



Our Applications

- **40% CEMS applications**
- **40% Portable on-site applications**
- **20% Process control, research and other miscellaneous applications**

APPLICATIONS

Fixed systems

- > Waste Incinerators
- > Aluminum plants
- > Power generation
- > Carbon capture
- > Cement Plants
- > Fertilizer plants

DX4000 & DX4015

- > Stack testing
- > Engine emissions
- > Carbon capture
- > Catalyst R&D
- > Indoor Air quality
- > GHG emissions

DX4040

- > Indoor Air Quality
- > Anesthetic gases
- > Container fumigation
- > HAZMAT
- > GHG emissions



Thank you!

Be social with Gasmet.



: SICK MERCEM300Z– Elohopeamittaus

Timo Välikangas, 040 900 8052

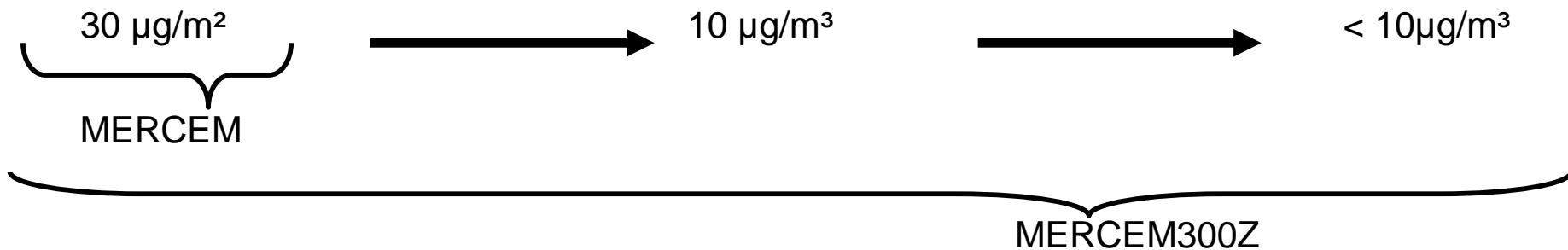
timo.valikangas@sick.fi



- : Mitta-alueet
- : Mittausperiaate
- : Automaattinen laadunvarmistus
- : Liitynnät automaatioon

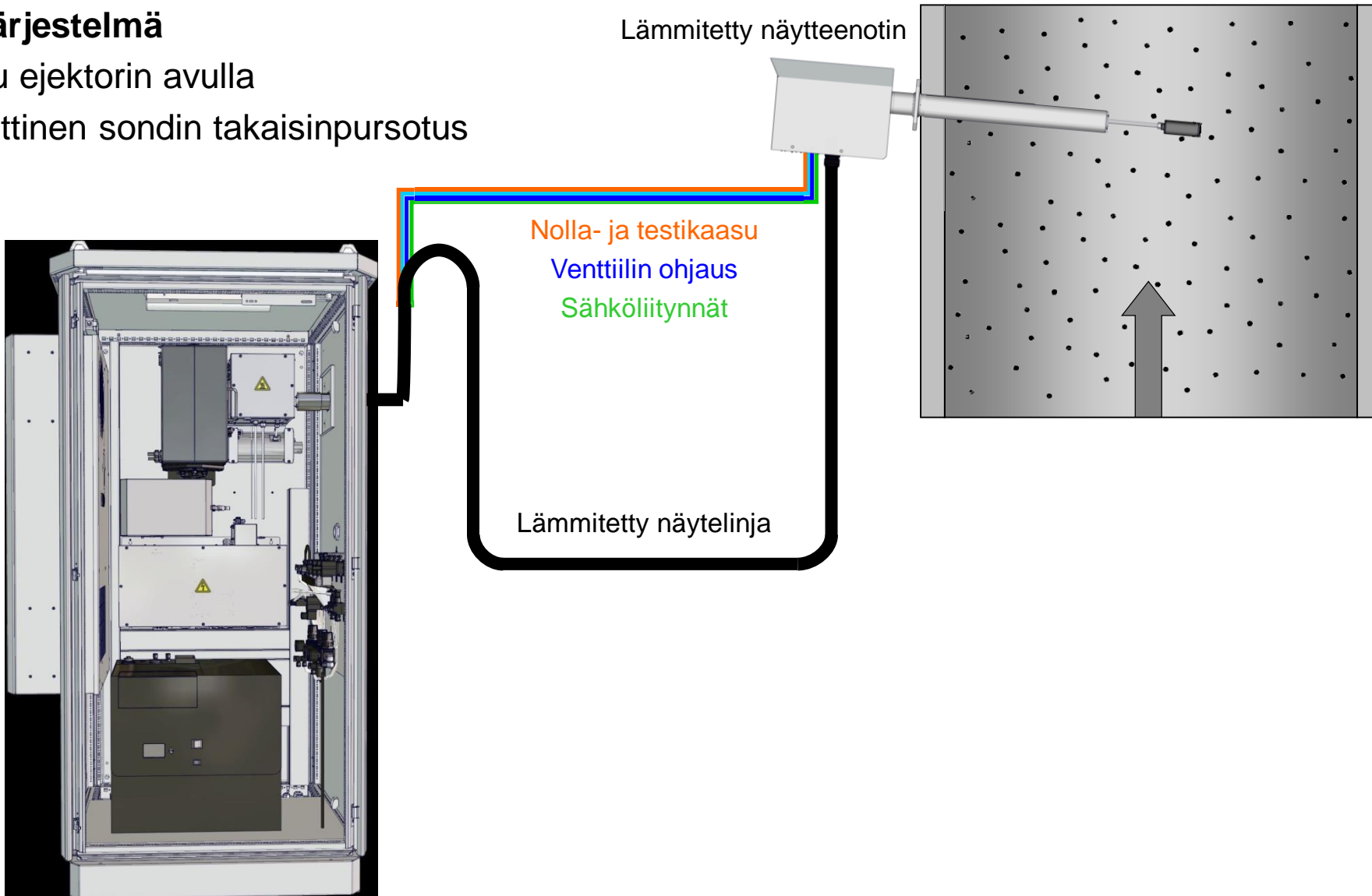


- MERCEM300Z tuli markkinoille vuonna 2011, korvaten aikaisemman MERCEM300-analysaattorin**
 - tiukentuneet päästöraja-arvot toivat tarpeen pienemmille mitta-alueille



- Parannuksia aikaisempaan
 - → parempi mittaustarkkuus
 - → lyhyempi reaktioaika (T90)
- Ei tarvita kemikaaleja mittauksessa

- **Mittausjärjestelmä**
- Näyteimu ejektorin avulla
- Automaattinen sondin takaisinpursotus



Optinen elohopean mittaus perustuu elementtisen elohopean mittaamiseen (Hg0)

→ Tarvitaan elohopea yhdisteiden (Hg+) muunnos elementtiseksi elohopeaksi (Hg0)

- **SICK ratkaisu: Korkean lämpötilan konversio, 1000°C (Patentoitu)**

: Korkean lämpötilan konvertteri:

- ☺ Ei kemikaaleja tai katalyyttejä → edulliset käyttökustannukset
- ☺ Luotettava konversio → luotettava mittaus
- ☺ Konvertterin stabiilisuus ja pitkä ikä → vähäinen huollontarve

: **MERCEM300Z: Patentoitu suora mittaus**

- Zeeman atomic absorption spectroscopy korkean lämpötilan konversiolla

: **Edut**

- Ei liikkuvia osia
- Ei kuluvia kemikaaleja
- Ei muistiefektiä
- Jatkuvatoiminen mittaus

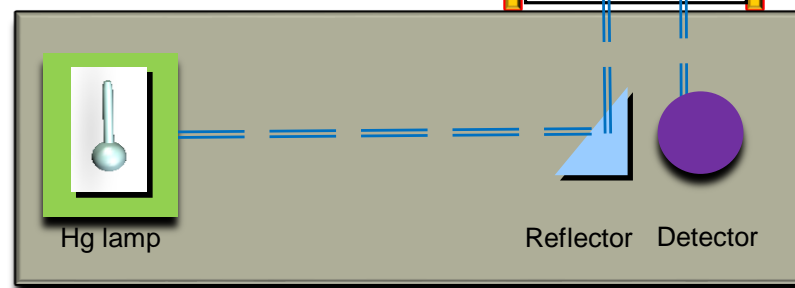
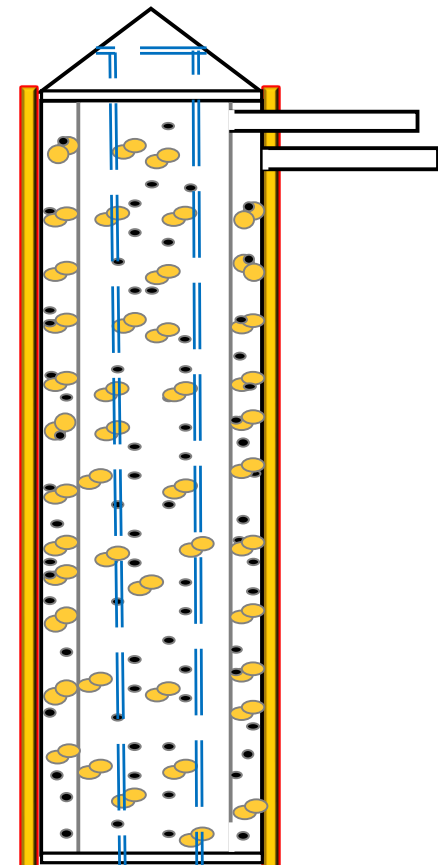
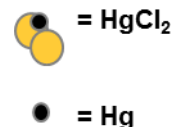
: **Hyödyt**

- Luotettava mittaus eri teollisuuden aloille:
jätteenpoltto, voimalaitokset, metalliteollisuus ja sementtitehtaat
- Mittausjärjestelmä kykenee
mittaamaan pienet pitoisuudet (päästömittaus)
ja korkeat pitoisuudet (raakakaasu)

Sertifioidut mitta-alueet:

0 - 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 0 - 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / 0 - 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /

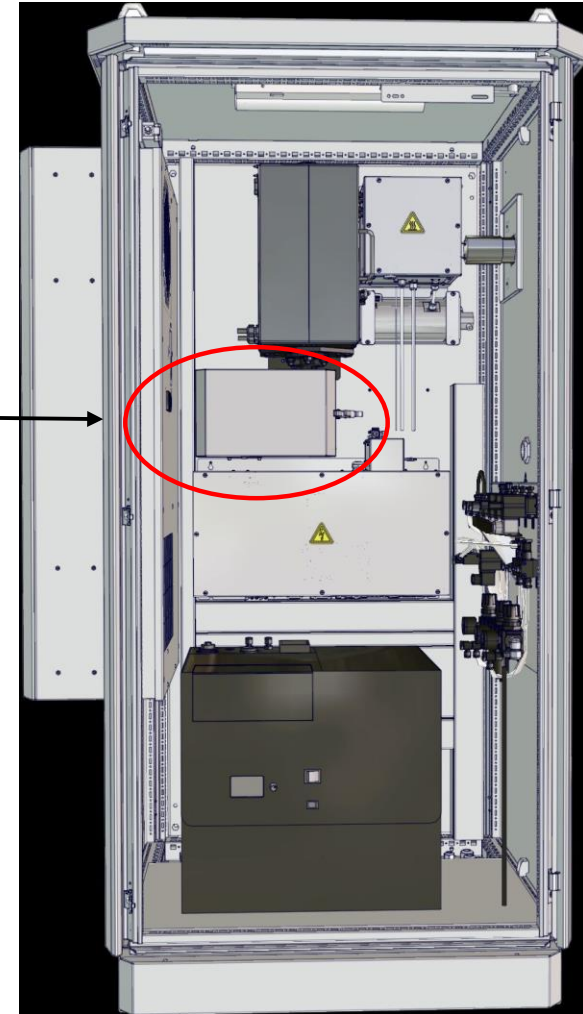
0 - 1.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



: Integroitu tarkastuskyvetti

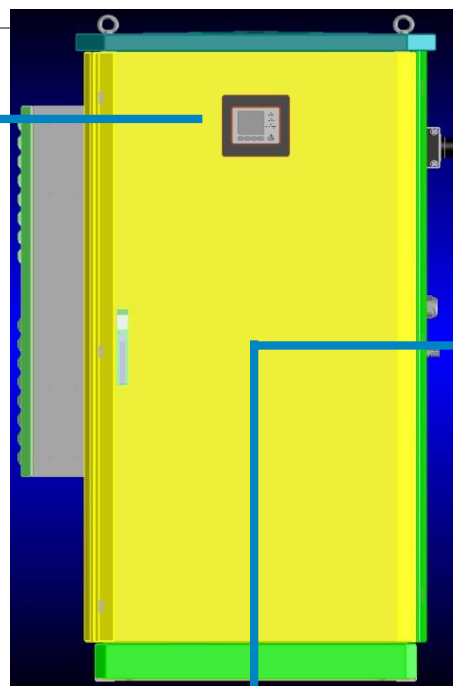
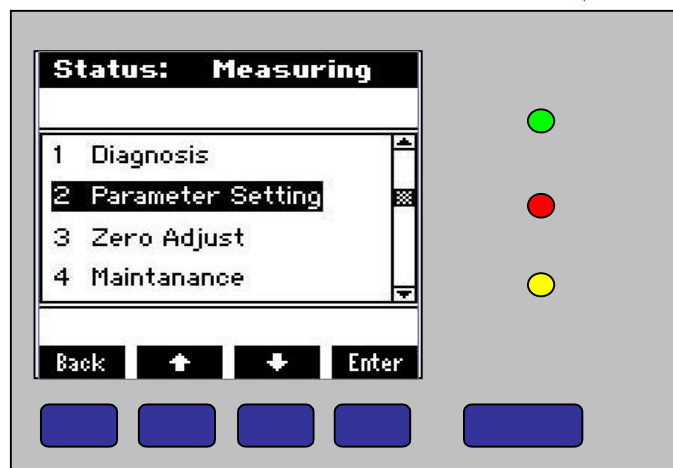
- Tarkastuskyvettin avulla luodaan tietyn pitoisuuden Hg-signaali
- Laitteisto korjaa automaattisesti mahdollisen mittauksen ryöminnän
- Sääto tapahtuu optisesti ilman tarvetta kemikaaleille
- Nollapisteen tarkastus instrumentti-ilman avulla

Optical unit



Paikallisnäyttö

- Perus ylläpidon toiminnot
- Laite diagnostiikka

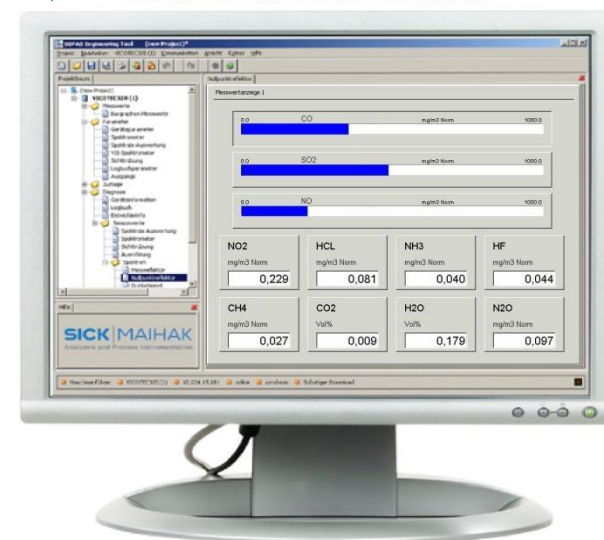


Liityntä automaatioon
I/O signaalit, Modbus, OPC

SOPAS ET

Suora yhteys tai verkon kautta
Etädiagnostiikka
Etähuolto

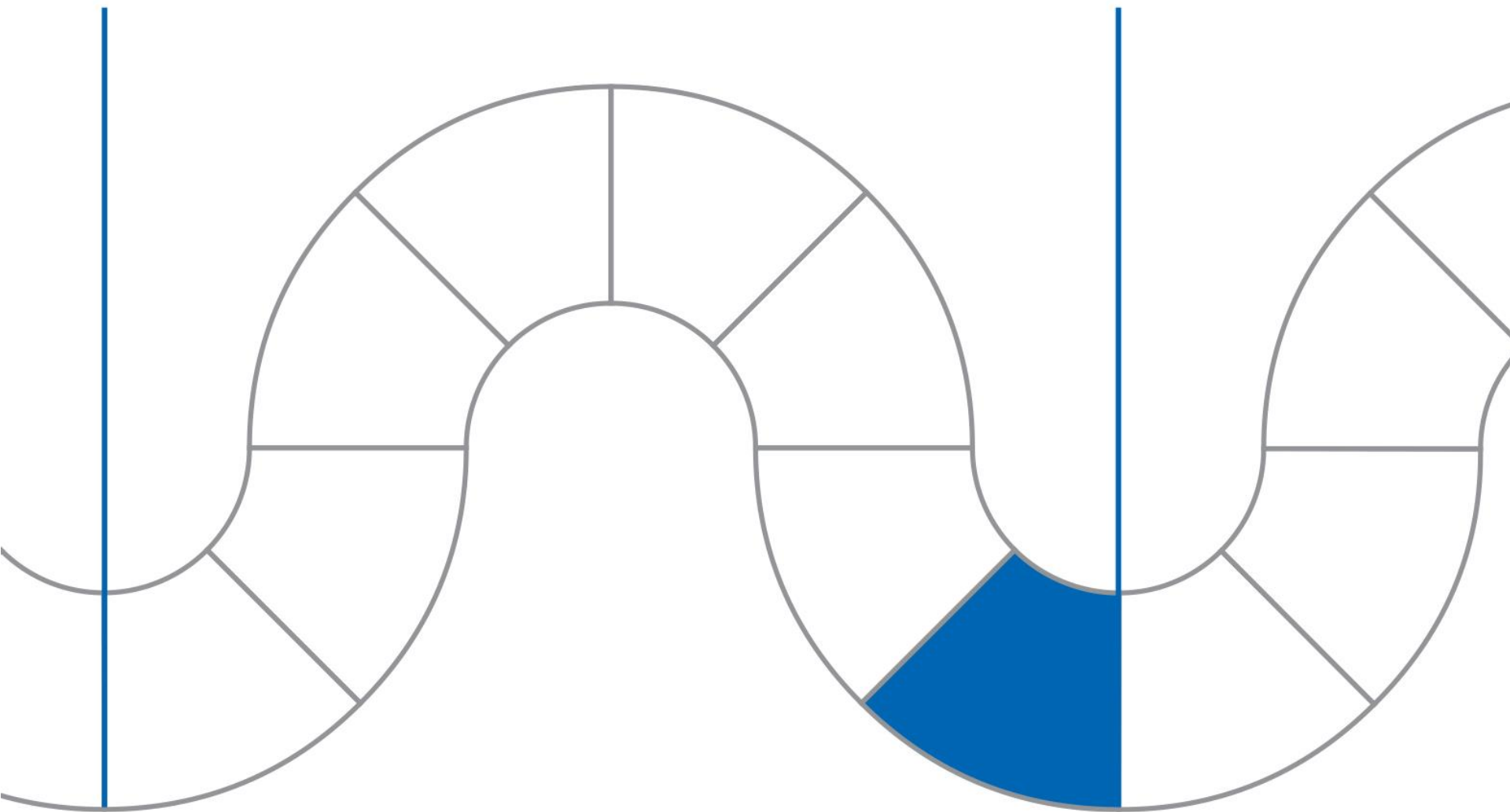
Externer PC mit SOPAS ET-Software





**KIITOS
MIELENKIINNOSTA
JA ANTOISAA ILTAA!**

Päästömittaajapäivät 2018



SINTROL GROUP

Sintrol offers its customers industry-leading service and expertise, as well as the world's best manufacturers of measurement equipment and analyzers.



SINTROL OFFICES

FINLAND

Head Office

Ruosilantie 15
00390 Helsinki
Finland
Tel. +358 9 5617 360
Fax. +358 9 5617
3680
info@sintrol.com

WORLDWIDE Dust Monitors

Ruosilantie 15
00390 Helsinki
Finland
Tel. +358 9 5617 360
Fax. +358 9 5617
3680
info@sintrolproducts.co

RUSSIA Subsidiary

Dunaysky Str 13,b.1
196158, St.Petersburg
Russia
Tel. +7 812 4486083
spb@sintrol.com

UKRAINE Subsidiary

Rybalskaya street 2
Ukraine, 01011, Kiev
city
UKRAINE
Tel. +380 44 280 33
92
ua@sintrol.com

KAZAKHSTAN Subsidiary

Mynbaeva Str,43
off.103
050008, Almaty,
Republic of
Kazakhstan
Tel. +7 727 3322568
kz@sintrol.com

INDIA Dust Monitors

A-2/78, Safdarjung
Enclave
110029 New Delhi
India
Tel. +91 9811676061
india@sintrol.com

CHINA Dust Monitors

906, 6st Building,
Jianwai SOHO 39
East 3rd-Ring Road
Chaoyang District
100022 Beijing,
P.R. China
Tel. +86 10 59002256
Fax. +86 10 59002259
china@sintrol.com

Sintrol lukuina

Perustettu 1975, Suomalainen perheyritys

Pääkonttori: Helsinki

Toimipisteet: Oulu, Lappeenranta, Delhi, Peking

Tytäryhtiöt: Venäjä, Kazakstan, Ukraina

Henkilöstö: n. 60 hlö

Liikevaihto: n.13M€

Päästömittaustarjonta

- Näytettä ottavat järjestelmät
 - Protea, FTIR
 - Siemens, NDIR & UV
 - Opolis, Doas, Hg
 - Teledyne API
- InSitu, kanavan läpi mittaavat
 - Opolis, UV & IR Doas
- InSitu, kanavassa mittaavat
 - Protea P2000, IR
 - Protea P5000, UV
- Kannettavat laitteet
 - Protea FTIR

Päästömittaajapäivät

- Analysaattorit ja safety osasto – 10 henkeä

Päästömittaajapäivät

- Analysaattorit ja safety osasto – 10 henkeä
- Sintrol Oy – Suomalainen perheyritys – 40 vuotta

Päästömittaajapäivät

- Analysaattorit ja safety osasto – 10 henkeä
- Sintrol Oy – Suomalainen perheyritys – 40 vuotta
- Protea FTIR laitteet – Kiinteät ja kannettavat

Päästömittaajapäivät

- Analysaattorit ja safety osasto – 10 henkeä
- Sintrol Oy – Suomalainen perheyritys – 40 vuotta
- Protea FTIR laitteet – Kiinteät ja kannettavat
- Valikoima voimalaitoksien mittauksiin ja valvontaan
 - vesi- ja kaasuanalysointilaitteet, kaasuhälyttimet
 - poltonohjaus ja liekinvalvonta
 - prosessimittaukset
 - palvelutoiminta

Päästömittaajapäivät

- Analysaattorit ja safety osasto – 10 henkeä
- Sintrol Oy – Suomalainen perheyrittys – 40 vuotta
- Protea FTIR laitteet – Kiinteät ja kannettavat
- Valikoima voimalaitoksien mittauksiin ja valvontaan
 - vesi- ja kaasuanalyssaattorit, kaasuhälyttimet
 - poltonohjaus ja liekinvalvonta
 - prosessimittaukset
 - palvelutoiminta
- Sintrol hiukkasmittaukset
 - Tribosähköisten mittauksien uusi tuoteperhe
 - Uusia sovelluksia ympäristön pölypitoisuuden mittauksiin
 - Optinen pölymittaus, ekstraktiivinen

Päästömittaajapäivät

Kiitos mielenkiinnosta!

Mikko Londen
Ryhmäpäällikkö, analysaattorit ja safety

SINTROL OY

Ruosilantie 15

00390 Helsinki

Tel: +358 (0)9 56173677

Mob: +358 (0)44 5265297

Email: mikko.londen@sintrol.com

www.sintrol.com



SINTROL

For Good Measure



Suomi Analytics Oy

Prosessianalysaattoreihin erikoistunut Norsk Analyse AS:n tytäryhtiö.
Pohjoismaiden suurin analysaattorijärjestelmien toimittaja.

PIONEER OF AUTOMATION AND MEASURING TECHNIQUES

LUE LISÄÄ

KYSY LISÄTIETOJA

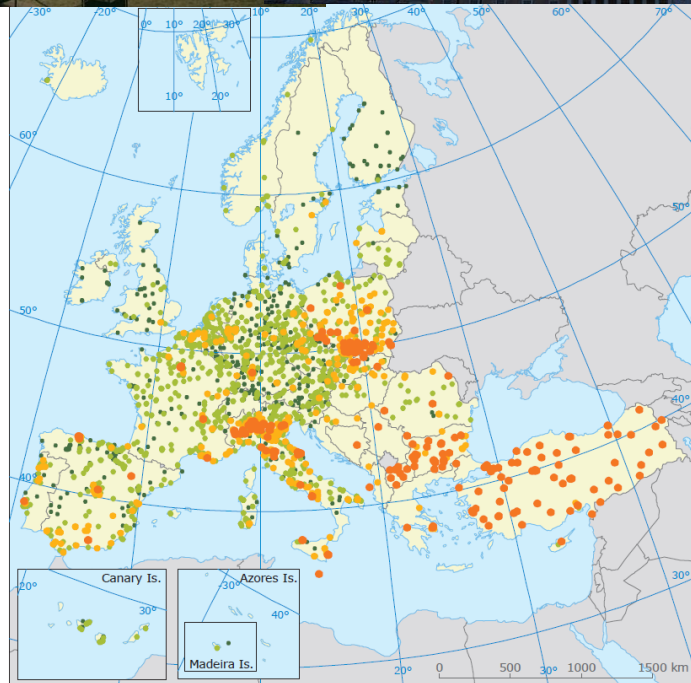
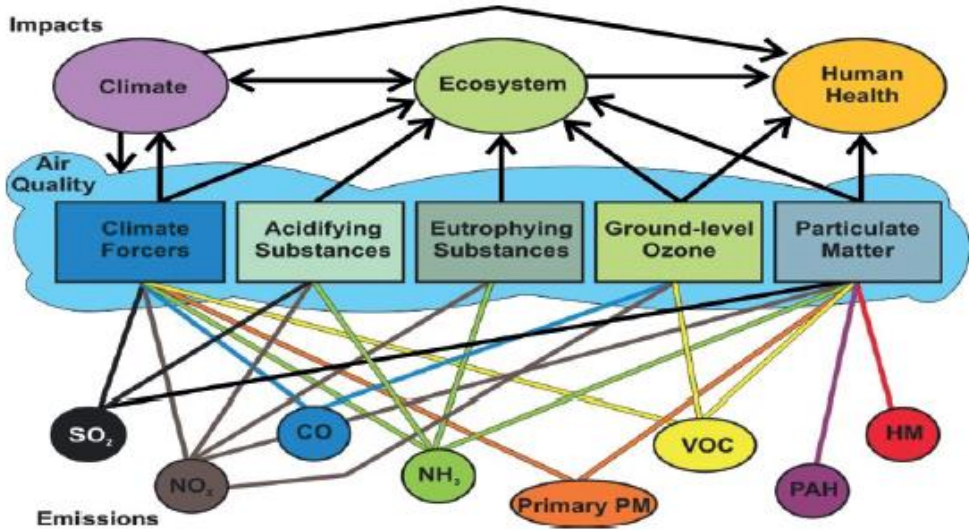
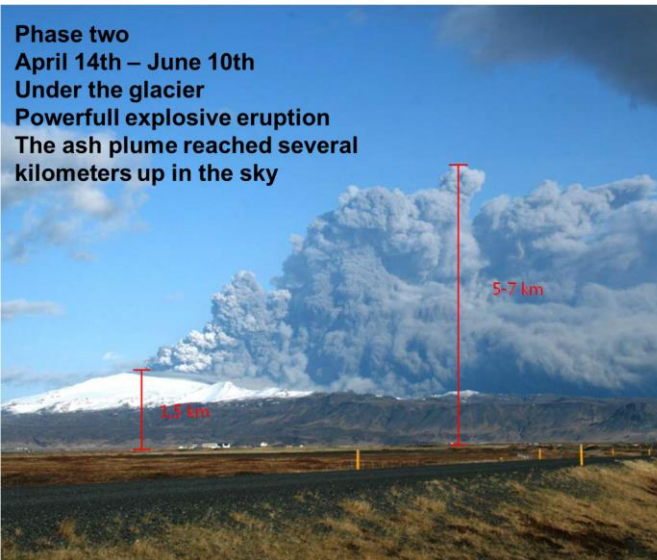


ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Ilmanlaadun mittanormaali- ja vertailulaboratorio

Jari Waldén, Karri Saarnio
Ilmatieteen laitos
Ilmakehän koostumuksen tutkimus
Ilmanlaatu
Jari.walden@fmi.fi

Air Quality



Annual mean, particulate matter (PM₁₀), 2009, based on daily averages with percentage of valid measurements 75 % in µg/m³

- ≤ 20
- 20–31
- 31–40
- ≥ 40
- Outside data coverage



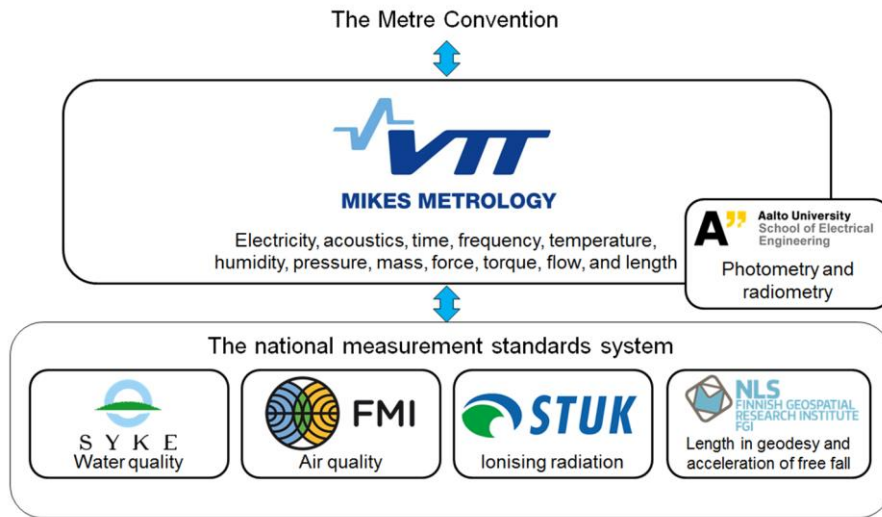
Moscow during forest fire episod in 2010





METROLOGY ORGANISATION IN FINLAND

NATIONAL METROLOGY INSTITUTE (NMI) and DESIGNATED INSTITUTES (DI)



Reconnaissance mutuelle

des étalons nationaux de mesure et des certificats d'étalonnage et de mesurage émis par les laboratoires nationaux de métrologie

Paris, le 14 octobre 1999

[Supplément technique révisé en octobre 2003 \(pages 17-20\)](#)

Internationally approved
calibration certificates
through the CIPM/ MRA



Mutual recognition

of national measurement standards and of calibration and measurement certificates issued by national metrology institutes

Paris, 14 October 1999

[Technical Supplement revised in October 2003 \(pages 38-41\)](#)

Comité international des poids et mesures





Vertailulaboratorio

NATIONAL REFERENCE LABORATORY

Air Quality Directive (CAFE) (50/2008/EC) + Commission Directive (1480/2015/EU)

4th DD 2004/107

SO₂, NO₂, CO, C₆H₆, O₃, PM₁₀, PM_{2.5} and Pb

Cd, As, PAHs, Ni, Hg



WHO:n suositus

Raja-arvo = suurin sallittu pitoisuus ilmassa, h, 8 h, vrk, vuosi

1480/2015/EU; Annex II: Quality assurance for ambient air quality assessment

Limit values (hourly, daily, annual)

National Reference Laboratories

- Are appointed by appropriate competent authority or body at MS
- Are accredited for the reference methods defined by the 1480/2015/EU
- Coordination in MS the Union-wide QA programmes
- Coordinating in the MS the use of reference methods and the demonstration of equivalence of non-reference methods
- Organizing intercomparison at MS where applicable. Accreditation should cover the activity
- NRL takes part at least every 3 years in the Union-wide QA programmes (Interlaboratory comparison, IE) organized by JRC. If NRL fails: Report of the cause and demonstration of remediation in the next IE
- NRL support the work done by the European network of National Reference Laboratories set up by the Commission (=AQUILA)

Measurements

Upper assessment threshold

Measurements and modelling

Lower assessment threshold

Modelling and objective assessment

100 %

80 % NO₂
70 % NO₂
70 % PM₁₀
70 % Benzene
60 % SO₂

65 % NO₂
50 % NO₂
50 % PM₁₀
40 % Benzene,
40 % SO₂

MAINTENANCE OF THE TRACEABLE CALIBRATION SERVICE



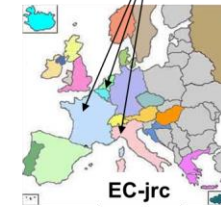
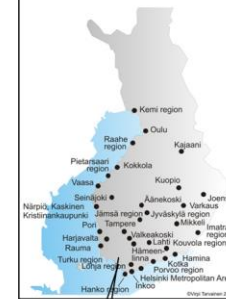
DEVELOPMENT OF THE CALIBRATION METHODS



EXPERT ON THE EC WORKING GROUP



Traceability of the measurements



INTERCOMPARISON EXERCISES FOR LOCAL NETWORKS



TRAINING FOR THE LOCAL NETWORK

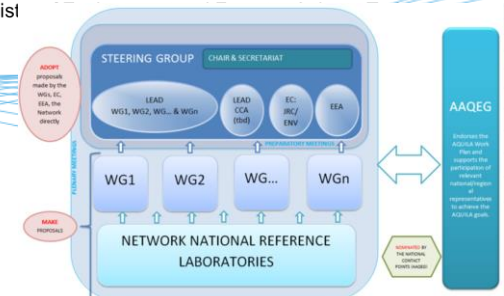


INTERCOMPARISON EXPERIMENTS BY EC-JRC



AQUILA

- Members: 37 National Reference Laboratories from 28 Member States & EFTA
- Associate members:
 - World Health Organisation Collaborating Centre (Berlin, Hans-Guido Mücke)
 - European Environment Agency (Michel Houssiau)
 - European Topic Centre on Air and Climate Change (Frank De Leeuw)
- Observers:
 - Institute of Public Health, Belgrade, Republic of Serbia
 - Ministry of Environment and Physical Planning, Skopje, Republic of Macedonia
 - Minist



Mittanormaallilaboratorio, suurealueena ilmanlaatu

- Vastaa suurealueensa ylläpidosta, tutkimuksesta ja perussuureisiin jäljitettävistä kalibroinneista
→ **jäljitettävyysetju kaikille ilmanlaadun mittauksille Suomessa**
- Seuraa kansallista ja kansainvälistä ilmansuojelulainsäädäntöä sekä tutkii ja kehittää mittaus- ja kalibrointimenetelmiä
- Toiminta perustuu VTT MIKES Metrologian kanssa tehtyyn sopimukseen
- Laboratorion kalibrointi- ja mittauskyky on kansainvälisesti arvioitu
- Osallistuminen EURAMET/MetChem/Gas Group toimintaan
- Osallistuu CCQM/GAWG:n toimintaan
- **Osallistuu Key Comparison vertailuihin päästömittaajainäivät Lahdessa 25.5.2018/ Jani Wälden**
- EMPIR-tutkimushankkeet

Kalibrointilaboratorio

- **Kalibrointimenetelmät**
- **Akkreditoitu kalibrointialue**
- **MRA-sopimus (CMC-alue)**
- **Kalibrointipalvelu kaikille sitä tarvitseville**



ILMATIETEEN LAITOS,
ILMAKEHÄN KOOSTUMUKSEN TUTKIMUS,
ILMANLAATU, KALIBROINTILABORATORIO

FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE,
ATMOSPHERIC COMPOSITION RESEARCH, AIR
QUALITY, CALIBRATION LABORATORY

Vertailulaboratorio

Pätevyysalueena jäljitettävien kalibrointipalvelujen tuottaminen ja ylläpito, näytteenotto sekä mittalaitteiden ja mittausmenetelmien testaustoiminta
Palvelee Suomen ilmanlaadun mittausverkkoja sekä osallistuu eurooppalaisen vertailulaboratorioverkoston toimintaan

Keskeisimmät tehtävät perustuvat EU:n ilmanlaatudirektiivin (50/2008/EU), sen lisäykseen (1480/2015/EU) sekä ilmanlaatuasetuksen (Vna79/2017) vaatimuksiin:

- koulutuksen ja tiedon välittäminen ilmanlaatumittaukseen liittyvissä kysymyksissä EU:n ja kuntien mittauksista vastaavien tahojen välillä
- osallistuminen Euroopan kansallisten vertailulaboratorioiden yhteistyöelimen (AQUILA) toimintaan
- osallistuminen uusien menetelmästandardien laatimiseen (CEN)
- ilmanlaatumittausten vertailukelpoisuuden osoittaminen EU:n alueella
- **Osallistuminen EC/JRC:n järjestämiin vertailumittauksiin (joka 3. vuosi)**
- **kansallisten ilmanlaadun vertailumittausten järjestäminen**
- **Laatujärjestelmien auditointi**
- **Mittausjärjestelmien tarkistus**
- **Yhteydet laite-edustajiin**
- **Uusien mittausmenetelmien arviointi (=hyväksyntä) Suomen oloihin**



TRACEABILITY CHAIN OF THE MOLE FRACTION OF CO, SO₂, NO and O₃

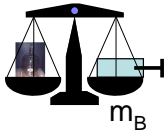
International Standard, Definition of a Quantity

Mass: kg
Mass prototype: 1 kg
/BIPM

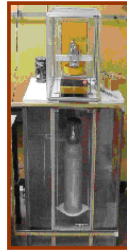


Amount of substance: mole
-no realisation of mole from the definition

PMM: Preparation of gravimetric gas standard at the NMI



Mole fraction: [mole/mole]
U = 0,05 ... 0,1 %



International Standard, Definition of a Quantity

Amount of substance: mole
-no realisation of mole from the definition

PMM: Standard Reference Photometer
BIPM: SRP-27, SRP-28, ...
Unit: [nmol/mol]

$$U = 2 \cdot \sqrt{(0.28)^2 + (2.92 \cdot 10^{-3} \cdot x)^2}$$

PMM: Standard Reference Photometer
NIST: SRP-2...
Unit: [nmol/mol]

$$U = 2 \cdot \sqrt{(0.28)^2 + (2.92 \cdot 10^{-3} \cdot x)^2}$$

National standards

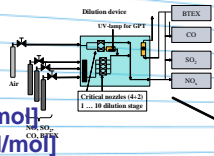
-Primary reference gas mixture (PRM): NO, SO₂, CO
U = 0,5 % to 2%
Range: 2 to 10000 [µmol/mol]



µmol = 10⁶ mooli osuutta
nmol = 10⁹ mooli osuutta

Preparation of working standards

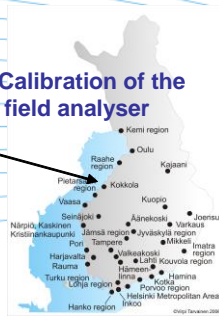
- Dilution of PRM:
U = 0,8 % to 2%
Range: 5 to 1200 [nmol/mol]
0,5 to 100 [µmol/mol]



- Calibration of working standards
U = 2 to 5 %
Range: 2 to 10000 [µmol/mol]



Calibration of the field analyser



National standards

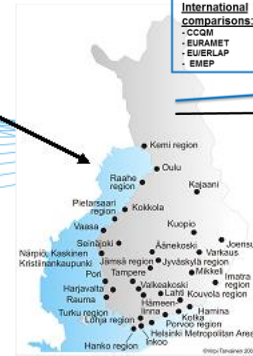
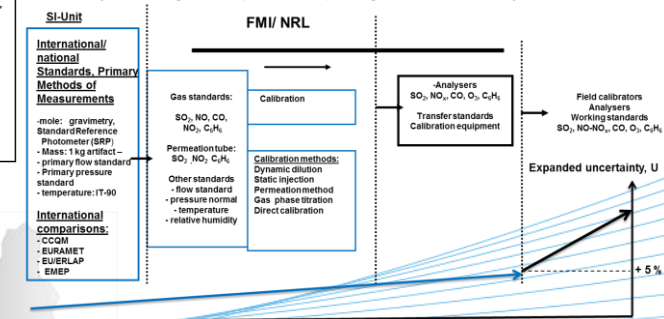
PMM: Standard Reference Photometer
MIKES FMI: SRP-37
Unit: [nmol/mol]

$$U = 2 \cdot \sqrt{(0.28)^2 + (2.92 \cdot 10^{-3} \cdot x)^2}$$

Working Standards
Unit: [nmol/mol]
U = 2.2 – 2.5 %



Traceability chain of gaseous pollutant & propagation of uncertainty of measurement





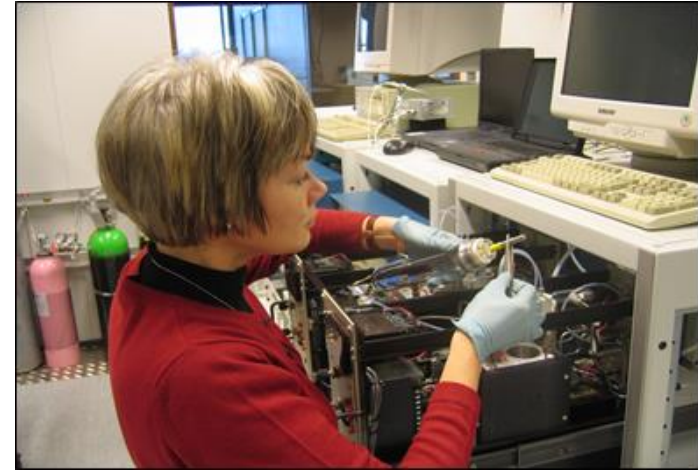
Kalibrointipalvelu

Kalibrointialueet:

- CO 0,2-100 $\mu\text{mol/mol}$
- O₃ 0-1000 nmol/mol
- SO₂ 5-1000 nmol/mol
- NO 5-1000 nmol/mol & 1 – 100 $\mu\text{mol/mol}$
- NO₂ 5-1000 nmol/mol
- Flow 0-20 000 ml/min

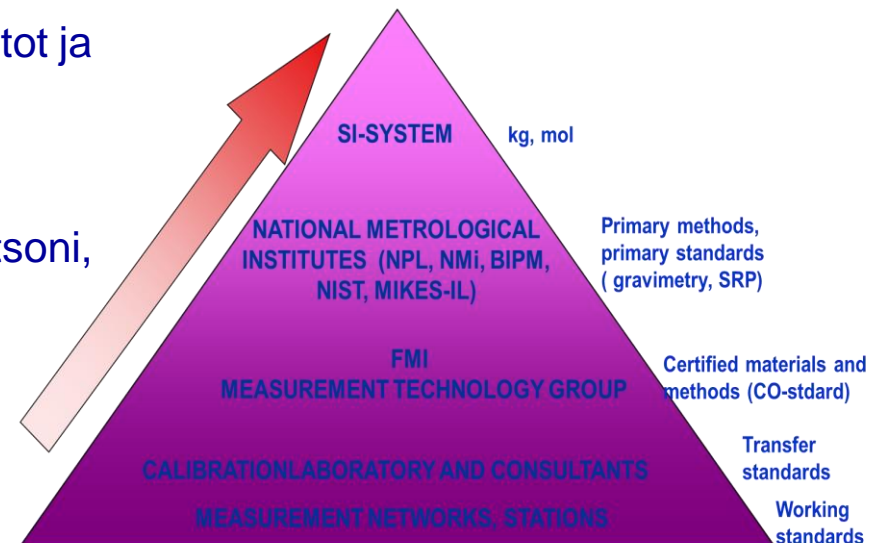
Hinnat:

<http://ilmatieteenlaitos.fi/laadunvarmennus>



ASIAKKAAT: Ilmanlaadun mittausverkot, yliopistot ja tutkimuslaitokset (Suomi/Ulkomaat), yritykset ja konsultit,

KALIBROINTIMENETELMÄT: Dynaaminen laimennus, staattinen laimennus, permeatio, otsoni, laminaarivirtaus





Pätevyysalueet: Mittanormaali ja Akkreditointi

K043/M12/2016
Vaatus/Requirement
22.06.2016
22.08.2017
www.finas.fi

Liite 1 / Appendix 1
SFS-EN ISO/IEC 17025:2005
Päätöksen päiväys / Date of decision
Päätöksen viimeinen voimassaolopäivä / Date of expiry
Voimassaoleva pätevyysalue / Current scope of accreditation

Sivu / Page 2(2)

Calibration and Measurement Capabilities

Amount of substance, Gases, Finland, MIKES-FMI (Finnish Meteorological Institute)



Uncertainty convention 1: the expanded uncertainty range spans from the smallest numerical value of the uncertainty to the largest numerical value of the uncertainty found within the quantity range. Uncertainty convention 2: the expanded uncertainty range is expressed as the uncertainty of the smallest value of the quantity to the uncertainty of the largest value of the quantity.

The notation Q[a, b] stands for the root-sum-square of the terms between brackets: $Q[a, b] = [a^2 + b^2]^{1/2}$

NMI Service Identifier	Measurement Service Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability			Range of Expanded Uncertainties as Disseminated					Mechanism(s) for Measurement Service Delivery	Uncertainty convention	Comments	
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Coverage factor	Level of confidence				Is the expanded uncertainty a relative one?
PC-O3	Environmental	purified air	ozone	Amount-of-substance fraction	0	1000	nmol/mol	Q[1.3, 0.022 x (O ₃)]		nmol/mol	2	95%	No	Calibration of analysers and calibrators	2	Approved on 08 July 2015
PC-SO2	Environmental	purified air	sulphur dioxide	Amount-of-substance fraction	100	1000	nmol/mol	1.8	1.6	%	2	95%	Yes	Calibration of analysers and calibrators	2	Approved on 27 March 2013
PC-NO	Environmental	purified air	nitrogen monoxide	Amount-of-substance fraction	100	1000	nmol/mol	1.6	1.6	%	2	95%	Yes	Calibration of analysers and calibrators	2	Approved on 08 July 2015
PC-CO	Environmental	nitrogen	carbon monoxide	Amount-of-substance fraction	1	100	µmol/mol	1.2	1.2	%	2	95%	Yes	Calibration of analysers and calibrators	2	Approved on 19 July 2010
PC-CO	Environmental	purified air	carbon monoxide	Amount-of-substance fraction	1	100	µmol/mol	1.2	1.2	%	2	95%	Yes	Calibration of analysers and calibrators	2	Approved on 19 July 2010
PC-NO	Environmental	nitrogen	nitrogen oxide	Amount-of-substance fraction	1	100	µmol/mol	1.6	1.6	%	2	95%	Yes	Calibration of analysers and calibrators	1	Approved on 08 July 2015

www.bipm.org

www.finas.fi

PÄTEVYYSALUE SCOPE OF ACCREDITATION		
Suure / menetelmä / kohde Quantity / method / object	Mittausalue Measurement range	Mittauskyky, laajennettu mittausepävarmuus (k=2) CMC, Expressed as Expanded Uncertainty (k=2)
Virtaussuureet: Kaasun tilavuusvirta <i>Fluid quantities: Gas volume flow</i>		
Kaasun tilavuusvirta <i>Gas volume flow</i>	N ₂ , ilma N ₂ , air N ₂ , ilma N ₂ , air Ilma Air	5 - 50 ml/min 0,6 % (rel) 50 - 10 000 ml/min 0,5 % - 0,6 % (rel) 10 000 - 50 000 ml/min 0,6 % - 0,7 % (rel)
Kemialliset analyysit; referenssiaineet: kaasuseokset <i>Chemical analyses; reference materials: gas mixtures</i>		
SO ₂ ilmassa <i>SO₂ in air</i>	5 - 100 nmol/mol 100 - 1000 nmol/mol	0,7 - 1,8 nmol/mol 1,8 - 1,6 % (rel.)
NO ilmassa <i>NO in air</i>	5 - 100 nmol/mol 100 - 1000 nmol/mol	0,7 - 1,6 nmol/mol 1,6 % (rel.)
NO ₂ ilmassa <i>NO₂ in air</i>	5 - 100 nmol/mol 100 - 1000 nmol/mol	0,7 - 3 nmol/mol 3,0 % (rel.)
CO ilmassa ja työssä <i>CO in air and nitrogen</i>	0,2 - 1 µmol/mol 1 - 100 µmol/mol	0,003 - 0,012 µmol/mol 1,2 % (rel.)
O ₃ ilmassa <i>O₃ in air</i>	0 - 1000 nmol/mol	Q[1.3; 0.022 x (O ₃)] ¹⁾
1) Merkintä Q[a,b] tarkoittaa neliöllistä keskiarvoa hakasulkeiden sisällä olevista termeistä: Q[a, b] = [a ² + b ²] ^{1/2} . 1) The notation Q[a, b] stands for the root-sum-square of the terms between brackets: Q[a, b] = [a ² + b ²] ^{1/2} .		
Kemialliset analyysit; referenssiaineet: punnitusmenetelmä <i>Chemical analyses; reference materials: weighing method</i>		
Hiukkasmassan määrittäminen <i>Determination of particulate mass</i>	0,055 - 11 mg	0,034 - 0,2 mg



Regulated Pollutants in EU and in Finland

- **EU regulation**

- *Limit values: SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, Pb, benzene, CO, PM_{2.5}*
- *Indicative limit value PM_{2.5}*
- *Threshold values: SO₂, NO₂, O₃*
- *Long term target values: O₃, As, Cd, Ni, benzo(a)pyrene,*
- *Target value PM_{2.5}*

(CAFE directive)

- **Finnish National Guidelines**

Päästömittajapaikat Lahdessa
25.5.2018/ Jari Walden

- **SO₂, NO₂, PM₁₀, CO, TSP, TRS**



EU policy on Air Quality

The 6th Environmental Action Plan (based on the 5th EAP):

- Four priority areas:
 - climate change;
 - biodiversity;
 - environment and health;
 - sustainable management of resources and wastes

Environment and health:

- To achieve levels of air quality that do not give rise to significant negative impacts on and risks to human health and the environment

Clean Air for Europe (CAFE) programme

- The CAFE programme is the basis for the Thematic Strategy on air pollution to be communicated by the Commission in 2005 as outlined in the 6th EAP.
- The priorities in the CAFE programme are on the air pollutants ozone, particulate matter and nitrogen oxides, which are estimated to cause most of the damage on human health and the environment in Europe.
- The aim of the Clean Air for Europe Programme is to establish a long-term, integrated strategy to tackle air pollution and to protect against its effects on human health and the environment

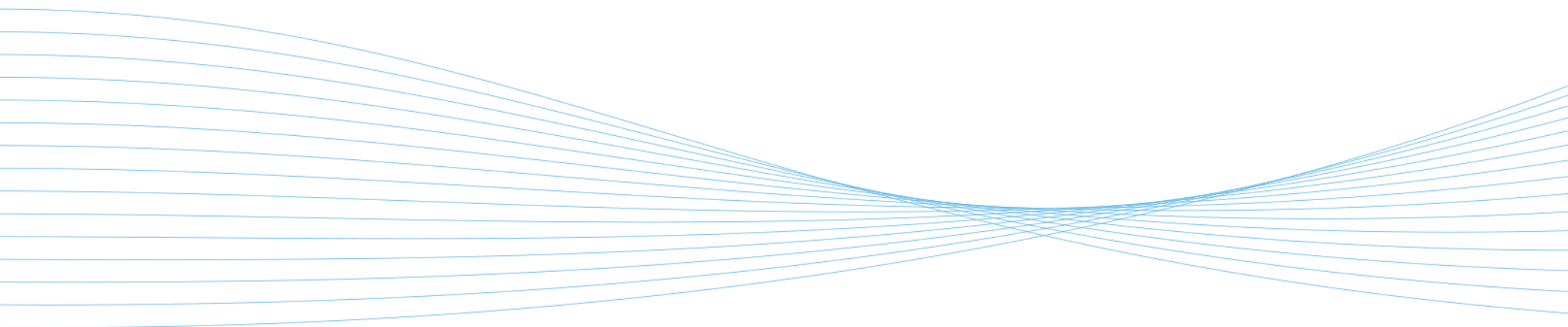
Clean Air policy package includes:

- A new Clean Air Programme for Europe with measures to ensure that existing targets are met in the short term, and new air quality objectives for the period up to 2030.
- A revised National Emission Ceilings Directive with stricter national emission ceilings for the six main pollutants
- A proposal for a new Directive to reduce pollution from medium-sized combustion installations, such as energy plants for street blocks or large buildings, and small industry installations.



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Standardit





EN reference measurement method and ranges

<i>Compound</i>	<i>EN-standard</i>	<i>Method</i>	<i>Range</i>
NO ₂	EN-14211:2012	Chemiluminescence	0 - 500 µg / m ³ NO ₂ 0 - 1 200 µg / m ³ NO
SO ₂	EN-14212:2012	UV-fluorescence	0 - 1 000 µg / m ³
O ₃	EN-14625:2012	UV-photometric	0 - 500 µg / m ³
CO	EN-14626:2012	Non-dispersive IR	0 - 100 mg / m ³
Benzene	EN-14662-3:2015	Autom GC	0 – 50 µg / m ³
PM ₁₀ /PM _{2.5}	EN-12341:2014	Gravimetry	0 – 150 µg / m ³

Bentseeni: EN 14622:2015, Part 3: Automated pumped sampling with in situ gas chromatography



Heavy metals, HM (from particulate matter):

- ▶ ***EN 14902:2005 Ambient air quality. Standard method for the measurement of Pb, Cd, As and Ni in the PM10 fraction of suspended particulate matter. (PM10-sampling by EN 12341:2014)***

EN-standards for the PAH, PaP

Polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH (from particulate matter and from gaseous compounds) : PAH(s) are carcinogenic compounds of which BaP is being analyzed as a tracer of cancer risk.

- ▶ ***EN 15549:2008 Air quality – Standard method for the measurement of the concentration of benzo(a)pyrene in ambient air. (PM10-sampling EN 12341:2014).***
- ▶ ***ISO 12884:2000 Ambient air – Determination of total (gas and particle-phase) polycyclic aromatic hydrocarbons – Collection on sorbent-backed filters with gas chromatographic / mass spectrometric analysis***

Or technical specification:

- ▶ ***CEN/TS 16645:2014 Ambient air – Method for the measurement of benz[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, dibenz[a,h]anthracene, benzo[j]fluoranthene, indeno[1,2,3-cd]pyrene and benzo[ghi]perylene.***



EN-standards for deposition

- ▶ **EN 15841:2009 Ambient air quality. Standard method for determination of arsenic, cadmium, lead and nickel in atmospheric deposition.**
- ▶
- ▶ **EN 15853:2010 Ambient air quality. Standard method for the determination of mercury deposition.**
- ▶ **EN 15980:2011 Air quality. Determination of the deposition of benz[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, dibenz[a,h]anthracene and indeno[1,2,3-cd]pyrene.**

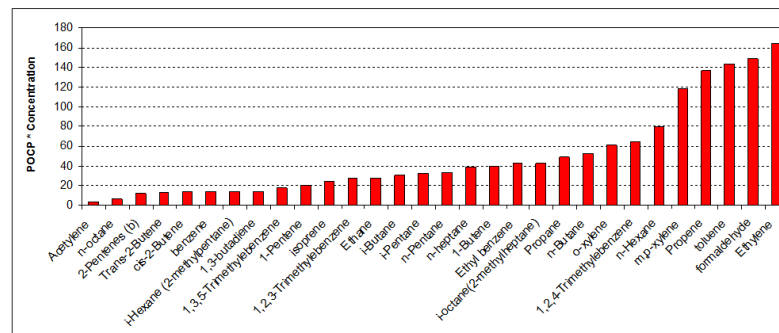
Measurement obligation – no existing EN-standards

- ▶ **Measurements of ozone precursor substances**

The main objectives of such measurements are

- to analyse any trend in ozone precursors,
 - to check the efficiency of emission reduction strategies,
 - to check the consistency of emission inventories and
 - to help attribute emission sources to observed pollution concentrations.
- ▶ ***No existing EN-standard for the analysis of VOC (now in preparation)***

- ***WG document CEN/TC 264/WG 12 N 389: Specification for validation measurements of a method for determination of ozone precursors in ambient air***





Measurements at rural background locations irrespective of concentration

The main objectives of such measurements are

- to ensure the adequate information on levels in the background.
- to judge the enhanced levels in more polluted areas (such as urban background, industry related locations, traffic related locations),
- assess the contribution from long-range transport of air pollutants,
- source apportionment analysis.

Chemical composition of PM_{2.5}:

- ▶ **SO_4^{2-} , Na^+ , NH_4 , Ca^{2+} , NO_3^- , K^+ , Cl^- , Mg^{2+}**
 - ***EN 16913: 2016. Ambient air - Standard method for measurement of NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} in PM_{2,5} as deposited on filters.***
- ▶ ***Elemental and organic carbon, (EC, OC).***
 - ***EN 16909: 2017. Ambient air - Measurement of elemental carbon (EC) and organic carbon (OC) collected on filters***



Other measurement standards: Automated PM-analyzers

Particulate matter is measured widely in Europe by other than reference method, automated PM analyzers. CEN TC 264/WG15 prepared a standard to fulfil the measurement requirements for other than reference method:

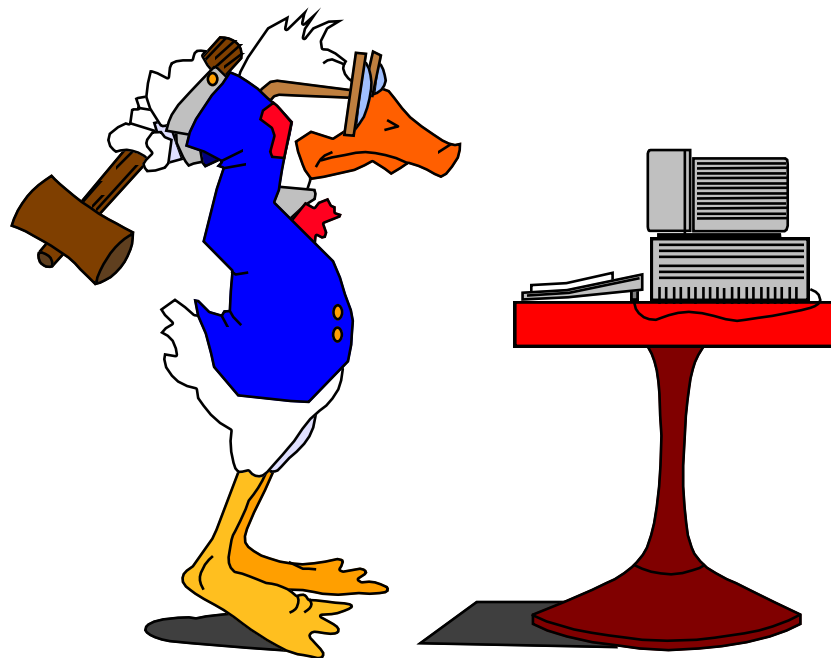
- ▶ **EN 16450:2017 (Ambient air – Automated measuring systems for the measurement of the concentration of particulate matter (PM₁₀/PM_{2.5})).**
 - **Equivalence of PM automated method with the reference method**
 - **Type approval of automated PM-analyzer.**

Other measurement methods: sensors

Low cost sensors are widely used for other measurement activities than fulfilling the Data Quality Objectives for fixed measurements. Most promising goal is for indicative air quality measurements. CEN TC 264/WG42 is preparing a technical specification (TS) for defining the performance capabilities of sensors for assessment of air quality:

- ▶ ***Air quality — Performance evaluation of sensors for the determination of concentrations of gaseous pollutants and particulate matter in ambient air***)).

Test of instruments according CEN standard





Performance characteristics of the analyzer

Reference method:

- type approval of instruments (accredited test laboratory)
- test of the instruments in the lab/field
- to demonstrate the instruments are working according to specifications

Other than reference method:

- equivalence procedure to fulfill the requirements for the reference method



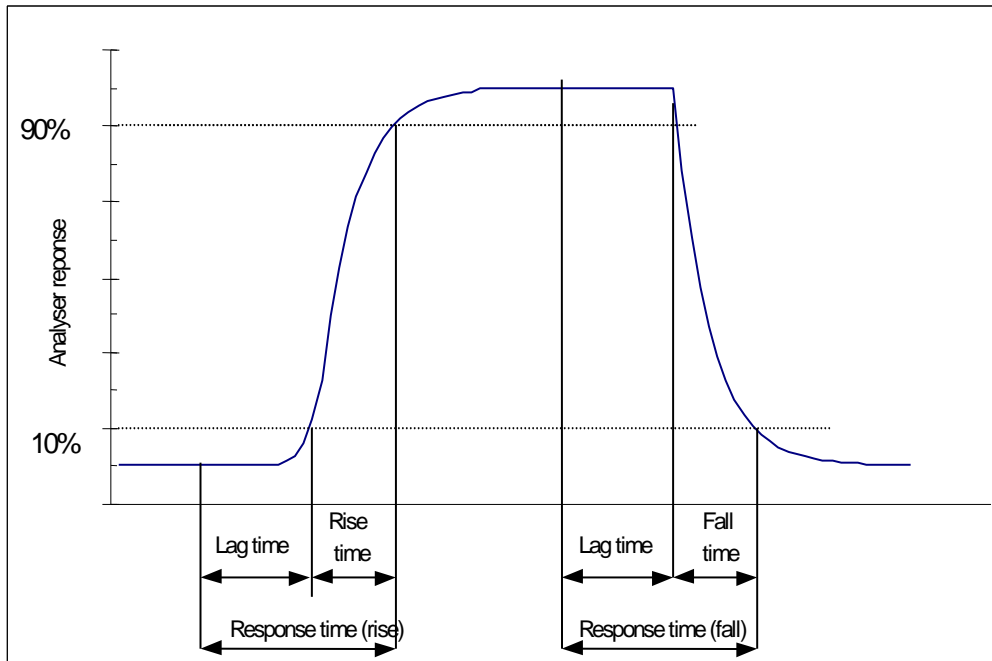
Analysaattorien tyyppitestaus muodostuu:

1. The value of each individual performance characteristic tested in the laboratory shall fulfill the criterion stated in Table 1 (see 8.2);
2. The expanded uncertainty calculated from the standard uncertainties due to the values of the specific performance characteristics obtained in the laboratory tests shall fulfil the criterion as stated in Annex I of Directive 2008/50/EC
3. The value of each of the individual performance characteristics tested in the field shall fulfil the criterion stated in Table 1 (see 8.2);
4. The expanded uncertainty calculated from the standard uncertainties due to the values of the specific performance characteristics obtained in the laboratory and field tests shall fulfil the criterion as stated in Annex I of Directive 2008/50/EC

The analyser is type-approved when all four requirements are met.

Type testing procedures

Response time:



$$T_d = \left| \frac{T_r - T_f}{T_r} \right| \times 100\% < 5\%$$

T_r Response time: rise time; criteria < 3 min

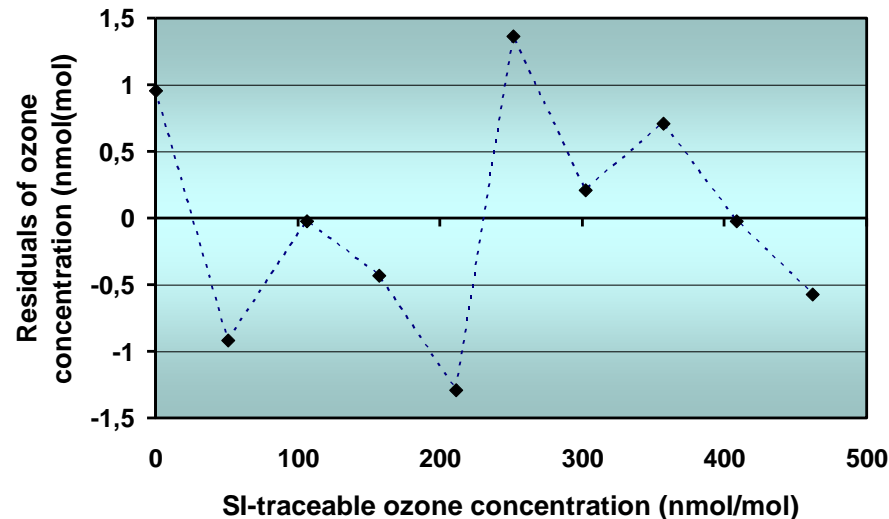
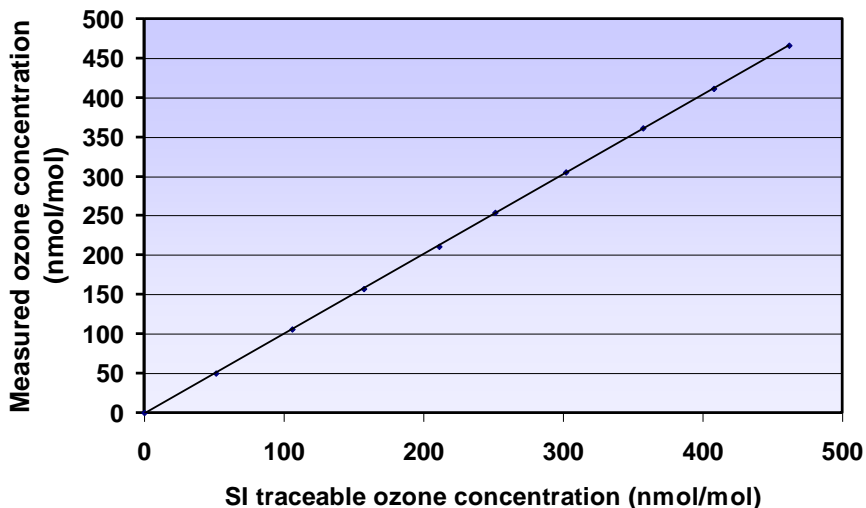
T_f Response time: fall time; criteria < 3 min

T_d Criteria for the ratio of the difference between the rise and fall times over the rise time; criteria < 5%

Note: The response time is not directly included in the uncertainty budget, but have to report



Defined by multipoint calibration. Linear regression model used for the data. Residuals between the measured points and the regression line: criteria < 4 %



SI-traceable ozone concentration SRP-37 (nmol/mol)	TEI 49 PS O3 mean (nmol/mol)	TEI 49 PS stdev (nmol/mol)	Residuals of ozone (nmol/mol)	Relative difference (%)
0,0	0,2	0,0	1,0	
51,0	49,9	0,3	-0,9	1,8
106,0	106,5	0,2	0,0	0,0
157,0	157,6	0,2	-0,4	0,3
211,0	211,4	0,2	-1,3	0,6
251,0	254,5	0,3	1,4	0,5
302,0	304,9	0,3	0,2	0,1
357,0	361,0	0,2	0,7	0,2
408,0	411,8	0,3	0,0	0,0
462,0	465,9	0,3	-0,6	0,1

(dr)c = 1.8 % < 5 % (worst case scenario)

Standard uncertainty $u_{lin,rarv}$:

$$u_{lin,rarv} = \delta_{lin,rarv} / \sqrt{3} = 2,2 \text{ nmol/mol} / \sqrt{3} = 1.3 \text{ nmol/mol} (=1 \%)^{(1)}$$

⁽¹⁾ Calculated at ozone alert value (120 nmol/mol)

Assumed evenly distributed distribution

Repeatability:

- 1 independent and 19 individual measurements at zero and at span
- standard deviation $s_{r,z}$ and $s_{r,s}$:

$$s_{r,z,s} = [\text{sqrt}(\Sigma(x_i - X)^2 / n - 1)]$$

Example: repeatability of ozone analyzer at zero and at span

$$s_{R,Z}(0 \text{ nmol/mol}) = 0,4 \text{ nmol/mol}$$

$$s_{r,s}(225 \text{ nmol/mol}) = 2,0 \text{ nmol/mol}$$

$$u_{r,z} = \frac{s_{r,z}}{\sqrt{\frac{t}{(T_r + T_f)/2}}} = \frac{0,4}{\sqrt{\frac{3600}{(90 + 95)/2}}} = 0,05 \text{ nmol/mol}$$

$$u_{r,s} = \frac{C' s_{r,s}}{\sqrt{\frac{t}{(T_r + T_f)/2}}} = \frac{(225/120) \cdot 2}{\sqrt{\frac{3600}{(90 + 95)/2}}} = 0,6 \text{ nmol/mol}$$

$s_{r,z}$ = standard deviation at zero

$s_{r,s}$ = standard deviation at test concentration or at *hly*

$C' = C_t/hly$

$t = 3600 \text{ s}$

T_r and T_f are risetime and fall time (s)



Influence of the variation of the sample gas temperature on the response of the analyzer:

$$b_T = (C_{T_2} - C_{T_1}) / (T_2 - T_1)$$

C_{T_i} is the concentration at temperature T_i

Standard uncertainty:

$$u_T = \frac{b_T \cdot dT}{\sqrt{12}} =$$

$$\frac{\left(\left(\frac{hlv}{c_t} \right) \cdot b_T \right) \cdot dT}{\sqrt{12}} = \frac{\left(\left(\frac{120}{214} \right) \cdot 0.32 \right) \cdot 50}{\sqrt{12}} = 2,6 \text{ ppb}^{(1)}$$

b_T = sensitivity of sample temperature (nmol/K)

dT = range of sample temperature

hlv = hourly limit value

c_t = test concentration

⁽¹⁾ $b_T = 0.32$ ppb/K is conservative value



Influence of the environment temperature on the response of the analyzer:

$$b_T = (C_{T_2} - C_{T_1}) / (T_2 - T_1)$$

C_{T_i} measured concentration at temperature T_i

T_i is the temperature outside the analyzer

Standard uncertainty:

$$u_T = \frac{b_T \cdot dT}{\sqrt{12}} =$$

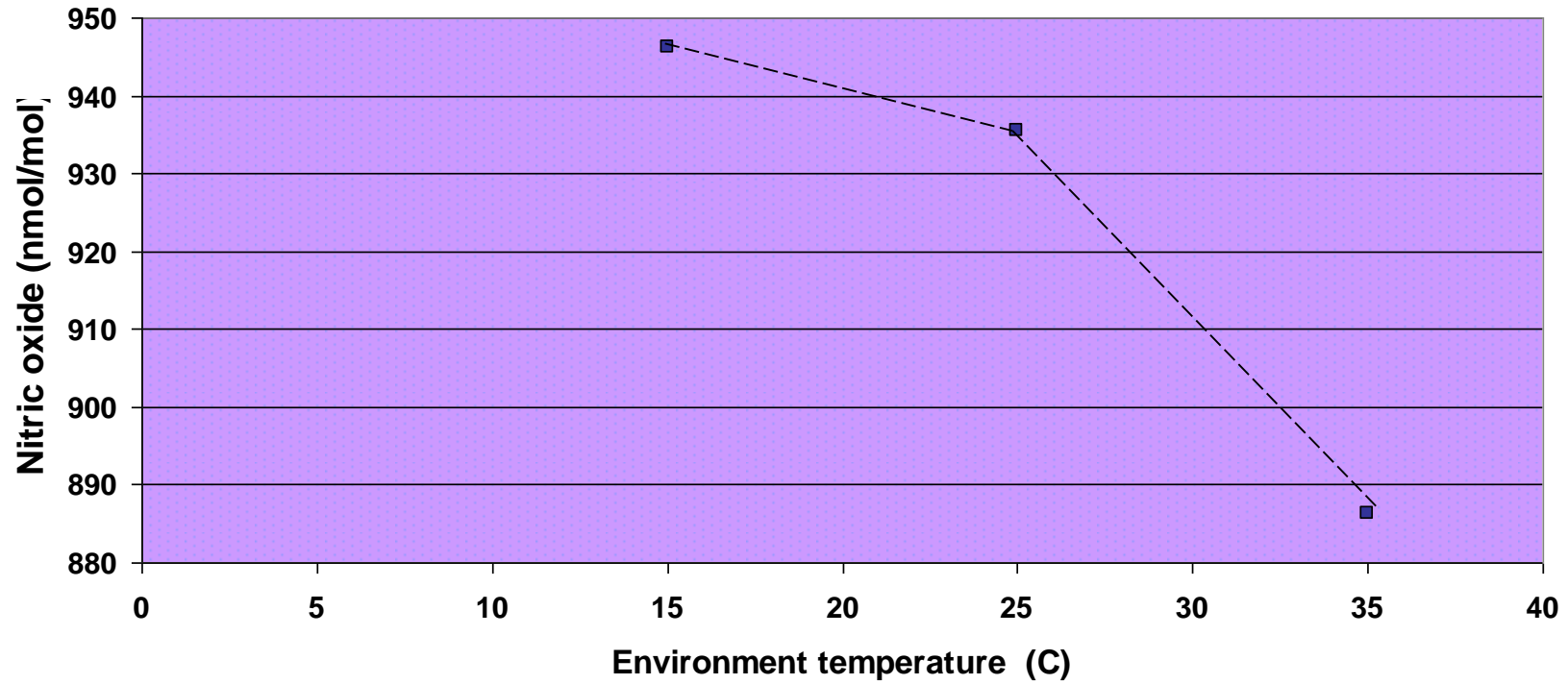
$$\frac{\left(\left(\frac{hlv}{c_t} \right) \cdot b_T \right) \cdot dT}{\sqrt{12}} = \frac{\left(\left(\frac{120}{214} \right) \cdot 0.25 \right) \cdot 25}{\sqrt{12}} = 1,0 \text{ ppb}$$

b_T = sensitivity of environment temperature (nmol/K)

dT = range of environmental temperature

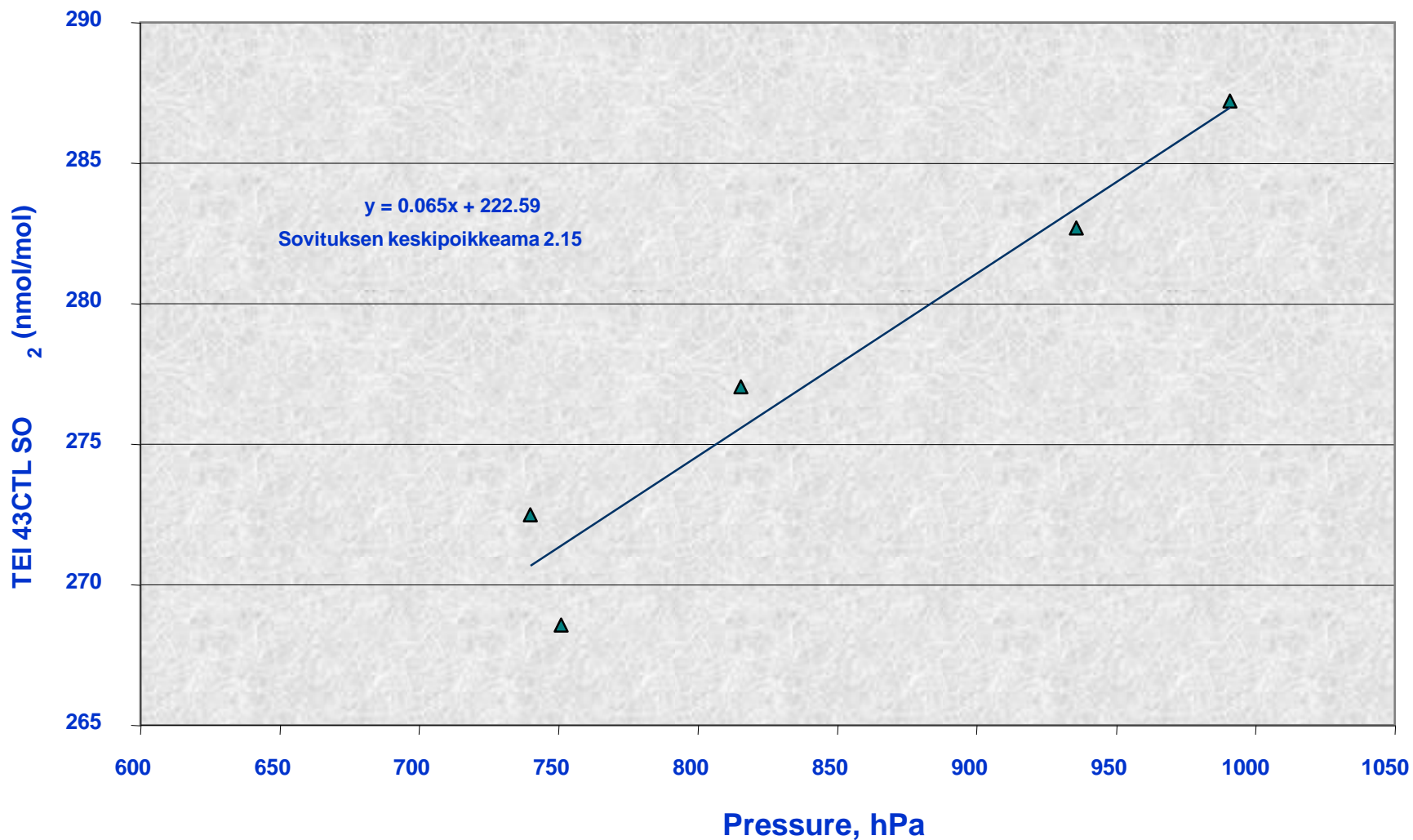
hlv = hourly limit value

c_t = test concentration

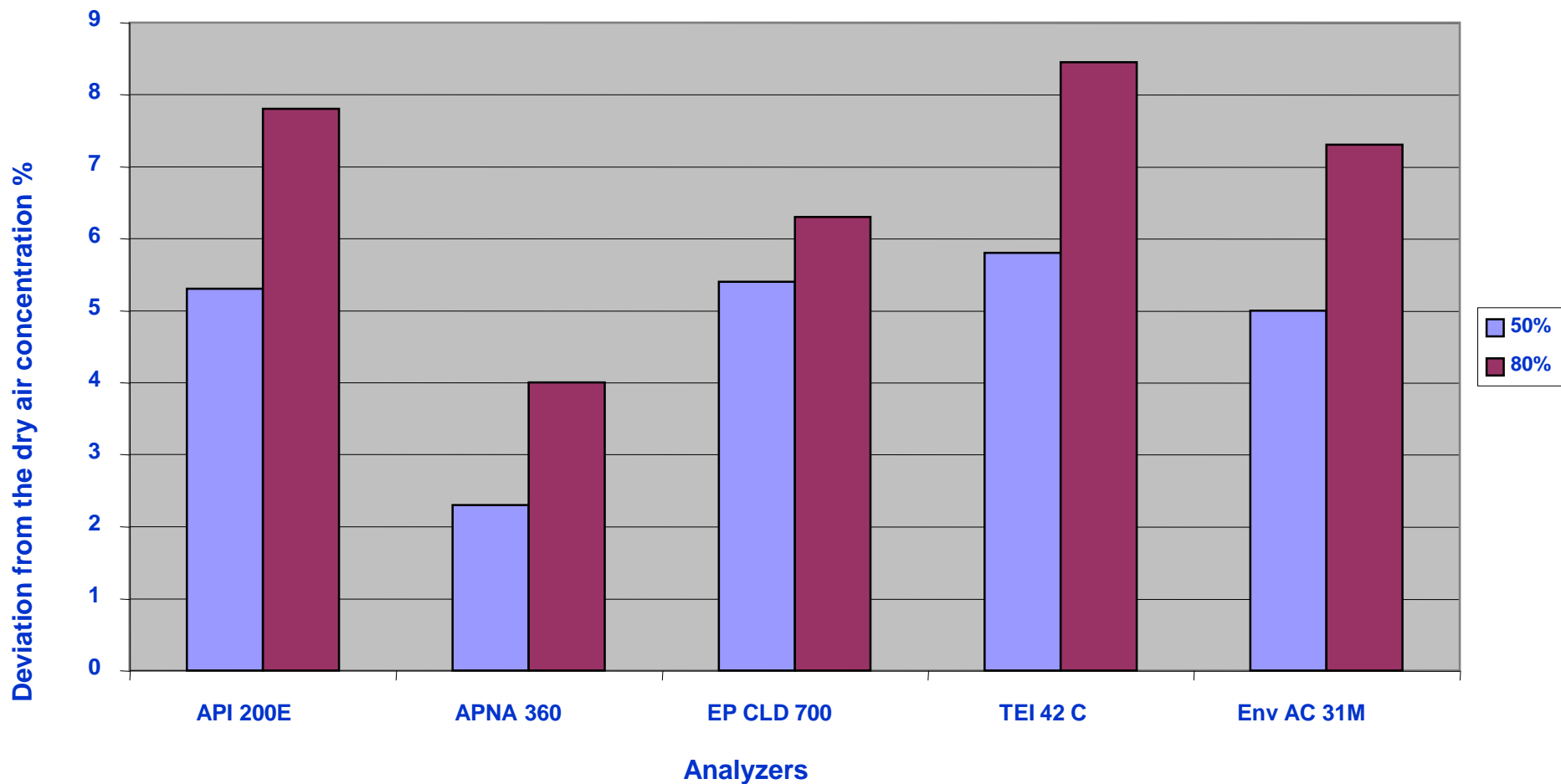




Pressure dependence in sample line of a Sulphur dioxide analyser



Dependence of relative humidity on the response of the Nox analysers at 400 ppb





Influence of the variation of interfering compounds, X_{int}

$$X_{int} = (X_{int,c_t} - X_{int,z}) \times \frac{hlv}{c_t} + X_{int,z}$$

X_{int} = influence quantity of the relevant interfering compound (nmol/mol)

X_{int,c_t} = influence quantity of the relevant interfering compound at the test concentration c_t of the measurand (nmol/mol)

$X_{int,z}$ = influence quantity of the relevant interfering compound at zero concentration of the measurand (nmol/mol)

hlv = the hourly limit value (nmol/mol)

c_t = the test gas concentration (70 % - 80 % of the certification range) (nmol/mol)



Standard uncertainty due to variation of interfering compounds, u_{int}

$$u_{int} = \left| \frac{X_{int}}{C_{int,max}} \right| \times \sqrt{\frac{C_{int,max}^2 + C_{int,max} \times C_{int,min} + C_{int,min}^2}{3}}$$

X_{int} = influence quantity of the relevant interfering compound (nmol/mol)

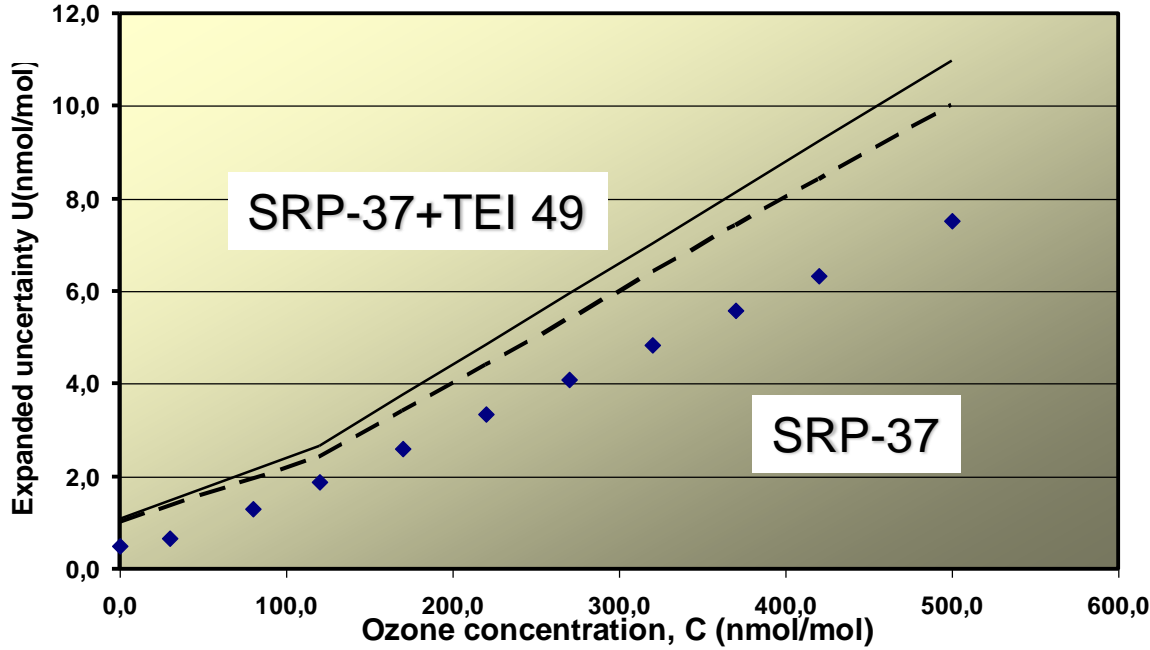
$C_{int,max}$ = maximum concentration of interfering compound

$C_{int,min}$ = minimum concentration of interfering compound

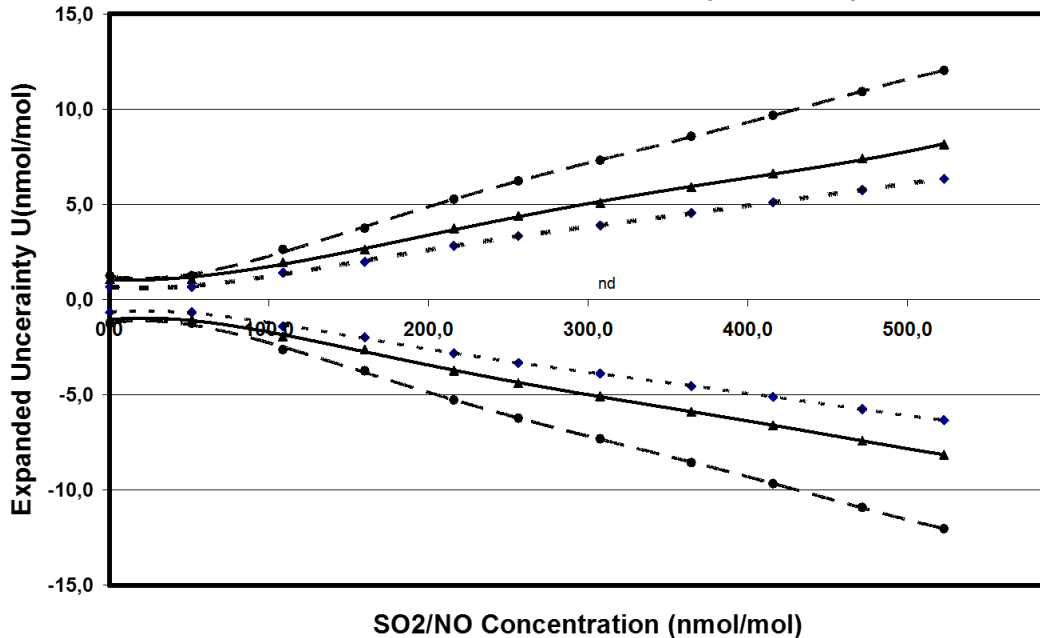


Uncertainty due to calibration:

For ozone: SRP-37 + transfer standard (TEI49 CPS)



Dynamic dilution method: critical nozzles



$C(i) = \frac{f(i)_{span}}{f(i)_{tot}} C_{SR} + \frac{f_{dil}}{f_{tot}} C_{dil}$	First derivate	$u^2(y) = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial C}{\partial x_i} \right)^2 \cdot u^2(x_i)$
$C(1) = \frac{f(bs4)}{f(bs1) + f(bs2)} C_{SR} + C_{dil}$	$\frac{\partial C(1)}{\partial f(bs4)} = \frac{C_{SR}}{f(bs1) + f(bs2)}$ $\frac{\partial C(1)}{\partial f(bs1)} = -\frac{f(bs4) \cdot C_{SR}}{(f(bs1) + f(bs2))^2}$ $\frac{\partial C(1)}{\partial f(bs2)} = -\frac{f(bs4) \cdot C_{SR}}{(f(bs1) + f(bs2))^2}$ $\frac{\partial C(1)}{\partial C_{SR}} = \frac{f(bs4)}{f(bs1) + f(bs2)}$ $\frac{\partial C(1)}{\partial C_{dil}} = 1$	$u(C(1))^2 = \left(\frac{C_{SR}}{f(bs1) + f(bs2)} \right)^2 u(bs4)^2 + \left(\frac{f(bs4) \cdot C_{SR}}{(f(bs1) + f(bs2))^2} \right)^2 (u(bs1)^2 + u(bs2)^2) + \left(\frac{f(bs4)}{f(bs1) + f(bs2)} \right)^2 u(C_{SR})^2 + u(C_{dil})^2$



Laskentaohjelma Mittausepävarmuuden laskemiseksi

<http://ilmatieteenlaitos.fi/raportit-ja-lomakkeet>

EN 14211 Ilman laatu. NO_x-pitoisuuden määrittäminen kemiluminesenssilla

Testitulokset ja yhteenveto lasketuista epävarmuuksista

Huom! Sinipohjaiset täytettäviä kohtia

Laitetyyppi: Analysaattorissa mittauskammioita on **2** kpl

	tunti	
$U_{c,rel} =$	11,8 %	
$U_c =$	12,4	nmol/mol
$u_c =$	6,2	nmol/mol

Standardi muuttumassa

Punapohjaiset lähtötiedot mittausasemien selvitetäväksi

Vertailulabra

Taulukko 1. Suoritusarvot ja niiden kriteerit

	Tulos testeissä	NO/NO ₂ :lle kriteerinä	hlv u		Vaihteluvä min	Vaihteluvälit max
1 Toistettavuuden hajonta nollapitoisuudessa	$s_{r,z} = 0,4$? 1,0 nmol/mol	0,05	lab	0,2	0,6
2 Toistettavuuden hajonta tuntiraja-arvon	$s_{r,ct} = 2$? 3,0 nmol/mol	0,20	lab	1,2	3
3 Lineaarisuus	$X_l = 3,0$? 4,0 % mitatusta arvosta	1,81	lab/kenttä	1	3,5
4 Herkkyyskerroin näytekaasun paineen muutoksille	$b_{gp} = 0,5$? 8,0 nmol/mol/kPa	0,90	vert lab	0,07	2
5 Herkk.kerr. näytekaasun lämpötilan muutoksille	$b_{gt} = 0,5$? 3,0 nmol/mol/K	1,79	vert lab	0,07	2
6 Herkkyyskerroin ympäristön lämpötilan muutoksille	$b_{st} = 1$? 3,0 nmol/mol/K	0,48	vert lab	0,4	2
7 Herkkyyskerroin jännitteen muutoksille	$b_v = 0,1$? 0,3 nmol/mol/V	0,36	vert lab	0,02	0,1



Laskentaohjelma Mittausepävarmuuden laskemiseksi

8 Häiriövaikutukset nolla- ja tuntiraja-arvopitoisuudessa										
8a	H ₂ O pitoisuus 19 mmol/mol	$X_{H_2O,z} =$	1	?	5,0	nmol/mol	0,58	valmistaja	-1,33	2
		$X_{H_2O,ct} =$	-1,3	?	5,0	nmol/mol			valmistaja	-2
8b	CO ₂ pitoisuus 500 µmol/mol	$X_{CO_2,z} =$	-1,8	?	5,0	nmol/mol	0,02		-2	2
		$X_{CO_2,ct} =$	-2,1	?	5,0	nmol/mol			-3	2
8c	O ₃ pitoisuus 200 nmol/mol	$X_{O_3,z} =$	0,5	?	2,0	nmol/mol	0,01		-0,33	0,6
		$X_{O_3,ct} =$	0,5	?	2,0	nmol/mol			-0,33	0,6
8d	NH ₃ pitoisuus 200 nmol/mol	$X_{NH_3,z} =$	-1	?	5,0	nmol/mol	0,54	vert lab	-1	0,6
		$X_{NH_3,ct} =$	-1,5	?	5,0	nmol/mol			vert lab	-2
9	Keskiarvon virhe	$X_{av} =$	3,5	?	7,0	% mitatusta arvosta	2,11	vert lab	2	5
10	Toistettavuuden hajonta					% 3 kk:n				
	kenttäolosuhteissa	$s_{rf} =$	3	?	5,0	keskiarvosta	3,14	kenttä	2,5	0,53
11	Pitkän ajanjakson ryömintä nollassa	$D_{l,z} =$	2	?	5,0	nmol/mol	1,15		1	3
12	Pitkän ajanjakson ryömintä tuntiraja-arvon pitoisuudessa	$D_{l,s} =$	4	?	5,0	% maks. sertif. alueesta	2,42		2,4	4
15	Vasteaika (nousu)	$t_{r,NO} =$	53	?	180	s				
		$t_{r,NO_2} =$	55	?	180	s				
16	Vasteaika (lasku)	$t_{f,NO} =$	50	?	180	s				
		$t_{f,NO_2} =$	51	?	180	s				
18	Näyte-/kalibrointiportin ero	$D_{sc} =$	0,35	?	1,0	%	0,21		0	
21	Konvertterin tehokkuus	$E_{konv} =$	98	?	98,0	%	1,21		95	100
22	NO ₂ -pitoisuuden kasvu	$\Delta c_{TR} =$	0,51	?	4,0	nmol/mol	0,31		0	3
23	Kalibrointikaasun epävarmuus (ks. Taulukko 4)	$u_{cg} =$	3 %	?	5	%	2,62		3	5



Laskentaohjelma Mittausepävarmuuden laskemiseksi

Taulukko 2. Olosuhteet

	kenttäolosuhteet			tyyppitestin koearvot			
	alin	ysin	alue	alin	ysin	alue	
Näytteen paineen vaihtelut	95	110	15	80	110	30	kPa
Näytteen kaasun lämpötilavaihtelu	0	30	30	0	30	30	°C
Ympäristön ilman lämpötilan vaihtelu	20	24	4	0	30	30	°C
Jännitteen vaihtelu	220	250	30	210	250	40	V

Taulukko 3. Häiriövaikutukset

		kenttäolosuhteet		tyyppitestin	
		alin	ysin	alin	ysin
		$c_{int,act,min}$	$c_{int,act,max}$	$c_{int,min}$	$c_{int,min}$
H ₂ O	mmol/mol	3	21	6	21
CO ₂	nmol/mol	1	3	0	200
O ₃	nmol/mol	0	5	0	200
NH ₃	nmol/mol	50	300	0	500

Taulukko 4. Mittauspaikan olosuhteet ja toimintaparametrit

	mittauspaikka	tyyppitesti
Kalibrointikaasun epävarmuus	± 5 %	± 5 %
Tuntimittausten lukumäärä vuodessa	7 500	
Kalibrointitaajuus (per vuosi)	4	4

Taulukko 5. Pitoisuudet

Tuntiraja-arvo	104,6025	nmol/mol
Vuosiraja-arvo	20,9205	nmol/mol
tuntiraja-arvoa vastaava testipitoisuus	125	nmol/mol
testipitoisuus mittausalueelle (70-80% alueesta)	505	nmol/mol
keskiarvopitoisuus pitkän ajanjakson ryöminnän tarkastelun aikana	20	nmol/mol



Laskentaohjelma Mittausepävarmuuden laskemiseksi

EN 14212 Ilman laatu. NOx-pitoisuuden määrittäminen kemiluminesenssilla

Liite G Epävarmuuden laskeminen kenttämittausten tuntiraja-arvolle

G.1 Epävarmuus tuntiraja-arvolle

G.1.1 Yhdistetty standardi epävarmuus

$$u_c = 5,12 \text{ nmol/mol} \quad (\text{H.1})$$

$$U_c = k \cdot u_c = 10,2 \text{ nmol/mol} \quad (\text{kun } k = 2) \quad (\text{H.2})$$

$$U_{c,rel} = 9,8 \% \quad (\text{H.3})$$

G.1.2 Standardiepävarmuudet

Epävarmuus toistettavuudelle nollassa

$$u_{r,z} = 0,051 \text{ nmol/mol} \quad (G.9) \quad u_{r,z} = \frac{s_{r,z}}{\sqrt{m}}$$

, missä yksittäisten mittausten lkm

$$m = 70 \quad (G.10) \quad m = \frac{2t}{t_r + t_f}$$

t = 3600 s
t_r = 53 s
t_f = 50 s
s_{r,z} = 0,43 nmol/mol

vakio arvo
vasteaika (nousu)
vasteaika (lasku)
toistettavuus nollassa

Epävarmuus toistettavuudelle tuntiraja-arvon pitoisuudessa

$$u_{r,th} = 0,19 \text{ nmol/mol} \quad (G.11) \quad u_{r,th} = \frac{s_{r,th}}{\sqrt{m}}$$

, missä yksittäisten mittausten lkm

$$m = 70 \quad (G.12) \quad m = \frac{2t}{t_r + t_f}$$

ja toistettavuuden hajonta tuntiraja-arvon pitoisuudessa

$$s_{r,th} = 1,589958 \quad (G.13) \quad s_{r,th} = \frac{l_h}{c_t} s_{r,ct}$$

t = 3600 s
t_r = 53 s
t_f = 50 s
l_h = 104,60251 nmol/mol
c_t = 125 nmol/mol
s_{r,ct} = 1,9 nmol/mol

vasteaika (nousu)
vasteaika (lasku)
tuntiraja-arvo
testikaasun pitoisuus
toist. hajonta testikaasun pit.

Epävarmuus lineaarisudelle tuntiraja-arvon pitoisuudessa

$$u_{l,h} = 1,27 \text{ nmol/mol} \quad (G.14) \quad u_{l,h} = \frac{r_{max}}{100} \frac{l_h}{\sqrt{3}}$$

r_{max} = 2,1 %
l_h = 104,60251 nmol/mol

lineaarisuus
tuntiraja-arvo

Epävarmuus näytekkaasun paineen muutoksille

$$u_{sp,act} = 0,41 \text{ nmol/mol} \quad (H.4) \quad u_{sp,act} = \frac{l_h b_{sp}}{c_t} \sqrt{\frac{(P_2 - P_1)^2}{3}}$$

missä, l_h = 104,60251 nmol/mol
c_t = 505 nmol/mol
b_{sp} = 0,23 nmol/mol/Pa

tuntiraja-arvo
testikaasun pitoisuus (70-80 % NO alueesta)
herkkyyskerron paineen muutoksille

Epävarmuus jännitteen muutoksille

$$u_{v,act} = 0,50 \text{ nmol/mol} \quad (H.7) \quad u_{v,act} = \frac{l_h b_v}{c_t} \sqrt{\frac{(V_2 - V_1)^2}{3}}$$

l_h = 104,60251 nmol/mol
c_t = 505 nmol/mol
b_v = 0,14 nmol/mol
V₂ = 250 V
V₁ = 220 V

tuntiraja-arvo
testikaasun pitoisuus (70-80 % NO alueesta)
herkkyyskerr. jännitteen muutoksille
yläraja
alaraja

Epävarmuus kosteuden vaikutuksesta

$$u_{H2O,act} = b_{H2O} \sqrt{\frac{c_{H2O,max,act}^2 + c_{H2O,max,act} \times c_{H2O,min,act} + c_{H2O,min,act}^2}{3}}$$

$$u_{H2O,act} = -0,95 \text{ nmol/mol, kun:} \quad (H.8)$$

todellisen kosteuspitoisuuden vaikutus nollassa (ppb)

$$q_{H2O,z} = -1,2 \text{ nmol/mol} \quad (G.22) \quad q_{H2O,z} = \left(\frac{21}{19}\right) X_{H2O,z}$$

todellisen kosteuspitoisuuden vaikutus testikaasun pitoisuudessa (ppb)

$$q_{H2O,ct} = -1,4 \text{ nmol/mol} \quad (G.23) \quad q_{H2O,ct} = \left(\frac{21}{19}\right) X_{H2O,ct}$$

todellisen kosteuspitoisuuden vaikutus raja-arvon pitoisuudessa

$$b_{H2O,act} = -0,1 \text{ nmol/mol} \quad (G.24) \quad b_{H2O} = \frac{1}{c_{H2O}} \left[q_{H2O,z} + (q_{H2O,ct} - q_{H2O,z}) \frac{l_h}{c_t} \right]$$

X_{H2O,z} = -1,1 nmol/mol 21 ppb kosteuspitoisuuden vaikutus nollassa
X_{H2O,ct} = -1,3 nmol/mol 21 ppb kosteuspitoisuuden vaikutus testikaasun pitoisuudessa
c_{H2O,act,max} = 21 nmol/mol todellinen kosteuden maksimipitoisuus
c_{H2O,act,min} = 3 nmol/mol todellinen kosteuden minimipitoisuus
c_{H2O} = 19 nmol/mol tyyppitestauksessa käytetty maksimi kosteuspitoisuus
c_t = 125 testikaasun pitoisuus
l_h = 104,6025 tuntiraja-arvo

Epävarmuus muiden häiritsevien komponenttien vaikutuksesta

$$u_{int,act} = b_{int} \sqrt{\frac{c_{int,act,max}^2 + c_{int,act,max} \times c_{int,act,min} + c_{int,act,min}^2}{3}}$$

(H.9)

häiritsevän komponentin todellisen pitoisuuden vaikutus raja-arvon pitoisuudessa

$$b_{int} = \frac{1}{c_t} \left[X_{int,z} + (X_{int,ct} - X_{int,z}) \frac{l_h}{c_t} \right] \quad (G.26)$$

Yhtäloista H.9 - G26 saadaan:

CO ₂		O ₃		NH ₃	
b _{CO2}	b _{O3}	b _{NH3}			
0,0	0,0	0,0			
nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol
u _{CO2,act}	u _{O3,act}	u _{NH3,act}			
nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol	nmol/mol
-0,02	0,01	0,15			

Jako positiivisesti ja negatiivisesti vaikuttaviin häiriöihin:
S(u_{int,act,pos}) = 0,01 0,15 = 0,16
S(u_{int,act,neg}) = -0,02 = -0,02

u_{int,act,pos} = 0,16 nmol/mol
u_{int,act,neg} = 0,02 nmol/mol

Edellä saaduista valitaan suurin arvo edustamaan häiritsevien komponenttien epävarmuutta:

$$u_{int,act} = 0,16 \text{ nmol/mol}$$

Epävarmuus keskiarvon virheelle

$$u_{av} = 2,1 \text{ nmol/mol} \quad (G.30) \quad u_{av} = \frac{E_{av}}{100} \frac{l_h}{\sqrt{3}}$$

E_{av} = 3,5 % keskiarvotamisen virhe (% mitatusta arvosta)
l_h = 104,6025 nmol/mol tuntiraja-arvo

Epävarmuus toistettavuudelle kenttäolosuhteissa

$$u_{r,f} = 1,99 \text{ nmol/mol} \quad (G.36) \quad u_{r,f} = \frac{S_{r,f}}{100} l_h$$

S_{r,f} = 1,9 % toistettavuuden hajonta kenttäolosuhteissa
l_h = 104,6025 nmol/mol tuntiraja-arvo

Epävarmuus pitkän ajanjakson ryönnälle nollassa

$$u_{D,1,z} = 0,50 \text{ nmol/mol} \quad (H.12) \quad u_{D,1,z} = \frac{D_{1,z}}{\sqrt{3}}$$

D_{1,z} = 0,87 nmol/mol pitkän ajanjakson ryönnät nollassa

Epävarmuus pitkän ajan ryönnälle tuntiraja-arvon pitoisuudessa

$$u_{d,1,h} = 1,51 \text{ nmol/mol} \quad (H.13) \quad u_{d,1,h} = \frac{D_{1,span}}{100} \frac{l_h}{\sqrt{3}}$$

D_{1,span} = 2,5 nmol/mol pitkän ajanjakson ryönnät tuntiraja-arvon pitoisuudessa
l_h = 104,6025 nmol/mol tuntiraja-arvo

Epävarmuus kalibrointikaasulle

$$u_{cg} = 2,62 \text{ nmol/mol} \quad (G.31) \quad u_{cg} = \frac{W_{cg}}{2 \times 100} l_h$$

W_{cg} = 5,0 % laajennettu epävarmuus kalibrointikaasulle
l_h = 104,6025 nmol/mol tuntiraja-arvo

Epävarmuus kalibrointiportin ja näyteportin erolle

$$u_{usc} = 0,37 \text{ nmol/mol} \quad (G.32) \quad u_{usc} = \frac{\Delta x_{scf}}{100} l_h$$

Direktiivi 99/30/EC kriteeri

$$U_{c,rel} < U_{req,rel} \text{ on tosi, kun } U_{req,rel} = 15 \%$$

➔ Kriteeri täyttyy



Combined standard uncertainty:

$$u_c = \sqrt{u_{r,z}^2 + u_{r,lv}^2 + u_{l,lv}^2 + u_{gp}^2 + u_{gt}^2 + u_{st}^2 + u_V^2 + u_{H_2O}^2 + (u_{int,pos}^2 \text{ or } u_{int,neg}^2) + u_{av}^2 + u_{Dsc}^2 + u_{cg}^2}$$

Expanded uncertainty:

$$U_c = k \times u_c$$

$$U_{c,rel} = \frac{U_c}{h_{lv}} \times 100$$



Characteristics	Symbol	crit.	res.			u(p) nmol/mol	u(p)^2 (nmol/mol)
Repeatability at zero	rl,z	1,0	0,40	nmol/mol		0,40	0,16
Repeatability at span	rl,s	3,0	2,0	nmol/mol		0,12	0,01
Linearity	Xl	5,0	2,0	%		1,39	1,9
Dependence on pressure	bsp	8,0	0,40	nmol/mol/kPa		3,30	10,9
Dependence on temperature	bgt	3,00	0,32	nmol/mol/K		2,60	6,8
Environment temperature		3,00	0,25	nmol/mol/K		1,00	1,0
Dependence on line voltage	bV-	0,30	0,30	nmol/mol/V		0,65	0,42
Interferences							
H2O at 18.000 mmol/mol	XH2O,z	5	-2,0	nmol/mol		1,90	3,6
H2O konsentraatiossa 21.	XH2O, c(t)	5	-2,5	nmol/mol		1,90	3,6
Averaging error	Xav	7,0	4,5	% measured value		1,30	1,69
Repeatability on field	rf	5,0	2,0	% 3 kk:n k		0,80	0,64
Long term drift at zero	DI,z	5,0	5,0	nmol/mol		2,89	8,33
Long term drift at span	DI,lv	5,0	5,0	% mean over 3monthk		3,46	12,00
Calibration uncertainty	X(cg)	5,0	5,0	% measured value		3,00	9,00
Combined standard uncertai	u(c)(abs)		7,62	nmol/mol			
Expanded uncertainty	U(c)(abs)		15,2	nmol/mol			
Expanded relative un	U(c)(rel)		12,7	%		less than 15%	



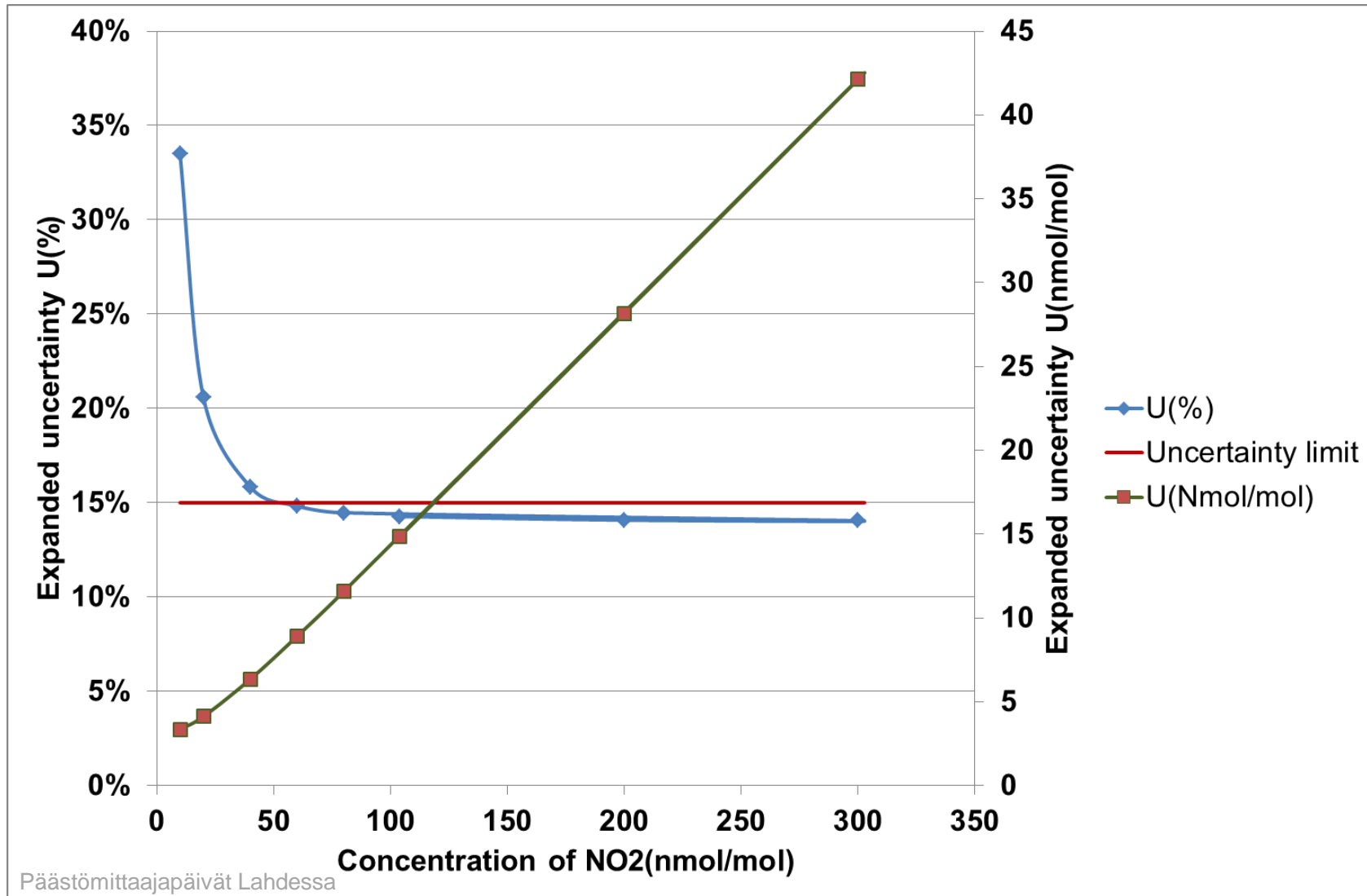
Mittausominaisuuksien suhteelliset osuudet laajennetusta epävarmuudesta eri kaasulla

STANDARDIPÄVARMUUS

	symboli	Typpidio ksidi	Otsoni	Rikkidioksi di	Hiilomonoksidi
Toistettavuus nollassa	ur,z =	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %
Toistettavuus tuntiraja-arvon pitoisuudessa	ur,lv =				
Lineaarisuus tuntiraja-arvon pitoisuudessa	ul,lv =	9,6 %	6,0 %	10,2 %	4,2 %
Näytekaasun paineen muutos	ugp =	2,4 %	1,7 %	4,2 %	5,2 %
Näytekaasun lämpötilamuutos	ugt =	9,4 %	41,5 %	13,1 %	14,3 %
Ympäristön lämpötilan muutos	ust =	1,5 %	6,6 %	14,3 %	1,6 %
Jännitteen muutos	uv =	0,4 %	1,7 %	5,1 %	14,3 %
Kosteuden vaikutus	uH ₂ O,act =	1,0 %	3,6 %	5,9 %	9,3 %
Muut häiritsevät komponentit	uint,act =	0,9 %	2,0 %	0,7 %	15,5 %
Keskiarvon virhe	uav =	13,1 %	8,2 %	18,1 %	6,0 %
Kalibrointiportin ja näyteportin ero	uDsc =	0,1 %	0,3 %	0,8 %	0,2 %
Toistettavuus kenttäolosuhteissa	ur,f =	28,8 %	5,8 %	12,3 %	18,1 %
Pitkän ajanjakson ryömintä nollassa	ud,l,z =	3,9 %	7,4 %	0,5 %	3,6 %
Pitkän ajan ryömintä tuntiraja-arvon pitoisuudessa	ud,l,lv =	17,1 %	10,7 %	7,1 %	2,7 %
Kalibrointikaasu	ucg =	7,2 %	4,5 %	7,7 %	4,5 %
Konvertterin tehokkuus	uEC =	4,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Epävarmuus NO ₂ -pitoisuuden kasvulle asettumisai	uDCTR =	0,3 %			

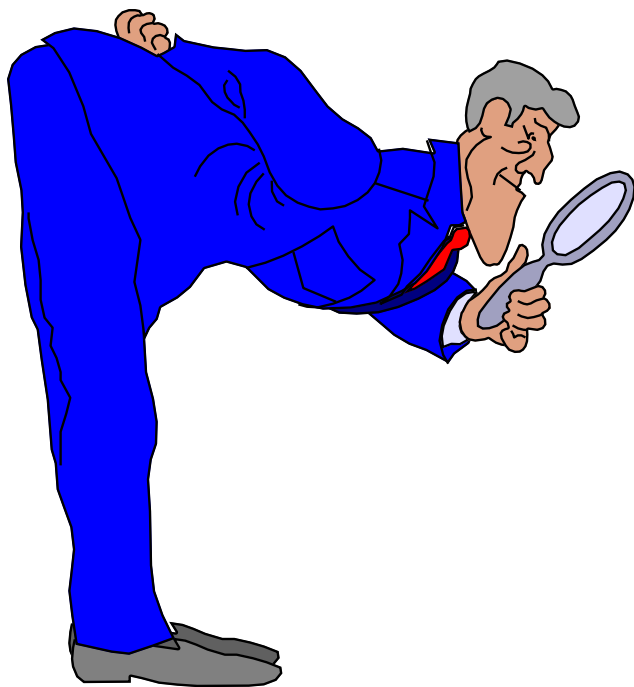


NO₂ epävarmuus kenttämittauksissa (esimerkki)





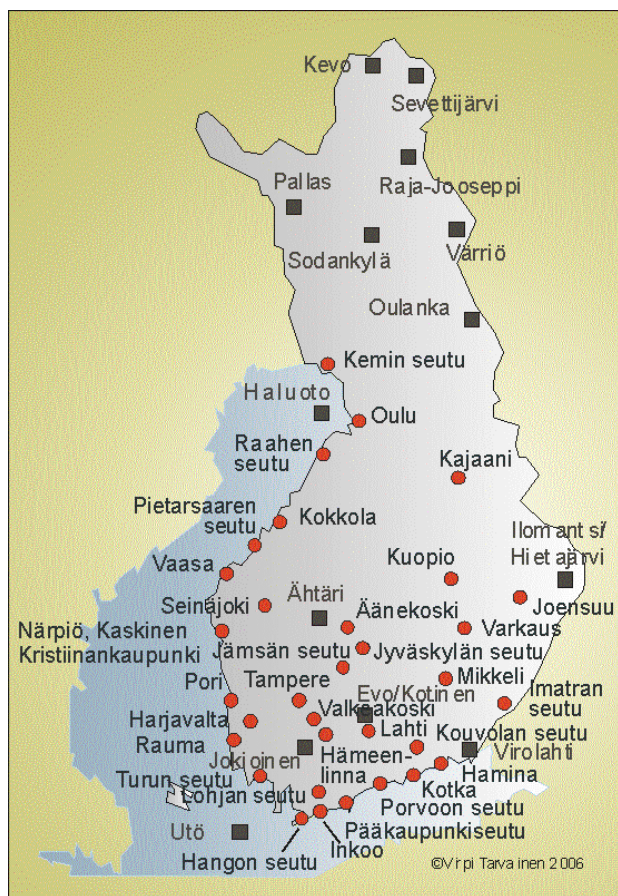
QA/QC Programme at field station





Air Quality Networks

- 34 local networks, 160 measurement sites
SO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, TSP, O₃, CO, TRS, heavy metals, PAH, VOC
- National/International background air quality network, 18 measurement sites, run by FMI SO₂, NO_x, O₃, VOC, Hg, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₄, heavy metals, PAH, pH, conductivity, main ions, heavy metals, HNO₃+NO₃, NH₃+NH₄



QA/QC Procedures by CEN Requirements for Gases:

Span and zero checks: daily/weekly

Sampling lines: cleaning 6 month

Particulate filters: change according to experience, 2 week - 3 month

Linearity check (once a year + after repair)

Calibration at least every 3-months

Check site calibration standards (6-month)

Test sample manifold (3-years+

< 2% loss)

Taulukko 6: Laadunvarmennustoimet kenttäolosuhteissa:

Calibration, checks and maintenance	Frequency	Action criteria ^{d,h}
Calibration of the analyser	At least every three months and after repair	
Verification of gases used for zero and span checks	At least every six months	Zero: \geq detection limit Span: \geq 5,0 % from last certified value
Zero and span check	At least every two weeks ^a	Zero: ≤ -4 or ≥ 4 nmol/mol Span: \geq 5,0 % of initial span value
Repeatability at zero and span of the analyser	In combination with calibration, using the data from the calibration	Repeatability standard deviation at zero: 1,0 nmol/mol Repeatability standard deviation at span: 0,75% of span
Lack of fit check (to be performed in laboratory or in field)	Within 1 year after initial installation and after repair; Further frequency depending on the result of test	lack of fit $> 4,0$ % of the measured value Lack of fit > 5 nmol/mol at zero
Converter efficiency	At least every year	< 95 % ^{e,f,g}



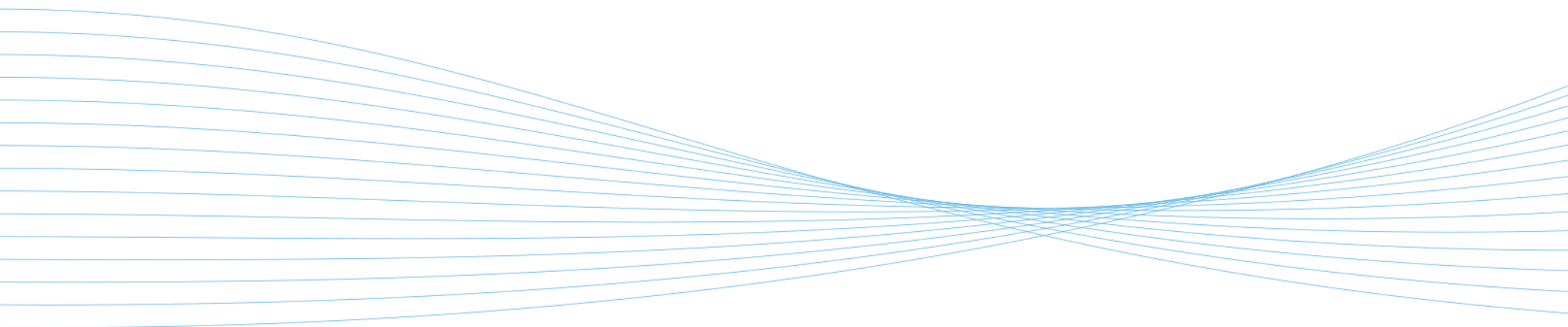
Laadunvarmennustoimet kenttäolosuhteissa:

Calibration, checks and maintenance	Frequency	Action criteria ^e
Testing sample manifold -influence of pressure drop induced by the manifold pump - sample collection efficiency	At least every three years	influence ≥ 1.0 % of measured value influence ≥ 2.0 % of the measured value
Change of particulate filters ^b of the sampling system at the sampling inlet and/or at the analyser inlet	Depending on the results of a test as prescribed in 9.3, but at least every three months ^c	Response to span gas passing the filter is ≤ 97.0 %
Test of the sampling lines	At least every six months ^c	≥ 2.0 % sample loss
Changing of (if applicable): drying material and other consumables	At least every six months ^c	As required
Regular maintenance of components of the analyser	As required by manufacturer	As required



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

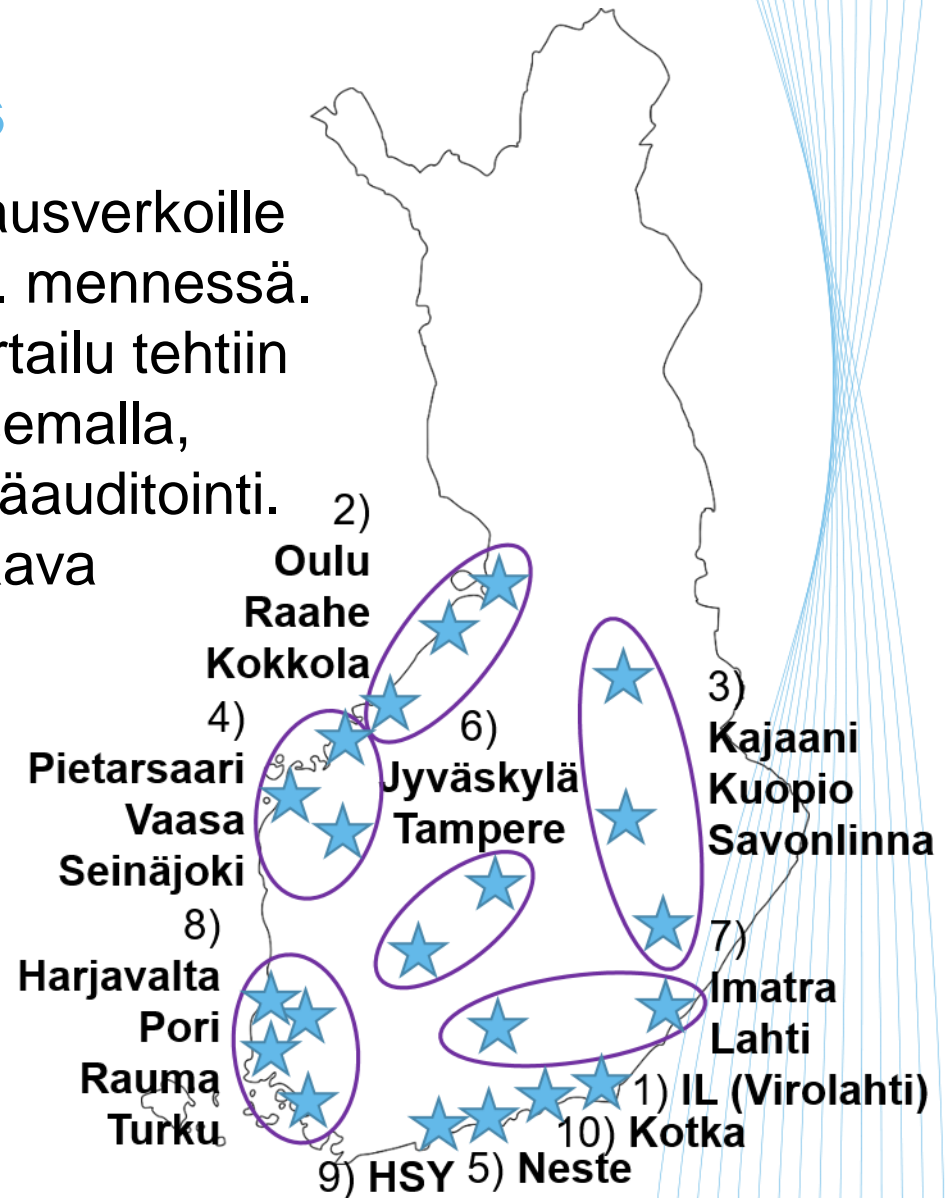
Vertailulaboratorio





Vertailumittauskierros

- Osallistumiskutsu lähetettiin mittausverkoille 29.5.2017, ilmoittautuminen 26.6. mennessä.
- Ajanjaksolla elokuu – lokakuu vertailu tehtiin yhteensä 21 mittausverkon 28 asemalla, samalla laatujärjestelmä- ja kenttäauditointi.
- Kahdelle asemalle annettiin korjaava vertailu marraskuussa.
- Yhdellä asemalla suoritettiin uusintavertailu tammikuussa.





Vertailumenetelmät

- Vertailupitoisuudet SO_2 :lle ja NO :lle tuotettiin laimentamalla kaasu-normaalista syötettyä pitoisuutta synteettiseen ilmaan, joka toimi myös ns. nollakaasuna. Laimentimen toiminta perustuu ns. kriittisten aukkojen läpäisemään kaasuvirtaukseen.



- Vertailupitoisuudet O_3 :lle tuotettiin O_3 -kalibraattorilla, jonka jäljitettävyyks oli ylläpidetty kansalliseen O_3 :n primaarinormaliin (SRP-37). Nollakaasu tehtiin huoneilmasta aktiivihiilellä suodattamalla.

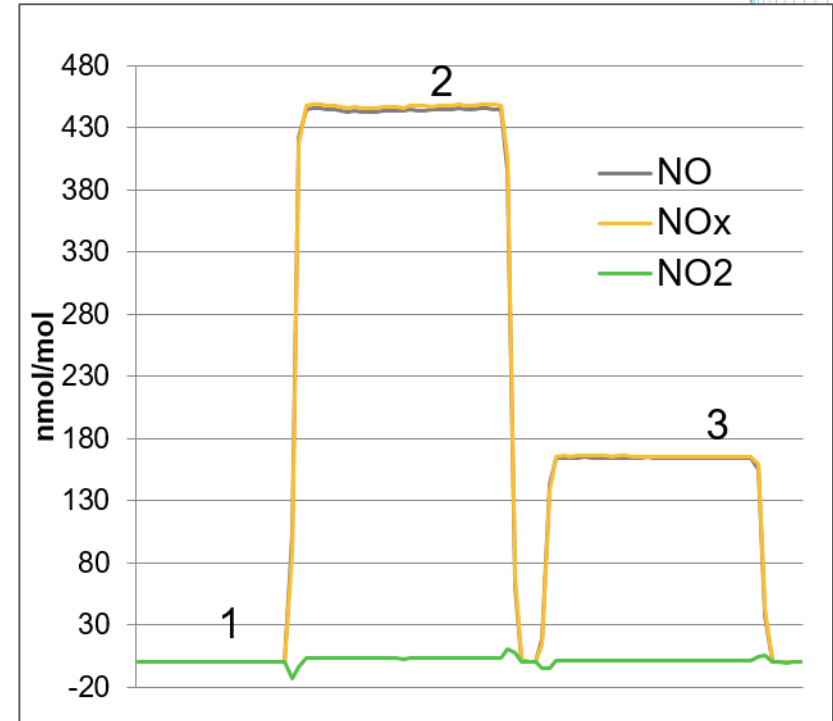


Vertailumenetelmät

•Kutakin vertailukaasua tuotettiin kahta eri pitoisuutta, matalaa ja korkeahkoa:

1. Nollailmaa: 15 min
2. Vertailukaasunäyte I: 30 min
3. Vertailukaasunäyte II: 30 min
4. Nollailmaa: 15 min

•Alun nollailman jälkeen syötettiin ensin korkeampi vertailupitoisuus, koska käytettävät kaasulinjat haluttiin kyllästää vertailupitoisuudella, ja tämä on parhaiten toteutettavissa korkealla pitoisuudella.





Vertailuarvojen määrittäminen

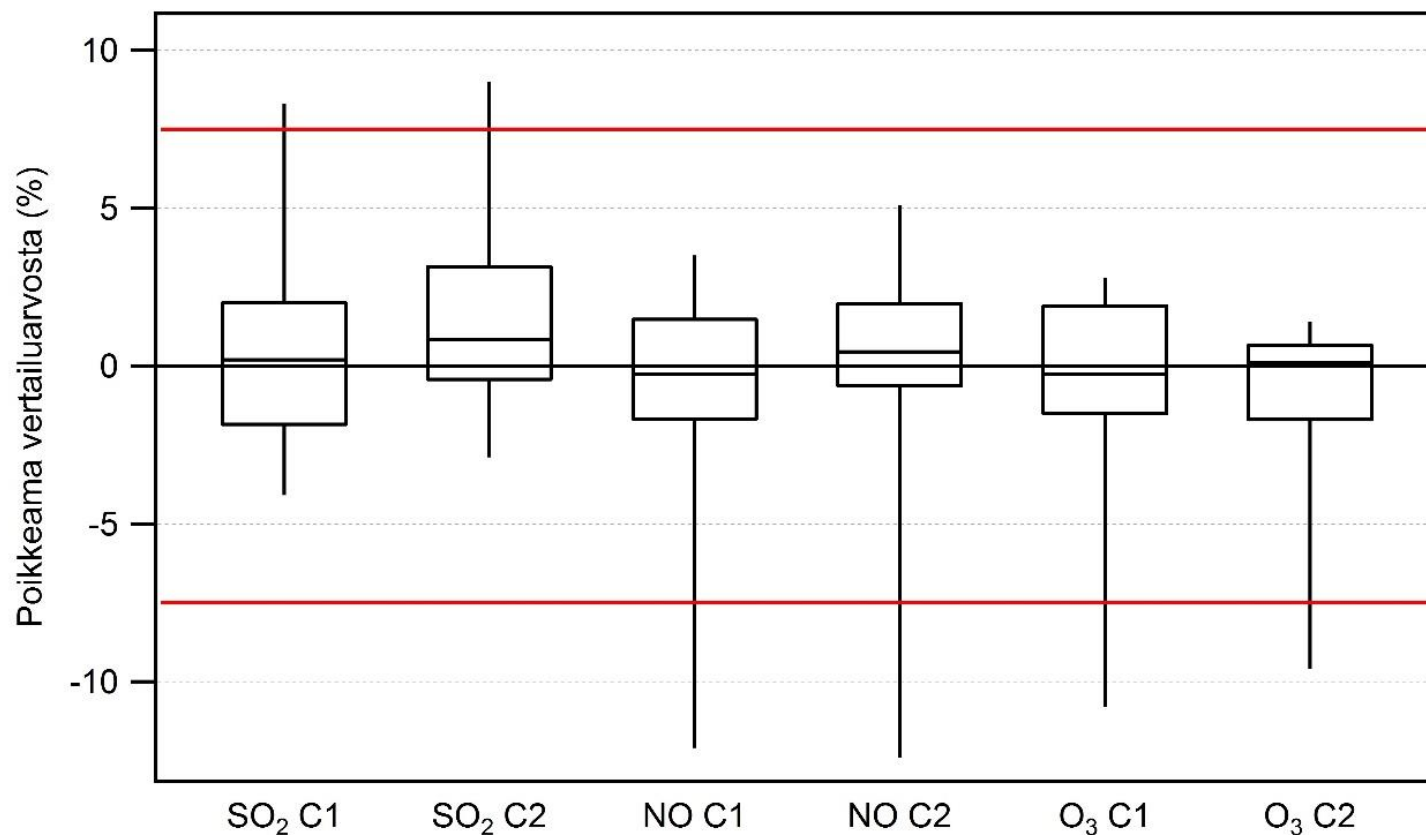
- Vertailuarvot määritettiin IL:n kalibrointilaboratoriossa noudattaen laboratorion laatu järjestelmää.
- Vertailuarvojen määrittäminen perustuu ennen vertailukampanjaa, sen keskipaikoilla ja sen loputtua tehtyjen laboratorio määrittäysten keskiarvoon ja standardipoikkeamaan.
- Vertailuarvot ovat jäljitettäviä SI-yksikköön tai kansalliseen otsonin primaaristandardiin (SRP-37).

Vertailuarvo	SO ₂ (nmol/mol)	NO (nmol/mol)	O ₃ (nmol/mol)
matalampi pitoisuus (C1)	50,8 ± 0,5	165,5 ± 0,4	42,8 ± 0,5
korkeampi pitoisuus (C2)	162,1 ± 1,0	445,3 ± 1,3	136,8 ± 1,3



Vertailumittausten tulokset

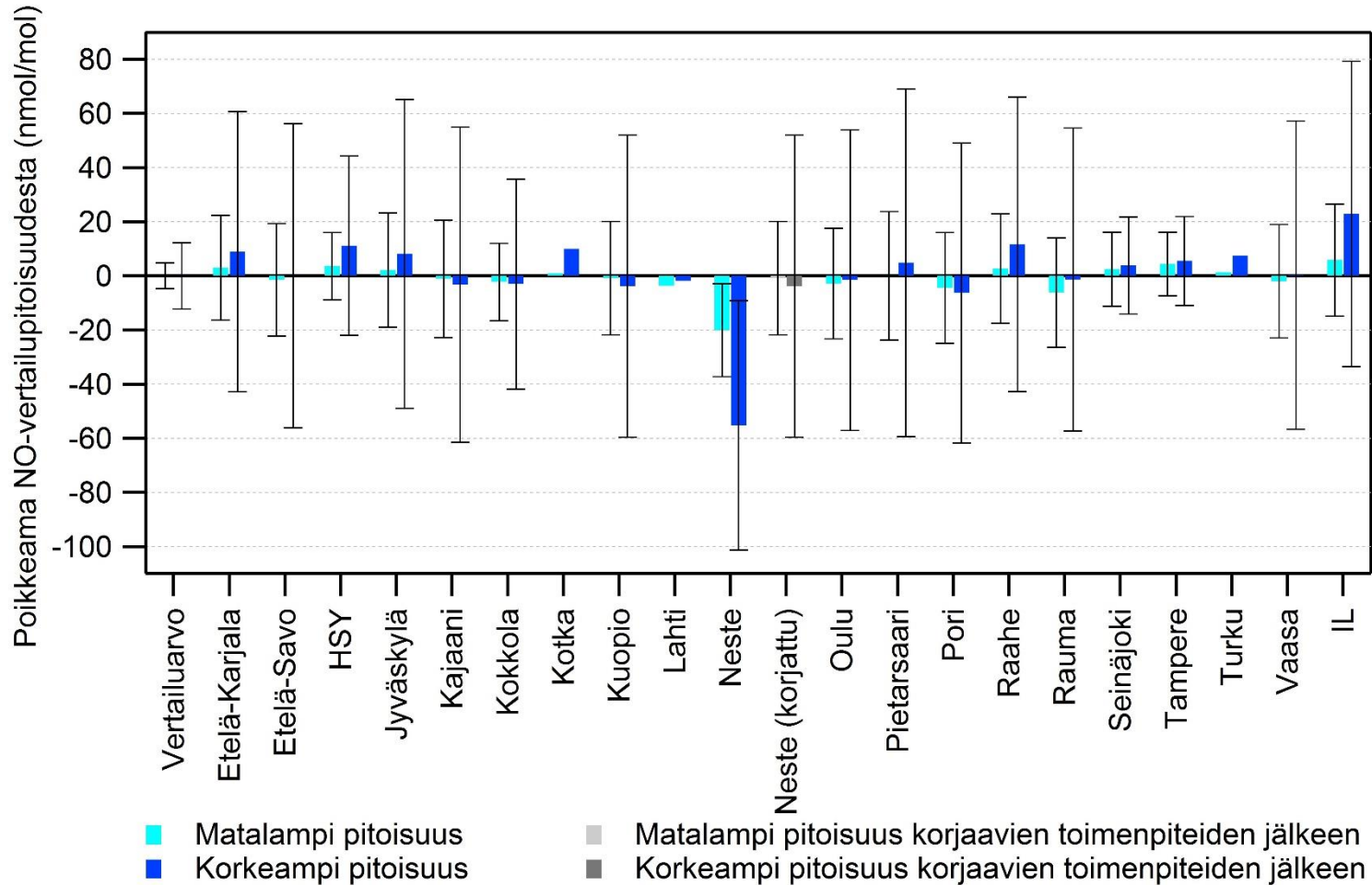
- Tulokset kootusti suhteellisena poikkeamana vertailuarvosta





Tulokset epävarmuuksineen: NO

- Tulokset verkoittain poikkeamana vertailupitoisuudesta

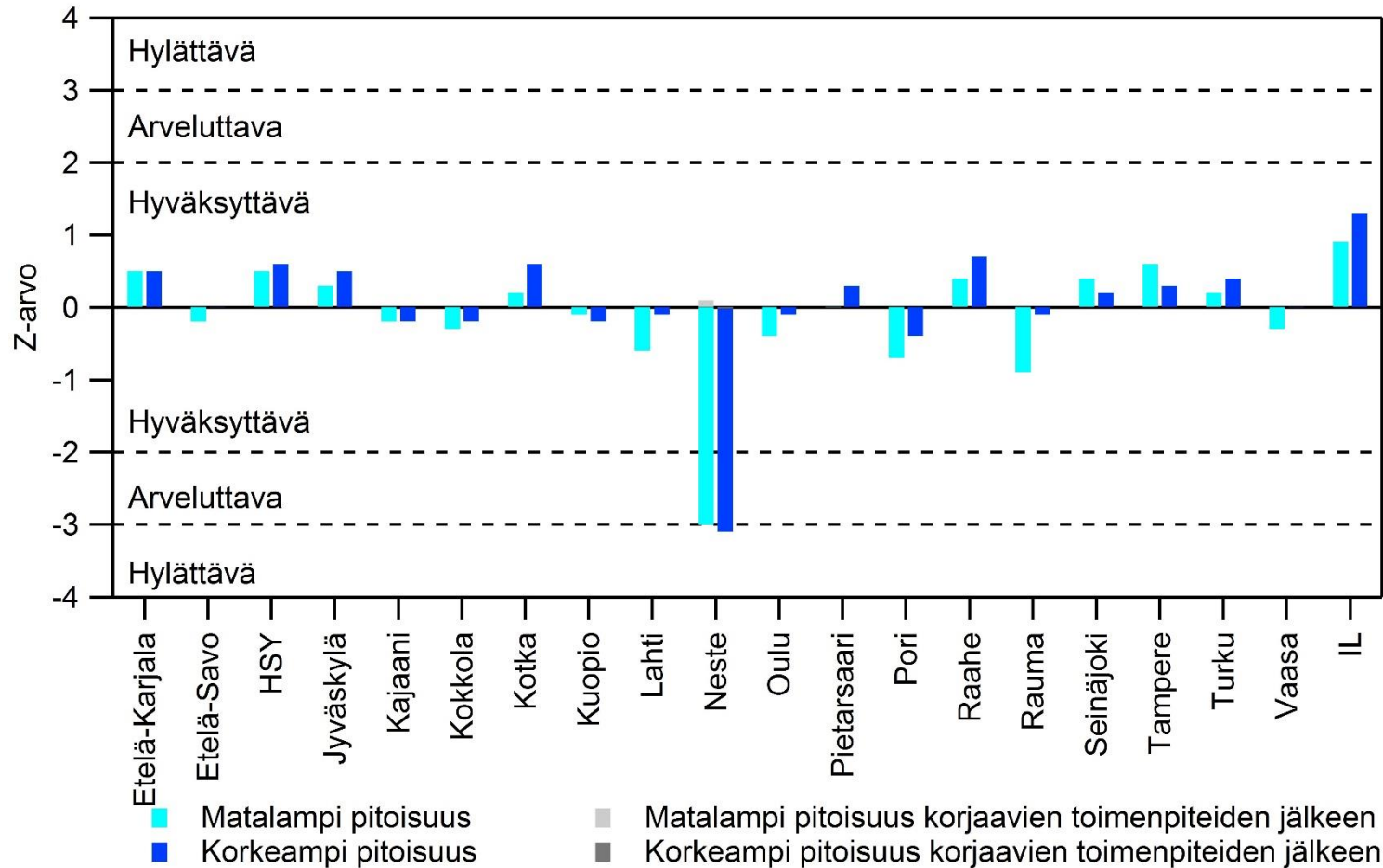




Z-arvot: NO

Tulokset verkoittain Z-arvoina

$$\zeta = 0.075 \cdot C \text{ nmol/mol}$$





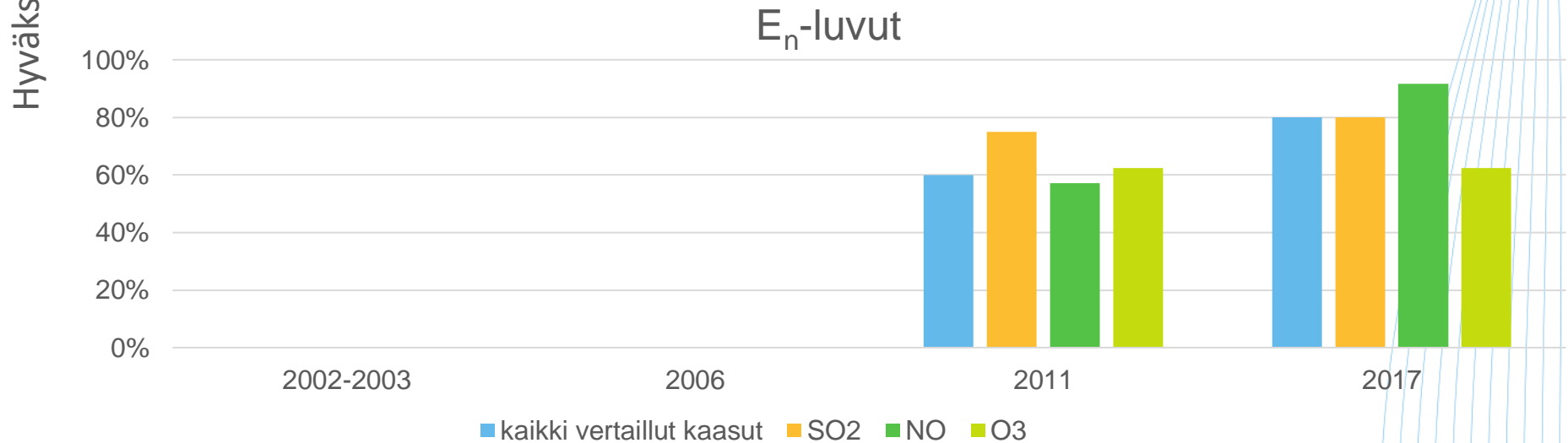
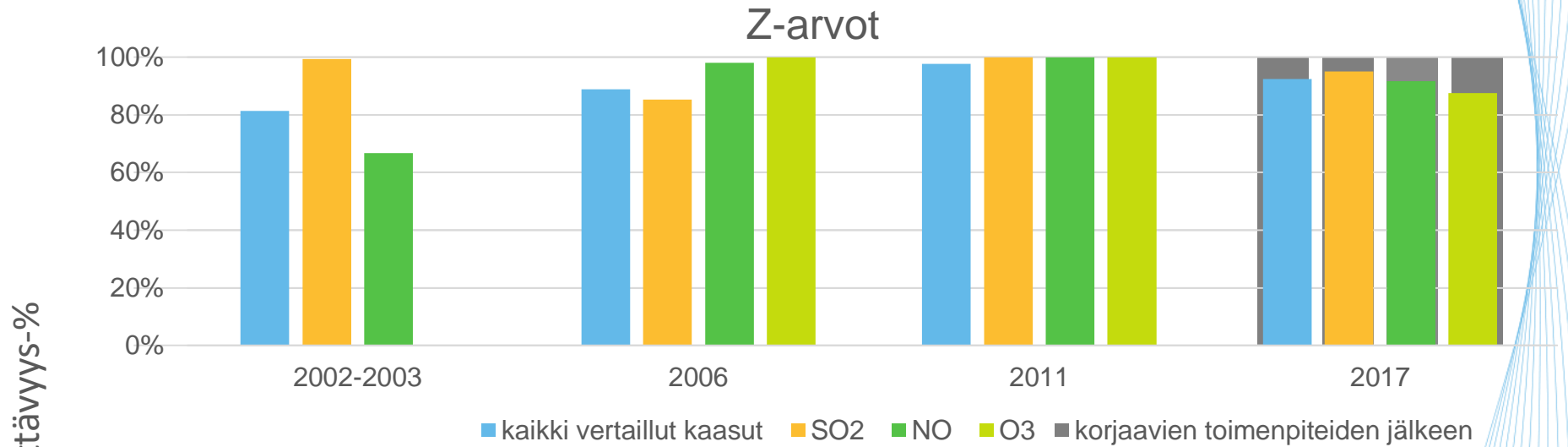
Kooste vertailumittausten tuloksista

Komponentti	Vertailumittausten lkm	Hyväksytyt $ Z \leq 2$ (lkm)	Hyväksytyt $ E_n \leq 1$ (lkm)	Hyväksytyt $ Z \leq 2$ (%)	Hyväksytyt $ E_n \leq 1$ (%)
SO ₂	24	22	22	91.7	91.7
NO	40	38	32	95.0	80.0
O ₃	16	14	10	87.5	62.5
Kaikki	80	74	64	92.5	80.0

- Muutama mittausverkko ei raportoinut mittausepävarmuuksia, joten niille ei voitu laskea E_n -lukuja, eivätkä ne siten täytä hyväksyttävyysskriteerejä.
- Kun huomioidaan korjaavien toimenpiteiden jälkeen raportoidut tulokset, ovat kaikki tulokset hyväksyttäviä Z-arvojen osalta.
- Tulokset ovat parantuneet vuonna 2011 tehdyn vertailumittauskampanjan tuloksista E_n -lukujen osalta, mutta hieman heikentyneet Z-arvojen osalta.



Vertailutulosten kehitys 2002 – 2017





Poikkeamat referenssiarvosta EC/JRC/Ispra: NO

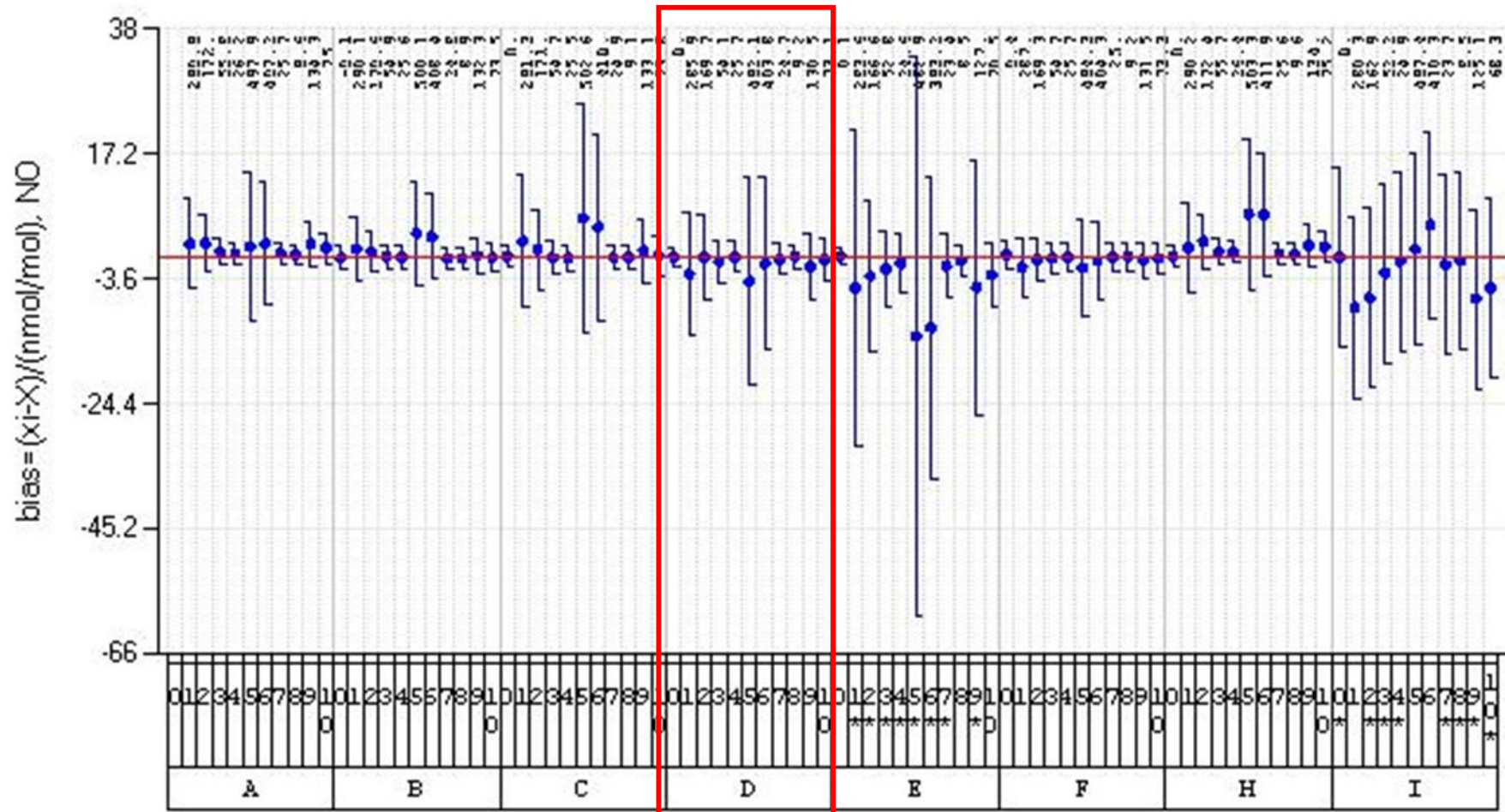
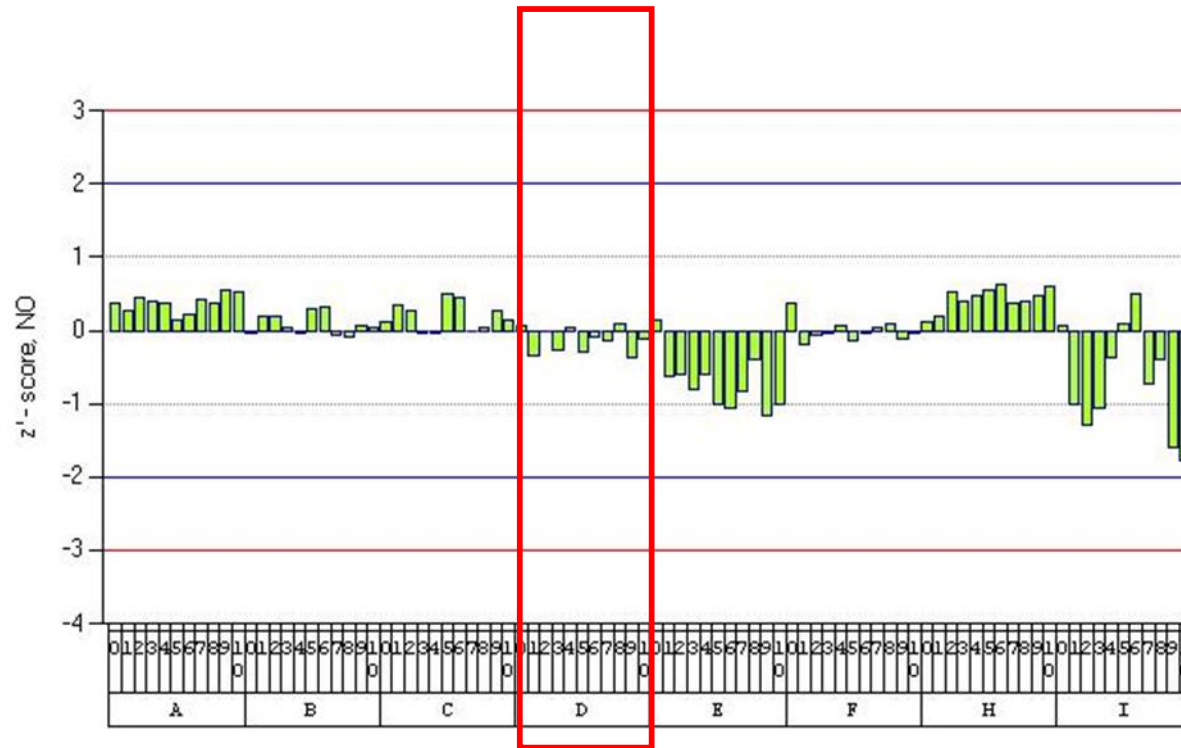


Figure 1: Bias of participant's NO measurement results

Expanded uncertainty of bias for each run is presented as error bar. Results with error bars touching or crossing the x-axis are satisfactory. For each evaluation the run number (numbers 0 to 10) together with the participants rounded run average (nmol/mol) is given. The '*' mark indicates reported standard uncertainties bigger than σ_p. Participant A



Z-arvot EC/JRC Ispra: NO



$$\zeta = 0.024 * C + 1 \text{ nmol/mol}$$

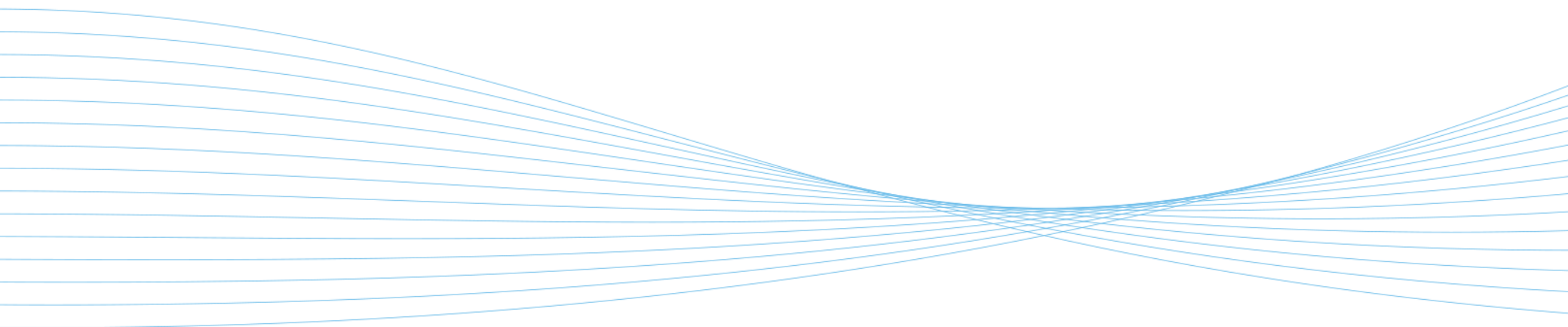
Figure 1: Z'-score evaluations of NO measurements

Scores are given for each participant and each tested concentration level (run). Run number order (with nominal concentration) is: 0 (0 nmol/mol), 1 (280 nmol/mol), 2 (160 nmol/mol), 3 (55 nmol/mol), 4 (33 nmol/mol), 5 (480 nmol/mol), 6 (390 nmol/mol), 7 (25 nmol/mol), 8 (13 nmol/mol), 9 (130 nmol/mol), 10 (70 nmol/mol). The assessment criteria are presented as $z' = \pm 2$ (blue line) and $z' = \pm 3$ (red line). They represent the limits for the questionable and unsatisfactory results.



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Projekteja





Vastaavuuden I. ekvivalenttisuuden osoitus hiukkasmittauslaitteille (PM2.5 & PM10)

GUIDE TO THE DEMONSTRATION OF EQUIVALENCE OF AMBIENT AIR MONITORING METHODS



DEMONSTRATION OF THE EQUIVALENCE OF PM_{2.5} AND PM₁₀ MEASUREMENT METHODS IN KUOPIO 2014-2015

JARI WALDEN
TUOMAS WALDEN
SISKO LAURILA
HANNELE HAKOLA



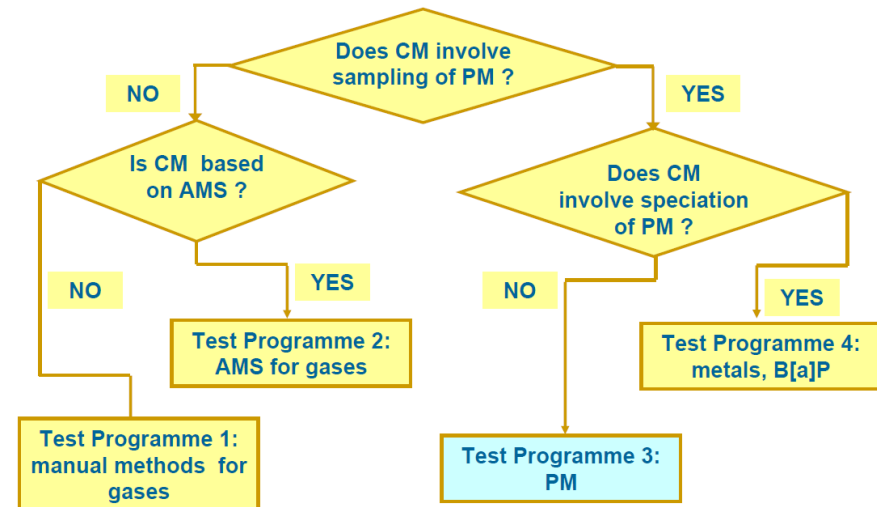
INSTRUMENTS	REPRESENTATIVE / MANUFACTURER	Method	PM10/PM2.5 inlet	Sample tube	Field campaign
REFERENCE SAMPLER	Leckel SEQ 47/50	Sequential sampler	Leckel	Ambient	T/S
Environnement MP-101+CPM	ENVIRONNEMENT SA (France)	β-attenuation + optical	Environment EN	Shield tube, ambient temp	T/S
GRIMM-180	FMI Estonian Environmental Research Centre (Estonia)	Optical (light scattering)	Grimm	Shield tube,	T/S
SHARP 5030	FMI / THERMO Electron Co. (USA)	Light scattering + β-attenuation	Digital / EN	Heated 35 °C	T/S
FH-62-IR	FMI / THERMO Electron Co. (USA)	β-attenuation	Digital / EN	Heated 35 °C	T/S
BAM 1020	Estonian Environmental Research Centre (Estonia)	β-attenuation	US-EPA	Heated 40 °C	T/S
TEOM-1405	JPP-kalibrointi ky, FMI Hnu-Nordion (Finland) / Turmkey Instruments	Tapered Element Oscillating Microbalance	US-EPA	Heated 50 °C	T/S
OSIRIS	Hnu-Nordion (Finland) / Turmkey Instruments	Optical (nephelometer)	Osiris	Heated 35 °C	T/S
DUST TRAK DRX 8633	TSI Inc (USA)	Optical (light scattering)	TSI	Ambient	S



Report by an EC Working Group on
Guidance for the Demonstration of Equivalence

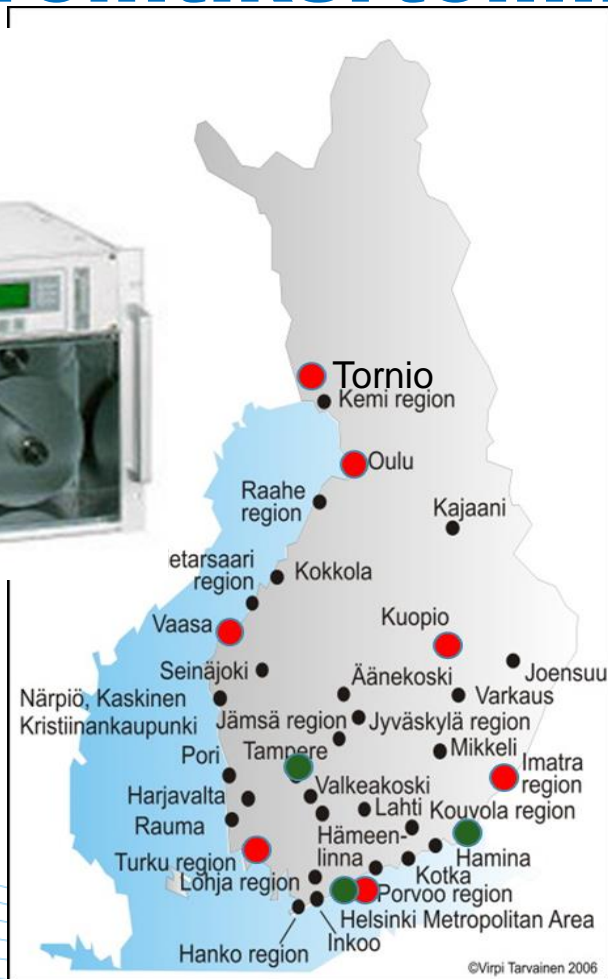
PM10	< 325 µg/m ³		< 100 µg/m ³		< 100 µg/m ³	
	PM-analysaattori	Kalibrointiyhtälö PM ₁₀	Suhteellinen laajennettu mittausepävarmuus U(%)	Kalibrointiyhtälö PM10	Suhteellinen laajennettu mittausepävarmuus U(%)	Kalibrointiyhtälö pakotettu 0-kautta PM10
BAM 1020	0,942y + 0,437	12,6%	0,858y + 1,919	10,3%	0,913y	11,7%
GRIMM 180	0,855y + 2,139	17,0%	0,871y + 1,927	17,0%	0,922y	17,9%
SHARP 5030 C-dust	1,404y -2,750	17,2%	1,486y -3,904	16,5%	1,319y	16,3%
SHARP 5030 (beta)	1,415y -2,233	12,8%	1,489y -3,301	12,5%	1,351y	12,5%
FH 62 IR	1,300y -0,904	16,5%	1,372y -1,850	17,1%	1,297y	12,6%
TEOM 1405	0,868y -2,068	14,4%	0,804y -0,623	13,6%	0,788y	13,0%
MP101M	0,811y + 2,311	11,0%	0,887y + 0,826	9,4%	0,910y	9,6%
OSIRIS	1,401y -0,153	15,7%	1,338y + 0,57	15,3%	1,363y	15,7%
Dustrak	7,478y -76,819	402,3%	5,761y -55,073	1132,0%	2,07y	94,0%

PM2.5	< 25 µg/m ³		< 25 µg/m ³	
	PM-analysaattori	Kalibrointiyhtälö PM _{2.5}	Suhteellinen laajennettu mittausepävarmuus U(%)	Kalibrointiyhtälö pakotettu 0-kautta PM2.5
BAM 1020	1,100y + 0,733	7,4%	1,215y	19,9%
GRIMM 180 ⁽⁴⁾	0,747y + 0,532	12,6%	0,780y	12,3%
SHARP 5030 C-dust	0,854y + 1,187	7,3%	1,009y	27,7%
SHARP 5030 (beta)	0,971y -0,003	0,2%	0,971y	0,2%
FH 62 IR	0,850y + 1,709	17,3%	1,097y	51,8%
TEOM 1405	1,009y -1,681	8,8%	0,821y	31,4%
MP101M	0,812y -0,306	8,9%	0,780y	31,4%
OSIRIS ⁽⁴⁾	3,324y -1,073	124,2%	2,020y	76,1%
Dustrak ⁽⁴⁾	0,602y -1,002	37,9%	0,550y	143,9%





Hiukkasmittalaitteiden kalibrointikertoimien verifiointi

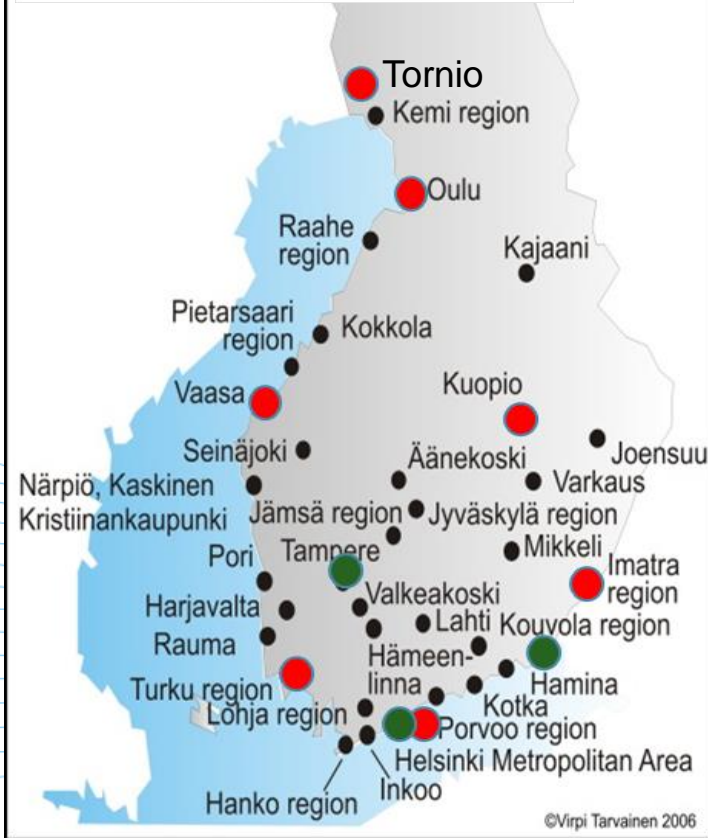
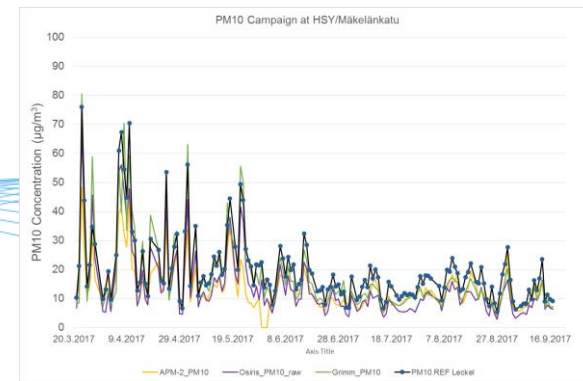
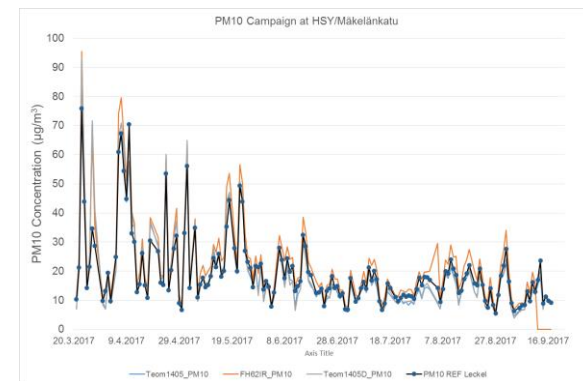
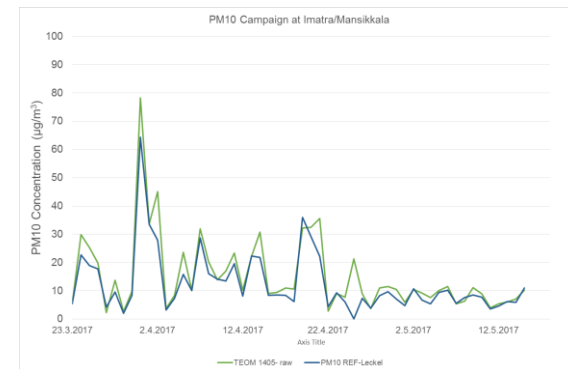
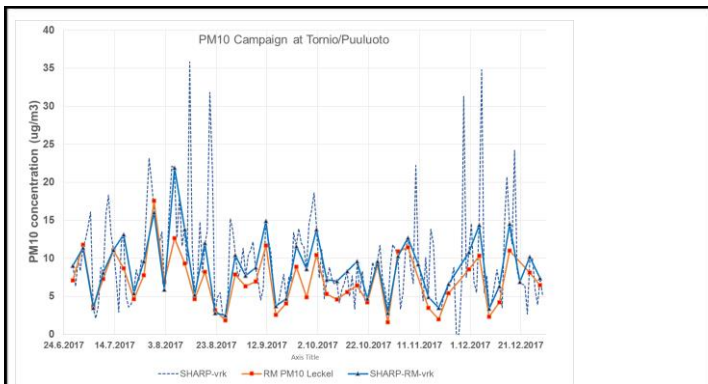
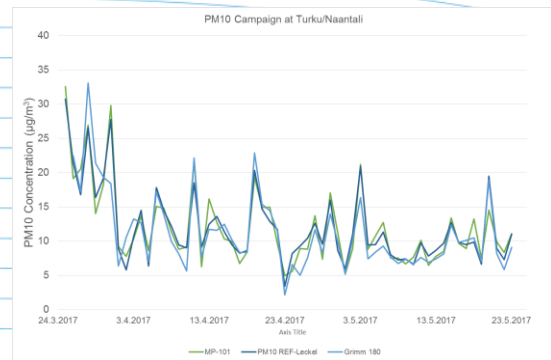
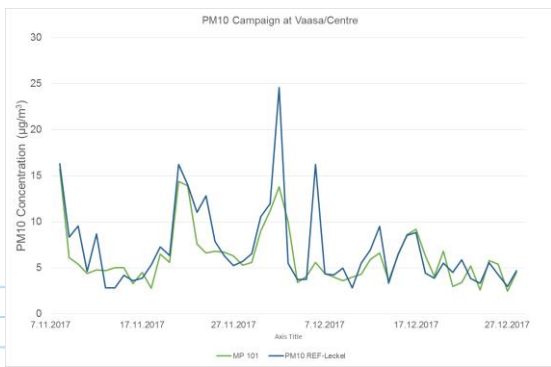
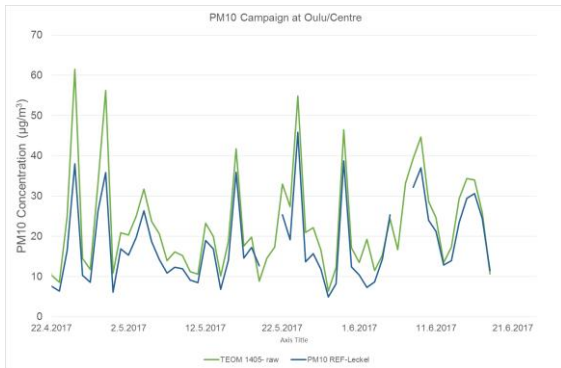


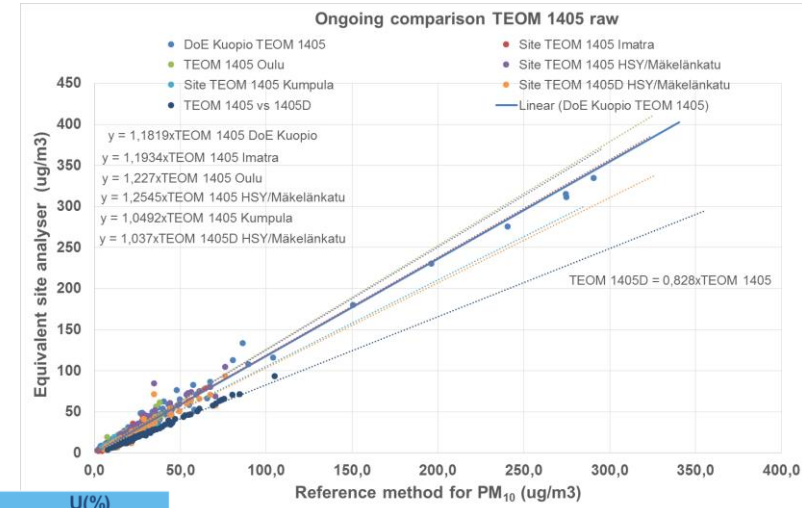
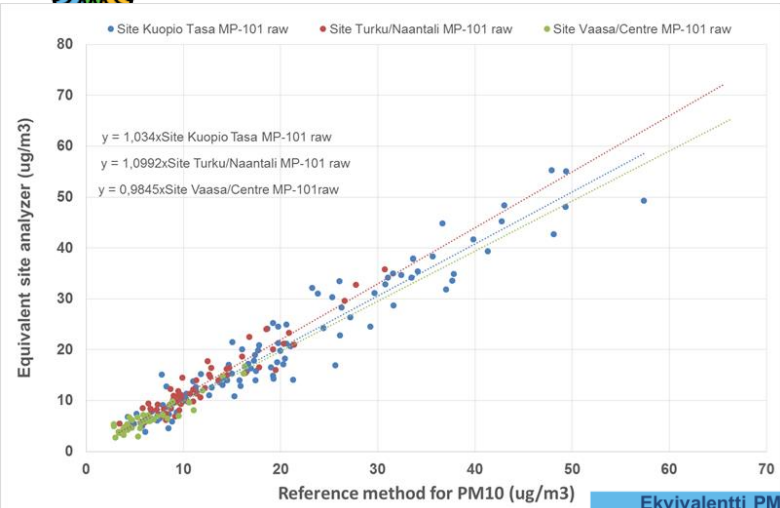
Jari Waldén, Mika Vestenius
Ilmatieteen laitos
Ilmakehän koostumuksen tutkimus
Ilmanlaatu
Jari.walden@fmi.fi



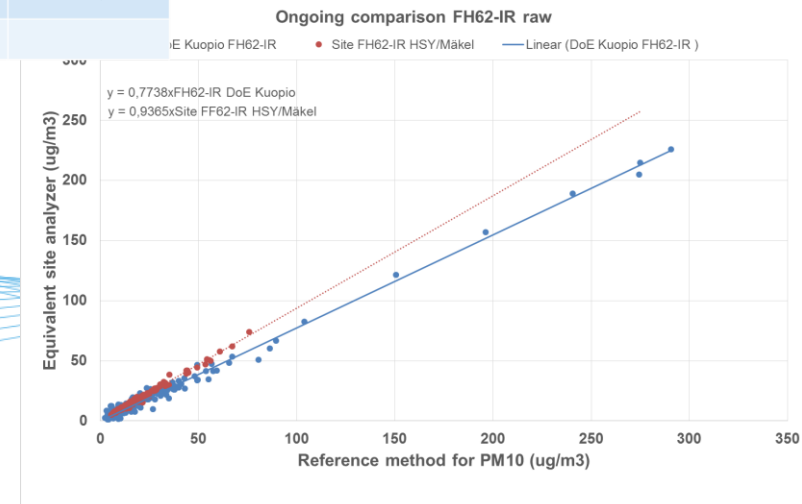
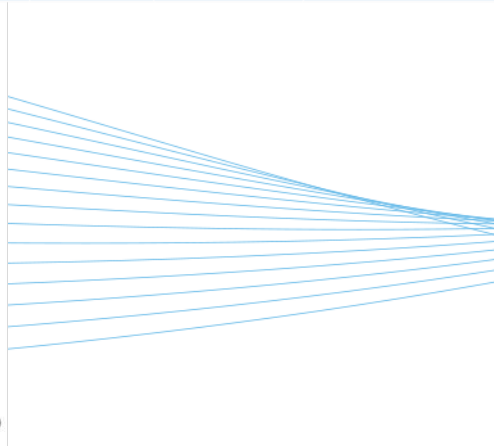
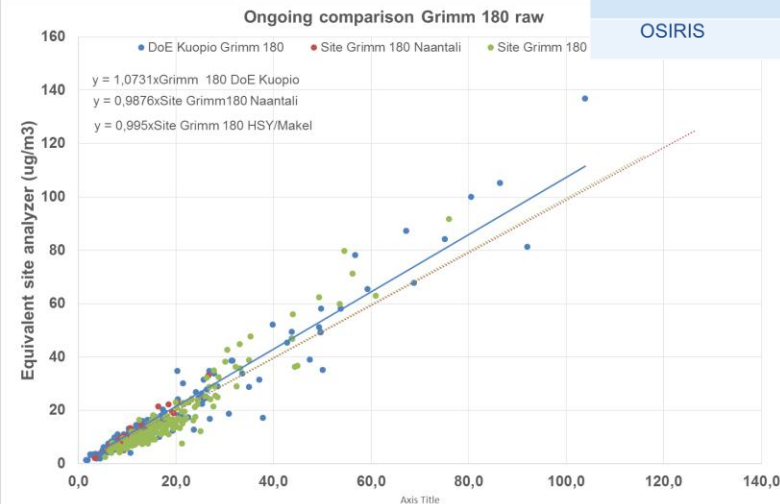
MÄKELÄNKATU								
Laitteen nimi	Teom	Teom	Teom	Teom	Thermo	Thermo		
Malli	1405	1405	1405D	1405D	FH 62 I-R	FH62 I-R		
Sarjanumero								
Laitteen korjauskerroin	1.03 + 3.0	1.03 + 3.0	1.0 + 0	1.0 + 0	1	1		
Tiedonkeruujärjestelmän kerroin	0.868y - 2.068	1.009y - 1.681	ei korjausta	ei korjausta	1.300y - 0.904	0.850y + 1.709		
Näyteputken lämpötila	50	50	50	50	40	40		
Inlet	PM10	PM10+PM2.5	PM10+PM2.5/PMcoarse	PM10+PM2.5/PMcoarse impaktori	PM10	PM2.5		
Inlet valmistaja	Teom (US-EPA)	Teomin oma inlet	Teomin oma inlet	Teomin oma inlet	Digitel	Digitel		
MÄKELÄNKATU								
Laitteen nimi	Grimm PM10	Grimm PM2.5	Osiris PM10	Osiris PM2.5	Derenda PM10	Derenda PM2.5		
Malli	Model 180	Model 180			APM-2	APM-2		
Sarjanumero					20050	20050		
Laitteen korjauskerroin	1	1	1	1				
Tiedonkeruujärjestelmän kerroin	0.855y + 2.139	0.747y + 0.532	ei korjausta	ei korjausta	ei korjausta	ei korjausta		
Näyteputken lämpötila								
Inlet	TSP	TSP						
Inlet valmistaja					Derenda	Derenda		
KALLIO								
Laitteen nimi	Teom	Teom	Teom					
Malli	1400	1400	1405					
Sarjanumero								
Laitteen korjauskerroin	1.03 + 3.0	1.0 + 0	1.03 + 3.0					
Tiedonkeruujärjestelmän kerroin	ei korjausta	1.25y + 1.56	1.009y - 1.681					
Näyteputken lämpötila	50	50	50					
Inlet	PM10	PM10+PM2.5	PM10+PM2.5					
Inlet valmistaja	Teom (US-EPA)	Teom	Teom					
Mittausverkko								
Asema	Turku Naantali	Imatra Mansikkala	Oulu Keskusta	Vaasa Keskusta	Tornio Puuluoto	Tampere Epihä	Ref lab Ongoing	
Laitteen nimi	Environnement	TEOM	TEOM	Environnement	SHARP	Grimm	Grimm	
Malli	MP101	1405	1405	MP101	5030	180	180	
Sarjanumero			1405A228891407.					
Laitteen korjauskerroin	1	1.03 + 3.0	1.03 + 3.0	1	1	1	1	
Tiedonkeruujärjestelmän kerroin	0,91	1	1	1	1,319	1	0.855y + 2.139	
Näyteputken lämpötila	T _{ulko} + 5 C	Ei lämmitystä	50 C	T _{ulko} + 5 C	30 C	Ei lämmitystä	Ei lämmitystä	
Inlet	Esierotin	PM10	PM10	Esierotin	Esierotin	TSP	TSP	
Inlet valmistaja	Environnement S.A.	Teom (US-EPA)	Teom (US-EPA)	Environnement S.A.	Digitel	Grimm	Grimm	

Hiukkasmittalaitteiden kalibrointikertoimien verifiointi: PM10



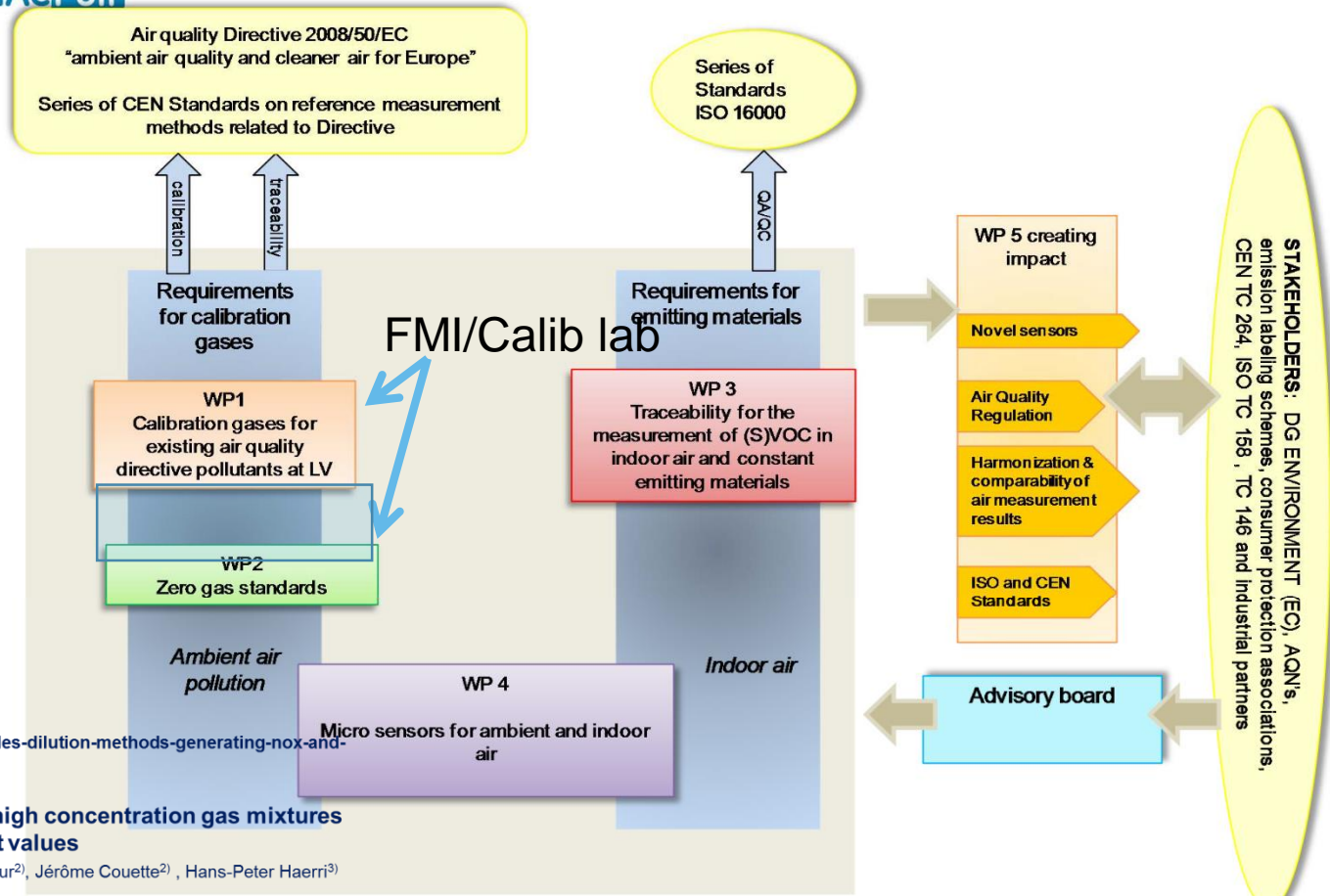


Ekvivalentti PM-analysaattori	PM10	U(%)	PM2.5	U(%)
BAM 1020	0,947	12,6%	$1,100y + 0,733$	7,4%
GRIMM 180	0,975	13,0%	0,780	12,3%
SHARP 5030 C-dust	1,242	15,2%	0,998	24,9%
SHARP 5030 (beta)	1,278	11,8%	0,971	0,2%
FH 62 IR	1,247	15,2%	$0,850y + 1,709$	17,3%
TEOM 1405	0,848	14,4%	$1,009y - 1,681$	8,8 %
MP101M	0,938	8,4%	$0,812y - 0,306$	8,9%
OSIRIS	1,343	15,4%		





Metrology for Chemical Pollutants in Air, MACPoll



Prepared guides (WP1):

<http://www.macpoll.eu/macpoll/impact/downloads/guides-dilution-methods-generating-nox-and-so2-dynamic-standard-gas>

- **Guide on dynamic dilution methods of high concentration gas mixtures in cylinders for NO, NO₂ and SO₂ at limit values**
Jari Walden¹⁾, Tatiana Macé²⁾, Christophe Sutour²⁾, Jérôme Couette²⁾, Hans-Peter Haerri³⁾
- **Guide on Gas Phase Titration method for preparation of NO₂ concentration at limit values**
Jari Walden¹⁾, Tatiana Macé²⁾, Christophe Sutour²⁾, Jérôme Couette²⁾
- **Guide on permeation method for the dynamic generation of NO₂ and SO₂ standard gas mixtures at limit values**
Hans-Peter Haerri³⁾, Bernhard Niederhauser³⁾, Jari Walden¹⁾, Tatiana Macé²⁾, Christophe Sutour²⁾, Jérôme Couette²⁾

1) Finnish Meteorological Institute, Finland
2) Laboratoire national de métrologie et d'essais, France
3) Federal Institute of Metrology, Switzerland



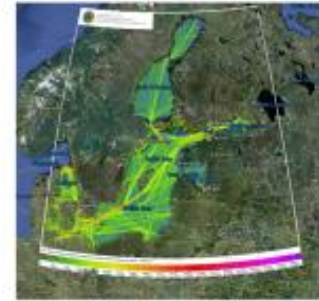
DESIGN OF THE TECHNOLOGICAL INSTITUTION AND ENVIRONMENTAL REFERENCE CENTER FOR CHILE



EnviSuM

Environmental Impact of Low Emission Shipping: Measurements and Modelling Strategies

- Programme priority: 3. Sustainable transport
 - 3.4 Environmentally friendly shipping
- Project budget 3,2 million euros
- Duration: April 2016 – March 2019
- 12 project partners from seven countries
 - 17 associated partners from seven countries
- Ship emissions and their abatement strategies
 - Environmental, health and economic impacts
 - Smart and efficient regulation
 - Knowledge-based investment decisions



- The societal impact of emission reductions will be investigated both at the selected urban areas
 - St. Petersburg FMI: Not agreed yet
 - Gothenburg FMI: **Audit & comparison 1/2017**
 - Gdansk-Gdynia: **FMI: Audit & comparison 10/2016**
- and
- the Baltic Sea regional scale
- Results in these areas will be integrated into the wider community and society

ILA



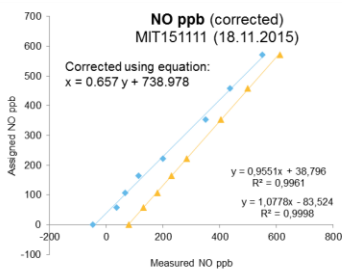
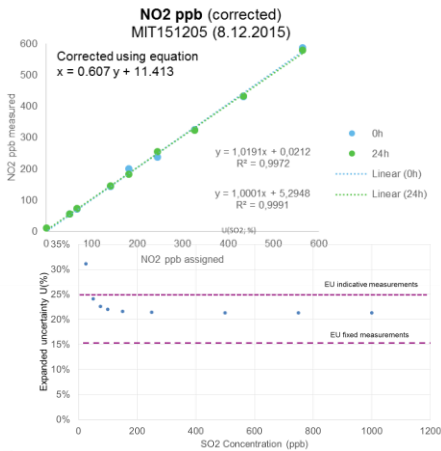
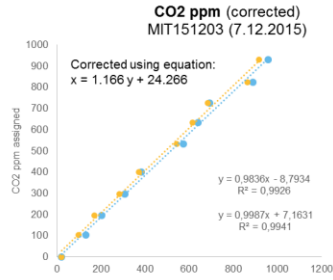
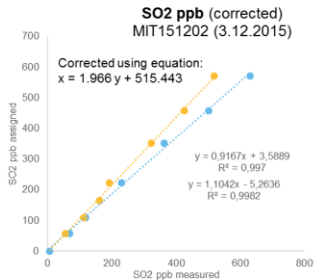


HyperGlobal The environmental efficiency of maritime and offshore activities - Global service through hyperspectral imaging: 2015 - 2017

Concept for SO2 and CO2

Ilmatieteen laitos
VTT
Oulun Yliopisto
Rikola Oy
Aeromon Oy
Mosaic Mill Oy
Avartek
Gasera Oy

- A combination of quantum cascade laser (QCL) and diode laser is used in conjunction with the photoacoustic cell
- A narrow linewidth QCL is used to measure SO2 absorption lines in MIR region
- CO2 is measured in the NIR region with a tunable diode laser



Mobile transportation platform



Laimennuskaasun säätö



Kostutus

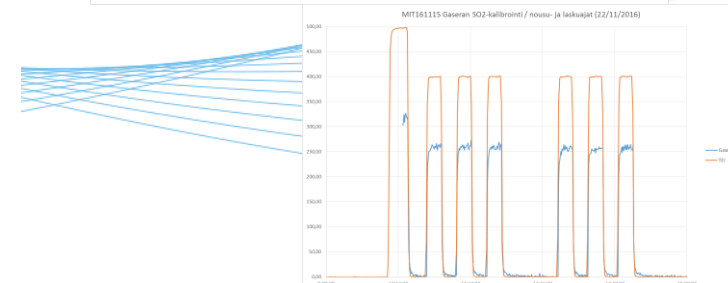
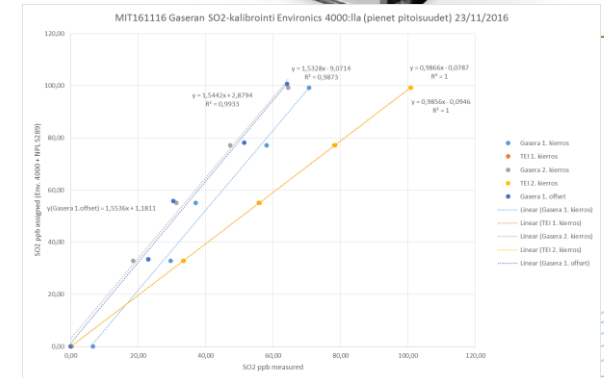


Virtauksen säätö

Kalibroiinkaasun säätö



Sensorit



HAQT - Helsinki metropolitan Air Quality Testbed

Duration 24 Months

Total Budget 1,98 M€

Consortium Vaisala Oyj, Ilmatieteen laitos, Helsingin yliopisto (UHEL), Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY), Pegasor Oyj, Smart and Clean -säätö

Services and Applications for Decision Making

Vaisala AQT-420



Background and State-of-the-Art

Air quality (AQ) is one of the grand challenges that the humanity is facing now and in the coming decades. Recent estimate by the World Health Organization accounted 7 million premature deaths globally to poor air quality (WHO, 2014). Even in Europe 90 % of the population is exposed to excess concentrations of gas and particulate pollution (EEA, 2015) leading to negative health effects and even premature deaths. In Finland air pollution is estimated to cause about 1 600 premature deaths per year (Hänninen et al. 2016). This is a consequence of the fact that there is no a safe limit for the air pollution exposure.

Objectives

The Helsinki metropolitan Air Quality Testbed (HAQT) project will address the whole chain of air quality measurements, modelling, diagnostics, forecasting and services facilitating societal health and in general improving quality of life. The overarching objectives of the HAQT project are:

- to verify the quality of networks built from affordable air quality instruments, and the usefulness of the data for air quality monitoring or forecasting. Additionally, to quantify how much added value such instruments will bring as part of networks composed of reference-level AQ instruments.
- to quantify the performance of the Vaisala AQT420 and AQT410 instruments when utilized as stand-alone AQ instruments or as gap fillers in networks composed of reference-level AQ instruments.
- to enable air quality services, export potential of the services and the AQ instruments involved, and establishment of the brand of the Helsinki metropolitan area as a forerunner in the fields of air quality, healthy living, digital services and smart cities.

HIGHGAS

Kick off July 2015 – April 2017

JRPv04

HIGHGAS: Metrology for High Impact GreenHouse GASES



Drivers and requirements

- The measurement of greenhouse gases is pivotal to understanding changes in the Earth's climate
- National and international legislation is aimed at reducing greenhouse gas emissions and requiring their measurement in the atmosphere
- Long-term international based on accurate and stable standards are vital that meet the requirements of WMO's environmental policy makers as well as scientific and regulatory users

Scale approach

- Highly consistent data, ideal for data exchange
- Responsibility, cost and maximum traceability
- Impossible to duplicate or develop the same metrology
- Transition to CRM in the reference context

SI traceability

- Possibility for most traceability to SI through primary standards
- Coherence
- Consistency through international comparability

Beyond the state of the art

- Discontinue stable, SI traceable, coherent and internationally compatible reference standards that meet WMO's goals by 2017
- Passivation chemistry to guarantee stability and accuracy over the timescale required
- Field methods to quantify target components through portable and reference systems
- Methods of sample distribution and matrix of reference standards to address systematic biases from international comparability
- Portable calibration devices for dissemination to the field and for reactive components
- Optical transfer standards based on laser absorption spectroscopy for stable field measurements
- Basic of data intercomparison to trace the origin of data, thereby ensuring field accuracy by a) doing improved a priori weights for calculating amount fractions of high accuracy gas standards

Objectives

WP1
High accuracy primary reference gas standards for CO₂, CH₄ and CO

WP2
Dynamic methods for field dissemination to the field

WP3
Spectroscopic methods for field dissemination to the field

WP4
Quality impact

Addressing the objectives of the EMRP

- Improve data quality for policy making and regulation and develop other environmental friendly methods
- Address general metrology challenges for climate control related to atmospheric parameters
- Coordinate the European Metrology Network with CO₂ and the WMO-GAW programme
- Developing metrology capacity and strategy to meet demands for high accuracy and traceability to SI
- Skills transfer through a partnership of Metrology, meteorological scientific and atmospheric scientists
- Outside network: major stakeholders, EMPA, JRC and collaborators

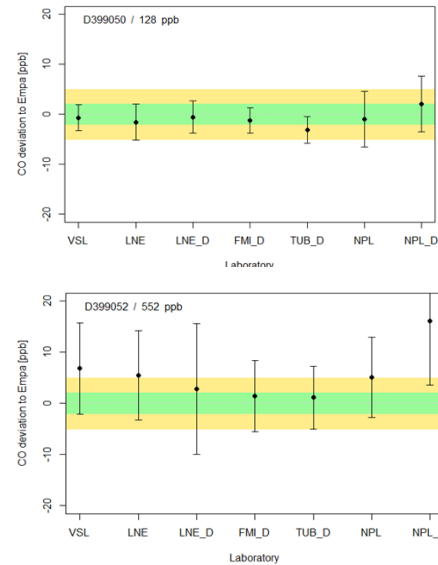
Impact

- Maintain stable values of greenhouse gases for analysis of trends in the atmosphere
- Understand the data used in the global capability for assessing trends for improving our understanding of the influence of these compounds on climate change, of quality and human health
- Supply stable and accurate global data for global chemistry modeling
- Develop accurate benchmarks for evaluating the state of the atmosphere
- Transfer basis for developing and implementing policies for the control of anthropogenic emissions
- Define the compliance with legislation (Kyoto Protocol, WMO-GAW programme, 2009 WGC, 2009 WGC, 2009 WGC and improvements)
- Improve the quality of data

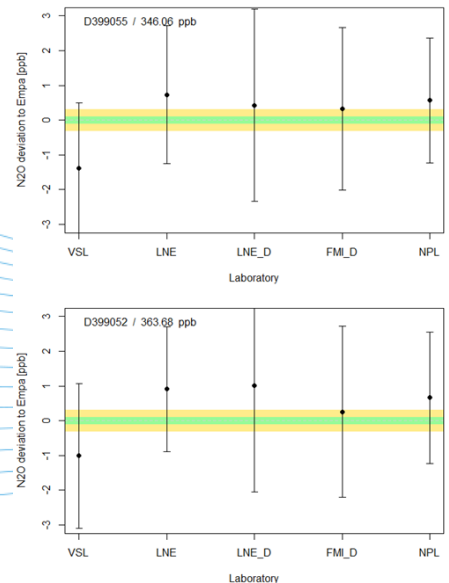
Collaborators: WMO, Air Liquide, Air Products, Tiger Optics, ASFA, BOC, INE, ISO, IUPAC, IFAAM, IAC, Protonics, SICK, BMS, Mettler, Nema Opt, Picarro, Royal Holloway Univ, Ulm, Ulm, Dundee Univ, The Edinburgh

Partners: NPL, LNE, PTB, G, MIKES, DFM, EMPA

CO-comparison 128 & 552 ppb



N2O-comparison 346 & 363 ppb



MetNO2

Kick off June 2017 – April 2020

Need

- Nitrogen dioxide (NO₂) is a toxic gas with direct implications for human health
- NO₂ is an essential climate variable that needs to be monitored because of its importance to atmospheric chemistry, air pollution and climate
- NO₂ in the air was formerly being a routine issue as highlighted by:
 - Waste in industrial accident
 - Greenhouse gas by being NO₂ exposure to adverse health
 - Continuing high demand beyond of EU legislation (DRIE/GAR)
- More accurate NO₂ measurements are needed
- NO₂ is the only regulated air pollutant NOT directly measured resulting in low accuracy and traceability issues

Actual situation

Progress beyond the state of the art

- NO₂ is a complex challenge due to its reactivity
- Current state of the art primary reference standards is 1% at 10 ppb level with insufficient stability for long term monitoring
- Reference standards with substantial lower uncertainties (< 1%) are needed to comply with the data quality objective (DQO) of the WMO-GAW programme (< 1%)
- To achieve necessary improvements in measurement accuracy require:
 - Direct measurement of NO₂
 - Direct calibration of instruments with highly accurate NO₂ reference standards
 - Full characterization and revalidation of impurities in reference standards

Objectives

- High Accuracy Static Primary Reference Standards**
 - Develop stable NO₂ reference standards with uncertainties levels of uncertainty and stability with fully characterized impurities
 - Develop new methods to ensure impurity stability
- Spectroscopic measurements of nitrogen dioxide and impurity analysis**
 - Develop methods to quantify trace impurities in NO₂ reference standards
 - Develop NO₂ reference standards methods and ensure the WMO-GAW programme stability of the Best Calibration Certificate for NO₂
- Dynamic methods for calibration of low amount fractions and dissemination to monitoring stations**
 - Develop high accuracy in-field reference standards of NO₂ for dissemination
 - Characterize impurities and ensure the WMO-GAW programme stability of the Best Calibration Certificate for NO₂
- Covering Impact**
 - Field dissemination of new reference standards and measurement procedures through direct measurement of impurities in the atmosphere, revalidation of low amount fractions and revalidation of the WMO-GAW programme stability of the Best Calibration Certificate for NO₂
 - Revalidation of the WMO-GAW programme stability of the Best Calibration Certificate for NO₂

Impact

- Improving the long term atmospheric monitoring of NO₂ through production of trace accurate direct measurement techniques and direct calibration
- Support data harmonization across Europe through providing an accurate and stable SI traceable infrastructure
- Improve evidence based legislation for motor vehicles based on better trend and concentration analysis leading to more efficient mitigation strategies
- Support the continued development, validation, refinement and diagnostic testing of air quality models through more accurate NO₂ measurement data
- Ensure most cost effective compliance with EU legislation through lower uncertainty and more comparable measurements
- Improve quality of life for European citizens and reduced economic burden of health impact of NO₂ exposure through facilitating rapid evaluation of the effectiveness of pollution abatement strategies

Management and Coordination

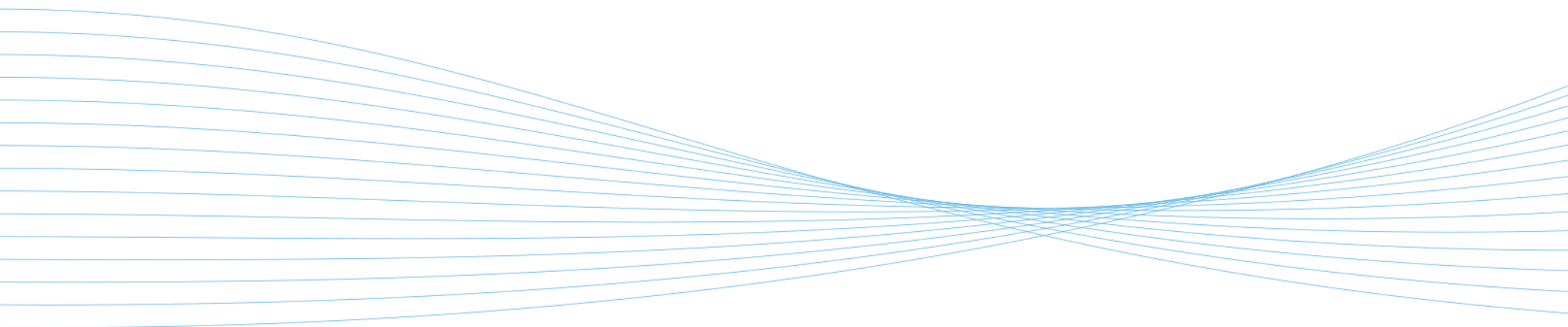
- The EMRP coordination is supported by the EMRP project management team (EMRP-PM) and the EMRP-PM team
- The EMRP-PM team is supported by the EMRP-PM team and the EMRP-PM team
- The EMRP-PM team is supported by the EMRP-PM team and the EMRP-PM team

Collaborators



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Miten mittanormaalilaboratorio voi palvella päästömittaajia?





Kalibrointialueet:

- CO 0,2-100 µmol/mol
- O₃ 0-1000 nmol/mol
- SO₂ 5-1000 nmol/mol
- NO 5-1000 nmol/mol & 1 – 100 umol/mol
- NO₂ 5-1000 nmol/mol
- CO₂* 1 – 1000 µmol/mol
- N₂O 0.5 – 500 nmol/mol
- CH₄* 0.1 – 5 µmol/mol
- H₂S* 5-1000 nmol/mol
- O₂
- Flow
 - 0-50 ml/min
 - 0-500 ml/min
 - 0-10 000 ml/min
 - 0-50 000 ml/min

Päästömittaus

- 0,1 – 100 mmol/mol (?)
- 0 – 1000 nmol/mol
- 1 - 100 µmol/mol (?)
- 1 - 100 µmol/mol** (?)
- 1 - 100 µmol/mol (?)
- 1 - 100 mmol/mol (?)
- ?
- ?
- ?
- 0 – 20 % (?)

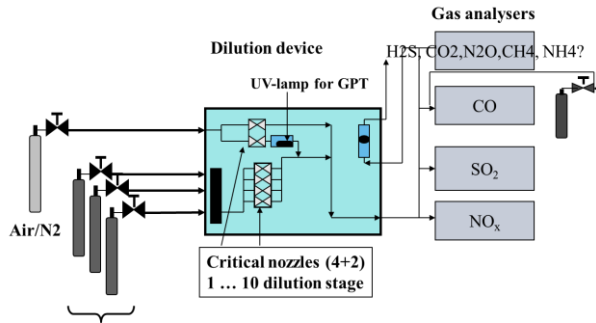
- * ei akkreditoinnin piirissä, eikä CIPM-MRA

KALIBROINTIMENETELMÄT: Dynaaminen laimennus, staattinen laimennus, permeatio, otsoni, laminaarivirtaus

KALIBROINTAVAT LAITTEET: Analysaattorit, laimennuslaitteistot, kaasustandardit, virtausmittarit

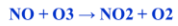
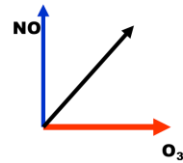


DYNAMIC DILUTION METHOD



**Kaasufaasititraus-menetelmä
(Gas Phase Titration Method, GPT)**

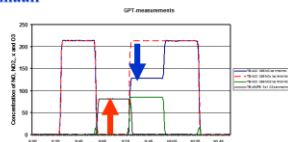
- Perustuu titrausreaktioon, jossa otsonin annetaan reagoida typpimonoksidin (ylimäärä) kanssa.
- Reaktio tapahtuu stökiometrisessa suhteessa NO:n ja O3:n välillä
- antaa keinon verrata kahta eri jäljitettävyysetjua toisiinsa



NO = gravimetrisesti valmistettu kaasunormaaliksi
O3 = NIST SRP-37

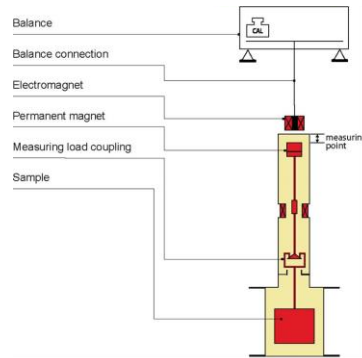
$dNO = dO_3 = dNO_2$

Stökiometria

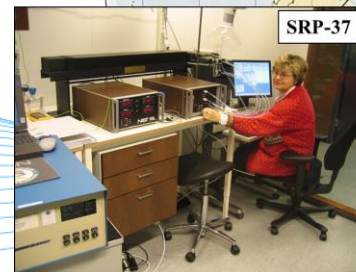


PERMEATION METHOD

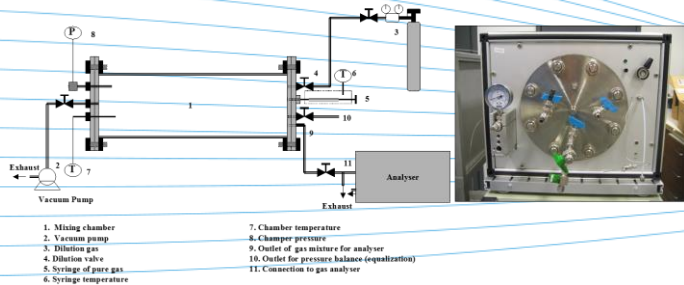
Magnetic suspension balance (MSB)



NIST Standard Reference Photometer Network



STATIC INJECTION METHOD





Kiitos, kysymyksiä?



LRT episode in Helsinki 9 August, 2006. $PM_{2.5}$ concentration $70-80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ during the episode (left) and $1-2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ after the episode (right).

Virpi Tarvainen 30 May 2011



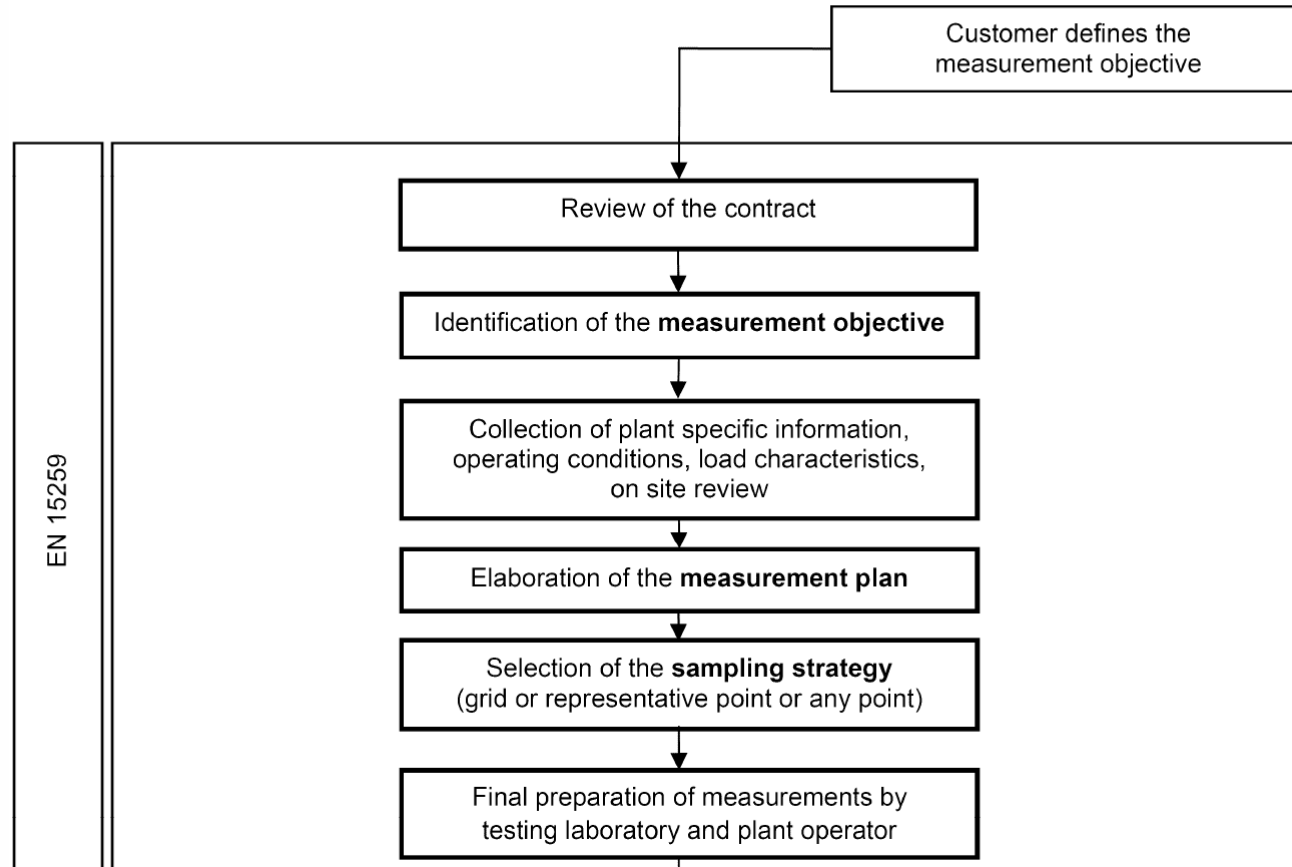
PÄÄSTÖMITTAAJAPÄIVÄT 2018

MITTAUSSUUNNITELMA

MIKÄ RIITTÄÄ?

MITTAUSSUUNNITELMA

EN 15259:2007 (E)



MITTAUSSUUNNITELMA

5.3 Measurement objective and measurement plan

The measurement objective specifies the work to be carried out, the plant operating conditions under which measurements are to be taken, any plant or process related information to be collected, working procedures to be used and any associated requirements. The results of these considerations are outlined in the measurement plan. To ensure that the measurement plan meets the measurement objective it is important to ensure that the measurement section has been assessed and any deviations from standard geometry is taken into account. Measurements are performed by suitable qualified personnel, under adequate supervision. In view of the measurement objective, simplified procedures may be used in some circumstances provided that the plant conditions are well understood and provided it is acceptable within the measurement objective. Any deviations from the standard procedures described in European Standards are justified and reported.

1. MITTAUSTEN TAVOITE "TARJOUSVAIHE"

7 Measurement objective and measurement plan

7.1 Measurement objective

7.1.1 Specification of the measurement objective

The measurement objective shall be specified by the customer.

In view of the measurement objective, simplified procedures may be adopted for small and/or frequently visited plants provided these are documented in the emission measurement report.

The measurement objective shall specify at least:

- measurement objective;
- measurement site, for details see 7.2.7;
- process and operating conditions, which are relevant for the emission, for details see 7.2.2;
- measurands (e.g. pollutant mass concentration, reference quantities, mass flow, volumetric flow) and expected values;
- period of measurement campaign, for details see 7.2.9;
- competence of the testing laboratory.

The measurement objective can also specify the measurement methods to be applied (for details see 7.2.6) and requirements on the measurement uncertainty.

1. MITTAUSTEN TAVOITE

7.1.2 Identification and review of the measurement objective

The measurement objective shall be identified by the testing laboratory at the beginning of the measurement planning on the basis of the contract with the customer. This shall include any regulatory requirement.

All plant specific information which is relevant to the measurement objective shall be collected.

NOTE 1 Depending on the complexity of the measurement, plant specific information can be obtained at a site review of the plant during the basic planning, or in the case of smaller or frequently visited plants, e.g. by telephone.

NOTE 2 A site review can include a preparatory meeting with participation of e.g. a representative of the testing laboratory, the technically responsible plant personnel, a representative of the competent authority in the case of compliance monitoring, a representative of the delivery firm in the case of acceptance tests [5].

In particular the following items shall be considered:

- a) relevant documents, e.g. contracts, permits, legal requirements;
- b) technical data of the plant including waste gas conditions, operating conditions and periods (examples are given in B.2.3);

NOTE 3 These data can be acquired from measurement reports, emissions declarations, or permit documents.

- c) air pollution abatement techniques in operation (examples are given in B.2.4);
- d) technical prerequisites for the measurement sites including measurement section, measurement ports, working area and platform, power supplies and other services;
- e) technical prerequisites for continuous monitoring of emissions (examples are given in B.2.5).

1. MITTAUSTEN TAVOITE

If the measurement objective consists of calibration of an AMS according to EN 14181, then it is also to be checked whether the requirements for calibration on the part of the device including its installation have been met, and which possibilities exist to vary the mass concentration of waste gas components with operation of the facilities;

f) supplemental information.

Additional information collected within the framework of the measurement planning can in some cases significantly reduce the effort required for the measurement, or make further measurements unnecessary.

NOTE 4 This additional information can arise from

- previous measurements of emissions at the identical source of emissions under comparable conditions,
- measurements of emissions at comparable emission sources,
- calculated or estimated mass flow of emissions, e.g. using data from the plant or its operation with the aid of balance sheets for individual substances and
- data related to the process, e.g. knowledge of the relationship between the temperature curve of the process and emissions.

Based on the information collected, the measurement objective shall be reviewed and amended, if necessary.

2. MITTAUSSUUNNITELMA

7.2 Measurement plan

7.2.1 Specification of measurement plan

The measurement plan shall be specified on the basis of the measurement objective (see 7.1).

NOTE Where measurements are being made for regulatory purposes, the customer can need approval of the measurement plan from the competent authority.

In particular the following shall be specified:

- a) operating conditions of the plant including fuel or feedstock, waste gas components and reference quantities to be measured;
- b) timing and siting arrangements of the required individual measurements and measurement dates;
- c) measurement methods to be applied;
- d) measurement sections and measurement sites;
- e) technical supervisor, necessary personnel and auxiliary help for carrying out of the measurements;
- f) reporting arrangements.

7.2.2 Plant operating conditions and load characteristics

The operating conditions of the plant, waste gas composition and reference quantities to be measured shall be specified in accordance with the measurement objective.

The influence of the mode of plant operation, the feed materials, and the waste gas cleaning system in the plant on the emission shall be considered (examples are given in B.1).

NOTE 1 An essential feature of the specification is the maximum plant output. This determines, for example,

- in the case of combustion plants, the size and shape of the combustion space, the number of burners or number of transporters for combustible matter and the amount of combustible matter which can be fed and

20

- in the case of production plants, the amount of feed materials which can be used in combination with auxiliaries, additives and the maximum amount of energy required in the form of fuels or electrical energy.

If emission measurements are performed at the highest emission state, this state is established usually at the maximum plant output. However, this relationship does not apply to all measured components. The type and composition of the feed materials shall also be taken into account with respect to the expected emissions. Depending on the plant, the individual emission behaviours can also proceed in opposite directions, for example in the case of combustion plants, the components carbon monoxide and nitrogen monoxide are observed to behave in opposite ways depending on combustion conditions.

NOTE 2 The highest emission state is characterized by the highest emission mass flow. The maximum emission concentration does not inevitably occur at the highest emission mass flow. The measurement objective can refer either to concentration or to mass flow or both.

NOTE 3 To determine the highest emission state it is advisable to make use of the following:

- knowledge from the literature (e.g. emission factors);
- specialist discussion with the plant operator and if necessary with the inspection authorities and a plant visit;
- knowledge of the plant type and the associated emission behaviour on the basis of measurements which have already been made on the plant in question or on comparable plants.

7.2.3 Number of individual measurements

The number of individual measurements shall be specified in accordance with the measurement objective.

NOTE When measuring a stable emission best practice is to make a minimum of three measurements. In the case of unstable emissions, the number of samples can be increased to meet the measurement objective. In the case of compliance monitoring for regulatory purposes, the number of individual measurements can be specified in the permit. Examples of regulatory requirements are given in the *Reference Document on the General Principles of Monitoring* [3].

7.2.4 Timing and duration of individual measurements

The timing and duration of the emission measurement shall be specified in the measurement plan in accordance with the measurement objective.

Where specified, the sampling duration for individual measurements prescribed by legislation (see e.g. [6], [7]), administrative provisions or other official regulations shall be used for emission measurements.

For manual methods, where low concentrations of the measured component are suspected, maximum permissible sampling duration as specified in method of measurement should be used in the first instance to meet the requirement for the field blank.

Sampling timing and duration shall be appropriate for the emission behaviour of the plant considered. A distinction should be made between the following cases:

- continuous processes (constant in time);
- continuous processes with influences varying over time;
- batch processes.

Typical examples of suitable timing and sampling duration for various process types are given in B.1.

7.2.5 Measurement points

Emission measurements of particulate pollutants shall be performed always as grid measurements (see 8.1).

2. MITTAUSSUUNNITELMA

EN 15259:2007 (E)

Measurements of gaseous pollutants may be performed at one representative measurement point or at any measurement point, if the corresponding requirements on the distribution of the measurand specified in 8.3 are fulfilled. In all other cases the measurements shall be performed as grid measurements.

NOTE Supplementary information as described in 7.1.2 f) can provide information on the homogeneity.

7.2.6 Measurement methods

The measurement methods to be applied shall be selected according to the measurement objective. In the case of legally prescribed measurements, standard reference methods (SRM) shall be applied.

If alternative methods are used, CEN/TS 14793 shall be considered.

NOTE Guidance for selection of measurement methods is given in CEN/TS 15675.

If periodic measurements are carried out using automated reference methods, the measuring systems shall be checked in accordance with the requirements of the applicable standard before they are used in the field.

7.2.7 Measurement section and measurement site

Requirements for working platforms, positions of measurement ports, power supply, safety and environmental conditions are specified in 6.2.3.

The measurement section and measurement site shall be specified and described in detail in the measurement plan (see example form of an emission measurement plan in B.3).

In the case that the full requirements of this European Standard can not be met, the principles and procedures shall be followed as fully as possible and any deviation shall be described in the measurement plan.

In some cases, especially in existing plants, it is impossible to choose the position of measurement section and measurement site freely. In such cases the measurement section and measurement site shall be installed or modified in accordance with local plant conditions.

Measurement planning shall consider plant-specific conditions. A check shall be made as to whether in view of the measurement objective the necessary measuring conditions are satisfied (see [8]). Alternative arrangements shall be sought if, due to plant conditions, it is not possible to install an optimum measurement section which complies with the requirements of this European Standard. From the alternative arrangements, the best possible measurement section for the measurements under the given circumstances and the best possible measurement site shall be selected and installed.

NOTE In special cases it can be necessary

- to measure the total volumetric flow rate (full stream measurement) for measuring the volumetric flow e.g. in small diameter ducts,
- to measure the mass concentration and determine the volumetric flow rate by calculation, or
- to calculate the mass concentration, for example from the vapour pressure, and to measure the volumetric flow rate.

7.2.8 Technical supervisor and necessary personnel

Appropriate personnel shall be used to carry out the measurement programme.

NOTE Detailed requirements for personnel carrying out emission measurements are given in CEN/TS 15675.

The following key personnel shall be nominated at the start of the measurement from a list of competent personnel in the measurement plan:

- personnel responsible for carrying out the measurement;

EN 15259:2007 (E)

- person technically responsible (technical supervisor);
- personnel nominated by the plant to be responsible for the plant operation during the measurement.

The sampling times selected for the measurement plan should be co-ordinated with the shift patterns of the plant personnel. The responsible plant personnel should be available when sampling takes place.

7.2.9 Planning of the measurement dates

Measurement dates shall be specified in the measurement plan. The dates shall be selected to ensure that

- the measurement objective is met,
- suitable process conditions are available (i.e. condition of the plant and waste gas cleaning facility),
- the infrastructure for measurement is in place and operational,
- the measuring and analytical systems are available and
- the personnel and assistants are available.

7.2.10 Preparation of the measurement

7.2.10.1 Preparations by the plant operator

The measurement plan shall be communicated in accordance with the measurement objective and to relevant parties involved in the measurement process.

The following preparations for measurements shall be performed by the plant operator:

- specified operating conditions (combustion materials/raw materials/load) shall be realized during the time of measurement;
- if not already available, provision of the measuring sites complying with the requirements of 6.2;
- covers of the measurement ports shall be lubricated to facilitate easy removal by the testing laboratory; any extraneous matter that has accumulated in or around the measurement port shall be removed;

NOTE 1 Auxiliary staff can be needed for the period of the measurement campaign to assist the personnel performing the measurements.

NOTE 2 Changing room(s) and, if required, a work room can be provided.

NOTE 3 In certain countries legislation can require that measurement sites be inspected by a competent person to determine that the structural integrity of the measurement site is suitable for the work planned.

7.2.10.2 Preparations by the testing laboratory

The following preparations for measurements shall be performed by the testing laboratory:

- necessary personnel for the period of measurement campaign shall be provided;
- necessary measurement equipment for the period of measurement campaign shall be provided in accordance with the requirements of the individual measurement standards that are to be applied;
- measurement filters and sampling materials shall be prepared;
- measurement dates shall be confirmed;

EN 15259:2007 (E)

- measuring systems used shall be checked, adjusted or calibrated on site.

7.2.10.3 Preparations after arrival at the plant

After arrival at the plant the responsible persons from the plant and the testing laboratory shall check that the requirements on following items specified in the measurement plan are met:

- prepared measurement sites;
- information on the operating conditions;
- automated measuring systems, if applicable.

2. MITTAUSSUUNNITELMA

EN 15259:2007 (E)

B.3 Example form of an emission measurement plan

This example is informative and lists elements which can be used when a measurement plan is prepared. Text presented in italics in the example form is for information only and should not be presented in the elaborated emission measurement plan.

Emission measurement plan

Name of the accredited testing laboratory:

Reference No./Report No.: Date:.....

Plant operator:

Location:

Type of measurement:

Order number:

Order date:

Contents: Pages

..... Appendices

Objectives:

.....

.....

1 Identification of the measurement objective

1.1 Customer

1.2 Plant operator

1.3 Location

The information as to the location shall clearly indicate the position of the emission source in the case of a larger site, e.g. site C ..., Building 5.

1.4 Plant

Information with reference to Council Directive 96/61/EC, Annex 1.

1.5 Planned time of measurement (date)

1.5.1 Date of the last measurement

1.5.2 Date of the next measurement

1.6 Reason for the measurement

See 7.1.2 of this European Standard.

1.7 Objectives

This paragraph should give a detailed description of the measurement objective. In the case of measurements for the purposes of a permit or orders, the relevant numbers of the notice/order and the specified emission limit values are to be given. In the case of measurements for the purposes of European or/and national legislation, the numbers or limit values given there are to be stated. Reference is to be made to particular circumstances relating to measurement planning e.g. batch operation, material transfer processes. Reference should also be made to prior knowledge about the plant (e.g. preliminary experiments, adjustment work, if applicable according to the operator).

2. MITTAUSSUUNNITELMASTA VNA 1065/2017

1.3 Kaikkien energiantuotantoyksiköiden savukaasupäästöjen tarkkailussa noudatettavat säännökset

Savukaasupäästöjen määräaikaismittausten toteuttamisperiaatteet on kuvattava asetuksen 17 §:n mukaisessa tarkkailusuunnitelmassa. Tieto suoritettavista päästömittauksista ja mittausten suorittajasta on toimitettava vähintään kuukautta ennen mittauksia tiedoksi kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle tai valtion valvontaviranomaiselle, jos laitos on luvanvarainen ja toimivaltainen lupaviranomainen on valtion ympäristölupaviranomainen. Toimivaltaisella

valvontaviranomaisella on oikeus saada mittaussuunnitelma pyynnöstä tarkastettavakseen ennen mittausten suorittamista.



Päästömittaustulosten epävarmuuden laskentapohjat, MECE

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

Päästömittaajapäivät 25.5.2018
Tuula Pellikka, johtava tutkija, VTT
tuula.pellikka@vtt.fi

Päästömittaustulosten epävarmuuden laskentapohjat

- § EN-standardeihin perustuvat Excel-laskentapohjat päästömittauslaboratorioille: yhtenäinen ja läpinäkyvä laskentatapa kaikille toimijoille
- § Työkalu valvovalle viranomaiselle: helpottaa ja tehostaa valvonnan toteuttamista
- § Projektin tulosaineisto on julkinen

Esimerkkejä vuosien takaa (vuosi 1985)...

Taulukko 2. Käytännön virherajat (M. Hakkala, VTT) /12/.

	Kaasu	Hiukkaset
Tilavuusvirta		
1. Hyvät olosuhteet	± 10 %	± 10 %
2. Huonot olosuhteet	± 15 %	± 15 %
3. Erittäin huonot olosuhteet	± 25 %	± 25 %
Pitoisuus		
1. Hyvät olosuhteet	± 10 %	± 10 %
2. Huonot olosuhteet	± 10 %	± 15 %
3. Erittäin huonot olosuhteet	± 10 %	± 30 %
Päästö		
1. Hyvät olosuhteet	± 15 %	± 15 %
2. Huonot olosuhteet	± 20 %	± 25 %
3. Erittäin huonot olosuhteet	± 25 %	± 50 %

Esimerkkejä vuosien takaa (1994)...

Taulukko 4. Vuoden 1994 hiukkasvertailumittauksiin osallistuneiden ilmoittamat epävarmuudet /3/.

Ryhmä	Ilmoitettu epävarmuuden laji	Hiukkas-pitoisuus	Tilavuusvirta	Päästö
1	kokonaisvirhe, %	33, 47, 69	12, 12, 12	34, 48, 69
2	yhteisvirhe, %	14	10	-
3	virheraja, % varmuuskerroin 2	± 13	± 10	± 17
4	toleranssi, %	± 10	± 15	-
5	suhteellinen kokonaisvirhe, %	-	-	10
6	käytännön virheraja (M. Hahkalan malli), %	± 10	-	± 15
7	mittausepävarmuus (M. Hahkalan malli), %	± 10	± 10	± 15
8	kokonaisepävarmuus, %	15 - 20	15 - 20	15 - 20
9	suhteellinen virhe, %	± 10, ± 15, ± 15	± 7,5	± 15, ± 20, ± 20
10	suhteellinen virhe, %	30	-	40
11	suhteellinen -ja kokonaisepävarmuus, %	± 7 (suht. epätarkkuus)	± 6 (suht. epätarkkuus)	± 10 (kokonais-epätarkkuus)
12	suhteellinen kokonaisvirhe, %	-	-	vain ominaispäästö 15
13	epävarmuus, kokonaisepävarmuus, %	-	(epävarmuus) 1	(kokonais-epävarmuus) 7
14	suhteellinen virhe, %	± 10	± 10	± 15
15	suhteellinen maksimivirhe / kokonaisvirhe, %		(suhteellinen maksimivirhe) 9	(kokonaisvirhe) 13 -16
16	käytännön virheraja, %	-	-	± 15
17	kokonaisvirhe, %	n. 5	-	n. 7
18	mittausepävarmuus, %		20, 10, 10	10, 10, 10
19	epävarmuus, %	± 11	± 10	± 15
20, VTT	kokonaisepävarmuus, % luottamustaso 95 %	± 13	n. ± 8	± 16

Virhe ei ole sama asia kuin epävarmuus!

Esimerkkejä vuosien takaa (2014)...

Taulukko 19. Ilmoitetut mittausepävarmuudet (suht. $\pm\%$) komponenteittain, polttoaineena kevyt polttoöljy POK, 20.5.2014.

	NO _x	SO ₂	H ₂ O	O ₂	CO ₂	CO	Hiukkaset	Tilavuusvirtaus
	$\pm\%$	$\pm\%$	$\pm\%$	$\pm\%$	$\pm\%$	$\pm\%$	$\pm\%$	$\pm\%$
A	7	500	9	9	5	280	9	17
B	15	265	26	10	11	74	121	22
C	10	32	5	6	4	100	86-100	5
D	9	9	Ei r.	6	6	6, **	12	14
E	20	20	10	***	***	10	30	30
F	6	*	9	4	6	**	100	15
G	13	13	Ei r.	10	Ei r.	13	15	15
H	12	12	Ei r.	12	12	12	26, ****	15
I	7	9	Ei m.	7	7	7	Ei m.	Ei m.
J	6	175	25	4	5	Ei r.	25	7

*kuitenkin vähintään 3 mg/m³, NTP

**kuitenkin vähintään 2 mg/m³, NTP

***0,2 %-yksikköä mittaustuloksesta

****kuitenkin vähintään 1 mg/m³, NTP

Ei r. tarkoittaa Ei ilmoitettu raportissa

Ei m. tarkoittaa Ei mitattu

Miksi epävarmuuksien määrittäminen on tärkeää?

- § Päästöraja-arvot ovat laskeneet ja tulevat laskemaan tulevaisuudessa yhä merkittävästi muun muassa BAT-päätelmien myötä
- § Mikäli päästömittauksissa havaitaan jonkin parametrin mittaustuloksissa (ilman mittausepävarmuuden huomioimista) lievä päästöraja-arvon ylitys, ratkaisee mittausepävarmuuden osuus käytännössä sen, onko kyseessä aito päästöraja-arvon ylitys
- § Näin ollen päästömittausten tuloksiin liittyvä mittausepävarmuus ja sen oikeellisuus ovat päästöraja-arvon noudattamisen ja noudattamisen valvonnan näkökulmasta olennaisia asioita

Päästömittaustulosten epävarmuuden laskentapohjat

Laskentapohjat laadittiin seuraaville komponenteille:

- a) Hiukkasmittaukset (Päästömittausten käsikirja (lähdetietona: Guide to the expression of uncertainty in measurement, JCGM 100/2008))
- b) Jatkuvat toimiset kaasumittaukset (CO SFS-EN 15058, NO_x SFS-EN 14792, O₂ SFS-EN 14789, SO₂ CEN/TS 17021)
- c) Absorptioon perustuvat menetelmät (HCl SFS-EN 1911)

MECE-projekti

§ Projektiin osallistuivat ja sitä rahoittivat:

- YM
- VTT
- Päästömittauslaboratoriot (Envimetria Oy, Kymenlaakson ammattikorkeakoulu KyAMK, Kontram Oy, Nab Labs Oy, Ramboll Finland Oy, Outotec Oy, Insinööritoimisto AX-LVI Oy, UPM Kymmene Oyj ja Wärtsilä Finland Oy)
- Toiminnanharjoittajat tai heidän edustajat (MetsäGroup Tako, Neste, Boliden, Ympäristöpooli)

§ Projektin kesto: 4/2017-2/2018



Muutaman maan käytäntöjä epävarmuus- tarkasteluissa

Kysymykset CEN-verkostolle

- § Otatteko huomioon epävarmuustarkasteluissa esimerkiksi seuraavia tekijöitä:
 - § Epähomogeeninen näyte?
 - § Mittaajan taidot ?
 - § Mikäli verkkomittausta ei voida toteuttaa, huomioidaanko tämä jotenkin epävarmuustarkasteluissa?
 - § ?

- § Arvioitteko jotenkin näiden tekijöiden suuruutta ja lisäätte ne laskelmiin? Vai lasketteko mittausepävarmuudet käyttäen ainoastaan menetelmästandardeissa esitettyjä parametreja (esim. NO_x SFS- EN 14792)?

Vastaukset maittain

Maa	Kommentit
Ruotsi	I think the Swedish teams follow the standards very strict.
Tanska	<p>We say that bad sampling sites, bad weather, bad performance , errors etc. are not included in the uncertainty. They cannot be estimated and they are irrelevant because the they are errors not uncertainties. So in my opinion the uncertainty is based on a perfect homogeneous sampling site with good access, weather protection and well trained and experienced technicians following the standard to perfection. Oh and concentrations in the stack should not vary over time!.</p> <p>I know that all these issues are important for the result, and they should be commented on in the report, but they cannot be estimated. Remember that many standards has limits for when to discard the sample (95-115 isokinetic range – etc.).</p>

Vastaukset maittain

Maa	Kommentit
Ranska	<p>As soon as a SRM is implemented (not only for QAL 2 or AST) the user must show that he is able to measure with his measuring system (according to the SRM) with an uncertainty lower than the limit fixed by the SRM at the ELV fixed for the plant he want to control. To assess the conformity with ELV he has to provide the figure of uncertainty of his measures (in France all labs must be accredited and has to provide these uncertainty budget (everybody follow the procedure presented in an annex of SRMs).</p> <p>When something is wrong with the plant (only one sampling port available or $L < 5dh$, etc. the lab has no other possibility to say that the uncertainty has increased without be able to estimate it.</p>
Saksa	<p>In case of the measuring site is not be according EN 15259, we have no concrete and official method for a calculation of these possible adding influence to the uncertainty.</p> <p>In our case we make a note in our report, that the effect to the uncertainty cannot be given in numbers, but the uncertainty could be higher as the reported values, which depend on a “ideal” 15259-situation</p>

Vastaukset maittain

Maa	Kommentit
UK	Epävarmuuslaskennoissa otetaan huomioon vain standardeissa mainitut parametrit
Espanja	Actually we are using the same criteria as stated in CEN standards for “punctual” measurements depending on each pollutant standard. We don’t take in account “other parameters” to help us determined uncertainty on this measurements. Instead of this we are having periodical meeting with the measurement teams to agree on how to act in not common situation, but of course we can’t deal with all possible uncertainty sources (skill of measurer, process fluctuations,...).
Italia	In any case, from my personal point of view, any addition of “artificial” values (based on other unknown parameters) or correction of the uncertainty without a preliminary knowledge of the components should be avoided , preferring the approach stated, for example, in EN 14792.

Kuinka epävarmuuksia huomioidaan kertamittauksissa verrattaessa tuloksia päästöraja-arvoihin?

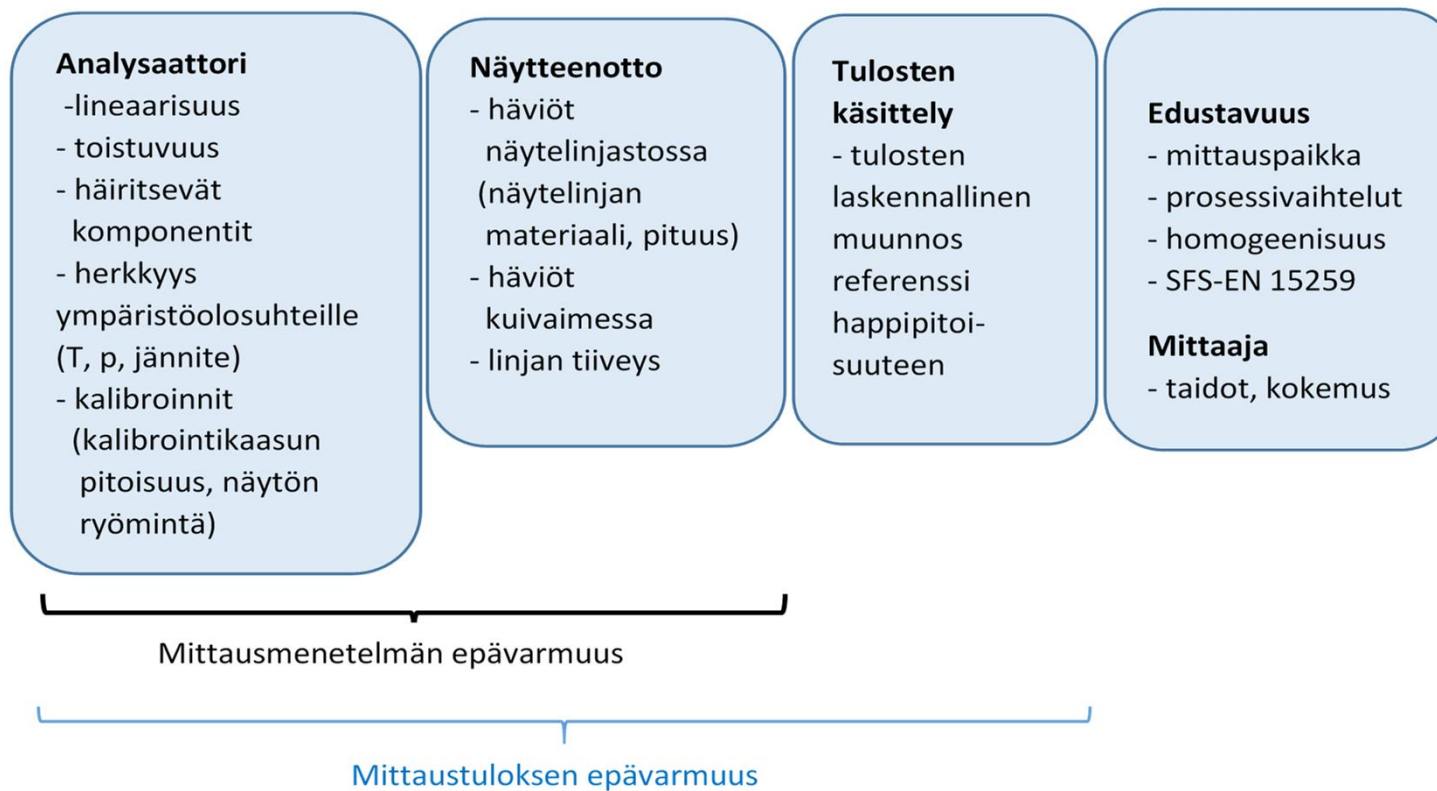
Maa	
Tanska	Epävarmuuksia ei huomioida lainkaan
Saksa	Epävarmuus lisätään mitattuun tulokseen ja tätä tulosta verrataan päästöraja-arvoon
Alankomaat	Epävarmuus lisätään päästöraja-arvoon ja mitattua tulosta verrataan siihen



Päästömittausten epävarmuus

Mittausepävarmuus: mitä se pitää sisällään..?

Alla esimerkkinä jatkuvatoiminen kaasumittaus (SRM)



Kriteerit SRM-menetelmän (Standard Reference Method)-epävarmuuksille

§ epävarmuuksille asetetut vaatimukset komponenteittain ovat seuraavat:

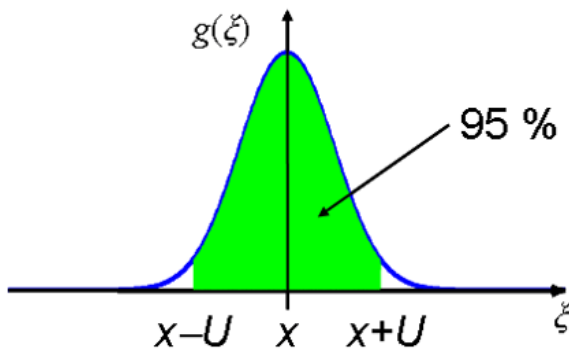
- Hiukkaset: ≤ 20 %:a päästöraja-arvosta laskettuna (SFS-EN 13284-1)
- NO_x: < 10 % päivittäisestä raja-arvosta laskettuna (SFS-EN 14792)
- CO: < 6 % päivittäisestä raja-arvosta laskettuna (SFS-EN 15058)
- SO₂: < 15 % päivittäisestä raja-arvosta laskettuna (CEN/TS 17021)
- O₂: < 6 % (suht.) mitatusta pitoisuudesta laskettuna (SFS-EN 14789)
- HCl: < 30 % päivittäisestä raja-arvosta laskettuna (SFS-EN 1911)
- H₂O: < 20 % (suht.) mitatusta pitoisuudesta laskettuna (SFS-EN 14790)



Mittausepävarmuuden laskentapohjat

Päästömittausten epävarmuuspohjat
(MeCe)-projektin loppuseminaari
Espoo 13.2.2018

Tuula Kajolinna, tutkija, VTT
tuula.kajolinna@vtt.fi



Yleistä laskentapohjista

- § Mittausepävarmuuden laskentaan tarkoitettu laskentapohja on tehty vuonna 2018 Teknologian Tutkimuskeskus VTT:llä menetelmästandardien esimerkkien pohjalta. Laskentapohja on ladattavissa VTT:n nettisivuilta
- § Laskentapohjan käyttäjä on vastuussa lähtötietojen ja laskentojen oikeellisuudesta
- § Käyttäjän on varmistettava menetelmästandardien mahdolliset muutokset tai päivitykset, koska laskentapohjat perustuvat vuonna 2017 voimassa oleviin menetelmästandardeihin
- § Laskentapohjan kaavoja ei ole lukittu, jotta käyttäjä voi tarvittaessa muuttaa laskentoja soveltumaan paremmin omaan tarpeeseensa
- § Vihreisiin soluihin käyttäjä lisää arvot. Sinisissä soluissa on laajennetut kokonaisepävarmuudet

Laskentapohjien rakenne 1/4, perustiedot

Laite: X			CO		
Mittausalue 0 -			100		mg/m ³
Mitattu pitoisuus			50		mg/m ³
Suorituskykyparametrit	Kriteeri	Parametrin arvo tai vaihteluväli	Parametrin yksikkö	Lähde	Kriteeri OK ?
Vasteaika	≤200 s	120	s	Kentällä	OK
Toistettavuus nollapisteessä	≤±1% täydestä alueesta	0,3	± % täydestä alueesta	Sertifikaatti/laboratoriokokeet	OK
Toistettavuus kalibrintipisteessä	≤±2% täydestä alueesta	0,45	± % täydestä alueesta	Sertifikaatti/laboratoriokokeet	OK
Lineaarisuus	≤±2% täydestä alueesta	0,6	± % täydestä alueesta	Sertifikaatti/laboratoriokokeet	OK
Nollapisteen siirtymä	≤±2% täydestä alueesta/24 h	0,01	± % täydestä alueesta/24h	Kentällä	OK
Kalibrintipisteen siirtymä	≤±2% täydestä alueesta/24 h	0,5	± % täydestä alueesta/24h	Kentällä	OK
Herkkyys ympäristön lämpötilalle kalibrintipisteessä	≤5% alueesta/ 20 K	1	± % alueesta/ 20 K	Sertifikaatti	OK
Herkkyys ilmakehän paineelle kalibrintipisteessä	≤2% alueesta/ 3 kPa	0,4	± % mitatusta arvosta	Sertifikaatti	OK
Herkkyys näytekaasun virtaukselle	≤2% alueesta / 10 l/h	0,2	± % täydestä alueesta/ 10 l/h	Sertifikaatti	OK
Herkkyys jännitteelle kalibrintipisteessä	≤2% alueesta/10 V	0,12	± % alueesta/ 10 V	Sertifikaatti	OK
CO-häviöt näytteenkäsittelyssä	≤2 % mitatusta arvosta		mg/m ³ CO	Kentällä/Laboratoriokokeet	
O ₂ -mittauksen epävarmuus (k=2)		5	± % mitatusta O ₂ -pitoisuudesta		
Kosteusmittauksen epävarmuus (k=2)		10	± % mitatusta H ₂ O-pitoisuudesta		
Laimennussuhteen epävarmuus (k=2)		0	± % mitatusta CO-pitoisuudesta		
Häiriövaikutukset:	Yhteensä: ≤4% alueesta	0,5			OK
CO ₂ til%	15	-0,8	mg/m ³ CO	Sertifikaatti/laboratoriokokeet	
N ₂ O mg/m ³	20	1	mg/m ³ CO	Sertifikaatti/laboratoriokokeet	
CH ₄ mg/m ³	50	2	mg/m ³ CO	Sertifikaatti/laboratoriokokeet	

Laskentapohjien rakenne, 2/4 kenttäolosuhteet ja vaihtelutiedot

Mittausolosuhteet kentällä	Muuttujan arvo	Vaihtelun arvo	Vaihteluyksikkö	Vaihtelu, min	Vaihtelu, max
Kosteuspitoisuus*	0		til-%		
Näytekaasun tilavuusvirta	60	5	± l/h	55	65
Lämpötila kalibroinnin aikana	285		K		
Ympäristön lämpötilan muutokset mittauksen aikana			K	283	308
Jännitevaihtelu	230	5	V	225	235
Ilmanpaine kalibroinnin aikana	99		kPa		
Ilmanpaineen vaihtelu			kPa	99	100
O ₂ referenssipitoisuus	11		til-%		
O ₂ mitattu pitoisuus	12		til-%		
CO ₂ pitoisuusvaihtelu			til-%	8	12
N ₂ O pitoisuusvaihtelu			mg/m ³		
CH ₄ pitoisuusvaihtelu			mg/m ³	0	10
Kalibroitikaasu					
CO työssä, ei interferoivia aineita. mg/m ³	80	2	± %		

Laskentapohjien rakenne, 3/4 menetelmän epävarmuus ja vertailu soveltuvuuskriteeriin

Epävarmuuslaskelma				
Suorituskykyparametrit	Epävarmuus	Yhtälö	Epävarmuus / mg/m ³	u ²
Muunnos kuiviin kaasuihin*	u _{H2O}	C.2-kaavan 2. termi	0,00	0,00
Laimennussondin käyttö**	u _{dil}		0,00	0,00
Toistettavuus kalibrintipisteessä	u _r	D.21	0,45	0,20
Lineaarisuus	u _{lof}	D.11	0,35	0,12
Nollapisteen siirtymä	u _{d,z}	D.12	0,006	0,00
Kalibrintipisteen siirtymä	u _{d,s}	D.13	0,29	0,08
Herkkyys ympäristön lämpötilalle	u _{t,s}	D.4	0,64	0,41
Herkkyys ilmanpaineelle	u _p	D.4	0,04	0,00
Herkkyys näytekaasun virtaukselle	u _f	D.6	0,06	0,00
Herkkyys jännitteelle	u _v	D.5	0,08	0,01
Häviöt näytteenkäsittelyssä	u _{loss}		0,00	0,00
Häiriövaikutus: CO ₂	u _{i,CO2}	D.14	-0,54	0,29
Häiriövaikutus: N ₂ O	u _{i,N2O}	D.14	0,00	0,00
Häiriövaikutus: CH ₄	u _{i,CH4}	D.14	0,23	0,05
Positiiviset häiriövaikutukset	u _{ip}	D.18	0,23	0,05
Negatiiviset häiriövaikutukset	u _{in}	D.19	-0,54	0,29
Suurin häiriövaikutus	u _i	D.20	0,54	0,29
Kalibrintikaasun epävarmuus	u _{adj}	D.23	0,50	0,25
Kokonaisepävarmuus	u_c	D.2	mg/m³	1,17
Suhteellinen kokonaisepävarmuus	u _{c,rel}		%	2,3
Laajennettu kokonaisepävarmuus 95% (k=2)	U(C_{CO})	D.3	mg/m³	2,33
Suhteellinen laajennettu kokonaisepävarmuus	U _{rel(C_{CO})}		%	4,7
Esimerkki jätteenpolttolaitoksen päivittäisestä päästöraja-arvosta:		Päästöraja-arvo	50 mg/m ³ (dry, NTP, O ₂ 11%)	
		→ kriteeri (6%)	3 mg/m ³ (dry, NTP, O ₂ 11%)	
		U(C _{CO}) ≤ kriteeri	TRUE	

Laskentapohjien rakenne, 4/4 happi- muunnoksen aiheuttama epävarmuus tulokseen

Happimuunnoksen aiheuttama epävarmuus happimuunnettuun CO- pitoisuustulokseen			
CO-pitoisuus kanavan O ₂ -pitoisuudessa	$C_{(CO),kanavan\ O_2}$	50,00	mg/m ³ , NTP, kanavan O ₂
CO-pitoisuus O ₂ -referenssipitoisuudessa	$C_{(CO),\ O_2ref}$	55,56	mg/m ³ , NTP, O ₂ ref
Kokonaisepävarmuus O ₂ -referenssipitoisuudessa	$u(C_{(CO),O_2ref})$	2,260	mg/m ³ , NTP, O _{2ref}
Laajennettu kokonaisepävarmuus O₂-referenssipitoisuudessa (k=2)	$U(C_{(CO),O_2ref})$	4,52	mg/m³, NTP, O_{2ref}
Suhteellinen laajennettu kokonaisepävarmuus O ₂ -referenssipitoisuudessa	$U_{rel}(C_{(CO),O_2ref})$	9,0	%

CO-mittausepävarmuuspohjasta ja sen käytöstä

- a) Epävarmuuslaskenta perustuu standardiin SFS-EN 15058:2017 "Stationary source emissions. Determination of the mass concentration of carbon monoxide. Standard reference method: non-dispersive infrared spectrometry"
- b) Rivit 23 ja 31: Täytetään vain jos analysaattori mittaa kosteissa kaasuissa ja tulos muunnetaan laskennallisesti kuivaksi
- c) Rivi 24: Täytetään vain jos näytteenotossa on käytetty laimennussondia
- d) Rivin 56 (Herkkyyys näytekkaasun virtaukselle) laskennasta on poistettu osoittajasta kerroin kaksi, koska menetelmästandardin esimerkissä oli virhe

SO₂-mittausepävarmuuspohjasta ja sen käytöstä

- a) Epävarmuuslaskenta perustuu jatkuvatoimisten SO₂-analysointilaitteiden epävarmuuslaskentaan; CEN/TS 17021:2017 "Stationary source emissions. Determination of the mass concentration of sulphur dioxide by instrumental techniques"
- b) Rivit 12, 13 ja 14: Valitaan vain suurin sertifikaatissa tai manuaalissa mainittu parametri (toistuvuus nollassa, toistuvuus kalibrointipisteessä tai uusittavuus kalibrointipisteessä kentällä). Epävarmuus rivillä 48.
- c) Rivit 24 ja 31: Täytetään vain jos analysointilaitteisto mittaa kosteissa kaasuissa ja tulos muunnetaan laskennallisesti kuivaksi
- d) Rivi 25: Täytetään vain jos näytteenotossa on käytetty laimennussondia

NO_x-mittausepävarmuuspohjasta ja sen käytöstä

- a) Epävarmuuslaskenta perustuu standardiin SFS-EN 14792:2017
"Stationary source emissions. Determination of mass concentration of nitrogen oxides. Standard reference method: chemiluminescence"
- b) Rivit 25 ja 33: Täytetään vain jos analyysoija mittaa kosteissa kaasuissa ja tulos muunnetaan laskennallisesti kuivaksi
- c) Rivi 26: Täytetään vain jos näytteenotossa on käytetty laimennussondia

O₂-mittausepävarmuuspohjasta ja sen käytöstä

- a) Epävarmuuslaskenta perustuu standardiin SFS-EN 14789:2017 "Stationary source emissions. Determination of the volume concentration of oxygen. Standard reference method: Paramagnetism"
- b) Rivit 12, 13 ja 14: Valitaan vain suurin sertifikaatissa tai manuaalissa mainittu parametri (toistuvuus nollapisteessä, toistuvuus kalibrointipisteessä tai uusittavuus kalibrointipisteessä kentällä). Epävarmuus rivillä 45.
- c) Rivit 22 ja 30: Täytetään vain jos analysaattori mittaa kosteissa kaasuissa ja tulos muunnetaan laskennallisesti kuivaksi

PM (hiukkas)-mittausepävarmuuspohjasta ja sen käytöstä

- a) Epävarmuuslaskenta perustuu vuonna 2004 julkaistuun Päästömittausten käsikirjaan (lähdetietona: Guide to the expression of uncertainty in measurement, JCGM 100/2008)

Suorituskykyparametrit	Parametrin tunniste	Parametrin arvo tai vaihteluväli	Parametrin yksikkö	Lähde
Kaasutilavuus:				
Mittalaitteen lukematarkkuus	$u_1(V_{wa})$	0,0001	m ³	Manuaali
Mittalaitteen toistuvuus valmistajan mukaan	$u_2(V_{wa})$	2,5	±% lukemasta	Manuaali
Kalibroinnin epävarmuus kalibroitodistuksen mukaan (k=2)	$u_3(V_{wa})$	1,6	±% lukemasta	Kalibroitodistus
Suurin kalibroitipoikkeama, jos kalibroitokorjausta ei huomioida	$u_4(V_{wa})$	0	±% lukemasta	Kalibroitodistus
Hiukkasissa:				
Mittalaitteen lukematarkkuus	$u_1(m)$	0,01	mg	Manuaali
Mittalaitteen toistuvuus valmistajan mukaan	$u_2(m)$	0,1	mg	Manuaali
Koepunnitusten toistuvuus eri aikoina	$u_3(m)$	0,3	mg	Laboratoriokokeet
Valitaan suurempi arvoista $s_2(m)$ ja $s_3(m)$	$u_2(m)$ TAI $u_3(m)$	0,3	mg	
Kalibroinnin epävarmuus kalibroitodistuksen mukaan (k=2)	$u_4(m)$	0,071	mg	Kalibroitodistus
Suurin kalibroitipoikkeama, jos kalibroitokorjausta ei huomioida	$u_5(m)$	0	mg	Kalibroitodistus
Ilmanpaineenmittaus:				
Mittalaitteen lukematarkkuus	$u_1(p_V)$	0,1	kPa	Manuaali
Mittalaitteen toistuvuus valmistajan mukaan	$u_2(p_V)$	1,5	±% lukemasta	Manuaali
Kalibroinnin epävarmuus kalibroitodistuksen mukaan (k=2)	$u_3(p_V)$	0,05	kPa	Kalibroitodistus
Suurin kalibroitipoikkeama, jos kalibroitokorjausta ei huomioida	$u_4(p_V)$	0	kPa	Kalibroitodistus
Lämpötilamittaus:				
Mittalaitteen lukematarkkuus	$u_1(T_a)$	0,1	K	Manuaali
Mittalaitteen toistuvuus valmistajan mukaan	$u_2(T_a)$	0,2	K	Manuaali
Kalibroinnin epävarmuus kalibroitodistuksen mukaan (k=2)	$u_3(T_a)$	0,23	K	Kalibroitodistus
Suurin kalibroitipoikkeama, jos kalibroitokorjausta ei huomioida	$u_4(T_a)$	0	K	Kalibroitodistus
Happimittauksen epävarmuus (k=2)	u_{O_2}	5	suht. %	Manuaali, laboratoriokokeet

HCl-mittausepävarmuuspohjasta ja sen käytöstä

- a) Epävarmuuslaskenta perustuu menetelmästandardiin SFS-EN 1911:2010 "Stationary source emissions. Determination of the mass concentration of gaseous chlorides expressed as HCl. Standard reference method"

Mittaus tulokset ja epävarmuustiedot	Mitattu arvo	Arvo	Yksikkö
<i>Imetty kaasutilavuus</i>	0,132		m ³
Kalibroinnin kokonaisepävarmuus		1,4	± % mitatusta arvosta
Toistettavuuden keskihajonta		0,3	± % mitatusta arvosta
Mittaussäätöjen siirtymä "ryömintä"		1	± % mitatusta arvosta
Lukematarkkuus		0,0002	m ³
<i>Lämpötila mittauksen aikana</i>	296,2		K
Lämpötilan keskihajonta		0,854	K
Kalibroinnin epävarmuus		1	K
Mittaussäätöjen siirtymä		1	K
Lukematarkkuus		0,1	K
<i>Paine-eromittarin mittausalue, max</i>	200		Pa
Paine-eron keskihajonta		0,287	Pa
Kalibroinnin epävarmuus		0,6	± Pa
Lukematarkkuus		0,01	Pa
Lineaarisuus		1,4	± % mittausalueesta
Mittaussäätöjen siirtymä		1	± % mittausalueesta
<i>Ilmanpaine</i>	100281		Pa
Ilmanpaineenmittauksen suurin sallittu poikkeama		300	± Pa
Lukematarkkuus		20	Pa
<i>Absorptiotehokkuus (1.pullo)</i>	98		%
<i>m_{kloridi}-pitoisuus</i>	1,02		mg Cl ⁻
Analyyisin toistettavuus keskihajonta		2,1	± % mitatusta arvosta
O ₂ -referenssipitoisuus	11		til-%
O ₂ -pitoisuus ja mittauksen epävarmuus (k=2)	12,3	6	± % (k=2)
Kaasutilavuus NTP:ssä, V _{std}		0,120	m ³ NTP
HCl-pitoisuus NTP:ssä, C _{HCl}		8,710	mg HCl/m ³ NTP



TEKNOLOGIASTA TULOSTA





Aluehallintovirasto

Mittausepävarmuuden huomioon ottaminen

Päästömittaajapäivät 24.-25.5.2018 Lahden Seurahuone

Ympäristöneuvos Teemu Lehikoinen, Etelä-Suomen aluehallintovirasto



Perinteinen käytäntö

- Jatkuvatoimisissa mittauksissa päästörajat asetettiin pitkän ajan keskiarvoina (esim. kalenterivuosi)
 - Mittauksen epäluotettavuuteen vaikuttavien tekijöiden on ajateltu tasoittuvan tarkastelujakson aikana
- Kertamittauksissa mittausvirhe on otettu huomioon jo päästöraja-arvoa asetettaessa
 - Yksinkertaisuus: saatua mittaustulosta verrataan asetettuun raja-arvoon
 - Tarvittaessa mittauksia on tehty pitempi jakso tai otettu useampi näyte



SUPO-asetus ja jätteenpolttoasetus

- Jatkuvatoimissa mittauksissa otetaan huomioon mittaustuloksen 95 prosentin luotettavuutta kuvaava osuus asetuksessa (IE-direktiivissä) esitetyllä tavalla
- Kertaluonteisissa mittauksissa verrataan saatua tulosta asetettuun raja-arvoon

PIPO-asetus

- Asetus ei ota kantaa, tulisiko mittausepävarmuus ottaa huomioon
- Päästömittausraportissa on mm. esitettävä kunkin päästökomponentin osalta erikseen mitattu pitoisuus, mittausepävarmuus sekä mitattu pitoisuus, josta on vähennetty mittausepävarmuus



Eurooppalainen käytäntö

- Ei ole olemassa yhtenäistä käytäntöä
 - Joissakin maissa tuloksesta vähennetään jotain
 - Joissakin maissa saatua tulosta verrataan suoraan
 - Joissakin maissa saatuun tulokseen lisätään jotakin



BAT-maailma: jatkuvatoimiset mittaukset

- Jatkuvatoimisisissa mittauksissa otetaan mittausepävarmuus huomioon vastaavalla tavalla kuin SUPO- tai jätteenpolttoasetuksessa
- Mittausepävarmuutta ei voida välttämättä laskea ja ottaa huomioon luvassa asetetun raja-arvon pitoisuudessa
- Esimerkki:
 - Savukaasun hiukkaspitoisuuden raja-arvo on 5 mg/Nm^3 ja SUPO-asetuksen mukainen 95 prosentin luotettavuutta kuvaava osuus on 30 prosenttia → Tällöin sallittu vähennys mittaustuloksesta olisi $1,5 \text{ mg/Nm}^3$
 - Toisin sanoen vaikka pieniä pitoisuuksia mitatessa mittaus muuttuu vaativammaksi, pienenee huomioon otettavan luotettavuuden numeroarvo pitoisuutena
 - Lopputulemma: Erityisesti pienillä pitoisuuksilla mittausepävarmuuden huomioon ottaminen päästöraja-arvoja asetettaessa vaatii tapauskohtaista harkintaa.



BAT-maailma: kertaluonteiset mittaukset

- Vaatii tapauskohtaisen harkinnan
 - Toteutuneet päästöt vs. päästöraja
 - Kuinka paljon päästöt vaihtelevat
 - Mittauksen vaativuus pienten pitoisuuksien takia
 - Sovellettava mittausstandardi



Pari huomiota

- Otetaan huomioon mittaustuloksen 95 prosentin luotettavuutta kuvaava osuus
- Ei oteta huomioon mittauksen kokonaisepävarmuutta
 - Mittauspaikka
 - Prosessin tila
 - Ulkoiset tekijät mittalaitteiden toimintaan
 - Mittaajan toiminta
 - Jne.