

Tilaaja

Raahen Kaupunki, Ruukki Metals Oy

Asiakirjatyyppi

Tutkimusraportti

Päivämäärä

13.8.2014

Projektinumero

1510005838

RAAHEN KAUPUNKI, RUUKKI METALS OY ILMAN PAH-SELVITYS

**RAAHEN KAUPUNKI, RUUKKI METALS OY
ILMAN PAH-SELVITYS**

Ramboll
Niemenkatu 73
15140 LAHTI
Finland
T +358 20 755 611
F +358 20755 6201
www.ramboll-analytics.fi

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	LÄHTÖOLETTAMUKSET	2
3.	MITTAUSPISTEET	2
4.	MENETELMÄT	6
4.1	PAH-yhdisteet	6
4.2	Pölyn laadun kvalitatiivinen arvio	7
4.3	Lapaluodon asukaskysely	8
4.4	Sää	8
5.	TULOKSET	8
5.1	PAH-analyysit	8
5.1.1	Ruukki, Koksaamontie	8
5.1.2	Lapaluodon satama	8
5.1.3	Lapaluoto	9
5.1.4	Merikatu	9
5.1.5	Keskusta	9
5.1.6	Lentokentäntie	9
5.2	SEM-Analyysit	9
5.3	Kyselytutkimus	13
6.	JOHTOPÄÄTÖKSET	13

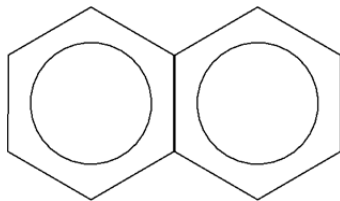
LIITTEET

LIITE 1

PAH-TULOKSET

1. JOHDANTO

Hiilivedyt ovat luonnon perusyhdisteitä ja vaikka orgaanisten yhdisteiden peruskomponentit ovat lähinnä hiiltä ja vetyä, niiden rakenne määrittelee ratkaisevasti olomuodon, reaktiivisuuden sekä vaikutuksen eliöihin. Tässä työssä on tarkasteltu polyaromaattisia hiilivetyjä (PAH-yhdisteet), joissa kaksi tai useampia aromaattisia rengashiilivetyjä ovat liittyneet yhteen, muodostaen suhteellisen pysyvän rakenteen. Yksinkertaisin PAH-yhdiste on naftaleeni. PAH-yhdisteille altistumisen indikaattoriyhdisteenä käytetään bentso(a)pyreeniä, jolle on myös asetettu tavoitearvo ulkoilmassa.



Kuva 1. Aiemmin koipalloissa käytetty naftaleeni on rakenteeltaan yksinkertaisin PAH-yhdiste.

PAH-yhdisteitä muodostuu epätäydellisen palamisen seurauksena, mm. liikenteessä, teollisuudessa ja puun pienpoltossa esimerkiksi takassa tai kiukaassa. Kivihiilipiki ja -terva, kreosoottijy, noki, asfaltti ja bitumi ja diesel-ajoneuvojen pakokaasut sisältävät myös PAH-yhdisteitä. PAH-yhdisteitä muodostuu myös käsiteltäessä ruokaa savustamalla tai grillaamalla, esim. savustettu kala, paahdettu liha ja käristetty ruoka. Keskimäärin ihmiset saavat PAH-yhdisteitä kuitenkin enemmän tupakoinnista kuin ruoasta. Teollisuudessa valimoiden ja koksamoiden toiminnoista vapautuu PAH-yhdisteitä.

Terveysten kannalta haitallisimpia ovat PAH-yhdisteet, joissa on vähintään neljä bentseenirengasta. Käytännössä tämä tarkoittaa, että yhdisteet eivät ole erityisen haihtuvia, vaan kulkeutuvat ilmassa pölyhiukkasten ja aerosolien mukana. PAH-yhdisteet ovat rasvaliukoisia, mikä tarkoittaa niiden kertyvän ravintoketjussa. Eliöiden kannalta on ongelmallista, että ne muuntuvat aineenvaihdunnan seurauksena elimistössä muotoon, joka voi liittyä DNA-ketjuun. Tämä aiheuttaa DNA:han virheen (mutaation) kun solu seuraavan kerran jakautuu. Jos solun toiminta häiriintyy vakavasti, voi pitkäaikaisessa altistuksessa seurauksena olla syövän kehittyminen. Viimeaikaisten tutkimusten perusteella on viitteitä, että altistus PAH-yhdisteille vaikuttaisi vauvan hermoston kehittymiseen tulehdusreaktion kautta.

PAH-yhdisteiden mittaukset eivät ole tyypillisiä Suomessa, vaan ne ovat keskittyneet satunnaisiin näytteenottoihin tai teollisen toiminnan läheisyyteen. Raahen alueella PAH-yhdisteiden mittaukselle on vuosikymmenten perinteet. Näissä mittauksissa on ilmennyt, että PAH-pitoisuudet erityisesti Lapaluodon alueella ovat kohonneet. Tämän vuoksi Raahen kaupunki ja Ruukki Metals Oy päättivät selvittää asiaa tarkemmin, mistä PAH-yhdisteet ovat peräisin, miten niiden pitoisuudet vaihtelevat ja mikä on vuonna 1986 käynnistyneen koksamion osuus. Tässä raportissa esitetään tarkennetun PAH-selvityksen tulokset keskittyen bentso(a)pyreenin pitoisuuteen, jolle ainoana lainsäädännössä on asetettu tavoitearvo 1 ng/m^3 vuosikeskiarvona. Suomessa bentso(a)pyreenin tavoitearvot ylittyvät alueilla, joilla on runsaasti puun pienpolttoa tai teollisuutta.

Mittaukset toteutettiin 30.1.2014 - 30.3.2014. Näytteenoton ja analyysit teki Ramboll Analytics.

2. LÄHTÖOLETTAMUKSET

Raahen kaupungin vuosimittauksissa on ilmennyt, että kohonneita bentso(a)pyreenin ja muiden PAH-yhdisteiden pitoisuuksia esiintyy erityisesti talviaikaan. Tämän lisäksi tuloksista on nähtävissä, että kohonneet pitoisuudet esiintyvät erityisesti kovien pakkasten aikana. Mahdollisina päästölähteinä yhdisteille ovat Lapaluodon mittauspistettä ympäröivä pientaloasutus, ja erityisesti puun poltto. Tämän on Suomessa osoitettu olevan pientaloalueiden ilmanlaatua usein merkittävästikin heikentävä tekijä. Puun poltto pientulisijoissa on epätäydellistä mm. alhaisen lämpötilan ja puutteellisen ilman sekoittumisen vuoksi. Edelleen päästökorkeus on suhteellisen matala verrattuna teollisiin päästökohteisiin, jolloin vaikutukset paikalliseen ilmanlaatuun voivat korostua. Toisena PAH-pitoisuuksiin vaikuttavana päästökohteena ovat Ruukin eri prosessit, näistä erityisesti koksamo. Myös Raahen satamassa tapahtuva kivihiilitervan lastaus ja varastointi on mahdollinen päästölähte, joskin vuonna 2014 tervan lastausta ei ole tapahtunut.

3. MITTAUSPISTEET

Raahen kaupungin ulkoilmanlaadun vuosimittauksissa PAH-pitoisuuksia mitataan Lapaluodon, Merikadun ja keskustan mittauspisteissä. Vuosimittaukset ajoittuvat viikoittain seuraavasti:

Taulukko 1. Ulkoilmanlaadun PAH-mittausten ajoittuminen

	Lapaluoto	Merikatu	Keskusta
	joka viikko	joka viikko	vuoroviikoin
Maanantai			PAH
Tiistai		PAH	
Keskiviikko			
Torstai	PAH		
Perjantai			
Lauantai			
Sunnuntai			

Selvityksen ajaksi näytteitä otettiin useammin varsinaisesta mittauspisteestä Lapaluodossa. Tämän lisäksi perustettiin kolme tilapäistä mittausasemaa. PAH-selvityksen aikana näytteitä otettiin seuraavasti:

Taulukko 2. Mittausten ajoittuminen selvityksen aikana

PAH-selvitys	Lapaluoto	Merikatu	Keskusta	Lentokentän- tie	Ruukki, piste 1	Satama, piste 2
Näytteenottiheys	joka viikko	joka viikko	vuoroviikoin	viikoittain, eri mittaisia näyt- teitä	joka viikko	joka viikko
Maanantai	PAH		PAH		PAH	PAH
Tiistai	PAH	PAH			PAH	PAH
Keskiviikko	PAH				PAH	PAH
Torstai					PAH	PAH
Perjantai						
Lauantai						
Sunnuntai					PAH	PAH

Lisämittauspisteet sijoitettiin siten, että ne ovat linjassa terästehtaan koksamon ja Lapaluodon välillä. Valinnalla pyrittiin selvittämään ajoittuvatko korkeat pitoisuudet samanaikaisesti Lapaluotoon, satamaan ja koksamoon esimerkiksi sääolosuhteista johtuen. Lentokentätien mittauspiste sijaitsee noin 15 kilometrin päässä Lapaluodosta ja sen tarkoituksena oli toimia tausta-asemana.

Mittaukset ajoittuivat keskitalveen, joka edelliseen vuoteen verrattuna oli lauha.



Kuva 2. Koksaaamon mittauspiste



Kuva 3. Sataman mittauspiste



Kuva 4. Lentokentäntien mittauspiste, tausta-asema

Raahen ilmanlaadun vuosimittauspisteet sijoittuvat seuraavasti:



Kuva 5. Mittauspisteet vuonna 2014.



Kuva 6. PAH-selvityksen lisämittauspisteet.

4. MENETELMÄT

4.1 PAH-yhdisteet

PAH-yhdisteet ja bentso(a)pyreeni esiintyy ulkoilmassa käytännössä sitoutuneena hiukkasiin. Tämän vuoksi näytteet analysoitiin hengitettävien hiukkasten kokoluokasta (PM₁₀). PAH-yhdisteistä kaasumaisena ulkoilmassa voi esiintyä lähinnä naftaleeni.

Koksaamon ja sataman mittauspisteissä PM₁₀ -näytteet otettiin siirrettävää mittausasemaan käyttäen, kuva alla. Näyte otettiin samanlaisella periaatteella kuin Raahen kaupungin normaalit ilmanlaatonäytteet, jolloin tulosten vertailukelpoisuus on mahdollisimman hyvä. Lentokentäntien pisteestä näyte otettiin PM₁₀ -suurtehokeräimellä, jossa näyteilmamäärä oli suurempi kuin muissa pisteissä. Käytännössä ero on suodattimen kanssa.



Kuva 7. Siirrettävä mittausasema

Suodattimesta analysoitiin seuraavat PAH-yhdisteet:

Taulukko. 3 Mitatut PAH-yhdisteet

Antraseeni	Dibentso(ah)antraseeni
Asenaftteeni	Fenantreeni
Asenaftyteeni	Fluoranteeni
Bentso(a)antraseeni	Fluoreeni
Bentso(a)pyreeni	Indeno(123cd)pyreeni
Bentso(b)fluoranteeni	Kryseeni
Bentso(ghi)peryleneeni	Naftaleeni
Bentso(k)fluoranteeni	Pyreeni

Yhdisteet ovat samat kuin Raahen kaupungin ilmanlaadun vuositarkkailussa seurattavat.

Näytteet otettiin samanaikaisesti Lapaluodon näytteenoton kanssa normaalin ilmanlaadutarkkailun puitteissa. Näytteenottojakson pituus oli 24 tuntia, paitsi Lentokentäntien mittauspisteessä, jossa otettiin yksi viikon mittainen PAH-näyte.

Näytteet uutettiin laboratoriossa ja analysoitiin GC-MS tekniikkaa käyttäen.

4.2 Pölyn laadun kvalitatiivinen arvio

Edellisten näytteiden lisäksi viikkonäytteitä kerättiin Nuclepore-suodattimille koksaamon, sataman, Lapaluodon ja Merikadun mittauspisteissä. Suodattimille kertyneen pölyn perusteella valittiin edustava viikko, jota tarkasteltiin elektronimikroskoopilla. Tavoitteena oli hiukkasten koostumusta ja rakennetta tarkastelemalla arvioida pölyn alkuperää.

4.3 Lapaluodon asukaskysely

Raahen kaupunki lähetti Lapaluodon alueen asukkaille 70 kyselyä puun poltton tekniikkaan ja käytäntöihin liittyen. Vastauksia palautui 15 % lähetetyistä kyselyistä. Lapaluodon asukasluku kyselyhetkellä oli 153 henkilöä.

4.4 Sää

Sää tiedot tulosten tulkintaa varten mitattiin Raahen keskustan mittausasemalla.



Kuva 8. Keskustan mittausasema

5. TULOKSET

Seuraavassa on esitetty mittausten tuloksista. Kaikki mittaustulokset on esitetty liitteessä 1.

5.1 PAH-analyysit

5.1.1 Ruukki, Koksaamontie

Koksaamoa lähinnä olevassa mittauspisteessä bentso(a)pyreenipitoisuus oli mittausjakson aikana keskimäärin $8,6 \text{ ng/m}^3$. Korkein mitattu pitoisuus oli 74 ng/m^3 ja se mitattiin tuulen käydessä mittausvuorokauden jokaisena tuntina koksaamosta mittauspisteen suuntaan. Tehdasalueella eivät ole voimassa ulkoilman ohje- tai raja-arvot, vaan siellä sovelletaan HTP-arvoja. Bentso(a)pyreenin 8 tunnin HTP-arvo on $10\,000 \text{ ng/m}^3$.

5.1.2 Lapaluodon satama

Koksaamon ja Lapaluodon mittauspisteen väliin jäävässä Lapaluodon sataman mittauspisteessä bentso(a)pyreenipitoisuus oli mittausjakson aikana keskimäärin $4,0 \text{ ng/m}^3$. Korkein mitattu pitoisuus oli 31 ng/m^3 ja se mitattiin samana vuorokautena kuin Koksaamon mittauspisteen korkein pitoisuus. Satama-alueella eivät ole voimassa ulkoilman ohje- tai raja-arvot, vaan siellä sovelletaan HTP-arvoja. Bentso(a)pyreenin 8 tunnin HTP-arvo on $10\,000 \text{ ng/m}^3$.

5.1.3 Lapaluoto

Lapaluodon mittauspisteessä bentso(a)pyreenipitoisuus oli mittausjakson aikana keskimäärin 2,5 ng/m³. Korkein mitattu pitoisuus oli 15 ng/m³. Huomioitavaa on, että tällöin pitoisuudet Koksaa-
mon, sataman ja Lapaluodon mittauspisteissä olivat samaa luokkaa. Tähän mitä on ollut viime-
vuosina

5.1.4 Merikatu

Merikadun mittauspisteen näytteiden ajallinen kattavuus oli 14 % Koksaa-
mon mittauspisteestä. Bentso(a)pyreenipitoisuus oli mittausjakson aikana keskimäärin 0,7 ng/m³ ja korkein mitattu
pitoisuus 1,7 ng/m³.

5.1.5 Keskusta

Keskustan mittausasemalla bentso(a)pyreenipitoisuus oli mittausjakson aikana keskimäärin 0,42
ng/m³ ja korkein mitattu pitoisuus 0,49 ng/m³. Keskustan näytteet olivat viikkonäytteitä, joten
niiden vertaaminen edellä esitettyihin arvoihin ei ole suoraan ole mahdollista.

5.1.6 Lentokentäntie

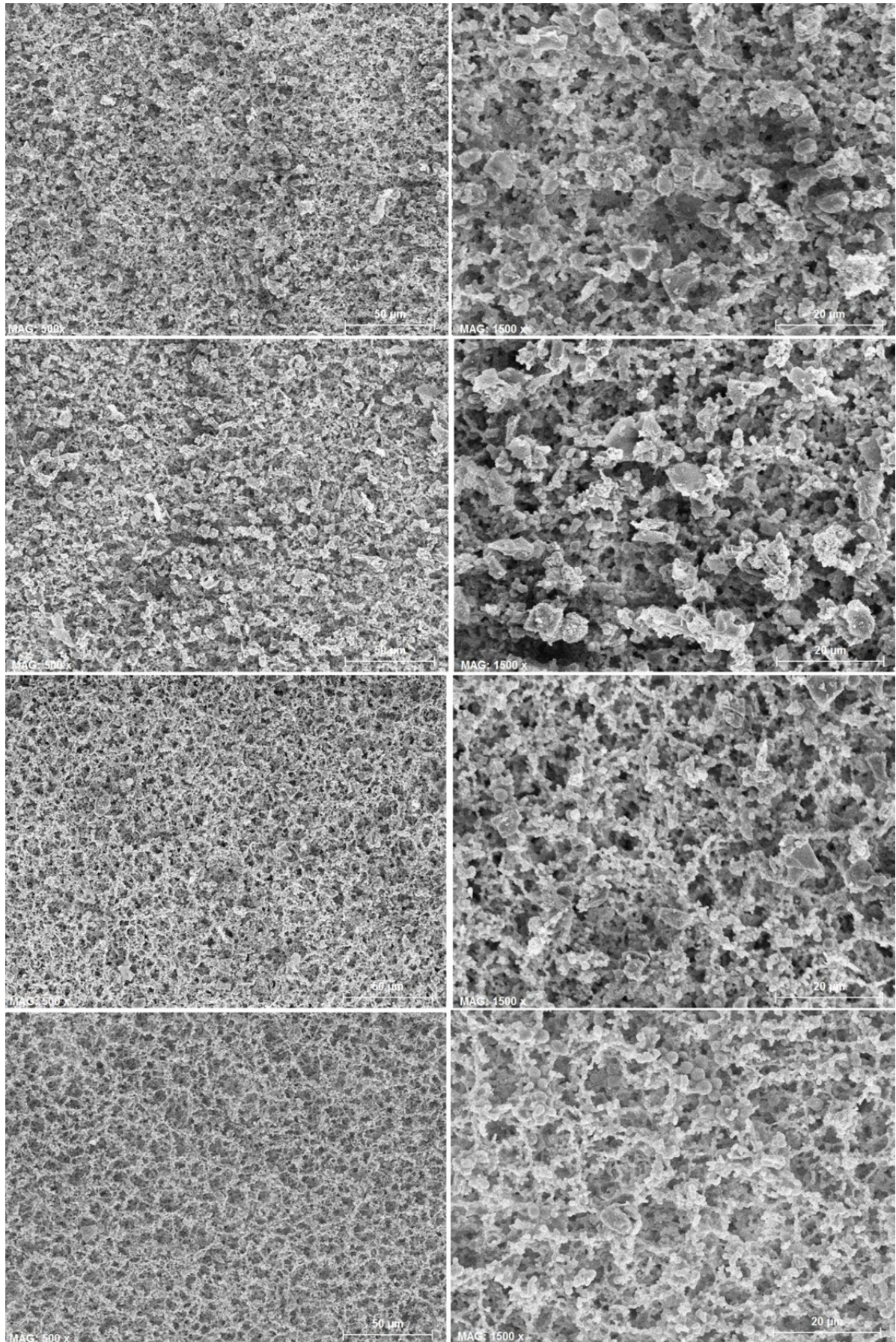
Lentokentätien tausta-
asemalla bentso(a)pyreenipitoisuus oli mittausjakson aikana keskimäärin
0,09 ng/m³ korkeimman mitatun pitoisuuden ollessa 0,13 ng/m³.

5.2 SEM-Analyysit

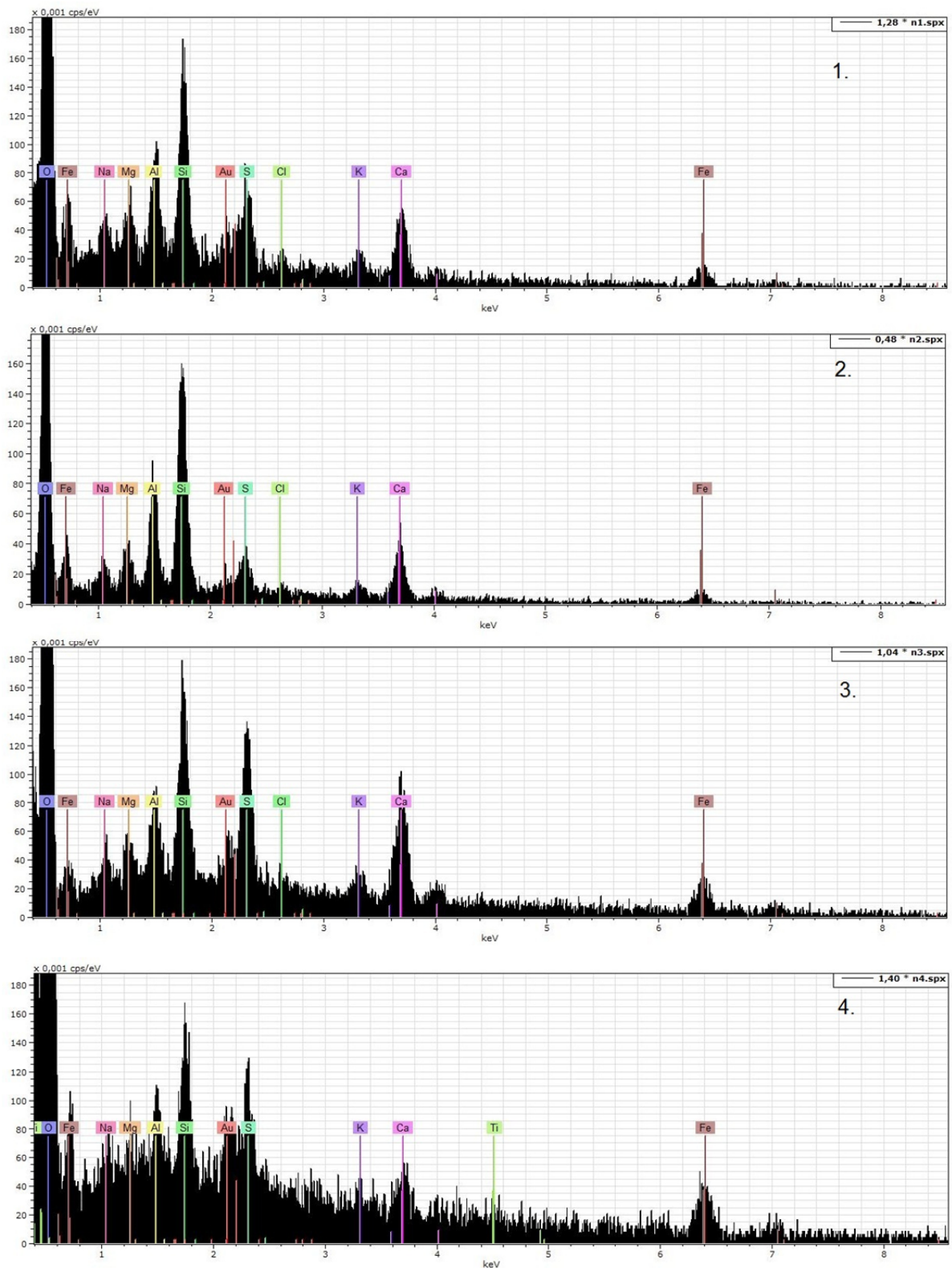
SEM-analyysit tehtiin Mikrofokus Oy:ssä elektronimikroskoopilla (SEM) ja röntgenmikroanalysaat-
torilla (SEM/EDS). Kuvassa 8 on kaikki suodattimet,



Kuva 9. Suodattimet vasemmalta oikealle: Koksamo, Lapaluodon satama, Lapaluoto, Merikatu; Ylhäältä alas viikot 7-13/2014.



Kuva 10. Suodattimet viikolta 9 ylhäältä alas: Koksaamo, Lapaluodon satama, Lapaluoto, Merikatu. Vasen kuva suurennos 500x ja oikea 1500x



Kuva 11. Alkuaineiden EDS-spektri suodattimista viikolta 9. Ylhäältä alas: Koksaamo, Lapaluodon satama, Lapaluoto, Merikatu.

Mikrofokus Oy Simo Lehtisen mukaan SEM- ja EDS-kuvien perusteella näytteissä ei todettu mitään merkittäviä eroja näytteiden kesken.

5.3 Kyselytutkimus

Kyselytutkimuksen kattavuus jäi suhteellisen suppeaksi, noin 15 % kyselyn saaneista vastasi. Kyselyn perusteella kuitenkin selvisi, että Lapaluodon puutaloalueella puun käyttö lämmityksessä on ainakin osassa talouksista runsasta.

Taulukko 4. Otos kyselytutkimuksen tuloksista

Kiinteistö	käyttökr/vko	pesällinen/krt	Käyttötarkoitus				
			Lisälämmitys	Ruuan valmistus	Tunnelman luonti	Pahvin ja maitopurkkien poltto	Saunominen
1	1	3-4					x
2	4-5	2-3	x				x
3	7-8	1	x				x
4	8	2	x	x			
5	>4	2	x				x
6	7	2	x	x			
7	7	1	x			x	
8	8	2-3	x		x		x
9		1	x	x			
10	0	2					x
11							

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tulosten osalta keskeinen PAH-yhdiste on bentso(a)pyreeni, jolle on asetettu tavoitearvo kalenterivuoden keskiarvona (VnA 164/2007). Tavoitearvo on asetettu terveyshaittojen ja ympäristöön kohdistuvien haittojen ehkäisemiseksi ja annetut tavoitearvot on pyrittävä saavuttamaan vuoteen 2013 mennessä. Pitoisuuksia on alennettava niillä alueilla, joilla tavoitearvot ylittyvät tai ovat vaarassa ylittyä. Asetus astui voimaan 1.1.2013. Taulukossa 7 on vertailtu bentso(a)pyreenipitoisuuksia Koksaamontien, Lapaluodon sataman ja Lapaluodon mittauspisteissä.

Tässä työssä mitatut arvot eivät ole suoraan verrannollisia tavoitearvoon, sillä näytteenoton ajallinen kattavuus on lyhyt, noin 17 % koko vuodesta. Pitoisuuksia voi verrata soveltaen tehdasalueella ja satamassa bentso(a)pyreenin HTP-arvoon, joka on 10 000 ng/m³.

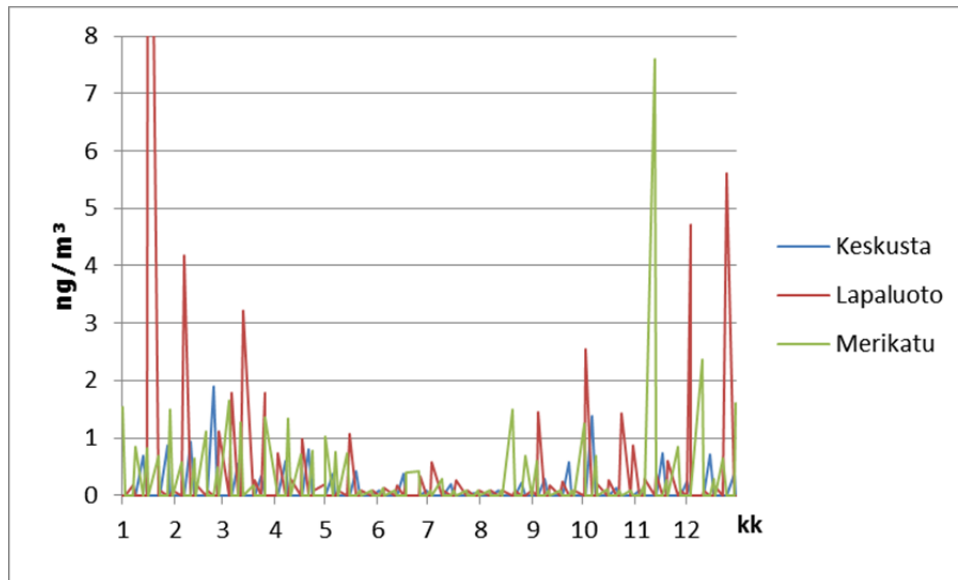
Tuloksista on nähtävissä, että korkeimmat bentso(a)pyreenipitoisuudet esiintyvät tilanteissa, joissa tuuli käy koksaamon suunnasta. Kuitenkin tarkasteltaessa lähes identtisiä säätilanteita peräkkäisinä päivinä havaitaan, että tuulensuunta yksin ei ole bentso(a)pyreenipitoisuuksia selittävä tekijä, taulukko 5, joskin tuulen suunnalla on merkittävä vaikutus Lapaluodon alueen kohonneisiin pitoisuuksiin.

Taulukko 5. Bentso(a)pyreenipitoisuuksien vertailu

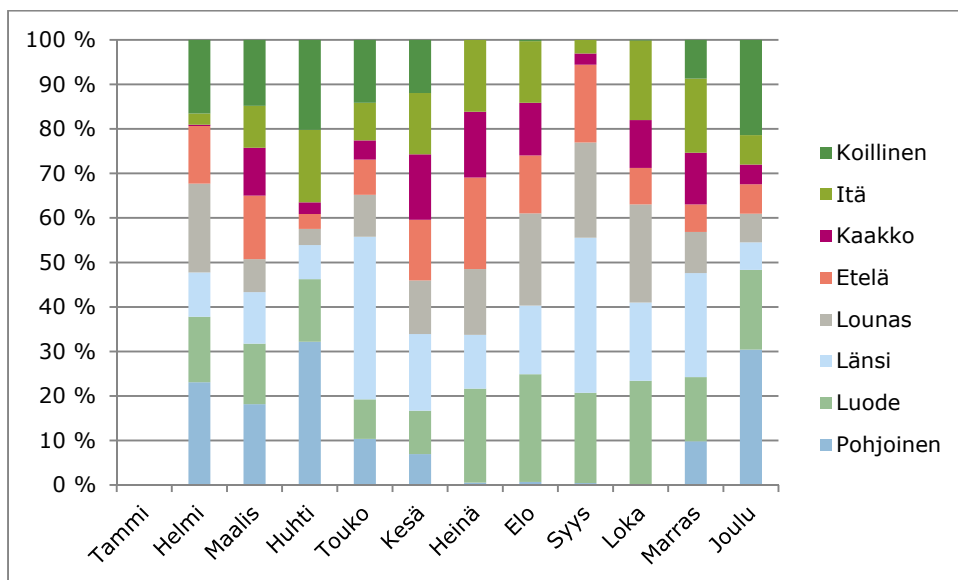
Mittausjakso	Lämpötila °C	Tuulen suunta, astetta	Tuulen nopeus, m/s	Tuulitunteja koksaamon suunnasta / mittausjakso	Bentso(a)pyreenipitoisuus ng/m ³		
					Koksaamontie	Satama	Lapaluoto
23-24.2.2014	4,9	204	7,7	24	73,48	31,19	-
24-25.2.2014	5,3	205	8,1	24	7,76	2,25	2,35

Taulukon 5 tulosten vertailu viittaa siihen, että koksaamontien mittauspistettä ympäröivien toimintojen päästöissä saattaa olla merkittävää vaihtelua. Tässä työssä ei selvitetty mitä toimintovaihteita alueella sijaitsee tai mitkä niiden päästöt ovat.

Tuloksia tarkasteltaessa on myös huomioitava, että Lapaluodosta mitattiin vuorokausia, jolloin tuuli ei käynyt ollenkaan Koksamon suunnasta. Tällöin kuitenkin mitattiin taustapitoisuudesta poikkeavia pitoisuuksia, taulukko 6. Mittausjaksojen ajalle ei osunut yhtään kovempaa pakkasvuorokautta, joten Lapaluodon puun pienpolton vaikutusta paikalliseen ilmanlaatuun ei voitu täysin selvittää. Kuvassa 8 on esitetty bentso(a)pyreenipitoisuus vuoden 2013 aikana. Kuvasta voidaan havaita, että pitoisuudet ovat merkittävästi pienemmät kesällä kuin lämmityskaudella. Terästehtaan toiminnoissa ei ole merkittävää eroa kesä- ja talviaikana.



Kuva 12. Raahen mitatut Bentso(a)pyreenipitoisuudet vuonna 2013. Vaikka PAH-yhdisteitä vapauttavat toiminnot ovat käynnissä vuoden ympäri, kesällä ei muodostu sääolosuhteita, jotka johtaisivat kohonneisiin pitoisuuksiin vuosimittauspisteissä. Tuulen suunnissa kesä- ja talviaikana ei ole merkittävää eroa lounais-eteläsuuntia tarkasteltaessa.



Kuva 13 Tuulen suunnat Raahessa vuonna 2013 kuukausittain, tammikuu on jätetty pois vähäisten mitaustulosten takia. Keskustan mittausasema.

Taulukko 6. Bentso(a)pyreenipitoisuudet tuulen puhaltaessa muualta kuin koksaaon suunnasta

Mittausjakso	Lämpötila °C	Tuulen suunta, astetta	Tuulen nopeus, m/s	Tuulitunteja koksaaon suunnasta/ mittausjakso	Bentso(a)pyreenipitoisuus ng/m ³		
					Koksaamontie	Satama	Lapaluoto
6-7.2.2014	-5,0	131	1,4	0	0,33	0,25	-
20-21.2.2014	-5,6	90	1,7	0	<0,21	<0,21	-
2-3.3.2014	-0,1	134	1,7	0	<0,2	<0,2	-
16-17.3.2014	-7,1	137	1,5	0	<0,2	<0,2	-
18-19.3.2014	-4,8	61	2,2	0	<0,2	<0,2	-
30-31.3.2014	-0,3	319	2,1	0	<0,2	-	-
5-6.2.2014	-2,2	142	1,2	0	<0,21	0,69	1,99
17-18.3.2014	-7,8	156	1,4	0	2,45	0,49	1,67
19-20.3.2014	-6,7	147	1,4	0	0,57	0,29	1,21
19-20.2.2014	-6,7	112	1,1	0	<0,21	<0,2	0,96
18-19.2.2014	-2,3	325	2,3	0	<0,2	<0,2	0,18
10-11.2.2014	2,0	138	2,3	0	<0,21	<0,2	0,11

Taulukko 7. Bentso(a)pyreenipitoisuuksien vertailu

Mittausjakso	Lämpötila °C	Tuulen suunta, astetta	Tuulen nopeus, m/s	Tuulitunteja koksaaon suunnasta/mit tausjakso	Bentso(a)pyreenipitoisuus ng/m ³		
					Koksaamontie	Satama	Lapaluoto
30-31.1.2014	-16,7	152	1,7	3	<0,22	<0,22	-
2-3.2.2014	-2,9	155	2,4	1	<0,21	<0,2	-
3-4.2.2014	0,4	207	4,8	24	5,33	1,39	1,47
4-5.2.2014	0,0	183	2,8	13	0,95	0,45	0,85
5-6.2.2014	-2,2	142	1,2	0	<0,21	0,69	1,99
6-7.2.2014	-5,0	131	1,4	0	0,33	0,25	-
9-10.2.2014	2,4	146	3,1	6	1,93	-	-
10-11.2.2014	2,0	138	2,3	0	<0,21	<0,2	0,11
11-12.2.2014	0,8	163	1,8	10	1,43	0,56	1,07
12-13.2.2014	0,5	133	1,6	5	2,37	1,37	4,71
13-14.2.2014	0,4	153	2,5	6	<0,21	<0,2	-
16.2.2014	1,8	155	1,6	11	<0,2	<0,21	-
17-18.2.2014	1,4	194	1,0	16	3,02	2,46	3,07
18-19.2.2014	-2,3	325	2,3	0	<0,2	<0,2	0,18
19-20.2.2014	-6,7	112	1,1	0	<0,21	<0,2	0,96
20-21.2.2014	-5,6	90	1,7	0	<0,21	<0,21	-
23-24.2.2014	4,9	204	7,7	24	73,48	31,19	-
24-25.2.2014	5,3	205	8,1	24	7,76	2,25	2,35
25-26.2.2014	3,1	197	3,9	18	8,58	3,48	3,08
26-27.2.2014	0,3	193	1,5	8	3,34	6,97	5,06
27-28.2.2014	0,4	187	2,6	20	6,53	2,17	-
2-3.3.2014	-0,1	134	1,7	0	<0,2	<0,2	-
3-4.3.2014	0,7	189	0,9	3	0,78	0,94	0,94
4-5.3.2014	1,0	180	1,9	23	17,51	11,47	15,40
5-6.3.2014	2,7	187	3,5	24	30,20	7,38	6,70
6-7.3.2014	4,0	196	4,6	24	33,92	5,73	-
9-10.3.2014	3,8	216	6,7	20	4,90	1,18	-
10-11.3.2014	3,4	250	5,5	9	<0,2	<0,2	<0,09
11-12.3.2014	3,2	233	5,4	11	0,53	<0,2	0,25
12-13.3.2014	4,0	240	3,3	8	2,12	-	0,51
13-14.3.2014	3,3	237	5,6	7	<0,2	<0,2	-
16-17.3.2014	-7,1	137	1,5	0	<0,2	<0,2	-
17-18.3.2014	-7,8	156	1,4	0	2,45	0,49	1,67
18-19.3.2014	-4,8	61	2,2	0	<0,2	<0,2	-
19-20.3.2014	-6,7	147	1,4	0	0,57	0,29	1,21
20-21.3.2014	-1,9	169	3,7	2	1,19	0,24	-
23-24.3.2014	1,5	180	2,3	16	11,85	5,33	-
24-25.3.2014	-0,5	218	1,6	12	0,94	0,25	0,29
25-26.3.2014	-1,5	198	1,4	5	2,12	5,33	-
26-27.3.2014	2,2	244	3,7	10	<0,2	-	0,31
27-28.3.2014	-0,1	235	1,0	3	0,39	-	-
30-31.3.2014	-0,3	319	2,1	0	<0,2	-	-

Tarkempaa tietoa Raahen alueen ilmanlaadusta on saatavilla osoitteesta:
www.raahe.fi/ilmanlaadun_seutanta (sic).

Lahdessa 13.8.2014

Ramboll Finland Oy

Ramboll Analytics



Erik Järvinen,
ryhmäpäällikkö, FM



Leena Junnila,
laborantti, sertifioitu näytteenottaja

LIITE 1 PAH-TULOKSET

Päivämäärä	Asema	Näytteenottoaika	T°C	Tuuli °	m/s	Tuuli tuntia etelä/lounas (170-220°) mittausajaksolla	PAH yht. mg/m³	Antraseeni	Asenaftteeni	Asenaftyleeni	Bentso(a)antraseeni	Bentso(a)pyreeni	Bentso(b)fluoranteeni
3-10-3.14	Keskusta	17:00-9:00	2,772	199,509	4,259	129	4,86	<0,04	<0,04	<0,04	0,44	0,45	0,57
17-24.2.14	Keskusta	09:00-9:00	-1,572	174,651	2,484	60	3,55	<0,04	<0,04	<0,04	0,35	0,33	0,46
3-10.2.14	Keskusta	09:00-9:00	-0,789	154,018	2,588	43	5,08	0,05	<0,04	<0,04	0,35	0,49	0,62
3-4.2.14	Lapaluoto	11:10-11:10	0,436	207,04	4,804	24	21,74	0,49	<0,09	<0,09	2,36	1,47	2,36
4-5.2.14	Lapaluoto	13:00-13:00	0,012	182,64	2,776	13	14,30	0,36	<0,09	<0,09	1,32	0,85	1,09
5-6.2.14	Lapaluoto	14:30-14:30	-2,184	142	1,248	0	30,72	0,67	<0,09	<0,09	2,71	1,99	2,53
10-11.2.14	Lapaluoto	12:30-12:30	2,008	137,52	2,252	0	2,36	<0,09	<0,09	<0,09	0,13	0,11	0,24
11-12.2.13	Lapaluoto	12:40-12:40	0,804	162,6	1,76	10	16,12	0,34	<0,09	<0,09	1,67	1,07	1,78
12-13.2.14	Lapaluoto	15:20-15:20	0,548	132,96	1,62	5	59,28	1,05	<0,09	<0,09	6,52	4,71	5,43
17-18.2.14	Lapaluoto	12:00-12:00	1,436	193,64	0,984	16	39,77	0,80	<0,09	<0,09	5,24	3,07	4,16
18-19.2.14	Lapaluoto	13:15-13:15	-2,316	325,32	2,324	0	3,07	<0,09	<0,09	<0,09	0,14	0,18	0,31
19-20.2.14	Lapaluoto	14:30-14:30	-6,684	112,28	1,052	0	14,49	0,13	<0,09	<0,09	1,32	0,96	1,20
24-25.2.14	Lapaluoto	12:00-12:00	5,296	205	6,068	24	28,98	0,45	<0,09	<0,09	3,26	2,35	2,90
25-26.2.14	Lapaluoto	14:00-14:00	3,128	196,76	3,892	18	43,45	0,80	<0,09	<0,09	4,89	3,08	3,80
26-27.2.14	Lapaluoto	14:50-14:50	0,292	192,68	1,476	8	74,10	1,57	<0,09	<0,09	8,86	5,06	5,06
3-4.3.14	Lapaluoto	10:45-10:45	0,708	189,36	0,904	3	14,67	0,31	<0,09	<0,09	1,38	0,94	1,11
4-5.3.14	Lapaluoto	12:00-12:00	1,068	180,6	1,984	23	217,39	6,34	0,11	0,98	23,55	15,40	18,12
5-6.3.14	Lapaluoto	14:10-14:10	2,656	186,76	3,472	24	97,83	2,36	<0,09	<0,09	10,87	6,70	6,88
10-11.3.14	Lapaluoto	11:45-11:45	3,412	249,8	5,524	9	<1,81	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
11-12.3.14	Lapaluoto	13:30-13:30	3,244	233,4	5,432	11	3,07	<0,09	<0,09	<0,09	0,22	0,25	0,23
12-13.3.14	Lapaluoto	14:30-14:30	4,024	240,48	3,336	8	7,60	0,14	<0,09	<0,09	0,72	0,51	0,63
17-18.3.14	Lapaluoto	12:30-12:30	-7,783	156,167	1,446	0	23,55	0,25	<0,09	<0,09	1,99	1,67	1,68
19-20.3.14	Lapaluoto	16:00-16:00	-6,654	146,917	1,363	0	16,85	0,14	<0,09	<0,09	1,34	1,21	1,21
24-25.3.14	Lapaluoto	13:00-13:00	-0,45	218,25	1,567	12	3,98	<0,09	<0,09	<0,09	0,29	0,29	0,45
26-27.3.14	Lapaluoto	15:00-15:00	2,1583	243,5	3,688	10	3,81	0,11	<0,09	<0,09	0,34	0,31	0,33
11-15.2.14	Lentokentäntie taustanäyte	14:30-12:00	0,7021	148,26	1,944	19	1,78	<0,03	<0,08	<0,08	0,12	0,08	0,09
25-28.2.14	Lentokentäntie taustanäyte	14:30-15:00	1,277	190,959	2,55	44	3,03	<0,08	<0,19	<0,19	0,37	0,09	0,11
28-2.3.14	Lentokentäntie taustanäyte	15:15-15	0,5219	144,781	1,603	12	5,00	<0,08	<0,19	<0,19	1,58	0,11	0,13
3-6.3.14	Lentokentäntie taustanäyte	15:00-15:30	1,5356	188,575	2,197	53	2,96	<0,04	<0,19	<0,19	<0,77	<0,04	0,05
6-10.3.14	Lentokentäntie taustanäyte	15:30-15:30	3,7531	206,755	5,902	82	3,18	<0,29	<0,29	<0,29	<1,45	0,04	0,03
10-17.3.14	Lentokentäntie taustanäyte	15:30-15:00	0,83	220,982	3,935	34	1,36	0,02	<0,08	<0,08	<0,08	0,07	0,06
17-18.3.14	Lentokentäntie taustanäyte	15:00-16:00	-7,154	131,808	1,523	0	<2,78	<0,06	<0,08	<0,08	<0,28	<0,06	<0,06
11-15.2.14	Lentokentäntie taustanäyte	14:30-12:00	0	1,78	<0,03	0	1,78	<0,03	<0,08	<0,08	0,12	0,08	0,09
25-28.2.14	Lentokentäntie taustanäyte	14:30-15:00	0	3,73	<0,08	0	3,73	<0,08	<0,19	<0,19	0,37	0,08	0,11
28-2.3.14	Lentokentäntie taustanäyte	15:15-15	0	5,02	<0,08	0	5,02	<0,08	<0,19	<0,19	1,58	0,11	0,13
4-5.2.14	Merikatu	12:00-12:00	0,012	182,64	2,776	13	2,90	<0,09	<0,09	<0,09	0,16	0,16	0,24
11-12.2.14	Merikatu	12:00-12:00	0,804	162,6	1,76	10	11,95	0,25	<0,09	<0,09	1,14	0,82	1,03
4-5.3.14	Merikatu	11:00-11:00	0,992	180,24	1,928	23	8,88	0,22	<0,09	<0,09	0,78	0,58	0,71
11-12.3.14	Merikatu	12:50-12:50	3,244	233,4	5,432	11	<1,25	0,11	<0,09	<0,09	0,47	0,34	0,47
18-19.2.14	Merikatu	12:30-12:30	-2,316	325,32	2,324	0	1,81	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	0,11
25-26.2.14	Merikatu	13:00-13:00	3,128	196,76	3,892	18	21,73	0,36	<0,09	<0,09	2,17	1,58	2,17
30-31.1.14	Ruukki, KoksaaMontie	14:45-14:45	-16,67	152,44	1,66	3	5,60	<0,22	<0,22	<0,22	<0,22	<0,22	0,30
2.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	00:01-00:01	-2,892	154,88	2,404	1	<4,13	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	0,21
3-4.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	10:50-10:50	0,436	207,04	4,804	24	77,92	2,26	<0,21	<0,21	8,61	5,33	6,56
4-5.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	12:00-12:00	0,012	182,64	2,776	13	17,31	0,54	<0,21	<0,21	1,44	0,95	1,28
5-6.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	14:20-14:20	-2,184	142	1,248	0	4,94	<0,21	<0,21	<0,21	0,25	<0,21	0,29
6-7.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	15:20-15:20	-5,048	130,96	1,384	0	7,43	<0,21	<0,21	<0,21	0,37	0,33	0,54
9.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	00:01-00:01	2,448	145,96	3,092	6	30,86	0,70	<0,21	<0,21	2,63	1,93	2,67
10-11.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	11:45-11:45	0,808	137,52	2,252	6	<4,1	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21
11-12.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	12:15-12:15	0,404	162,6	1,76	10	23,30	0,70	<0,2	<0,2	2,21	1,43	2,00
12-13.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	14:45-14:45	0,548	132,96	1,62	5	40,86	1,51	<0,2	<0,2	4,09	2,37	3,15
13-14.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	15:50-15:50	0,448	153,2	2,524	6	<4,11	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21
16.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	00:01-00:01	1,808	155,08	1,56	11	<4,07	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
17-18.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	11:25-11:25	1,436	193,64	0,984	16	40,80	1,02	<0,2	<0,2	5,30	3,02	3,75
18-19.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	12:40-12:40	-2,316	325,32	2,324	0	<4,07	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
19-20.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	14:00-14:00	-6,684	112,28	1,052	0	<4,11	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21
20-21.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	15:45-15:45	-5,592	90,16	1,732	0	<4,12	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21
23.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	00:01-00:01	4,884	204,32	7,724	24	#####	26,13	0,49	3,35	134,72	73,48	81,65
24-25.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	11:30-11:30	5,296	205	6,068	24	114,31	2,20	<0,2	<0,2	6,65	13,88	7,76
25-26.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	13:30-13:30	3,128	196,76	3,892	18	130,69	3,14	<0,2	<0,2	15,52	8,58	10,21
26-27.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	14:20-14:20	0,292	192,68	1,476	8	52,97	1,18	<0,2	<0,2	5,70	3,34	3,42
27-28.2.14	Ruukki, KoksaaMontie	14:30-14:30	0,364	186,52	2,58	20	97,88	2,45	<0,2	<0,2	5,53	11,01	6,53
2.3.2014	Ruukki, KoksaaMontie	00:01-00:01	-0,108	133,72	1,724	0	4,90	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
3-4.3.14	Ruukki, KoksaaMontie	10:20-10:20	0,708	189,36	0,904	3	14,28	0,37	<0,2	<0,2	1,14	0,78	0,82
4-5.3.14	Ruukki, KoksaaMontie	11:25-11:25	0,992	180,24	1,928	23	268,81	7,74	0,29	1,34	27,76	17,51	16,29
5-6.3.14	Ruukki, KoksaaMontie	14:10-14:10	2,656	186,76	3,472	24	448,92	16,73	0,29	2,45	48,97	30,20	32,24
6-7.3.14	Ruukki, KoksaaMontie	15:00-15:00	4,032	196,44	4,628	24	490,44	11,44	0,33	2,74	57,22	33,92	37,60
9.3.2014	Ruukki, KoksaaMontie	00:01-00:01	3,76	215,76	6,716	20	81,68	2,41	0,25	0,65	7,35	4,90	6,13
10-11.3.14	Ruukki, KoksaaMontie	11:20-11:20	3,412	249,8	5,524	9	<4,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
11-12.3.14	Ruukki, KoksaaMontie	13:00-13:00	3,244	233,4	5,432	11	10,16	0,28	<0,2	<0,2	0,77	0,53	0,53
12-13.3.14	Ruukki, KoksaaMontie	14:10-14:10	4,024	240,48	3,336	8	34,19	0,57	<0,2	<0,2	3,34	2,12	2,32
13-14.3.14	Ruukki, KoksaaMontie	15:30-15:30	3,34	237,28	5,648	7	<4,07	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
16.3.14	Ruukki, KoksaaMontie	00:01-00:01	-7,108	137,44	1,46	0	<4,08	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
17-18.3.14	Ruukki, KoksaaMontie	12:00-12:00	-7,783	156,167	1,446	0	39,68	1,19	0,82	0,53	2,90	2,45	2,62
18-19.3.14	Ruukki, KoksaaMontie	13:15-13:15	-4,754	60,8333	2,225	0	4,50	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
19-20.3.14	Ruukki, KoksaaMontie	15:30-15:30	-6,654	146,917	1,363	0	11,05	0,29	<0,2	<0,2	0,70	0,57	0,70
20-21.3.14	Ruukki, KoksaaMontie	16:10-16:10	-1,908	168,833	3,692	2	18,85	0,25	<0,2	<0,2	1,93	1,19	2,09
23.3.14	Ruukki, KoksaaMontie	00:01-00:01	1,5042	179,75	2,254	16	175,78	4,01	<0,2	1,14	19,21	11,85	15,53
24-25.3.14	Ruukki, KoksaaMontie	12:15-12:15	-0,45	218,25	1,567	12	15,11	0,29	<0,2	<0,2	1,35	0,94	1,31
25-26.3.14													

Bentso (g,h,i) pervleeni	Bentso(k) fluorantee ni	Dibentso (a,h) antraseen i	Fenantree ni	Fluorantee ni	Fluoreeni	Indeno (1,2,3-c,d) pvreeni	Krvseeni	Naftaleeni	Pvreeni
0.38	0.30	0.09	0.15	0.71	<0.04	0.42	0.52	<0.04	0.65
0.30	0.21	0.04	0.15	0.44	<0.04	0.33	0.34	<0.04	0.43
0.41	0.28	0.07	0.20	0.70	<0.04	0.47	0.38	<0.04	0.67
1.16	0.96	0.25	1.99	3.80	0.18	1.30	2.72	<0.09	2.54
0.63	0.56	0.14	2.17	2.90	0.22	0.67	1.47	<0.09	1.79
1.50	1.16	0.23	4.16	6.33	0.36	1.63	2.89	<0.09	4.70
0.18	0.11	<0.09	0.13	0.27	<0.09	0.18	0.24	<0.09	0.25
0.94	0.82	0.22	1.54	2.72	0.13	1.00	1.99	<0.09	1.81
3.80	2.36	0.45	4.53	10.33	0.31	4.17	6.52	<0.09	9.60
1.72	1.66	0.52	2.89	6.69	0.25	2.17	4.88	<0.09	4.52
0.20	0.13	<0.09	0.20	0.43	<0.09	0.23	0.29	<0.09	0.40
0.89	0.58	<0.09	1.01	2.54	<0.09	1.05	1.99	<0.09	2.54
1.27	1.23	0.31	2.72	5.80	0.25	1.54	3.08	<0.09	3.62
1.81	1.65	0.45	4.53	8.87	0.40	2.17	4.71	<0.09	5.43
3.25	2.25	0.60	9.22	15.72	0.85	3.80	7.05	<0.09	10.48
0.63	0.54	0.13	1.65	3.08	0.11	0.72	1.78	<0.09	1.99
8.15	7.07	2.17	27.17	47.10	2.54	11.78	23.55	<0.09	28.99
3.80	3.26	1.16	10.69	19.93	0.98	4.89	11.78	<0.09	13.22
<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	0.13	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09
0.20	0.14	<0.09	0.14	0.45	<0.09	0.22	0.27	<0.09	0.51
0.29	0.29	<0.09	0.80	1.56	<0.09	0.34	0.83	<0.09	0.98
1.47	0.87	0.14	2.54	4.53	0.18	1.34	2.17	<0.09	4.53
1.20	0.71	<0.09	1.68	2.90	0.13	1.12	1.72	<0.09	2.90
0.33	0.22	<0.09	0.18	0.52	<0.09	0.33	0.38	<0.09	0.42
0.25	0.16	<0.09	0.40	0.54	<0.09	0.22	0.33	<0.09	0.38
0.11	0.07	<0.03	0.12	0.21	<0.16	0.13	0.12	<0.20	0.18
0.14	0.10	<0.08	0.19	0.31	<0.39	0.16	0.15	<0.20	0.26
0.15	0.11	<0.08	0.23	0.38	<0.8	0.17	0.17	<0.20	0.35
0.07	0.05	<0.08	0.45	0.12	<0.38	0.08	0.07	<0.77	0.11
0.03	0.04	<0.29	0.05	0.10	<0.58	0.03	0.05	<0.29	0.07
0.06	0.05	<0.02	0.10	0.17	<0.08	0.07	0.09	<0.17	0.12
0.06	<0.06	<0.06	0.11	0.13	<0.28	0.07	0.08	<0.56	0.11
0.11	0.07	<0.03	0.12	0.21	<0.16	0.13	0.12	<0.08	0.18
0.14	0.10	<0.08	0.19	0.31	<0.39	0.16	0.15	<0.19	0.26
0.15	0.11	<0.08	0.23	0.38	<0.77	0.17	0.17	<0.19	0.35
0.16	0.13	<0.09	0.27	0.49	<0.09	0.16	0.25	<0.09	0.31
0.69	0.54	0.14	1.14	2.17	<0.09	0.76	1.38	<0.09	1.50
0.36	0.33	0.11	1.1	1.79	0.11	0.42	0.94	<0.09	1.23
0.25	0.22	<0.09	0.51	0.94	<0.09	0.27	0.63	<0.09	0.65
<0.09	<0.09	<0.09	0.14	0.27	<0.09	0.09	0.14	<0.09	0.22
0.96	0.89	0.22	2.17	4.35	0.20	1.21	1.99	<0.09	2.72
0.22	<0.22	<0.22	0.86	0.90	<0.22	0.22	0.34	<0.22	0.69
<0.21	<0.21	<0.21	0.33	0.41	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	0.25
3.49	3.28	0.94	8.20	14.35	0.82	3.94	8.20	<0.21	9.43
0.66	0.58	<0.21	2.64	3.46	0.25	0.74	1.52	<0.21	2.23
<0.21	<0.21	<0.21	0.62	0.82	<0.21	<0.21	0.33	<0.21	0.54
0.29	0.29	<0.21	1.11	1.32	<0.21	0.33	0.58	<0.21	0.95
1.36	1.19	0.29	3.91	6.58	0.33	1.44	2.80	<0.21	4.11
<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	0.21	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21
1.02	0.94	0.25	2.70	4.50	0.20	1.14	2.70	<0.2	2.98
1.68	1.68	0.37	6.13	8.58	0.57	1.96	4.49	<0.2	5.72
<0.21	<0.21	<0.21	0.33	0.41	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	0.25
<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.24	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
1.88	1.75	0.49	3.92	7.75	0.37	2.28	4.90	<0.2	5.30
<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.24	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
<0.21	<0.21	<0.21	0.37	0.37	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	0.25
<0.21	<0.21	<0.21	0.21	0.33	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	0.25
44.91	33.88	11.43	89.81	216.37	7.35	53.07	106.14	0.33	134.72
4.49	3.67	1.18	12.25	24.90	1.22	5.72	12.66	<0.2	15.11
4.90	4.00	1.27	14.70	28.59	1.51	5.72	13.89	0.37	17.97
2.16	1.71	0.53	6.93	11.82	0.73	2.53	5.30	0.20	7.33
4.08	3.51	1.02	10.60	19.98	1.14	4.89	10.20	<0.2	12.24
<0.2	<0.2	<0.2	0.57	0.94	<0.2	<0.2	0.24	<0.2	0.53
0.53	0.53	<0.2	1.92	2.98	<0.2	0.61	1.47	<0.2	1.88
10.59	9.27	1.59	35.03	61.09	3.34	12.63	26.88	0.24	39.28
17.55	16.32	3.31	57.14	97.95	5.31	20.81	44.89	0.49	61.22
19.62	18.39	3.60	49.04	102.17	4.50	22.89	53.13	0.29	65.39
2.98	3.02	0.33	10.21	17.15	1.14	3.23	8.17	3.02	11.03
<0.2	<0.2	<0.2	0.41	0.61	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.20
0.33	0.37	<0.2	1.26	2.36	<0.2	0.37	1.06	0.24	1.30
1.38	1.47	0.24	3.87	7.33	0.33	1.59	4.07	<0.2	4.88
<0.2	<0.2	<0.2	0.24	0.33	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
<0.2	<0.2	<0.2	0.24	0.37	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
2.29	1.10	0.53	6.14	5.73	1.35	1.55	2.90	3.52	4.50
<0.2	<0.2	<0.2	0.53	0.74	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.37
0.57	0.33	<0.2	1.84	2.00	0.33	0.45	0.82	0.65	1.39
1.07	0.90	0.25	1.60	3.40	<0.2	1.11	2.01	<0.2	2.21
6.95	6.95	1.76	18.80	38.43	1.55	7.36	17.17	<0.2	24.53
0.65	0.61	<0.2	1.84	3.02	<0.2	0.65	1.39	<0.2	1.88
1.71	1.26	0.37	9.79	8.97	1.47	1.39	3.02	2.98	5.71
<0.2	<0.2	<0.2	0.65	1.10	<0.2	<0.2	0.20	0.24	0.45
0.47	0.31	<0.2	1.68	2.11	0.27	0.39	0.67	0.51	1.14
<0.2	<0.2	<0.2	0.25	0.41	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
0.30	<0.22	<0.22	1.17	1.17	<0.22	0.30	0.43	<0.22	0.95
<0.2	<0.2	<0.2	0.41	0.49	<0.2	<0.2	0.29	<0.2	0.33
0.98	0.90	0.25	1.84	3.43	<0.2	1.06	2.41	<0.2	2.33
0.33	0.29	<0.2	1.18	1.67	<0.2	0.37	0.73	<0.2	1.02
0.49	0.45	<0.2	1.67	2.37	<0.2	0.57	1.10	<0.2	1.59
0.25	<0.2	<0.2	0.94	1.11	<0.2	0.29	0.45	<0.2	0.82
<0.2	<0.2	<0.2	0.20	0.24	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
0.64	0.52	<0.2	0.64	1.13	<0.2	0.77	1.53	<0.2	0.81
1.08	0.96	0.20	3.42	4.82	0.28	1.25	2.61	<0.2	3.09
<0.2	<0.2	<0.2	0.29	0.29	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
<0.21	<0.21	<0.21	0.25	0.29	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21	<0.21
1.54	1.38	0.42	1.54	5.00	<0.21	1.83	3.88	<0.21	3.29
<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.24	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
<0.2	<0.2	<0.2	0.37	0.57	<0.2	0.25	0.33	<0.2	0.45
<0.21	<0.21	<0.21	0.25	0.38	<0.21	<0.21	0.29	<0.21	0.34
18.63	14.58	4.86	39.29	93.16	3.40	23.90	44.55	<0.2	56.70
1.35	1.35	0.37	3.35	6.95	0.29	1.68	3.64	<0.2	4.50
2.13	2.01	0.49	5.32	10.64	0.41	2.58	5.32	<0.2	6.55
4.10	3.44	0.94	16.81	27.47	1.97	5.33	10.66	0.94	16.40
1.56	1.35	0.37	3.11	6.14	0.29	1.88	3.73	<0.2	3.73
<0.2	<0.2	<0.2	0.37	0.78	<0.2	<0.2	0.29	<0.2	0.53
0.70	0.62	<0.21	1.97	3.28	<0.21	0.74	1.85	<0.21	2.18
7.37	6.55	1.27	22.11	38.08	2.13	8.19	18.84	<0.2	24.57
4.92	4.51	0.74	13.94	24.60	1.35	5.74	13.12	<0.21	15.99
3.93	3.80	0.49	9.00	17.59	0.74	4.50	11.45	<0.2	11.86
0.86	0.86	<0.2	1.83	3.67	<0.2	0.98	2.28	<0.2	2.32
<0.2	<0.2	<0.2	0.45	0.74	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.29
<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.25	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.25	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
0.57	0.33	<0.2	0.86	1.68	<0.2	0.49	0.82	<0.2	1.60
<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.28	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
0.33	<0.21	<0.21	0.53	0.95	<0.21	0.29	0.45	<0.21	0.90
0.29	0.24	<0.2	0.45	0.82	<0.2	0.24	0.53	<0.2	0.53
3.49	3.36	0.78	8.62	17.23	0.70	3.57	6.98	<0.21	11.08
<0.21	<0.21	<0.21	0.70	1.03	<0.21	<0.21	0.33	<0.21	0.53
3.69	3.28	0.82	11.48	19.28	1.07	4.10	8.61	0.25	12.31
<0.2	<0.2	<0.2	0.49	0.82	<0.2	<0.2	0.25	<0.2	0.37
0.66									

Ramboll
Niemenkatu 73
15140 LAHTI
Finland
T +358 20 755 611
F +358 20755 6201
www.ramboll-analytics.fi