



## OY ALHOLMENS KRAFT AB

AK2 päästömittaukset sähkösuotimien jälkeen

7. – 8.2.2018

## Yhteenveto

Pöyry Finland Oy Energian mittauspalvelut määrittä Oy Alholmens Kraft Ab voimalaitoksen kiertopetikattila AK2 savukaasuista ympäristölupavelvoitteiden mukaisesti dioksiinien ja furaanien pitoisuudet sekä raskasmetallien ja elohopean pitoisuudet 7. - 8.2.2018 manuaalisiin näytteenottoihin perustuen näytteenottoajankohtina vallinneissa prosessiolosuhteissa.

AK2 sähkösuotimien jälkeen kuivan savukaasun dioksiinien ja furaanien (PCDD/F) ja raskasmetallien keskiarvopitoisuudet referenssitilassa (101,3 kPa, 273 K, 6 % O<sub>2</sub>) olivat seuraavat:

Yhdisteryhmä		Mitattu pitoisuus	Raja-arvo
PCDD/F $\Sigma$ TCDD-ekv.	(ng/m <sup>3</sup> )	0,01	0,1
Cd+Tl	(mg/m <sup>3</sup> )	0,0001	0,05
Hg	(mg/m <sup>3</sup> )	0,006	0,05
Sb+As+Co+Cr+Cu+Mn+Ni+Pb+V	(mg/m <sup>3</sup> )	0,05	0,5

Savukaasun S/Cl moolisuhde oli 7.2.2018 mittausten aikana keskimäärin 1,2 ja 8.2.2018 mittausten aikana keskimäärin 0,5.

# Raportti

**Oy Alholmens Kraft Ab**

**PL 250 (Luodontie 149)**

**68601 PIETARSAARI**

**Päiväys 16.3.2018**

**Viite 101006048-001-E0003**

Sivu 2 (6)

Yhteyshö Juuti, Paula

Imatran mittausryhmä

Puh. 010 33 36313

paula.juuti@poyry.com



## **AK2 päästömittaukset sähkösuotimien jälkeen**

**7. – 8.2.2018**

### **Sisältö**

#### **Yhteenveto**

<b>1</b>	<b>YLEISTÄ</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PROESSIN TILA MITTAUSTEN AIKANA</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>MITTAUSPAIKKA</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>MITTAUSMENETELMÄT</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>TULOKSET</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>EPÄVARMUUSTARKASTELU</b>	<b>5</b>
<b>7</b>	<b>MITTAUSTEN JA TULOSTEN TARKASTELU</b>	<b>6</b>

#### **Liitteet**

1. AK2 sähkösuotimien jälkeen kuivan savukaasun PCDD/F ja metallien pitoisuudet 7. – 8.2.2018 mittausten aikana (2 s.)
2. Mittaustason arviointi (1 s.)
3. AK2 prosessin tila mittausten aikana (1 s.)

#### **Jakelu**

(pdf) Björn Åkerlund (bjorn.akerlund@akraft.fi) Oy Alholmens Kraft Ab  
(pdf) Johannes Östman (johannes.ostman@akraft.fi) ”  
(pdf) Pöyry Finland Oy, arkisto

## 1 YLEISTÄ

Oy Alholmens Kraft Ab Pietarsaaren voimalaitoksen kattilan AK2 sähkösuotimien jälkeen määritettiin savukaasun dioksiinien ja furaanien (PCDD/F) pitoisuudet sekä elohopean (Hg) ja metallien (Cd, Tl, Sb, As, Co, Cr, Cu, Pb, Mn, Ni, V) pitoisuudet valliinneissa prosessiolosuhteissa 7. – 8.2.2018.

Mittaukset toteuttivat Pöyry Finland Oy Mittauspalvelut yksiköstä Janne Lipponen, Toni Hämäläinen ja Tapani Kopsa. Oy Alholmens Kraft Ab:n yhteyshenkilönä toimi Johannes Östman.

## 2 PROSESSIN TILA MITTAUSTEN AIKANA

Kiertoleijutekniikkaan (CFB) perustuvan voimakattilan polttoaineena mittausten aikana oli kuori/puuseos (biopolttoaine), turve, hiili ja yhdyskuntajätteestä jalostettu polttoaine (REF).

Mittaukset tehtiin kattilan normaalin käyttö- ja tuotantotilanteessa. Yhteenvedo kattilan tilasta mittausten aikana on esitetty alla olevassa taulukossa. Yksityiskohtaiset tiedot kattilan tilasta ovat raportin liitteessä 3.

**Taulukko 1.** Prosessin tila mittausten aikana 7. – 8.2.2018

Prosessisuure			7.2.2018 10:00- 16:00	8.2.2018 10:00- 14:00
		pvm klo		
Polttoaineteho (noin)	(2LBA10DP901XQ17)	(MW)	490	454
Sähköteho (brutto)	(2CJT01CE009)	(MWe)	239	224
Tuorehöyryvirtaus	(2LBA10CF001)	(kg/s)	196	178
<b>Polttoaineet</b>				
- Puu	(2EBC86CW001)	(kg/s)	7,9	16,3
- Turve	(2EBD40CW001)	(kg/s)	33,1	27,0
- Hiili	(2HFB00CF950XX01)	(%)	7,3	6,3
- Kierrätyspolttoaine (REF)	(2EBR70DE901)	(MW)	39,5	52,3
S/Cl moolisuhte			1,2	0,5

## 3 MITTAUSPAIKKA

Savukaasupäästöt mitattiin voimalaitoksen piipun (+30 m) mittaustasolta halkaisijaltaan 4,60 m savukanavasta. Tasossa toteutuivat standardin SFS-EN 15259 (*Air quality. Measurement of stationary source emissions. Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report*) vaatimukset häiriöttömistä virtausetäisyyksistä ennen mittaustasoa ja sen jälkeen.

Savukanavan laajan pinta-alan ja työtilan rajallisuuden takia kaasuvirtauksen homogeenisuutta tasossa ei voitu kattavasti määrittää. Kanavan läpimitan, työtilan ja rajallisuuden ja näytteenottolaitteistojen rajoitteiden takia näytteet otettiin standardeista poiketen kukin yhdestä pisteestä noin 0,6 m (metallit) ja 1,2 m (PCDD/F) syvyydeltä kanavasta. Mittauksin todettiin, että lämpötila-, happi- ja virtausjakauma olivat tasaisia alalla, joka oli mahdollista varmentaa. Yhden pisteen näytteenotolla ei oleteta olevan merkittävää vaikutusta tuloksiin.

#### 4 MITTAUSMENETELMÄT

Savukaasun raskasmetallinäyte (keräysaika 4 h/näyte) kerättiin mahdollisimman isokineettisesti lasisella, lämmitetyllä sondilla kvartsisen MK 360 tasosuodattimen läpi (halkaisija 47 mm) absorptioliuoksiin soveltaen standardeja SFS-EN 14385:2004 ja SFS-EN 13211:2001. Elohopean (Hg) absorptioliuos oli rikkihappo-kaliumpermanganaattiliuos, muiden metallien (Tl, Cd, Sb, As, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, V) typpihappovetyperoksidiliuos. Näytteet käsiteltiin ja analysoitiin Eurofins Environment Sweden AB Lidköpingin laboratoriossa, jolla on akkreditointi (Swedac 1125) em. metallinäytteiden analyyseilla kaasunäytteistä.

Savukaasun PCDD/F näyte (1 kpl – näytteenottoaika 6 h) kerättiin isokineettisesti lasisella, lämmitetyllä sondilla kvartsisen suodattimen läpi n. 1,2 m syvyydeltä kanavasta. Kaasun orgaaniset yhdisteet adsorboitiin XAD hartsiin soveltaen standardia EN 1948–1 ns. suodin-lauhdutin menetelmällä. Kanavan mitoista sekä sondin pituudesta ja rakenteesta johtuen näyte otettiin yhdestä pisteestä. Näytteet käsiteltiin ja analysoitiin Eurofins GfA Lab Service GmbH laboratoriossa Hampurissa, jolla on akkreditointi ko. näytteiden analysoitiin em. standardin analyysiosion mukaisesti (DAkKS D-PL-14629-01-00).

Sekä raskasmetalli- että PCDD/F-näytteiden pitoisuudet suhteutettiin näytteenoton aikana otettuun kaasumäärään. Happipitoisuus mitattiin sähkökemialliseen kennoon perustuen näytteenottolaitteiston läpi ja suoraan kanavasta. Savukaasun virtausnopeus määritettiin S-tyyppin pitot-putkella ja painemittarilla näytteenotonopeuden määrittämiseksi. Lämpötila mitattiin K-tyyppin anturilla ja mittarilla.

#### 5 TULOKSET

Oy Alholmens Kraft Ab kiertopetikattilan AK2 sähkösuotimien jälkeen kuivan savukaasujen dioksiinien ja furaanien (PCDD/F) summapitoisuudet sekä TCDD-toksisuusekvivalenttiosummapitoisuudet mittaustason ja 6 % O<sub>2</sub> pitoisuudessa 7.2.2018 näytteenottojakson aikana on esitetty seuraavassa taulukossa. Näytteenoton aikana kattilan savukaasujen rikin ja kloorin (S/Cl) moolisuhde oli keskimäärin 1,2. Yhdistekohtaiset tulokset ovat liitteen 1 taulukossa.

**Taulukko 2.** AK2 sähkösuotimien jälkeen kuivan savukaasun dioksiinien ja furaanien kokonaispitoisuudet ja TCDD-toksisuusekvivalenttiosummapitoisuudet normitilassa (101,3 kPa, 273 K) mittaustason ja 6 % O<sub>2</sub> pitoisuudessa 7.2.2018

Näytteenotto	7.2.2018 10:04 – 16:04		
	Tason O <sub>2</sub>		6 % O <sub>2</sub>
	Pitoisuus ng/m <sup>3</sup>	TCDDekv. ng/m <sup>3</sup>	TCDDekv. ng/m <sup>3</sup>
Dioksiinit yhteensä <sup>1)</sup>	0,007	0,003	0,003
Dioksiinit yhteensä <sup>2)</sup>	<0,019	<0,004	<0,004
Furaanit yhteensä <sup>1)</sup>	0,086	0,011	0,010
Furaanit yhteensä <sup>2)</sup>	<0,100	<0,011	<0,010
<b>PCDD/F yhteensä <sup>1)</sup></b>	<b>093</b>	<b>0,013</b>	<b>0,013</b>
PCDD/F yhteensä <sup>2)</sup>	<0,119	<0,015	<0,014

< pitoisuus näytteessä alle analyysimenetelmän määrittämissä raja-arvoissa (kaasupitoisuus laskettu määrittämissä raja-arvoissa)

<sup>1)</sup> summa sisältää vain määrittämissä raja-arvojen ylittäneet pitoisuudet

<sup>2)</sup> summa sisältää myös määrittämissä raja-arvoissa olevat pitoisuudet

Mitattu savukaasun O<sub>2</sub> pitoisuuskeskiarvo 4,9 %

Nollanäytteen kongeneerien pitoisuus alle analyysimenetelmän määrittämissä raja-arvoissa, toksisuusekvivalenttipitoisuus oli <0,003 ng/m<sup>3</sup>, mikä on sallituissa rajoissa.

Poikkeama isokineettisestä -1 % OK

AK2 kattilan sähkösuotimien jälkeen määritetyt raskasmetallien ja elohopean pitoisuudet jätteenpolttoasetuksen 151/2013 mukaisen ryhmittelyn mukaan on esitetty taulukossa 3. Näytteenoton aikana kattilan savukaasujen rikin ja kloorin (S/Cl) moolisuhde oli keskimäärin 0,5. Yhdistekohtaiset pitoisuudet näkyvät liitteen 1 sivun 2 taulukoista. Kadmiumin, talliumin, arseenin, nikkelin ja elohopean pitoisuudet hiukkassuotimissa olivat alle analyysimenetelmän määrittäysrajan. Havaitut pitoisuudet ovat sondidepositionäytteestä. Talliumin, antimoinin, arseenin, koboltin ja vanadiinin pitoisuudet olivat suotimen läpäisseen näytefaasin absorptioliuoksissa alle analyysimenetelmän määrittäysrajojen.

Kaasun lämpötilan vaihteluväli oli 7.2.2018 dioksiini- ja furaaninäytteenottojakson aikana 146 – 149 °C ja happipitoisuus vaihteli tasolla 4,2 – 5,8 til-%. Metallinäytteenottojakson aikana 8.2.2018 lämpötilan vaihteluväli oli 154 – 157 °C ja happipitoisuus vaihteli välillä 4,6 – 6,0 til-%.

**Taulukko 3.** AK2 sähkösuotimien jälkeen kuivan savukaasun raskasmetallien pitoisuudet normitilassa (101,3 kPa, 273 K) mittaustason ja 6 % O<sub>2</sub> pitoisuudessa 8.2.2018

Näytteenotto	8.2.2018 9:58 – 14:25	
	Pitoisuus	
	Tason O <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	6 % O <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>
Cd+Tl <sup>1)</sup>	0,13	0,1
Cd+Tl <sup>2)</sup>	<0,5	<0,5
Hg <sup>1)</sup>	6,3	5,9
Sb+As+Co+Cr+Cu+Mn+Ni+Pb+V <sup>1)</sup>	55	51
Sb+As+Co+Cr+Cu+Mn+Ni+Pb+V <sup>2)</sup>	<61	<57

< summa sisältää määrittäysrajapitoisuudet

<sup>1)</sup> summa sisältää vain määrittäysrajan ylittäneet pitoisuudet

<sup>2)</sup> summa sisältää myös määrittäysrajapitoisuudet

Poikkeama isokineettisestä -3 % OK

## 6 EPÄVARMUUSTARKASTELU

Mittauspaikassa täyttyivät standardien vaatimukset suorista, häiriöttömistä osuuksista ennen mittapisteitä ja niiden jälkeen. Homogeenisuutta ei voitu todeta koko kanavan laajalta pinta-alalta rajallisen työtilan ja laitteiden takia.

Polykloorattujen dioksiinien ja furaanien pitoisuuksien arvioitu suhteellinen kokonaisepävarmuus on ±20 %.

Elohopean pitoisuudet suodattimella olivat alle analyysimenetelmän määrittäysrajan. Hiukkassaasiin kuuluvan sondihuuhteen pitoisuudet on esitetty havaituissa pitoisuuksissa. Suotimen läpäisseen faasin näytteissä talliumin pitoisuudet olivat alle analyysimenetelmän määrittäysrajan kummassakin näytteessä. Havaittujen metallien osalta pitoisuuksien arvioitu suhteellinen kokonaisepävarmuus 95 % luottamustasolla näytteenoton, -käsittelyn ja analyysien epävarmuudet huomioiden eri metallien osalta jakautuu seuraavasti:

- Pb, Co ±30 %
- Cd, Tl, Hg, Sb, As, Cr, Mn ja Ni ±35 %
- Cu ja V ±40 %


7

**MITTAUSTEN JA TULOSTEN TARKASTELU**


Savukaasun homogeenisuutta ei voitu todeta koko kanavan laajalta pinta-alalta. Mittauksin katetun alueen happipitoisuus- ja virtausjakauma täyttivät elohopeamääritykselle asetetut yhden pisteen näytteenoton vaatimukset. Em. syistä myös metallien ja PCDD/F näytteet otettiin yhdestä pisteestä standardista 1948:1 poiketen.

PCDD/F ja metallien näytteenotoissa toteutuivat isokineettisyydelle asetetut vaateet.

Dioksiinien ja furaanien, raskasmetallien sekä elohopean pitoisuudet jäivät huomattavasti alle laitoksen ympäristöluvassa Nro 6/2016/1 LSSAVI/75/04.08/2011 2) LSAVI/5689/2014 esitettyjen raja-arvojen.



Paula Juuti  
Päällikkö, Mittauspalvelut  
Pöyry Finland Oy, Energia



Toni Hämäläinen  
Mittausinsinööri, Mittauspalvelut  
Pöyry Finland Oy, Energia

## **LIITE 1**

---

AK2 sähkösuotimien jälkeen kuivan savukaasun PCDD/F ja metallien pitoisuudet  
7. – 8.2.2018 mittausten aikana (2 s.)



Oy Alholmens Kraft Ab, Pietarsaari  
AHK2 sähkösuotimien jälkeen  
Kuivan savukaasun dioksiinien ja furaanien pitoisuudet sekä  
toksisuusekvivalenttipitoisuudet tason ja referessi O2 pitoisuudessa  
normitilassa (101,3 kPa, 273)

Näytteenotto		7.2.2018	10:04 - 16:04	
Näyteosa		Yhteensä		
Yhdisteet	I-TEQ kerroin	Pitoisuus		
		Tason O <sub>2</sub> ng/m <sup>3</sup>	I-TEQ pitoisuus Tason O <sub>2</sub> ng/m <sup>3</sup>	6 % O <sub>2</sub> ng/m <sup>3</sup>
<b>Dioksiinit</b>				
2,3,7,8-TCDD	1,00	0,003	0,003	0,003
1,2,3,7,8-PeCDD	0,50	< 0,001	< 0,0004	< 0,0003
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,10	< 0,001	< 0,0001	< 0,0001
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,10	< 0,001	< 0,0001	< 0,0001
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,10	< 0,001	< 0,0001	< 0,0001
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	0,004	0,00004	0,00004
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	0,001	< 0,007	< 0,00001	< 0,00001
<b>Dioksiinit yhteensä <sup>1)</sup></b>		0,007	0,003	0,003
<b>Dioksiinit yhteensä <sup>2)</sup></b>		< 0,019	< 0,004	< 0,004
<b>Furaanit</b>				
2,3,7,8-TCDF	0,10	0,068	0,007	0,006
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	0,006	0,0003	0,0003
2,3,4,7,8-PeCDF	0,50	0,006	0,003	0,003
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,10	0,001	0,0001	0,0001
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,10	0,001	0,0001	0,0001
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,10	< 0,001	< 0,0001	< 0,0001
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,10	< 0,001	< 0,0001	< 0,0001
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01	0,003	0,00003	0,00002
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01	< 0,001	< 0,00001	< 0,00001
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	0,001	< 0,010	< 0,00001	< 0,00001
<b>Furaanit yhteensä <sup>1)</sup></b>		0,086	0,011	0,010
<b>Furaanit yhteensä <sup>2)</sup></b>		< 0,100	< 0,011	< 0,010
<b>PCDD/F yhteensä <sup>1)</sup></b>		0,093	<b>0,013</b>	<b>0,013</b>
<b>PCDD/F yhteensä <sup>2)</sup></b>		< 0,119	< <b>0,015</b>	< <b>0,014</b>
<b>PCDD/F epävarmuus <sup>2)</sup></b>		<b>±%</b>	<b>20</b>	<b>21</b>

< pitoisuus alle virallisen määrittämissärajien

1) sisältää vain määrittämissärajien ylittäneet pitoisuudet

2) sisältää myös alle määrittämissärajien pitoisuudet

Näytepitoisuus <sup>2)</sup>	ΣI-TEQ	ng/sample	0,0586 ±	20 %	k = 2
Imetty näytekaasumäärä		Nm <sup>3</sup>	4,0186 ±	2,7 %	
Näytekaasun lämpötila kaasukellolla		°C	-0,9 ±	1 %	
Kaasukellon paine		kPa	100,8 ±	1 %	
Savukaasun O <sub>2</sub> pitoisuus		%	4,9 ±	6 %	k = 2
Nollanäytteen I-TEQ pitoisuus 6 % O <sub>2</sub>		ng/m <sup>3</sup>	< 0,003		
Poikkeaman isokineettisestä		%	-1	OK	
Näytteenottopisteitä			1		

Oy Alholmens Kraft Ab

AHK2 sähkösuotimien jälkeen

Kuivan savukaasun raskasmetalliyhdisteiden pitoisuudet normitilassa (101,3 kPa, 273 K)

mittaustason ja 6 % O2 pitoisuudessa

Yhdiste	8.2.2018 9:58 - 14:25				6 % O2 pitoisuudessa			
	Tason O2 pitoisuudessa				6 % O2 pitoisuudessa			
	Hiukkaset µg/m <sup>3</sup>	Kaasu µg/m <sup>3</sup>	Yhdiste yhteensä <sup>1)</sup> µg/m <sup>3</sup>	Ryhmä yhteensä µg/m <sup>3</sup>	Hiukkaset µg/m <sup>3</sup>	Kaasu µg/m <sup>3</sup>	Yhdiste yhteensä <sup>1)</sup> µg/m <sup>3</sup>	Ryhmä yhteensä µg/m <sup>3</sup>
Cd	* 0,01	0,1	0,1	<sup>1)</sup> 0,13	0,01	0,1	0,1	<sup>1)</sup> 0,1
Tl	* 0,003	< 0,01	0,003	<sup>2)</sup> < 0,5	0,003	< 0,01	0,003	<sup>2)</sup> < 0,5
Hg	< 0,1	6,3	6,3	<sup>1)</sup> 6,3	< 0,1	5,9	5,9	<sup>1)</sup> 5,9
Sb	1,0	0,01	1,0		1,0	0,01	1,0	
As	* 0,002	0,04	0,04		0,002	0,04	0,04	
Pb	2,4	0,9	3,3		2,2	0,9	3,1	
Cr	2,0	0,5	2,5		1,9	0,5	2,4	
Co	0,4	0,01	0,5		0,4	0,01	0,4	
Cu	10	0,9	11		10	0,9	11	
Mn	29	1,2	30		27	1,1	28	
Ni	* 0,2	2,6	2,8	<sup>1)</sup> 55	0,2	2,4	2,6	<sup>1)</sup> 51
V	3,0	0,01	3,0	<sup>2)</sup> < 61	2,8	0,01	2,8	<sup>2)</sup> < 57
Zn	26	15	42		25	14	39	

\* pitoisuus sondihuuhteesta, suodattimen pitoisuus alle analyysimenetelmän määrittämissä

< pitoisuus alle virallisen määrittämissä

<sup>1)</sup> sisältää vain määrittämissä ylittäneet pitoisuudet

<sup>2)</sup> sisältää myös alle määrittämissä pitoisuudet

		Näyte 1	OK
Näytteenottopisteitä		1	
Poikkeama isokineettisestä	%	-3	
Absorptiotehokkuus	%	98	
Imetty kaasumäärä			
- Hiukkasfaasi	m3 NTP	1,236	
- Kaasufaasi metallit	m3 NTP	0,730	
- Kaasufaasi Hg	m3 NTP	0,506	
Absorptioliuokset:			
- Metallit: HNO3+H2O2			
- Hg: H2SO4+KMnO4			
Suodatin:	kvartsikuituinen tasosuodin Ø48 mm		
Nollanäyte		ok	

## **LIITE 2**

---

Mittaustason arviointi (1 s.)

<b>Laitos</b>	Oy Alholmens Kraft Ab																			
<b>Kohde</b>	AK2 sähkösuotimien jälkeen																			
<b>Päivämäärä</b>	7.2.2018 ja 8.2.2018										<b>Työ nro</b>	101006048-001-E0003								
<b>Kanavan mitat</b>	∅	4,6 m	a	b									<b>Tekijät</b>	JLIP, THA, TKOP						
<b>VIRTAUSNOPEUDEN MITTAUS S-PITOT-PUTKELLA</b>																				
<b>S-pitot kerroin</b>	0,802										<b>Ilmanpain (kPa)</b>	101								
<b>Mittausyhde nro</b>	3										<b>Kanavan A m2</b>	16,61902514								
<b>Aika klo</b>	7.2.2018 9:00-9:05					8.2.2018 8:40-8:45														
<b>CO2 kostea %</b>	11,5					12,1														
<b>Kosteus %</b>	19,3					17,9														
<b>Paine st (Pa)</b>	-775					-790														
<b>Piste nro</b>	<b>Syvyys</b>	<b>P dyn</b>	<b>t °C</b>	<b>O2 %</b>	<b>v m/s</b>	<b>P dyn</b>	<b>t °C</b>	<b>O2 %</b>	<b>v m/s</b>	<b>P dyn</b>	<b>t °C</b>	<b>O2 %</b>	<b>v m/s</b>	<b>P dyn</b>	<b>t °C</b>	<b>O2 %</b>	<b>v m/s</b>			
1	13,8	490	147	5,0	28,0	530	150	5,4	29,0											
2	45,1	530	150	4,8	29,1	570	149	4,9	30,1											
3	81,9	530	148	5,0	29,1	570	149	5,6	30,1											
4	133,4	540	148	4,8	29,4	520	149	5,4	28,8											
5	230	520	148	4,9	28,9	527	149	5,0	29,0											
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
<b>Keskiarvo akselilla</b>		522	148,2	4,9	28,9	543,4	149,2	5,3	29,4	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			
<b>Keskiarvo tasossa</b>			148,7	5,08	29,159															
<b>Minimi tasossa</b>		490	147	4,8	28,0															
<b>Maksimi tasossa</b>		570	150	5,6	30,1															
<b>Stdev tasossa</b>		19	0,9487	0,3	0,6															
<b>Kriteerivertailuarvot</b>			3	5,8	2,2															
<b>Toteuma</b>			OK	OK	OK															
<b>Huomiot</b>																				

**LIITE 3**

---

AK2 prosessin tila mittausten aikana (1 s.)

Aika	Polttoaineet				Tuorehöyry			TEHO		Lämpötilat			Happi %			Ilmat		Kiertokaasu		rikki/loori- mooli-suhde			
	Puu	turve	Hilli	REF	Määrä	Lämpötila	paine	PA teho	Brutto sähköteho	Peti	Syklooni vasen	Syklooni kesken	Syklooni oikea	ennen LUVO	ekon jälkeen oikea	ekon jälkeen kesken	kokonais ilma	etu vasen	etu oikea		taka vasen	takaoikea	
pvm klo	2EBRCWCW001.av	2EBD4ACW001.av	2HFB00CF9500001	2EBR7DEB01.mw	2LBA10CF001.av	2LBA10CT001.av	2LBA10CF001.av	2LBA10P901XG17.av	2CJT01CE009.av	2HNA10CT916.av	2HNA11CT003.av	2HNA13CT004.av	2HNA13CT004.av	2HNA20C0002.av	2HNA20C0004.av	2HNA20C0007.av	2HNA20CF9500002	2HNF21CF001.av	2HNF22CF001.av	2HNF31CF001.av	2HNF32CF001.av	2HNA65C0004.av	
	kg/s	kg/s	Hilli %	MW	kg/s	°C	bar	MW	MW	°C	°C	°C	°C	%	%	%	kg/s	kg/s	kg/s	kg/s	kg/s	kg/s	
7.2.2018	10:00 - 11:00	8,7	31,8	7,3	37,9	196	538	165	489	238	892	901	908	905	2,2	1,6	2,9	285,7	17,2	11,0	11,2	11,1	1,1
	11:00 - 12:00	11,2	30,1	7,3	40,5	196	534	165	487	239	886	898	905	892	2,3	1,8	2,9	286,8	17,2	11,9	12,0	12,1	1,5
	12:00 - 13:00	8,5	29,2	7,4	42,6	196	534	165	489	238	884	898	906	892	2,2	1,8	2,8	287,1	17,2	12,0	12,0	12,2	1,4
	13:00 - 14:00	3,1	37,0	7,4	42,6	196	545	165	490	239	880	898	910	892	2,3	1,8	2,8	288,1	17,2	12,0	12,0	12,3	1,2
	14:00 - 15:00	4,4	36,7	7,4	42,6	196	545	165	493	238	888	899	912	894	2,2	1,7	2,7	284,2	17,2	12,0	12,0	12,3	1,2
	15:00 - 16:00	11,1	33,9	7,1	30,5	195	544	165	491	240	888	901	914	896	2,3	1,8	2,8	287,6	17,2	12,0	12,0	12,3	0,9
	Keskiarvo	7,9	33,1	7,3	39,5	196	540	165	490	239	886	899	909	895	2,3	1,7	2,8	286,6	17,2	11,8	11,9	12,1	1,2
	Minimi	3,1	29,2	7,1	30,5	195	534	165	487	238	880	898	905	892	2,2	1,6	2,7	284,2	17,2	11,0	11,2	11,1	0,9
	Maksimi	11,2	37,0	7,4	42,6	196	545	165	493	240	892	901	914	905	2,3	1,8	2,9	288,1	17,2	12,0	12,0	12,3	1,5
Aika loppupainotteinen (10:00-11:00 -> 10:01-11:00)																							
8.2.2018	10:00 - 11:00	17,7	30,3	6,7	52,3	196	540	166	464	243	884	889	893	903	2,4	1,7	3,0	299,1	17,1	9,5	9,5	9,5	0,5
	11:00 - 12:00	18,4	29,0	7,2	52,3	194	541	164	499	243	888	891	900	901	2,3	1,7	2,8	292,0	17,1	10,1	10,1	10,1	0,7
	12:00 - 13:00	15,0	21,1	5,9	52,3	167	543	165	428	211	874	875	877	869	2,1	1,8	2,7	251,2	17,1	9,7	9,7	9,7	0,4
	13:00 - 14:00	14,0	27,6	5,4	52,3	158	545	165	426	200	882	864	874	870	2,4	1,8	2,8	242,8	17,2	7,8	7,8	7,8	0,4
	Keskiarvo	16,3	27,0	6,3	52,3	178	542	165	454	224	882	880	886	886	2,3	1,7	2,8	271,3	17,1	9,3	9,3	9,3	0,5
	Minimi	14,0	21,1	5,4	52,3	158	540	164	426	200	874	864	874	869	2,1	1,7	2,7	242,8	17,1	7,8	7,8	7,8	0,4
	Maksimi	18,4	30,3	7,2	52,3	196	545	166	499	243	888	891	900	903	2,4	1,8	3,0	299,1	17,2	10,1	10,1	10,1	0,7
Aika loppupainotteinen (10:00-11:00 -> 10:01-11:00)																							