

Vastaanottaja
Adven Oy
Antti Koski
Kauppatori 1-3 C
60100 SEINÄJOKI

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
7.1.2019

Viite
1510023464-095

ADVEN OY, JEPUAN POLTTO- LAITOS

PÄÄSTÖMITTAUKSET JA AST- TARKISTUSMITTAUKSET 2018

Päivämäärä **7.1.2019**
Laatija **Tuomo Salmikangas**
Tarkastaja **Sauli Lundström**
Kuvaus **Raportti**


Viite **1510023464-095**

SISÄLTÖ

	TIIVISTELMÄ	3
1.	TEHTÄVÄ	4
2.	MITATUT PROSESSIT	4
3.	MITTAUKSET JA MENETELMÄT	4
3.1	Mittalaitteet ja menetelmät	4
3.2	Analyysit	6
3.2.1	HCl ja HF	6
3.2.2	Raskasmetallit	6
3.2.3	Orgaaniset yhdisteet (PCDD/F)	6
4.	SAVUKAASUMITTAUSTEN TULOKSET	7
4.1	Tulosten laskenta	11
5.	PÄÄSTÖMITTALAITTEIDEN AST-MITTAUKSET	11
5.1	Menetelmät ja tutkittavat analysaattorit (AMS)	11
5.2	AST-tarkistukset mittausjärjestelmälle	12
5.3	AST-mittausten referenssimenetelmät (SRM)	12
5.4	AST-vertailumittausten tulokset	13
5.5	AST-vertailumittausten tulosten arviointi	14
6.	EPÄVARMUUSTARKASTELU	14
7.	LAATUJÄRJESTELMÄ	15

LIITTEET

- Liite 1. Mittauspaikan dimensiot ja mittapisteet
- Liite 2. Hiukkasmittausten tulosten keksiarvo
- Liite 3. Yksittäisten hiukkasmittausten tulokset
- Liite 4. Vertailumittauskuvat
- Liite 5. AST-raportin tiivistelmä CO-pitoisuudelle
- Liite 6. AST-raportin tiivistelmä NO_x-pitoisuudelle.
- Liite 7. AST-raportin tiivistelmä SO₂-pitoisuudelle.
- Liite 8. Lineaarisuustarkastelu CO:lle
- Liite 9. Lineaarisuustarkastelu NO:lle
- Liite 10. Lineaarisuustarkastelu SO₂:lle

	Akkreditoidut suuret ja mittausalueet		TOC	1 – 1000 ppm (prop. ekv.)
	Päästömittausjärjestelmän QAL2- ja AST-vertailumittaukset ja laskennat		Kosteus	1 til.-% - kylläinen kaasu
	Hiukkaset	1 mg/m ³ n – 1 g/m ³ n	Virtaus	5 – 30 m/s
	SO ₂	1 - 1000 ppm	HCl	0,1 – 50 ppm
	NO _x	1 – 1000 ppm	HF	0,1 – 15 ppm
	O ₂	0 - 21 %-v	Raskasmetallit ja Hg-näytteenotto	
	CO	1 – 5000 ppm	PCDD/F-yhdisteet sekä dioksiinien kaltaiset	
	CO ₂	0,5 – 20 %-v	PCB-yhdisteet: >0,1 ng/m ³ (I-TEQ, summa)	

Tilaja:	Adven Oy Antti Koski Kauppatori 1-3 C 60100 SEINÄJOKI
Aika:	27.11.2018
Mittaajat:	Ramboll Finland Oy Ermo Ikävalko, Tuomo Salmikangas ja Tuomas Walden

TIIVISTELMÄ

Ramboll suoritti Jepuan polttolaitoksen vuosittaiset päästömittaukset, sekä selvitti laitoksen savukaasuanalysaattorien (AMS) toiminnan luotettavuutta rinnakkais- ja vertailumittausten avulla (SRM) standardin SFS-EN 14181 mukaisesti. Mittausten kohteena olivat piippuun sijoitettu FTIR-analysaattori, hiukkasmittari ja virtausmittari. Vuonna 2016 tehtyjen QAL2-kalibrointimittausten aikana mitatut pitoisuudet olivat niin pieniä, ettei osalle tutkittavista kaasuista eikä hiukkasille ole voitu laskea kalibrointisuoran yhtälöä. Tästä syystä AST-mittaukset ja tarkistukset tehtiin standardin SFS EN 14181 kuvaamalla tavalla vain NO_x:lle, CO:lle ja SO₂:lle. Näiden komponenttien mittausten toiminnan luotettavuutta tarkasteltiin kalibrointisuorien avulla laskien ja arvioiden kalibroinnin pysyvyyttä. Vaihtelevuustestillä arvioitiin mittaparien välisen hajonnan hyväksyttävyyttä. Lisäksi FTIR-analysaattorille tehtiin lineaarisuustarkastus valmistajan suositusten mukaan. NO_x-, CO- ja SO₂- mittaukset täyttivät standardin esittämät vaatimukset. Standardin SFS EN 14181 kansallisen soveltamisohjeen mukaan pitoisuuksille, jotka ovat alle jätteenpoltoasteuksessa ilmoitettujen epävarmuuskriteerien, ei tarvitse välttämättä määrittää kalibrointifunktiota (VTT:n raportti "Kiinteästi asennettujen mittalaitteiden laadunvarmistusstandardi, Quality assurance of automated measuring systems, QA of AMS (EN 14181) ja sen kansallinen tulkinta / Yhteinen menettelytapa"). AST-mittauksen lisäksi vertailtiin myös muiden komponenttien pitoisuuksia. Mittausten perusteella laitoksen savukaasuanalysaattorit toimivat luotettavasti ja niiden ero mittausr ryhmän tuloksiin oli vähäinen. Mittausten perusteella savukaasupitoisuudet olivat alle luopae hdoissa mainittujen päästöjen raja-arvopitoisuuksien.

Taulukko 1. Yhteenveto savukaasuanalysaattorien toiminnasta

Mittalaite	Toiminta hyväksytty rinnakkaismittausten perusteella	Toiminta täytti standardin SFS-EN 14181 vaatimukset	Havaitut puutteet ja toimenpide-ehdotukset
O ₂	OK		-
CO	OK	OK	-
SO ₂	OK	OK	-
NO _x	OK	OK	-
TOC	OK		-
HCl	OK		-
HF	OK		-
Hiukkaset	OK		-
Virtaus	OK		-

1. TEHTÄVÄ

Tehtävänä oli suorittaa Jepuan polttolaitoksen vuosipäästömittaukset, sekä laitoksen jatkuvatoimisen päästömittausjärjestelmän AST-tarkistusmittaukset standardin 14181 kuvaamalla tavalla.

2. MITATUT PROSESSIT

Laitoksella on 10 MW:n leijukerroskattila, jonka polttoaineena käytetään haketta ja jätettä. Poltossa syntyvät savukaasut puhdistetaan puolikuivalla savukaasun puhdistusmenetelmällä ja letkusuodattimella. Puhdistetut savukaasut johdetaan 45 m korkeaan savupiippuun.

Päästömittaukset tehtiin 27.11.2018 klo 10:00–16:00 välisenä aikana. Mittaukset tapahtuivat prosessin normaalissa polttotilanteessa. Kattilakuorma oli keskimäärin 8,5 MW. Kierrätyspuun osuus polttoaineesta oli 15 % ja jätteen osuus 85 %. 30 % jätteestä oli hiekkapaperijätettä ja 70 % lajiteltua energiajätettä. FTIR analysaattorin lineaarisuustestit tehtiin 28.11.2018.

3. MITTAUKSET JA MENETELMÄT

Päästömittaukset tehtiin piipun mittausyhteistä seuraavasti:

Jatkuvatoimisesti:

SO₂, NO_x, CO, CO₂, O₂, TOC, lämpötila

Jaksottaisella näytteenotolla:

HCl, HF

PCDD/PCDF -yhdisteet

Pb, Cd, Hg, As, Tl, Sb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, ja V hiukkas- ja kaasufaasista savukaasuvirtaus, paine ja kosteus

AST-mittaukset ja tarkastelu tehtiin laitoksen FTIR-analysaattorin NO_x, CO- ja SO₂-mittauksille. Vertailumittaukset tehtiin myös laskennan oheissuureille: O₂, H₂O ja virtaama.

3.1 Mittalaitteet ja menetelmät

NO_x: Kemiluminesenssiin perustuvalla Teledyne T 200 analysaattorilla, joka mittaa pitoisuuden kosteassa näytekäasussa.

SO₂: UV-fluoresenssiin perustuvalla Teledyne T 100 analysaattorilla, joka mittaa pitoisuuden kosteassa näytekäasussa.

Näytteenkäsittelyssä käytettiin EPM 797 laimennussondia.

O₂, CO- ja CO₂: ABB 3020 analysaattorilla, jossa hapen mittaus perustuu paramagneettisuuteen. CO ja CO₂ mittaus perustuu IR-säteilyn absorptioon. Näytteenkäsittelynä oli hiukkasten erotus ja näytekäasun kuivaus M & C:n PSS jäädyttimellä.

Hiilivetyypitoisuus (TOC): Jatkuvatoimisesti liekki-ionisaatioon perustuvalla JUM 3-200 analysaattorilla, joka mittaa pitoisuuden kosteassa kaasussa. Näytteenotto tapahtui lämmitetyllä linjalla. Laite kalibroitiin propaanilla ja tulokset on laskettu kokonaishiilenä.

Hiukkaspitoisuus: jaksottaisella menetelmällä SICK Gravimat mittalaitteella standardin SFS-EN 13284-1 mukaan.

HCl- ja HF -pitoisuus: manuaalisesti märkäkemiallisella näytteenotolla standardien SFS-EN 1911-1 ja SFS 5789 mukaan (absorptio tislattuun veteen).

Raskasmetallit: manuaalisesti märkäkemiallisella näytteenotolla. Menetelmässä hiukkaset erotetaan teflonsuodattimella. Kaasumaiset raskasmetallit absorboidaan happoliuokseen. Elohoopen absorptioliuos on 4 % K₂CrO₇ / 20 % HNO₃, muiden raskasmetallien laimennettu HNO₃/H₂O₂-liuos standardin SFS-EN 14385 mukaan.

PCDD/F-yhdisteiden näyte otettiin jaksottaisella näytteenotolla (adsorptio XAD-2 hartsiin) standardin SFS-EN 1948-1 kuvaamalla tavalla. PCDD/F-yhdisteiden ja raskasmetallien näytteenotto tehtiin yhdestä mittausyhteestä. Savukaasun hiukkas- ja virtausmittaus tehtiin piipussa olevista yhteistä verkkomittauksena.

Virtausnopeus: Pitot-putkella ja mikromanometrillä standardin ISO 10780 mukaan.

Lämpötila: kalibroituilla K-tyyppin termoelementeillä.

Savukaasun kosteus: lauhduttavalla menetelmällä manuaalisten näytteenottojen yhteydessä.

Jatkuvatoimiset analysaattorit nollattiin ja viritettiin ennen mittausjaksoa, sekä kalibroidiin mittausjakson jälkeen kalibrointikaasuilla. Mahdollinen vasteen ryömintä on korjattu tuloksiin.

Taulukko 2. Akkreditoidut pätevyysalueet

Parametri	Mittaustapa	Mittausmenetelmä ja standardi	Akkreditoitu mittausalue
Tilavuusvirta	mikromanometri, manuaalinen	S-pitot, ISO 10780, SFS 5624	5-30 m/s
Kosteus	gravimetrinen, manuaalinen	Lauhdutus, SFS-EN 14790	0 til.-% -kylläinen kaasu
O ₂	jatkuvatoiminen	Paramagneettisuus, SFS-EN 14789	0-21 %-v
CO ₂	jatkuvatoiminen	IR-absorptio, ISO 12039	0-20 %-v
CO	jatkuvatoiminen	IR-absorptio, SFS-EN 15058, ISO 12039	0-5000 ppm
Hiukkaspitoisuus	gravimetrinen, manuaalinen (SICK Gravimat)	Isokineettinen näytteenotto, SFS-EN 13284-1	0,1 -1000 mg/m ³ n
NO _x	jatkuvatoiminen	Kemiluminesenssi, SFS-EN 14792:2005	0-1000 ppm
SO ₂	jatkuvatoiminen	UV-fluoresenssi, ISO 7935	0-1000 ppm
Haihtuvat hiilivedyt (TOC)	jatkuvatoiminen	Liekki-ionisaatio (FID), SFS-EN 12619	0-1000 ppm (prop. ekv.)
HCl	Märkäkemiallinen menetelmä	SFS 3869/5624, SFS-EN 1911	0,1-50 ppm
HF	manuaalinen	SFS 5624, 5789 ja SFS-EN 1911	0,1-15 ppm
Metallit	manuaalinen	RA 7307, perustuu SFS-EN 14385 (RM) ja 13211 (Hg)	metallit, 0,05-0,5 mg/m ³ Hg 0,001 -0,5 mg/m ³ n
PCDD/F	manuaalinen	hiukkas- ja kaasufaasin absorptio, SFS-EN 1948-1-4	<0,1 ng/m ³ (I-TEQ, summa)
Päästömittausjärjestelmän QAL2- ja AST-vertailumittaukset ja laskennat	Laskennallinen	RA7311, perustuu SFS-EN 14181, CEN TR 15983	Vertailtavien akkreditoitujen menetelmien mukaisesti.

3.2 Analyysit

Kaikki näytteet analysoi Eurofins Environment Testing Finland Oy (FINASin akkreditoima testauslaboratorio T039).

3.2.1 HCl ja HF

Kloridi- ja fluoridipitoisuus määritettiin ainoastaan kaasufaasista eli absorptioluoksesta. Kloridi määritettiin ionikromatografisesti ja fluoridi ioniselektiivisellä elektrodilla.

3.2.2 Raskasmetallit

Savukaasunäytteiden kiinteä faasi (kvartsisuodatin) esikäsiteltiin happokäsittelyllä (typpi-, fluori- vety- ja boorihappo) mikroaaltouunissa.

Elohopea määritettiin atomifluoresenssispektrometrillä (AFS). Muut raskasmetallipitoisuudet määritettiin ICP-MS tekniikalla.

3.2.3 Orgaaniset yhdisteet (PCDD/F)

Näytteisiin lisättiin sisäisinä standardeina käytettävät ¹³C -leimatut dioksiinit ja furaanit ja näytteet uutettiin yön yli (16h) Soxhlet-uuttolaitteistossa tolueenilla. Uutetut näytteet konsentroitiin ja puhdistettiin silika- ja aktiivihiilipylväillä. Puhdistetut näytteet konsentroitiin uudelleen ja analysoitiin korkean erotuskyvyn kaasukromatografi-massaspektrometri laitteistolla resoluutiolla 10000. Määritysraja PCDD/PCDF -yhdisteille on keskimäärin 10 pg/isomeeri.

4. SAVUKAASUMITTAUSTEN TULOKSET

Taulukko 3. Mitattujen savukaasukomponenttien pitoisuudet. Pitoisuudet on ilmoitettu kuivissa kaasuissa normaalitilassa (0 °C, 101,3 kPa), redusoituna 6 %:n O₂-pitoisuuteen.

Mittaus		1
Mittauspaikka		Piippu
Päivämäärä		27.11.2018
Klo		10-17
Kaasun tila		
- lämpötila	°C	145
- vesisisältö	til.-%	14,6
- O ₂ -pitoisuus	til.-%, kuiva	9,5
- CO ₂ -pitoisuus	til.-%, kuiva	10,1
Mitatut pitoisuudet	Pitoisuus	Pitoisuus
Hiilimonoksidi (CO)	mg/m ³ n, kuiva	7
Typenoksidit (NO _x NO ₂ :na)	mg/m ³ n, kuiva	280
Rikkidioksidi (SO ₂)	mg/m ³ n, kuiva	40
Kokonaishiilivedyt (TOC C:nä)	mg/m ³ n, kuiva	<1
Suolahappo (HCl)	mg/m ³ n, kuiva	2,3
Fluorivetyhappo (HF)	mg/m ³ n, kuiva	0,2
Hiukkaset	mg/m ³ n, kuiva	1,0
Antimoni	µg/m ³ n, kuiva	1,5
Arseeni	µg/m ³ n, kuiva	<7,2
Elohopea	µg/m ³ n, kuiva	<0,4
Kadmium	µg/m ³ n, kuiva	1,4
Koboltti	µg/m ³ n, kuiva	<3,6
Kromi	µg/m ³ n, kuiva	21
Kupari	µg/m ³ n, kuiva	18
Lyijy	µg/m ³ n, kuiva	18
Mangaani	µg/m ³ n, kuiva	<14
Nikkeli	µg/m ³ n, kuiva	7,9
Tallium	µg/m ³ n, kuiva	<7,2
Vanadiini	µg/m ³ n, kuiva	<7,2
PCDD- ja PCDF -yhdisteet (ei redusoitu)	ng/m ³ n, kuiva	0,035
I-TEQ TCDD -ekvivalentteina (A)	ng/m ³ n, kuiva	0,0055
I-TEQ TCDD -ekvivalentteina (B)	ng/m ³ n, kuiva	0,0026

(A) Pitoisuus on laskettu yksittäisten kongeneerien tai niiden määräysrajojen summana standardin 1948-3 kappaleen 12 a) raportointitavan mukaisesti.

(B) standardin 1948-3 kappaleen 12 b) raportointitavan mukaisesti (summan laskennassa määräysraja=0)

Taulukko 4. Mitattujen savukaasukomponenttien päästöt.

Mittaus		1
Mittauspaikka		Piippu
Päivämäärä		27.11.2018
Klo		10-17
Kaasun tila		
- lämpötila	°C	145
- vesisisältö	til.-%	14,6
- O ₂ -pitoisuus	til.-%, kuiva	9,5
- CO ₂ -pitoisuus	til.-%, kuiva	10,1
Mitatut pitoisuudet	Päästö	Päästö
Hiihimonoksidi (CO)	kg/h	0,09
Typenoksidit (NO _x NO ₂ :na)	kg/h	3,4
Rikkidioksidi (SO ₂)	kg/h	0,5
Kokonaishiilivedyt (TOC C:nä)	kg/h	<0,02
Suolahappo (HCl)	kg/h	0,028
Fluorivetyhappo (HF)	kg/h	0,002
Hiukkaset	kg/h	0,01
Antimoni	g/h	0,019
Arseeni	g/h	<0,09
Elohopea	g/h	<0,005
Kadmium	g/h	0,017
Koboltti	g/h	<0,04
Kromi	g/h	0,25
Kupari	g/h	0,21
Lyijy	g/h	0,22
Mangaani	g/h	<0,17
Nikkeli	g/h	0,095
Tallium	g/h	<0,09
Vanadiini	g/h	<0,09
I-TEQ TCDD -ekvivalentteina ¹⁾	ng/h (I-TEQ)	29

1) standardin 1948-3 kappaleen 12 b) raportointitavan mukaisesti (summan laskennassa määrittäysraja=0)

**Taulukko 5. Yhteenvetotaulukko. Kaasujen pitoisuudet ja päästöt mittausepävarmuuksineen redusoi-
tuna 6 %:n O₂-pitoisuuteen.**

Mittaus		1	
Mittauspaikka		piippu	
Päivämäärä		27.11.2018	
Klo		10:00-17:00	
Kaasun tila			±
- lämpötila	°C	145	4
- vesisisältö	til.-%	14,6	0,9
- O ₂ -pitoisuus	til.-%., kuiva	9,5	0,7
- CO ₂ -pitoisuus	til.-%., kuiva	10,1	0,8
Kaasun tilavuusvirta			
- mittausolosuhteissa	m ³ /s, kostea	7,8	1,7
- normaalitilassa, kostea	m ³ n/s, kostea	5,1	1,1
- normaalitilassa kuiva	m ³ n/s, kuiva	4,4	0,9
Kaasun pitoisuudet			
Hiukkaset red. 6 % O ₂ -pit.	mg/m ³ n, kuiva	1,0	0,9
-Hiilimonoksidi (CO)	ppm, kuiva	5	1
red. 6 % O ₂ -pit.	mg/m ³ n, kuiva	7	1
-Typenoksidit (NO _x)	ppm, kuiva	104	8
(NO _x NO ₂ :na) red. 6 % O ₂ -pit.	mg/m ³ n, kuiva	280	29
-Rikkidioksidi (SO ₂)	ppm, kuiva	11	1
red. 6 % O ₂ -pit.	mg/m ³ n, kuiva	41	6
-Kokonaishiilivedyt (TOC C:nä)	ppm, kuiva	<1	1
red. 6 % O ₂ -pit.	mg/m ³ n, kuiva	<1	1
Päästöt			
Hiukkaset	kg/h	0,01	0,01
Hiilimonoksidi (CO)	kg/h	0,09	0,03
Typenoksidit (NO _x NO ₂ :na)	kg/h	3,4	0,8
Rikkidioksidi (SO ₂)	kg/h	0,5	0,2
Kokonaishiilivedyt (TOC C:nä)	kg/h	<0,02	0,02

Taulukko 6. Dioksiinien ja furaanien pitoisuudet 27.11.2018 redusoituna 6 %:n O₂-pitoisuuteen.

PCDD/F 27.11.2018 09:20 – 15:20					
	Pitoisuus	Red. 6 % O ₂ -pit.	Redusoimaton I-TEQ	Red. 6 % O ₂ -pit.	Päästö
Kongeneerit	pg/m ³ n	pg/m ³ n	pg/m ³ n	pg/m ³ n	I-TEQ ng/h
2,3,7,8-TCDD	<0,710 ± 0,18	<0,936 ± 0,23	<0,710 ± 0,18	<0,936 ± 0,23	<10,2 ± 2,6
1,2,3,7,8-PeCDD	0,852 ± 0,21	1,12 ± 0,28	0,426 ± 0,11	0,562 ± 0,14	6,13 ± 1,5
1,2,3,4,7,8,HxCDD	<1,42 ± 0,36	<1,87 ± 0,47	<0,142 ± 0,036	<0,187 ± 0,047	<2,04 ± 0,51
1,2,3,6,7,8,HxCDD	1,56 ± 0,39	2,06 ± 0,51	0,156 ± 0,039	0,206 ± 0,051	2,25 ± 0,56
1,2,3,7,8,9,HxCDD	<1,42 ± 0,36	<1,87 ± 0,47	<0,142 ± 0,036	<0,187 ± 0,047	<2,04 ± 0,51
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	10,7 ± 2,7	14,0 ± 3,5	0,107 ± 0,027	0,140 ± 0,035	1,53 ± 0,38
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	16,3 ± 4,1	21,5 ± 5,4	0,0163 ± 0,0041	0,0215 ± 0,0054	0,235 ± 0,059
2,3,7,8-TCDF	<7,10 ± 1,8	<9,36 ± 2,3	<0,710 ± 0,18	<0,936 ± 0,23	<10,2 ± 2,6
1,2,3,7,8-PeCDF	1,14 ± 0,28	1,50 ± 0,37	0,0568 ± 0,014	0,0749 ± 0,019	0,818 ± 0,20
2,3,4,7,8-PeCDF	1,85 ± 0,46	2,43 ± 0,61	0,923 ± 0,23	1,22 ± 0,30	13,3 ± 3,3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,56 ± 0,39	2,06 ± 0,51	0,156 ± 0,039	0,206 ± 0,051	2,25 ± 0,56
1,2,3,6,7,8-HxCDF	1,49 ± 0,37	1,97 ± 0,49	0,149 ± 0,037	0,197 ± 0,049	2,15 ± 0,54
2,3,4,6,7,8-HxCDF	<1,42 ± 0,36	<1,87 ± 0,47	<0,142 ± 0,036	<0,187 ± 0,047	<2,04 ± 0,51
1,2,3,7,8,9-HxCDF	<1,42 ± 0,36	<1,87 ± 0,47	<0,142 ± 0,036	<0,187 ± 0,047	<2,04 ± 0,51
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	<14,2 ± 3,6	<18,7 ± 4,7	<0,142 ± 0,036	<0,187 ± 0,047	<2,04 ± 0,51
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	<1,42 ± 0,36	<1,87 ± 0,47	<0,0142 ± 0,0036	<0,0187 ± 0,0047	<0,204 ± 0,051
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	<28,4 ± 7,1	<37,4 ± 9,4	<0,0284 ± 0,0071	<0,0375 ± 0,0094	<0,409 ± 0,10
Summa A ng/m³n:	0,0929 ± 0,023	0,123 ± 0,031	0,0042 ± 0,001	0,0055 ± 0,0014	59,9 ± 15
Summa B ng/m³n:	0,0354 ± 0,0089	0,0467 ± 0,012	0,0020 ± 0,0005	0,0026 ± 0,00066	28,7 ± 7,2

HUOM! PCDD/F-yhdisteiden mittaustandardi velvoittaa ilmoittamaan tapauksissa, joissa yksittäisten kongeneerien tulokset ovat osin alle määrittäjärajaksi kaksi summatulosta:

A) tulos on yksittäisten kongeneerien summa laskettuna alle määrittäjärajaksi tulokset määrittäjärajapitoisuudella, esim. 10 + < 100 = 110

B) tulos on määrittäjärajaksi ylittävien kongeneerien summa. Alle määrittäjärajaksi olevia pitoisuuksia ei ole huomioitu, esim. 10 + <100 = 10

Summa B on vertailukelpoinen Rambollin aiempien vuosien tulosten ilmoittamistavan kanssa.

Taulukko 7. Raskasmetallien pitoisuudet ja päästöt 27.11.2018 redusoituna 6 %:n O₂-pitoisuuteen.

27.11.2018	Hiukkaset	Kaasumaiset	Yhteensä	Redusoitu	Päästö
Metalli	µg/m ³ n	µg/m ³ n	µg/m ³ n	µg/m ³ n	g/h
Antimoni	1,17 ± 0,45	<2,75 ± 0,85	1,17 ± 0,96	1,54 ± 1,3	0,0185 ± 0,016
Arseeni	<0,266 ± 0,10	<5,47 ± 1,7	<5,47 ± 1,7	<7,20 ± 2,3	<0,0867 ± 0,032
Elohopea	<0,0266 ± 0,011	<0,322 ± 0,43	<0,322 ± 0,43	<0,424 ± 0,57	<0,00511 ± 0,0069
Kadmium	<0,0531 ± 0,020	1,08 ± 0,33	1,08 ± 0,33	1,42 ± 0,46	0,0171 ± 0,0063
Koboltti	<1,33 ± 0,50	<2,75 ± 0,85	<2,75 ± 0,99	<3,62 ± 1,3	<0,0436 ± 0,018
Kromi	1,65 ± 0,63	14,4 ± 4,6	16,0 ± 4,6	21,1 ± 6,5	0,254 ± 0,090
Kupari	1,51 ± 0,59	12,0 ± 3,7	13,5 ± 3,7	17,8 ± 5,2	0,214 ± 0,073
Lyijy	1,27 ± 0,54	12,6 ± 3,8	13,9 ± 3,9	18,2 ± 5,4	0,219 ± 0,076
Mangaani	<5,31 ± 2,0	<10,9 ± 3,4	<10,9 ± 4,0	<14,4 ± 5,4	<0,173 ± 0,072
Nikkeli	<1,33 ± 0,52	6,00 ± 1,9	6,00 ± 2,0	7,89 ± 2,8	0,0950 ± 0,037
Tallium	<0,266 ± 0,10	<5,47 ± 1,7	<5,47 ± 1,7	<7,20 ± 2,3	<0,0867 ± 0,032
Vanadiini	<0,266 ± 0,10	<5,47 ± 1,7	<5,47 ± 1,7	<7,20 ± 2,3	<0,0867 ± 0,032
	µg/m ³ n	Redusoitu µg/m ³ n	Päästö g/h		
Elohopea	<0,322 ± 0,43	<0,424 ± 0,57	<0,00511 ± 0,0069		
Cd+Tl	1,08 ± 1,7	1,42 ± 2,4	0,017 ± 0,033		
RM muut ¹	50,6 ± 8,81	66,6 ± 12	0,80 ± 0,17		

¹ As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl ja V

4.1 Tulosten laskenta

Jaksottaisilla näytteenottomenetelmillä saadut mittaustulokset on redusoitu vastaamaan 6 %:n happipitoisuutta. Myös jatkuvatoimisten analysaattorien vertailussa mittaustulokset on redusoitu 6 %:n happipitoisuuteen.

Päästöt (kg/h ja g/h) on laskettu kertomalla redusoimaton pitoisuus (mg/m³n) kuivan kaasun tilavuusvirralla (m³n/h).

5. PÄÄSTÖMITTALAITTEIDEN AST-MITTAUKSET

5.1 Menetelmät ja tutkittavat analysaattorit (AMS)

AST-mittausten tarkoituksena on tarkistaa, että jatkuvatoimiset analysaattorit toimivat niille asetettujen epävarmuusrajojen sisällä kalibroitisuuden yhtälöä apuna käyttäen. QAL2-kalibroitimitaukset on tehty vuonna 2016. Kalibroitisuusorien yhtälöt laskettiin kaasujen hyvin pienistä pitoisuuksista johtuen ainoastaan typen oksideille (NO_x), hiilimonoksidille (CO) ja rikkidioksidille (SO₂).

VTT:n julkaisun *KIINTEÄSTI ASENNETTUJEN MITTALAITTEIDEN LAADUNVARMISTUSSTANDARDI (EN 14181) JA SEN KANSALLINEN TULKINTA/Yhteinen menettelytapa* mukaan kalibroitifunktiota ei tarvitse määrittää tai ottaa käyttöön, mikäli pitoisuudet ovat pysyvästi alhaisia.

Laskennassa tarvittaville apusuureille O₂ ja H₂O tehtiin rinnakkaismittaukset. Mittaukset tehtiin standardin SFS-EN 14181 kuvaamalla tavalla yhden mittauspäivän aikana.

Gasmet FTIR-analysaattori mittaa savukaasupitoisuudet kosteissa kaasuissa. Toimintaperiaate perustuu infrapuna-alueella tapahtuvaan optiseen analyysiin käyttäen spektrin tulkinnessa ns. Fourier-muunnosta ja IR-spektrianalyysiä. Tutkittavaa spektriä verrataan tietokoneen muistissa olevaan spektrikirjastoon ja mittaustulos analysoidaan näiden avulla. Analysaattori tekee automaattisen nollatason tarkistuksen määräväleihin. Mittausalueet ovat 0-500 mg/m³n NO_x (NO₂:na), 0-75 mg/m³n SO₂, 0-500 mg/m³n CO, 0-100 mg/m³n TOC, 0-100 mg/m³n HCl, 0-50 mg/m³n HF ja 0-30 % H₂O.

O₂-pitoisuus mitataan samasta näytelinjasta FTIR-analysaattorin kanssa ZrO₂ -kennoon perustuvalla M&C PMA 100-L analysaattorilla.

SICK FWE 200 mittaa savukaasun hiukkaspitoisuutta laser-valon sirontaan perustuvalla menetelmällä. Mittalaite imee jatkuvatoimisesti näytekaasua mittaussondilta piipun ulkopuolelle laitekoteloon ja tulistaa kaasun pisarat ennen sen johtamista mittauskammioon. Sieltä kaasu johdetaan takaisin piippuun. Mittaus tehdään tositilassa alueella 0 - 100 mg/m³. Analysaattori tekee optiikan sisäisen tarkistuksen määrävälein.

Savukaasun virtausnopeus mitataan SICK Flowsic 100 ultraäänimittarilla.

Laitoksen jatkuvatoimisten analysaattorien mittausviestit toimitettiin yksiköihin skaalattuina laitoksen automaatiojärjestelmästä. Rinnakkain kerättyä mittausdataa verrattiin referenssimittausten tuloksiin.

5.2 AST-tarkistukset mittausjärjestelmälle

FTIR-analysaattori on sijoitettu laitoksen kattilahallissa olevaan ilmastoituun analysaattorihuoneeseen. Analysaattorin ympärillä on hyvät työskentelymahdollisuudet sen huoltamiseksi. Kaikkia standardin kuvaamia tarkistuksia ei voitu tehdä analysaattorille sen toimintaperiaatteen vuoksi. FTIR-analysaattori tekee automaattisen nollatason tarkistuksen kerran vuorokaudessa ja aluetason tarkastuksen viikon välein. Niistä jää tiedot analysaattorin lokitiedostoon. Maahantuoja tekee analysaattorille vesikalibroinnin. Mittalaitteiden huoltomanuaalit ja huoltopäiväkirjat ovat kansioissa analysaattorihuoneessa.

Analysaattorin lineaarisuus tarkistettiin Air Qrate kaasukalibraattorilla. Tarkistetut kaasut olivat CO, NO ja SO₂. Analysaattori läpäisi standardin esittämät vaatimukset. Tulokset on esitetty liitteissä 8-10.

5.3 AST-mittausten referenssimenetelmät (SRM)

Vertailumittaukset tehtiin seuraavilla laitteilla:

NO_x: Kemiluminesenssiin perustuvalla Teledyne T 200 analysaattorilla, joka mittaa pitoisuuden kosteassa näytekaasussa.

SO₂: UV-fluoresenssiin perustuvalla Teledyne T 100 analysaattorilla, joka mittaa pitoisuuden kosteassa näytekaasussa.

Näytteenkäsittelyssä käytettiin EPM 797 laimennussondia.

O₂: ABB 3020 analysaattorilla, jossa hapen mittaus perustuu paramagneettisuuteen.

Näytteenkäsittelynä oli hiukkasten erotus ja näytekaasun kuivaus M & C PSS5 jäähdyttimellä.

Savukaasun kosteus määritettiin manuaalisella lauhdutusmenetelmällä.

Vaihtelevuustestien laskennassa sekä kalibrointien ja lineaarisuuden tarkistuksissa on käytetty standardia SFS EN-14181: "Stationary Source Emissions: Quality assurance of automated measuring systems". Laskelmien tulokset on esitetty liitteissä 5-7.

5.4 AST-vertailumittausten tulokset

Taulukoissa 8-11 on esitetty kaikki vertailumittausten tulokset (raaka-arvot). AST-mittaukset koskevat vain NO_x- CO- ja SO₂-mittauksia.

Liitteen 4 kuvissa 1-3 on esitetty graafisesti vertailumittausten tulokset.

Taulukko 8. Yhteenveto kalibrointi- ja rinnakkaismittaustuloksista: O₂, kosteus ja TOC, Adven Oy Jepua, 27.11.2018. Arvot ilmoitettu kosteissa kaasuissa, ellei toisin mainita.

Mitta- pari	Pvm	Klo	O ₂ , til.-%		Kosteus, til.-%		TOC, mgC/m ³ n	
			Ramboll	Laitos	Ramboll	Laitos	Ramboll	Laitos
1	27.11.	10:00-11:00	8,2	7,7	14,6	15,0	<1	0,4
2	27.11.	11:00-12:00	8,1	7,8	14,6	13,1	<1	0,6
3	27.11.	12:00-13:00	8,7	8,0	14,6	17,6	<1	0,5
4	27.11.	13:00-14:00	8,0	7,7	14,6	14,4	<1	0,4
5	27.11.	14:00-15:00	8,0	7,7	14,6	13,2	<1	0,3
6	27.11.	15:00-16:00	8,0	7,9	14,6	12,9	<1	0,3
Keskiarvo			8,2 ± 0,6	7,8	14,6 ± 0,9	14,4	<1 ± 1	0,4

Normaalitila (n) on 0 °C, 101,3 kPa

Taulukko 9. Yhteenveto kalibrointi- ja rinnakkaismittaustuloksista: CO, HCl ja HF, Adven Oy Jepua, 27.11.2018. Arvot ilmoitettu kosteissa kaasuissa, ellei toisin ilmoiteta.

Mitta- pari	Pvm	Klo	CO, mg/m ³ n		HCl, mg/m ³ n		HF, mg/m ³ n	
			Ramboll	Laitos	Ramboll	Laitos	Ramboll	Laitos
1	27.11.	10:00-11:00	3,1	1,7	<0,6	0,2	<0,1	0,0
2	27.11.	11:00-12:00	24,0	17,9	0,7	0,4	<0,1	0,0
3	27.11.	12:00-13:00	8,8	6,0	1,1	0,4	<0,1	0,0
4	27.11.	13:00-14:00	1,7	0,7	1,3	0,4	<0,1	0,0
5	27.11.	14:00-15:00	0,7	0,4	2,6	0,5	0,1	0,0
6	27.11.	15:00-16:00	6,7	5,2	2,5	0,8	0,3	0,0
Keskiarvo			7,5 ± 1	5,3	1,5 ± 1,0	0,4	0,2 ± 0,1	0,0

Normaalitila (n) on 0 °C, 101,3 kPa

Taulukko 10. Yhteenveto kalibrointi- ja rinnakkaismittaustuloksista: NO_x ja SO₂, Adven Oy Jepua 28.11.2018. Arvot ilmoitettu kosteissa kaasuissa, ellei toisin ilmoiteta.

Mitta- pari	Pvm	Klo	NO _x , mg/m ³ n		SO ₂ , mg/m ³ n	
			Ramboll	Laitos	Ramboll	Laitos
1	28.11.	00:50-01:50	168	187	28	28
2	28.11.	01:50-02:50	174	193	28	29
3	28.11.	02:50-03:50	176	195	26	25
4	28.11.	03:50-04:50	168	188	17	16
5	28.11.	04:50-05:50	167	187	13	13
Keskiarvo			170 ± 14	190	22 ± 3	22

Normaalitila (n) on 0 °C, 101,3 kPa

Taulukko 11. Yhteenveto kalibrointi- ja rinnakkaismittaustuloksista: hiukkaset, tilavuusvirta ja lämpötila, Adven Oy Jepua 27.11.2018. Arvot ilmoitettu tosilassa kosteissa kaasuissa, ellei toisin ilmoiteta.

Mitta- pari	Pvm	Klo	Hiukkaset, mg/m ³ *		Tilavuusvirta, m ³ /h		Lämpötila, °C	
			Ramboll	Laitos	Ramboll	Laitos	Ramboll	Laitos
1	27.11.	10:38-11:33	0,4	1,8	30600	24700	147	147
2	27.11.	11:53-12:49	0,5	1,8	30200	24400	149	148
3	27.11.	13:08-14:00	0,4	0,6	28400	22200	144	144
4	27.11.	14:06-15:00	0,2	0,4	25600	21700	141	142
5	27.11.	15:06-16:00	0,7	0,3	26600	22700	141	141
Keskiarvo			0,4 ± 0,4	1,0	28100±6100	23300	145	145

Normaalitila (n) on 0 °C, 101,3 kPa

*hiukkasmittausten SRM tulokset alle akkreditoitujen pätevyysalueen

5.5 AST-vertailumittausten tulosten arviointi

Osalle tutkittavista päästöyhdisteistä (hiukkaset, TOC, HCl ja HF) ei ole voitu laskea kalibrointisuoria alhaisten pitoisuuksien vuoksi. VTT:n julkaisun ”KIINTEÄSTI ASENNETTUIJEN MITTALAITTEIDEN LAADUNVARMISTUSSTANDARDI (EN 14181) JA SEN KANSALLINEN TULKINTA/Yhteinen menettelytapa” mukaan kalibrointifunktiota ei tarvitse määrittää tai ottaa käyttöön, mikäli pitoisuudet ovat pysyvästi alhaisia.

NO_x, CO ja SO₂ mittaukset voitiin tarkistaa laskukaavojen avulla.

Taulukko 12. Yhteenveto hyväksytyistä kalibrointifunktioista, Adven Oy Jepua, 15.-17.11.2016.

Päästöparametri	Yksikkö ja tila	Kalibrointifunktio, jossa $y = \alpha + \beta x$	Hyväksytyyn alueen yläraja, kuiva kaasu 6 % O ₂
NO _x	mg NO ₂ /m ³ n kuiva	$y = -20,63 + 1,057x$ (uusi)	0-468 mg NO ₂ /m ³ n
CO	mgCO/m ³ n kuiva	$y = 6,373 + 1,070x$ (uusi)	0-212 mgCO/m ³ n
SO ₂	mgSO ₂ /m ³ n kuiva	$y = 1,581 + 0,955x$ (uusi)	0-329 mgSO ₂ /m ³ n
Hiukkaset*	-	-	-
TOC*	-	-	-
HCl*	-	-	-
HF*	-	-	-

*Kalibrointisuoria ei määritetty pienten pitoisuuksien takia

Näitä yhtälöitä apuna käyttäen tarkistettiin kalibroinnin pysyvyys ja tehtiin vaihtelevuustestit. Niiden mukaan NO_x-, CO- ja SO₂- mittaukset läpäisivät testit.

Apusuureita mittaavat O₂ ja H₂O analysaattorit toimivat rinnakkaismittausten perusteella luotettavasti.

Laitoksen jatkuvatoimisten kaasuanalysaattorien (AMS) mittaustuloksissa ei ollut mainittavaa eroa verrattaessa niitä vertailuryhmän (SRM) mittaustuloksiin. Vertailtavuutta ja arviota mittausten luotettavuudesta vaikeuttavat hyvin pienet mitatut hiukkas-, CO-, TOC- HCl- ja HF-pitoisuudet.

Laitoksen savukaasun virtausmittauksen tulokset olivat hieman pienemmät kuin vertailuryhmällä.

6. EPÄVARMUUSTARKASTELU

Päästömittaustuloksen kokonaisepävarmuus koostuu mittalaitteiston ja menetelmän sekä mitaustapahtuman epätarkkuuksista. Epävarmuustekijät arvioitiin mittauksittain ja laitteittain. Mitausepävarmuudet on laskettu FINAS S 12/1992 antaman suosituksen sekä ISO:n oppaan GUM 1995 mukaisesti. Akkreditoitujen mittausten kokonaisepävarmuudet on esitetty mittaustulosten yhteydessä taulukoissa (luottamusväkillä 95 %). Jaksottaisilla näytteenottomenetelmillä kerättyjen orgaanisten ja epäorgaanisten yhdisteiden pitoisuuksille on annettu mittauskohtainen epävarmuus, joka sisältää sekä näytteenotosta että analyysistä johtuvat osatekijät.

7. LAATUJÄRJESTELMÄ

FINAS on akkreditoinut Ramboll Finland Oy:n päästömittaustoiminnan standardin SFS-EN ISO/IEC 17025 vaatimusten mukaiseksi testauslaboratorioksi T304. Päästömittaustoiminta täyttää myös kansainvälisen laatujärjestelmästandardin ISO 9001 vaatimukset.

Vantaalla 7. päivänä tammikuuta 2019

RAMBOLL FINLAND OY

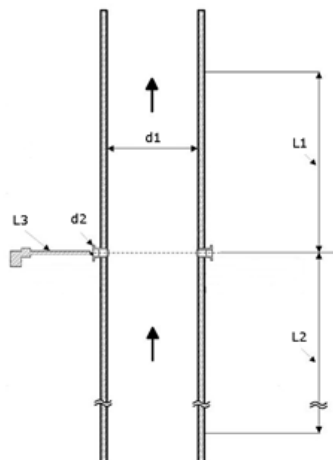


Sauli Lundström
ryhmäpäällikkö



Tuomo Salmikangas
mittausinsinööri

Liite 1. Mittauspaikan dimensiot ja mittapisteet



Mittauspaikka, Adven Oy Jepuan voimalaitos.

Mittauspaikan dimensiot, Adven Oy Jepuan voimalaitos.

d1 (mm)	800
d2, yhteen sisämitta (mm)	75
L1, häiriötön kanavan pituus yhteen jälkeen (m; häiriökohte)	20 (piipun pää)
L2, häiriötön kanavan pituus ennen yhdettä (m; häiriökohte)	10 (mutka)
L3, vapaa tila takana (m; rajoittava rakenne)	0 (ei ole)

Mittauslinjat ja -pisteet, Adven Oy Jepuan voimalaitos.

mittauspisteen etäisyys kanavan sisäreunasta [cm]	mittauspisteen numero	mittauslinjan numero	hiukkasnäyte pisteestä (x = otettu)	kaasun nopeus [m/s]
3	1	1	x	14,25
8	2	1	x	14,72
16	3	1	x	15,04
26	4	1	x	15,61
54	5	1	x	15,87
64	6	1	x	16,85
72	7	1	x	16,42
77	8	1	x	16,00

Liite 2. Hiukkasmittausten tulosten keskiarvo.

Kohde	
Näyte	2, 3, 4, 5, 6
Päivämäärä	27.11.2018
Kellonaika	10.53–16.00
Tilaaaja	Antti Koski
Mittauskohde	Piippu
Prosessin tila	Normaali
Mittalaite	Gravimat SHC 503
Kohteen hiukkasraja-arvo (mg/m ³ n, kuiva)	15
Poistokaasu	
Kanavan lämpötila (°C)	145 ± 4
Savukaasun kosteus (til.-%)	14,6 ± 0,9
Virtausnopeus kanavassa (m/s)	15,6 ± 3,4
Tilavuusvirtaus (m ³ /s, tositila)	7,8 ± 1,7
Tilavuusvirtaus (m ³ n/s, kostea)	5,1 ± 1,1
Tilavuusvirtaus (m ³ n/s, kuiva)	4,4 ± 0,9
Tilavuusvirtaus (m ³ n/h, kuiva)	15 720 ± 3 410
Hiukkaset	
Pitoisuus (mg/m ³ , tositila)	0,42 ± 0,40
Pitoisuus (mg/m ³ n, kostea)	0,64 ± 0,61
Pitoisuus (mg/m ³ n, kuiva)	0,75 ± 0,71
Redusoitu pitoisuus (mg/m ³ n, red. 6 % O ₂)	0,98 ± 0,92
Ominaispäästö (mg/MJ)	0,38 ± 0,36
Päästö (kg/h)	0,01 ± 0,01
Happi (O₂)	
Pitoisuus (%-v, kostea)	8,1 ± 0,6
Pitoisuus (%-v, kuiva)	9,5 ± 0,7
Hiilidioksidi (CO₂)	
Pitoisuus (%-v, kostea)	8,6 ± 0,7
Pitoisuus (%-v, kuiva)	10,1 ± 0,8
Hiilimonoksidi (CO)	
Pitoisuus (ppm, kuiva)	5 ± 0
Pitoisuus (mg/m ³ , tositila)	3 ± 0
Pitoisuus (mg/m ³ n, kostea)	5 ± 0
Pitoisuus (mg/m ³ n, kuiva)	6 ± 0
Redusoitu pitoisuus (mg/m ³ n, red. 6 % O ₂)	7 ± 1
Ominaispäästö (mg/MJ)	3 ± 0
Päästö (kg/h)	0,09 ± 0,03

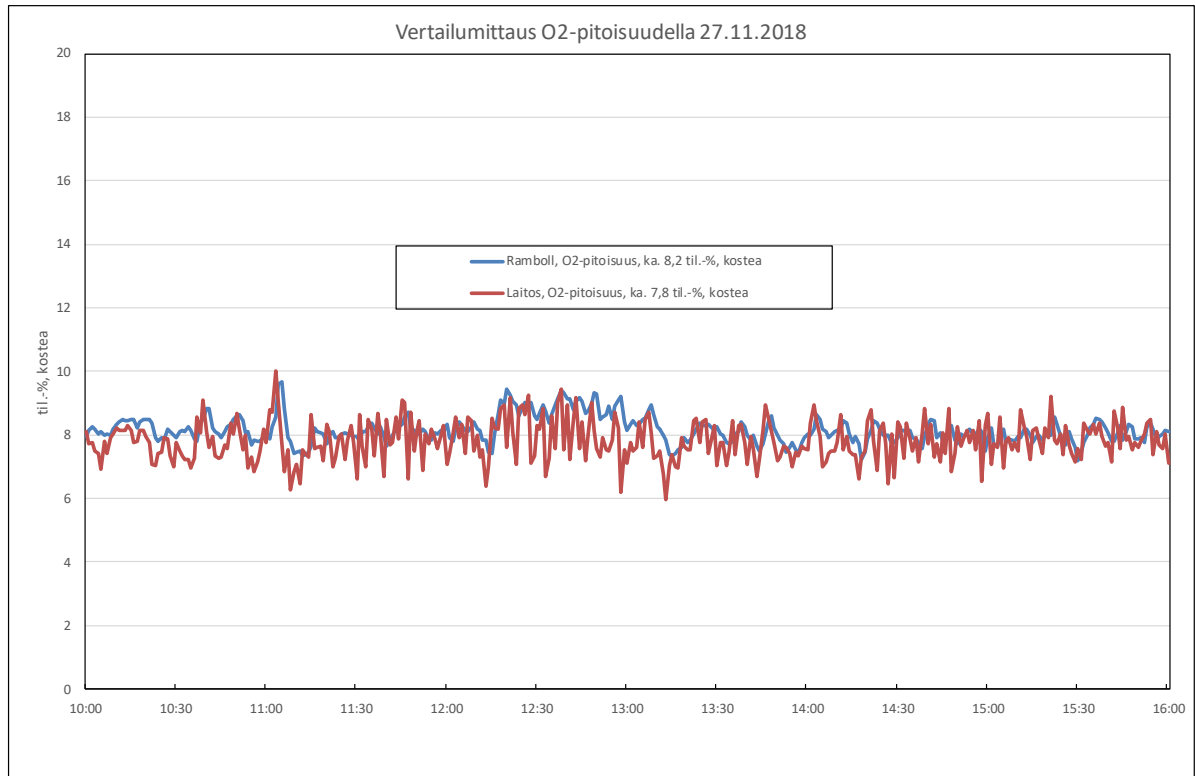
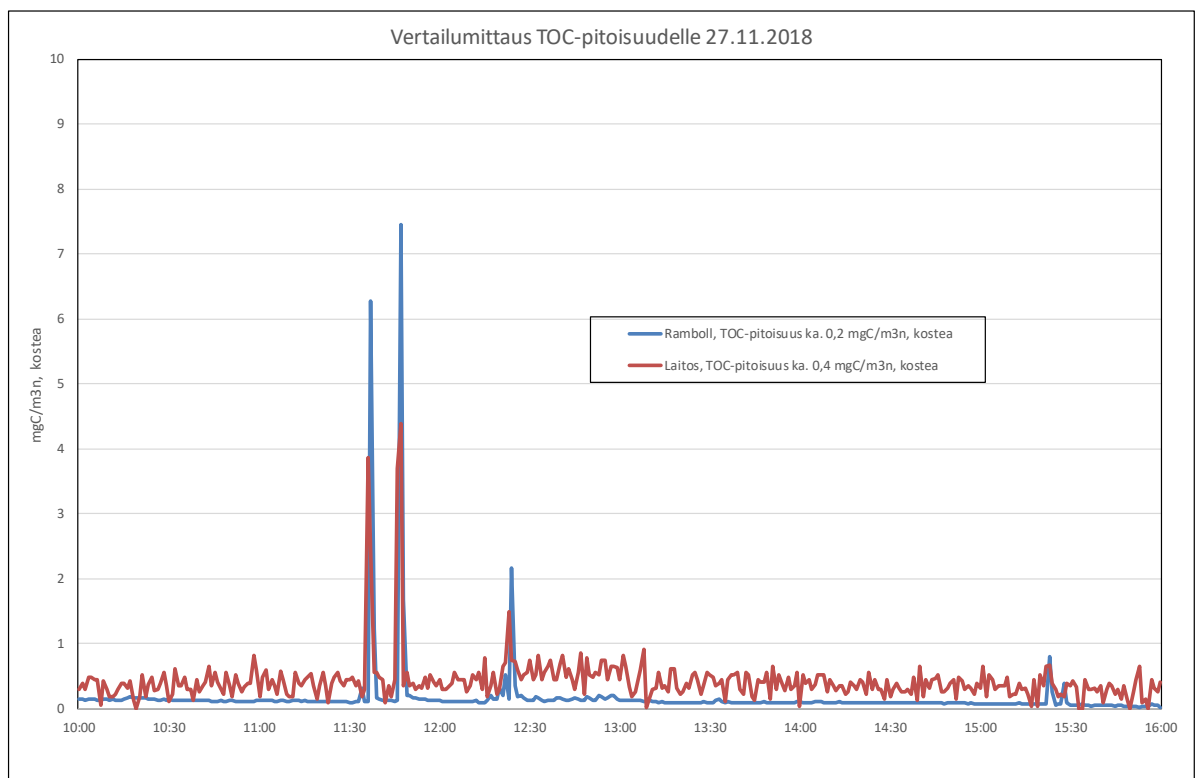
Liite 3. Yksittäisten hiukkasmittausten tulokset.

Kohde			
Näyte	2	3	4
Päivämäärä	27.11.2018	27.11.2018	27.11.2018
Kellonaika	10.53 - 11.33	11.53 - 12.49	13.20 - 14.00
Tilaaaja	Antti Koski	Antti Koski	Antti Koski
Mittauskohde	Piippu	Piippu	Piippu
Prosessin tila	Normaali	Normaali	Normaali
Mittalaite	SICK Gravimat SHC 503	SICK Gravimat SHC 503	SICK Gravimat SHC 503
Kohteen hiukkasraja-arvo (mg/m ³ n, kuiva)	15	15	15
Mittauksen lisätiedot			
Näytekaasun määrä (m ³ n)	0,66 ± 0,01	0,98 ± 0,01	0,45 ± 0,01
Dynaaminen paine kanavassa (Pa)	168 ± 24	161 ± 23	148 ± 21
Suodattimen hiukkasmassa (mg)	0,5 ± 0,5	0,9 ± 0,5	0,3 ± 0,5
Kenttänollasuodatin (mg)	0,10 ± 0,50	0,10 ± 0,50	0,10 ± 0,50
Kenttänollasta laskettu pitoisuus (mg/m ³)	0,15 ± 0,33	0,10 ± 0,49	0,22 ± 0,22
Virtausnopeuksien maksimin ja minimin suhde	Ok (1,21 < 3:1)	Ok (1,22 < 3:1)	Ok (1,17 < 3:1)
Minimipaine	Ok (133 Pa > 5 Pa)	Ok (136 Pa > 5 Pa)	Ok (125 Pa > 5 Pa)
Isokineettisyysuhde 95-115 %	Ok (101 %)	Ok (109 %)	Ok (107 %)
Negatiivinen virtaus?	Ok (ei negatiivista virtausta)	Ok (ei negatiivista virtausta)	Ok (ei negatiivista virtausta)
Vuototestin tulos	Ok (vuotovirtaus < 2 %)	Ok (vuotovirtaus < 2 %)	Ok (vuotovirtaus < 2 %)
Virtauksen suunta, kulma alle 15° keskinjasta	Ok (kulma < 15°)	Ok (kulma < 15°)	Ok (kulma < 15°)
Näytetilavuus ≥ minimitilavuus raja-arvopitoisuudessa? (EN 13284-1, E.3)	Ok (0,663 ≥ 0,333)	Ok (0,980 ≥ 0,333)	Ok (0,449 ≥ 0,333)
Kenttänollan osuus raja-arvosta	Ok (1,01 % < 10 %)	Ok (0,68 % < 10 %)	Ok (1,48 % < 10 %)
Mittauslinjojen välinen kulma (°)	0	0	0
Poistokaasu			
Kanavan lämpötila (°C)	148 ± 4	150 ± 4	145 ± 4
Savukaasun kosteus (til.-%)	15,9 ± 1,0	15,9 ± 1,0	13,7 ± 0,8
Virtausnopeus kanavassa (m/s)	16,9 ± 3,6	16,6 ± 3,6	15,7 ± 3,4
Tilavuusvirtaus (m ³ /s, tositila)	8,5 ± 1,8	8,4 ± 1,8	7,9 ± 1,7
Tilavuusvirtaus (m ³ n/s, kostea)	5,5 ± 1,2	5,4 ± 1,2	5,1 ± 1,1
Tilavuusvirtaus (m ³ n/s, kuiva)	4,6 ± 1,0	4,5 ± 1,0	4,4 ± 1,0
Tilavuusvirtaus (m ³ n/h, kuiva)	16 660 ± 3 610	16 330 ± 3 540	16 000 ± 3 460
Hiukkaset			
Pitoisuus (mg/m ³ , tositila)	0,39 ± 0,41	0,48 ± 0,28	0,41 ± 0,63
Pitoisuus (mg/m ³ n, kostea)	0,60 ± 0,63	0,75 ± 0,43	0,63 ± 0,96
Pitoisuus (mg/m ³ n, kuiva)	0,71 ± 0,75	0,89 ± 0,51	0,73 ± 1,11
Redusoitu pitoisuus (mg/m ³ n, red.)	0,92 ± 0,98	1,2 ± 0,7	0,94 ± 1,43
Ominaispäästö (mg/MJ)	0,36 ± 0,39	0,47 ± 0,28	0,37 ± 0,56
Päästö (kg/h)	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,02
Happi (O₂)			
Pitoisuus (%-v, kostea)	7,9 ± 0,6	8,4 ± 0,7	8,0 ± 0,6
Pitoisuus (%-v, kuiva)	9,4 ± 0,7	10,0 ± 0,8	9,3 ± 0,7
Hiilidioksidi (CO₂)			
Pitoisuus (%-v, kostea)	8,7 ± 0,7	8,1 ± 0,7	8,9 ± 0,7
Pitoisuus (%-v, kuiva)	10,3 ± 0,8	9,6 ± 0,8	10,3 ± 0,8
Hiilimonoksidi (CO)			
Pitoisuus (ppm, kuiva)	2 ± 1	9 ± 1	2 ± 1
Pitoisuus (mg/m ³ , tositila)	1 ± 1	6 ± 1	1 ± 1
Pitoisuus (mg/m ³ n, kostea)	2 ± 1	10 ± 1	2 ± 1
Pitoisuus (mg/m ³ n, kuiva)	3 ± 1	11 ± 1	2 ± 1
Redusoitu pitoisuus (mg/m ³ n, red.)	3 ± 1	16 ± 1	3 ± 1
Ominaispäästö (mg/MJ)	1 ± 1	6 ± 1	1 ± 1
Päästö (kg/h)	0,04 ± 0,01	0,19 ± 0,04	0,03 ± 0,01

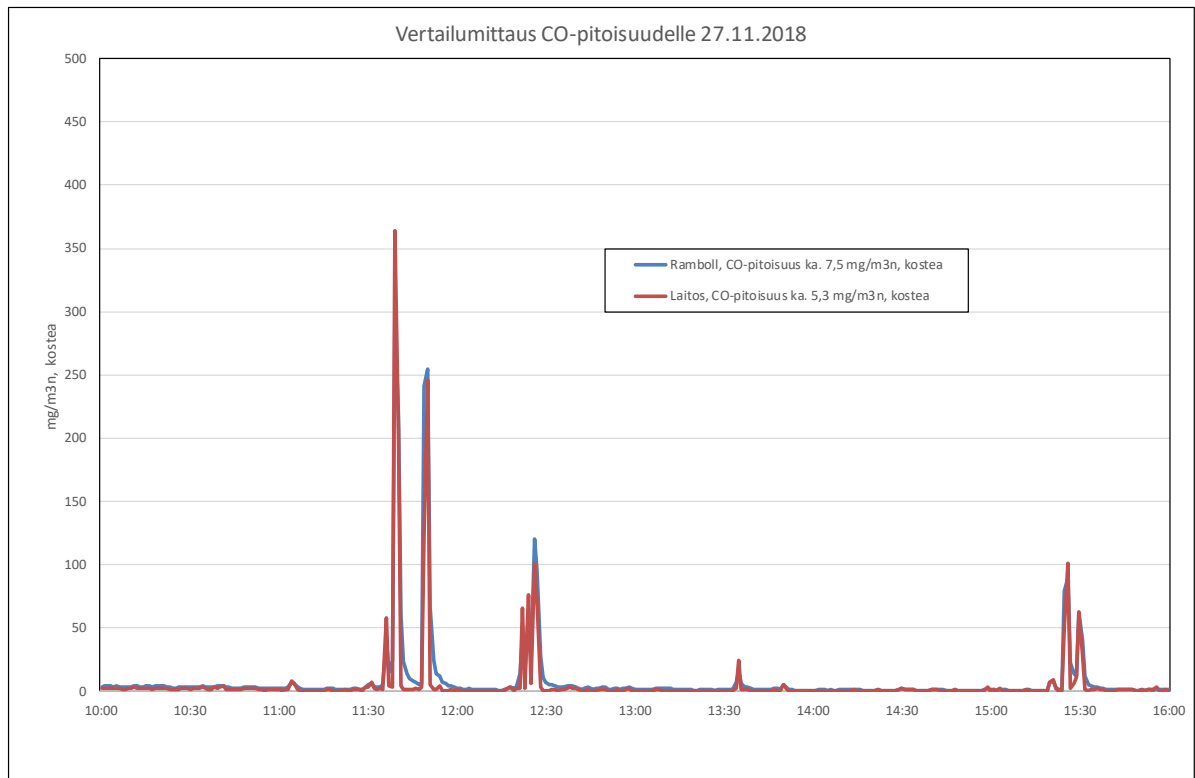
Liite 3. Yksittäisten hiukkasmittausten tulokset.

Kohde		
Näyte	5	6
Päivämäärä	27.11.2018	27.11.2018
Kellonaika	14.20 - 15.00	15.20 - 16.00
Tilaaaja	Antti Koski	Antti Koski
Mittauskohde	Piippu	Piippu
Prosessin tila	Normaali	Normaali
Mittalaite	SICK Gravimat SHC 503	SICK Gravimat SHC 503
Kohteen hiukkasraja-arvo (mg/m ³ n, kuiva)	15	15
Mittauksen lisätiedot		
Näytekaasun määrä (m ³ n)	1,0 ± 0,1	1,1 ± 0,1
Dynaaminen paine kanavassa (Pa)	120 ± 17	132 ± 19
Suodattimen hiukkasmassa (mg)	0,3 ± 0,5	1,3 ± 0,5
Kenttänollasuodatin (mg)	0,10 ± 0,50	0,10 ± 0,50
Kenttänollasta laskettu pitoisuus (mg/m ³)	0,10 ± 0,51	0,09 ± 0,57
Virtausnopeuksien maksimin ja minimin suhde	Ok (1,23 < 3:1)	Ok (1,34 < 3:1)
Minimipaine	Ok (98 Pa > 5 Pa)	Ok (88 Pa > 5 Pa)
Isokineettisyysuhde 95-115 %	Ok (114 %)	Vaatus ei täyty (120 %)
Negatiivinen virtaus?	Ok (ei negatiivista virtausta)	Ok (ei negatiivista virtausta)
Vuototestin tulos	Ok (vuotovirtaus < 2 %)	Ok (vuotovirtaus < 2 %)
Virtauksen suunta, kulma alle 15° keskilinjasta	Ok (kulma < 15°)	Ok (kulma < 15°)
Näytetilavuus ≥ minimitilavuus raja-arvopitoisuudessa? (EN 13284-1, E.3)	Ok (1,024 ≥ 0,333)	Ok (1,133 ≥ 0,333)
Kenttänollan osuus raja-arvosta	Ok (0,65 % < 10 %)	Ok (0,59 % < 10 %)
Mittauslinjojen välinen kulma (°)	0	0
Poistokaasu		
Kanavan lämpötila (°C)	143 ± 4	141 ± 4
Savukaasun kosteus (til.-%)	13,7 ± 0,8	13,7 ± 0,8
Virtausnopeus kanavassa (m/s)	14,1 ± 3,0	14,7 ± 3,2
Tilavuusvirtaus (m ³ /s, tositiila)	7,1 ± 1,5	7,4 ± 1,6
Tilavuusvirtaus (m ³ n/s, kostea)	4,6 ± 1,0	4,9 ± 1,1
Tilavuusvirtaus (m ³ n/s, kuiva)	4,0 ± 0,9	4,2 ± 0,9
Tilavuusvirtaus (m ³ n/h, kuiva)	14 430 ± 3 130	15 190 ± 3 290
Hiukkaset		
Pitoisuus (mg/m ³ , tositiila)	0,15 ± 0,28	0,65 ± 0,25
Pitoisuus (mg/m ³ n, kostea)	0,23 ± 0,42	0,99 ± 0,38
Pitoisuus (mg/m ³ n, kuiva)	0,26 ± 0,49	1,1 ± 0,4
Redusoitu pitoisuus (mg/m ³ n, red.)	0,34 ± 0,63	1,5 ± 0,6
Ominaispäästö (mg/MJ)	0,13 ± 0,25	0,58 ± 0,23
Päästö (kg/h)	0,00 ± 0,01	0,02 ± 0,01
Happi (O₂)		
Pitoisuus (%-v, kostea)	8,1 ± 0,6	8,1 ± 0,6
Pitoisuus (%-v, kuiva)	9,4 ± 0,7	9,4 ± 0,7
Hiilidioksidi (CO₂)		
Pitoisuus (%-v, kostea)	8,7 ± 0,7	8,7 ± 0,7
Pitoisuus (%-v, kuiva)	10,1 ± 0,8	10,1 ± 0,8
Hiilimonoksidi (CO)		
Pitoisuus (ppm, kuiva)	1 ± 1	9 ± 1
Pitoisuus (mg/m ³ , tositiila)	0 ± 1	6 ± 1
Pitoisuus (mg/m ³ n, kostea)	1 ± 1	10 ± 1
Pitoisuus (mg/m ³ n, kuiva)	1 ± 1	11 ± 1
Redusoitu pitoisuus (mg/m ³ n, red.)	1 ± 1	15 ± 1
Ominaispäästö (mg/MJ)	0 ± 1	6 ± 1
Päästö (kg/h)	0,01 ± 0,01	0,17 ± 0,04

Liite 4. Vertailumittauskuvat

Kuva 1. Vertailumittaus O₂-pitoisuudelle 27.11.2018.

Kuva 2. Vertailumittaus TOC-pitoisuudelle 27.11.2018.

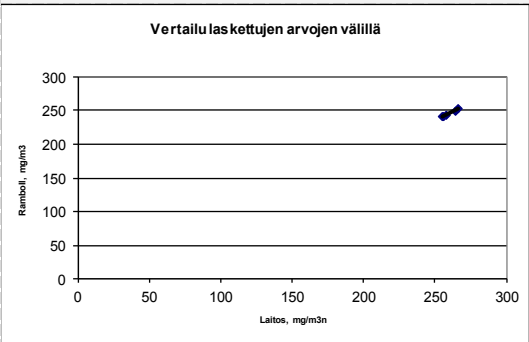


Kuva 3. Vertailumittaus CO-pitoisuudelle 27.11.2018.

Liite 5. AST-raportin tiivistelmä CO-pitoisuudelle

AST -raportin tiivistelmä			Testauslaboratorio: Ramboll Finland Oy	Viite sivulle
Lähtötiedot				
Laitos	Adven Oy, Jepuan polttolaitos			
Prosessin kuvaus	Leijukerroskattila 10 MW			
Mittauspaikka	Piippu			
Alkaen	27.11.2018	Päättyen	27.11.2018	
Päästökomponentti	Hiilimonoksidi	Päästöraja-arvo	150 mg/m ³ n (red. 6 % O ₂ -pit.)	
AMS -mittalaitte	Gasmet FTIR CX-4000	AMS -sarjanumero		
AMS:n määrittäjä		AMS:n sallittu mittausepävarmuus	10 %	
Kalibroidintifunktio käytössä	$y = 6,373 + 1,070x$	Funktion voimassaoloalue	0-212 mg/m ³ n (red. 6 % O ₂ -pit.)	
Edellinen vertailumittaus	AST 2017	Toiminnalliset testit / suorittaja		
Tulokset				
AMS läpäisee toiminnalliset testit	Kyllä			
Vaihtelevuustesti	2,9 ≤ 10,5	AMS läpäisee vaihtelevuustestin	Kyllä	
Kalibroinnin hyväksyntä	5,6 ≤ 10,4	Kalibrointi hyväksytään	Kyllä	
AST:n perusteella kalibroidintifunktion voimassaoloaluetta voidaan laajentaa	Ei			
Uusi tai käyttöön jäävä kalibroidintifunktion voimassaoloalue	0-212 mg/m ³ n (red. 6 % O ₂ -pit.)			
Kuvaajat;	kalibroidintifunktio	sekä	pitoisuustrendi (AMS primäärimittaustieto ja SRM trendi)	
Vertailumenetelmä (SRM)	IR-absorptio	SRM akkreditoitu	Kyllä	
SRM -näytelinjalle tehty tiiveystesti mittauspaikalla	Kyllä	Akkreditointitunnus	T302	
SRM:n mittausepävarmuus	10 % päästörajasta	SRM:n määrittäjä	1 ppm	
Johtopäätökset ja toimenpiteet				
Mittalaitte täyttää testin vaatimukset	Kyllä			
Testauslaboratorio suosittelee	Kalibroidintifunktio voimassa edelleen			
Vapaat kommentit, esim.	AST-vertailumittaus onnistui hyvin.			
1) vertailun onnistumisesta				
2) mittauksen edustavuudesta,				
3) työturvallisuudesta tai				
4) mittauspaikasta.				

Liite 6. AST-raportin tiivistelmä NO_x-pitoisuudelle

AST -raportin tiivistelmä		Testauslaboratorio: Ramboll Finland Oy		Viite sivulle
Lähtötiedot				
Laitos	Adven Oy, Jepuan polttolaitos			
Prosessin kuvaus	Leijukerroskattila 10 MW			
Mittauspaikka	Piippu			
Alkaen	27.11.2018	Päättyen	27.11.2018	
Päästökemponentti	Typen oksidit	Päästöraja-arvo	300	
AMS -mittalaite	Gasmet FTIR CX-4000	AMS -sarjanumero	SN132512	
AMS:n määrittäysraja		AMS:n sallittu mittausepävarmuus	20 %	
Kalibroitiefunktio käytössä	$y = -20,63 + 1,057x$	Funktion voimassaoloalue	0-468 mg/m ³ n (red. 6 % O ₂ -pit.)	
Edellinen vertailumittaus	AST 2017	Toiminnalliset testit / suorittaja		
Tulokset				
AMS läpäisee toiminnalliset testit				
Vaihtelevuustesti	0,3 ≤ 42,1	AMS läpäisee vaihtelevuustestin	Kyllä	
Kalibroinnin hyväksyntä	14,3 ≤ 30,9	Kalibrointi hyväksytään	Kyllä	
AST:n perusteella kalibroitiefunktion voimassaoloaluetta voidaan laajentaa			ei	
Uusi tai käyttöön jäävä kalibroitiefunktion voimassaoloalue			0-468 mg/m ³ n (red. 6 % O ₂ -pit.)	
Kuvaajat; kalibroitiefunktio sekä pitoisuustrendi (AMS primäärimittaus-tieto ja SRM trendi)				
				
Vertailumenetelmä (SRM)	kemiluminesenssi	SRM akkreditoitu	Kyllä	
SRM -näytelinjalle tehty tiiveystesti mittauspaikalla	Kyllä	Akkreditointitunnus	T302	
SRM:n mittausepävarmuus	10 % päästörajasta	SRM:n määrittäysraja	1 ppm	
Johtopäätökset ja toimenpiteet				
Mittalaite täyttää testin vaatimukset	Kyllä			
Testauslaboratorio suosittelee	Nykyinen kalibroitiefunktio käytössä edelleen.			
Vapaat kommentit, esim.	AST-vertailumittaus onnistui hyvin.			
1) vertailun onnistumisesta				
2) mittauksen edustavuudesta,				
3) työturvallisuudesta tai				
4) mittauspaikasta.				

Liite 7. AST-raportin tiivistelmä SO₂-pitoisuudelle

AST -raportin tiivistelmä		Testauslaboratorio: Ramboll Finland Oy		Viite sivulle										
Lähtötiedot														
Laitos	Adven Oy, Jepuan polttolaitos													
Prosessin kuvaus	Leijukerroskattila 10 MW													
Mittauspaikka	Piippu													
Alkaen	27.11.2018	Päättyen	27.11.2018											
Päästökomponentti	Rikkidioksidi	Päästöraja-arvo	75 mg/m ³ n (red. 6 % O ₂ -pit.)											
AMS -mittalaitte	Gasmet FTIR CX-4000	AMS -sarjanumero	SN132512											
AMS:n määrittäjä		AMS:n sallittu mittausepävarmuus	20 %											
Kalibrointifunktio käytössä	$y = 1,581 + 0,9550x$	Funktion voimassaoloalue	0-329 mg/m ³ n (red. 6 % O ₂ -pit.)											
Edellinen vertailumittaus	AST2017	Toiminnalliset testit / suorittaja												
Tulokset														
AMS läpäisee toiminnalliset testit	kyllä													
Vaihtelevuustesti	$1,1 \leq 10,5$	AMS läpäisee vaihtelevuustestin	kyllä											
Kalibroinnin hyväksyntä	$1,8 \leq 8,7$	Kalibrointi hyväksytään	Kyllä											
AST:n perusteella kalibrointifunktion voimassaoloaluetta voidaan laajentaa	ei													
Uusi tai käyttöön jäävä kalibrointifunktion voimassaoloalue	0-329 mg/m ³ n (red. 6 % O ₂ -pit.)													
Kuvaajat;	kalibrointifunktio	sekä	pitoisuustrendi (AMS primäärimittaustieto ja SRM trendi)											
<p>Vertailulaskeutujen arvojen välillä</p>  <table border="1"> <caption>Data points from the scatter plot</caption> <thead> <tr> <th>Laitos (mg/m³)</th> <th>Ramboll (mg/m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>~50</td> <td>~50</td> </tr> <tr> <td>~60</td> <td>~60</td> </tr> <tr> <td>~90</td> <td>~90</td> </tr> <tr> <td>~105</td> <td>~105</td> </tr> </tbody> </table>					Laitos (mg/m ³)	Ramboll (mg/m ³)	~50	~50	~60	~60	~90	~90	~105	~105
Laitos (mg/m ³)	Ramboll (mg/m ³)													
~50	~50													
~60	~60													
~90	~90													
~105	~105													
Vertailumenetelmä (SRM)	Kemilumenesenssi	SRM akkreditoitu	Kyllä											
SRM -näytelinjalle tehty tiiveystesti mittauspaikalla	Kyllä	Akkreditointitunnus	T302											
SRM:n mittausepävarmuus	10 % päästörajasta	SRM:n määrittäjä	1 ppm											
Johtopäätökset ja toimenpiteet														
Mittalaitte täyttää testin vaatimukset	Kyllä													
Testauslaboratorio suosittelee	Uuden kalibrointisuoran määrittämistä tilanteisiin, joissa esiintyy rikkiä													
Vapaat kommentit, esim.	Vertailumittaus onnistui hyvin													
1) vertailun onnistumisesta														
2) mittauksen edustavuudesta,														
3) työturvallisuudesta tai														
4) mittauspaikasta.														

Liite 8. CO:n lineaarisuustesti

Adven Oy, Jepuan voimalaitos, 28.11.2018								
Lineaarisuuden tarkistus: Gasmet FTIR analysaattori								
Enviroics	FTIR	FTIR	FTIR	keskiarvo		Kaasu:	CO	
0	0	0	0	0	Lisänotat	Alue: 0-	500	mg/m ³ n
60	63	63	63	63	0			
120	126	127	126	126	0			
180	193	193	193	193	0			
240	257	256	256	256				

CO mittauksen lineaarisuuden tarkistus

REF	AMS				
Xi	Yi	Xi-Xz	Yi(Xi-Xz)	(Xi-Xz) ²	
0	0	-100	0	10000	a = 106,4
60	63	-40	-2520	1600	Xz = 100,00
120	126	20	2520	400	B = 1,07
180	193	80	15440	6400	A = a - B*, -0,50
240	257	140	35980	19600	
0	0	-100	0	10000	
60	63	-40	-2520	1600	
120	126	20	2520	400	
180	193	80	15440	6400	
240	256	140	35840	19600	
0	0	-100	0	10000	
60	63	-40	-2520	1600	
120	126	20	2520	400	
180	193	80	15440	6400	
240	256	140	35840	19600	
0	0	-100	0	10000	
0	0	-100	0	10000	
0	0	-100	0	10000	
Summa			154000	144000	
c =	0	60	120	180	240
mc =	6	3	3	3	3
Yc,i =	0	63	126	193	257
	0	63	127	193	256
	0	63	126	193	256
	0				
	0				
	0				
Summa	0	189	379	579	769
Yc =	0,00	63,00	126,33	193,00	256,33
dc =	0,50	-0,67	-1,50	1,00	0,17
dc,rel =	0,10 %	-0,13 %	-0,30 %	0,20 %	0,03 %

=> poikkeama on alle 5 %, joten laite läpäisee lineaarisuustestin

Liite 9. NO:n lineaarisuustesti

Adven Oy Jepuan voimalaitos, 28.11.2018								
Lineaarisuuden tarkistus: Gasmet FTIR analysaattori								
Environics	FTIR	FTIR	FTIR	keskiarvo		Kaasu:	NO	
0	0	0	0	0	Lisänollat	Alue: 0-	500	mgNO2/m3n
119	124	124	125	124	0			
240	253	253	253	253	0			
359	380	380	379	380	0			
480	512	511	511	511				

NO mittauksen lineaarisuuden tarkistus

REF	AMS				
Xi	Yi	Xi-Xz	Yi(Xi-Xz)	(Xi-Xz) ²	
0	0	-200	0	39814	a = 211,4
118,9	124	-81	-9999	6502	Xz = 199,53
239,85	253	40	10200	1625	B = 1,06
358,75	380	159	60502	25350	A = a - B*Xz
479,7	512	280	143445	78493	-0,94
0	0	-200	0	39814	
118,9	124	-81	-9999	6502	
239,85	253	40	10200	1625	
358,75	380	159	60502	25350	
479,7	511	280	143165	78493	
0	0	-200	0	39814	
118,9	125	-81	-10079	6502	
239,85	253	40	10200	1625	
358,75	379	159	60343	25350	
479,7	511	280	143165	78493	
0	0	-200	0	39814	
0	0	-200	0	39814	
0	0	-200	0	39814	
Summa			611648	574793	
c =	0	118,9	239,85	358,75	479,7
mc =	6	3	3	3	3
Yc,i =	0	124	253	380	512
	0	124	253	380	511
	0	125	253	379	511
	0				
	0				
	0				
Summa	0	373	759	1139	1534
Yc =	0,00	124,33	253,00	379,67	511,33
dc =	0,94	-1,25	-1,29	-1,15	1,81
dc,rel =	0,19 %	-0,25 %	-0,26 %	-0,23 %	0,36 %

=> poikkeama on alle 5 %, joten laite läpäisee lineaarisuustestin

Liite 10. SO₂:n lineaarisuustesti

Adven Oy Jepuan voimalaitos, 28.11.2018									
Lineaarisuuden tarkistus: Gasmel FTIR analysaattori									
Environics	FTIR	FTIR	FTIR	keskiarvo	Lisänollat	Kaasu:	SO ₂		
0	0	0	0	0		Alue: 0-	500	mg/m ³ n	
62	62	62	62	62	0				
120	98	123	123	123	0				
182	189	188	189	189	0				
240	244	243	243	243					

SO₂ mittauksen lineaarisuuden tarkistus

REF	AMS					
Xi	Yi	Xi-Xz	Yi(Xi-Xz)	(Xi-Xz) ²	a =	101,4
0	0	-101	0	10120	Xz =	100,60
61,53	62	-39	-2422	1526	B =	1,02
120,13	98	20	1914	382		
181,66	189	81	15321	6571	A = a - B*	-0,97
240,26	244	140	34078	19506		
0	0	-101	0	10120		
61,53	62	-39	-2422	1526		
120,13	123	20	2403	382		
181,66	188	81	15240	6571		
240,26	243	140	33938	19506		
0	0	-101	0	10120		
61,53	62	-39	-2422	1526		
120,13	123	20	2403	382		
181,66	189	81	15321	6571		
240,26	243	140	33938	19506		
0	0	-101	0	10120		
0	0	-101	0	10120		
0	0	-101	0	10120		
Summa			147289	144673		
c =	0	61,53	120,13	181,66	240,26	
mc =	6	3	3	3	3	
Yc,i =	0	62	98	189	244	
	0	62	123	188	243	
	0	62	123	189	243	
	0					
	0					
	0					
Summa	0	186	344	566	730	
Yc =	0,00	62,00	114,67	188,67	243,33	
dc =	0,97	0,33	-6,66	4,69	-0,30	
dc,rel =	0,19 %	0,07 %	-1,33 %	0,94 %	-0,06 %	
=> poikkeama on alle 5 %, joten laite läpäisee lineaarisuustestin						