

μμ

-

2014-2020

(INTERREG V-A)



μ

&

μ

»

(μ 2017 - μ 2020)

3.2.1-3.2.3 3.4.1-3.4.3

μ , μ μ

6.2.5 6.4.5

μ μ μ

5.2.3 5.4.3

, 2020

μ ()

- . , μ ()

- . μ ,

- ,

- ,

- μ ,

- ,

				.....	3
				.....	4
				.....	5
				.....	5
	1.			.....	6
	2.			.....	7
2.1		μ	μ	.....	7
2.2				.....	10
2.2.1		μ	/	μ	10
2.2.2	μ	μ		.....	12
2.2.3	μ		μ	.....	14
2.2.1				.....	15
	3.			.....	19
3.1		μ	/	μ	19
3.1.1				- Testo 540	19
3.1.2		μ		- Testo 605-H1	20
3.2	μ	μ		.....	21
3.2.1				.....	21
3.2.2				- μ GC / MS (TORION T-9)	22
3.3	μ			.....	24
3.3.1	μ		μ	μ	Aerocet	
531S,	24					
3.4				.....	25
3.4.1		μ		BC 100	25
	4.			.....	28
	5.			.....	29

μ 2.1		.....	8
μ 2.2	( )	.....	8
μ 2.3	1	.....	9
μ 2.4	2	.....	9
μ 3.1	μ 1-12 (- μ 2019) μ (- μ 2020)	.....	19
μ 3.2	VOC (- μ 2019) μ (- μ 2020)	.....	22
μ 3.3	μ (μ 5) μ 2019 ( )	.....	23
μ 3.4	μ (μ 5) μ 2020 (μ )	.....	24
μ 3.5	μ (TSP) (- μ 2019) μ (- μ 2020)	.....	24
μ 3.6	μ μ μ (- μ 2019) μ (: 72h, μ : 20°C, : 100L 250L)	.....	26
μ 3.7	μ μ μ (- μ 2019) μ (: 48h, μ : 37°C, : 100L 250L)	.....	27

2. 1			μ	μ	.....	7	
2. 2		μ -		μ	.....	11	
2. 14					BC 100.....	17		
2. 9		μ			"Testo 540".....	10		
2. 10		μ -		μ	Testo 605-H1.....	11		
2. 12		μ			VOC's.....	12		
2. 14			μ		GC / MS TORION T-9.....	14		
2. 15		μ		μ		μ	Aerocet 531.....	15
2.19		μ		μ	.....	16	

2.**2.1** μ μ μ
 μ μ

.

 $\mu \mu$ $\mu \mu$ μ μ 1400 μ . μ μ , μ μ $\mu \mu$. , μ μ μ μ

.

 μ

,

(12) μ μ μ

1 2 .

 μ

,

 μ

,

 μ μ

-

(B).

 μ

,

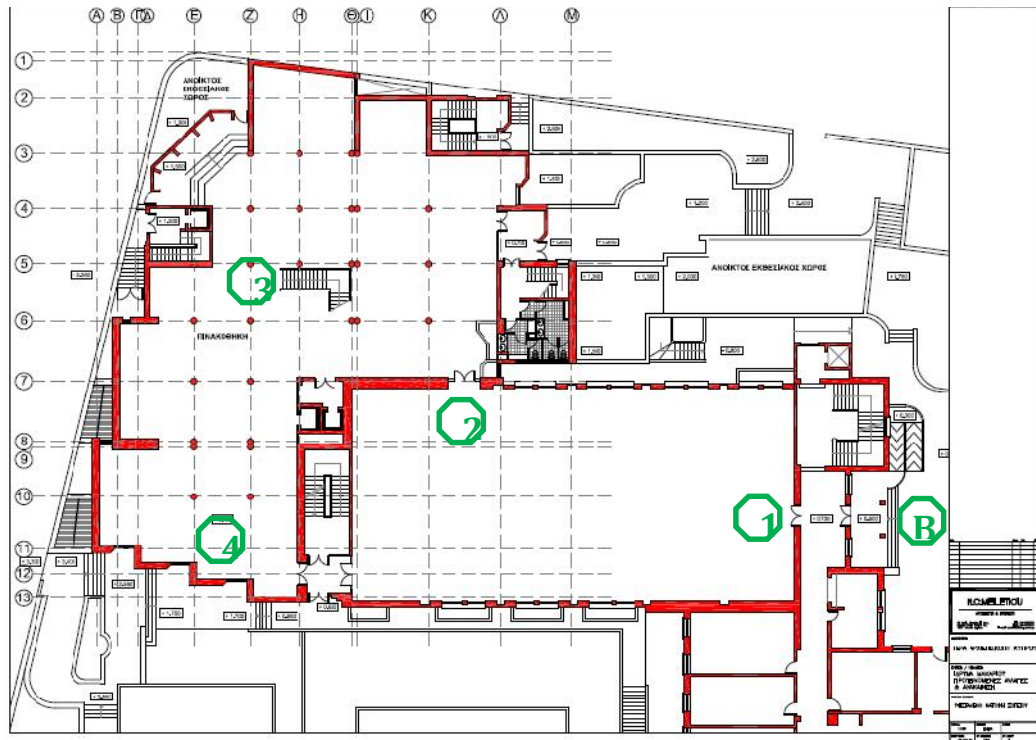
 μ 2.1-2.4,

,

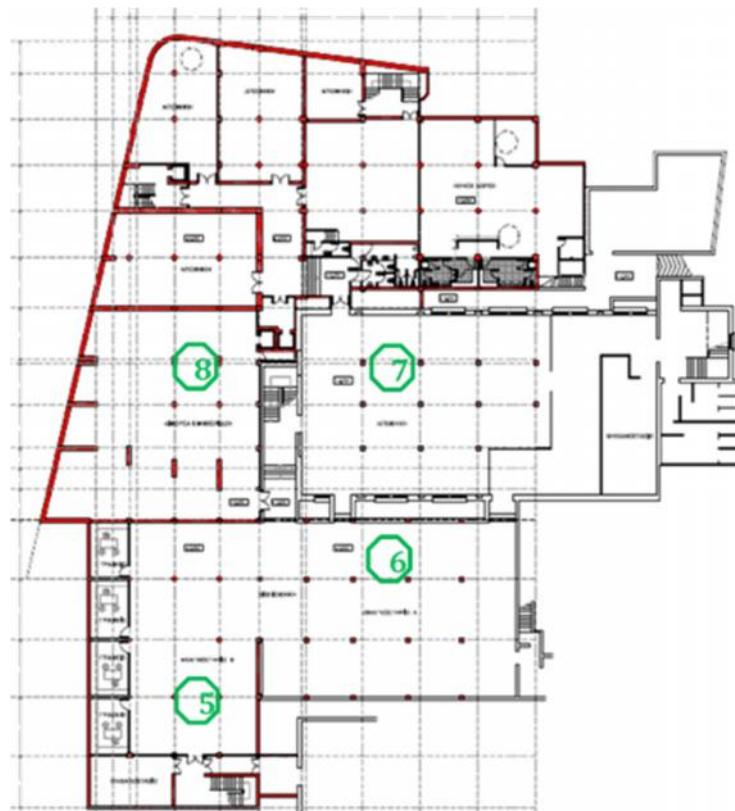
, 1 2 .

μ		
0		
1		1 μ
2		1 μ
3		2 μ ()
4		2 μ ()
5		
6		
7		μ
8		μ
9	1	
10	1	
11	2	
12	2	

2.1 μ μ



μ 2.1



μ 2.2

()



μ 2.3 1



μ 2.4 2



2.2 μ - μ Testo 605-H1

μ - μ 3sec μ μ μ
 10min. μ , μ $\mu\mu$
 μ , μ μ

2.2 μ - μ

μ	-20 μ +70°C
μ	0 μ +50°C
	3 * (1000h)
	75g
	180 * 37 * 36 mm

μ

	0 μ +50°C
	$\pm 0.5^\circ\text{C}$
	0.1°C

	+5 μ +95% RH
	$\pm 3\%$ RH
	0.1% RH

2.2.2

μ μ
μ μ μ , μ
μ μ , μ μ

2.2.2.1

μ (VOC's)
μ μ μ μ "Handheld humidity-resistant VOC
detector" μ
μ ppb (1 ppb) μ 20000 ppm.
μ , μ . μ μ
μ μ 2 μ
μ , μ
μ 24 .



2.3

μ VOC's
μ H/Y μ usb. μ
μ μ
480 .
μ (PID)
μ .

μ PV mix μ μ 30 SPME μ
 μ μ , .
 μ μ μ μ .
 μ μ μ 30
 . μ 30 , μ
 μ μ .



2.4 μ GC / MS TORION T-9

2.2.3 μ μ

μ μ μ ,
 μ μ μ ,
 μ μ .

2.2.3.1 μ μ μ

Aerocet 531S,

μ μ
 μ μ μ Aerocet 531S, μ
 μ μ μ . To
 Aerocet 531S μ μ (8) μ μ
 μ μ μ μ μ μ (μg/m³).
 μ μ , μ μ ,
 Count Mass Mode. μ μ (Count mode) μ μ
 μ μ μ μ 0.5, 1.0, 5.0 10.0 (μm/L), μ μ

μ (Mass mode) μ μ μ μ PM1, PM2.5, PM4, PM7, 10 TSP (μg/m³).



2.5 μ μ μ Aerocet 531.

μ μ (Manual), μ (Auto).
 μ μ 60sec.
 μ , μ (Hold Time) μ
 μ , μ 0-999sec.
 μ μ μ 60sec.
 , μ μ μ
 μ . μ μ 60sec μ μ
 .

2.2.1

μ μ μ
 , μ μ μ , μ
 ().

2.2.1.1 μ BC 100

BC 10 μ μ μ , μ BC 100
 μ μ μ μ
 μ μ μ μ μ
 μ . μ μ μ ,

μ μ , μ μ .
μ (90°,).
, μ μ , μ μ μ
μ μ , μ μ μ μ . ,
μ , μ μ μ μ



2.6 μ μ

μ μ μ μ , μ μ ,
μ μ μ μ .
μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ
μ μ *Enter.*
μ μ μ μ *Escape.*
Enter, μ μ μ μ μ μ “End of sampling”.
μ μ μ μ
μ μ μ μ μ μ
μ μ μ μ 100 L/min,
1 min μ μ , 2.5 min, 0.1
m³ 0.25 m³ μ μ μ μ

μ , μ μ , μ
 μ μ .
 μ .
 ✓ μ () μ
 μ 2.5 – 3.5 mm.
 ✓ μ .
 ✓ .
 ✓ μ ,
 ✓ μ . μ μ μ μ .
 ✓ μ 2 h (μ μ) . 15°C,

2.3

BC 100

	130 * 170 * 330 mm
	1.8 kg
	50 dBa 1 m
μ	AISI 316L, 258 μ 0.7 mm –
	100 L / min, ± 5 %
μ	(1 – 99 min) (50 – 9999 L)
	NiMH – 9.6 V – 3.8 Ah, μ : 25 10 min (μ μ μ 20°C,)
	: 100 – 240 V ~ / 50 – 60 Hz / 700 mA : 15 V = / 2

μ , μ
 μ Tryptone Soy Agar,
 μ μ . μ
 , μ μ , μ
 μ μ μ . μ ,
 , μ . Sodium
 Chloride μ μ μ pH 7.3 ±

0.2. μ , 35 - 37°C
 24 48 h.
 μ μ μ Staphylococcus aureus,
 Escherichia coli, Streptococcus pneumonia Streptococcus pyogenes.
Malt Extract Agar. μ , μ μ
 μ μ , μ μ .
 μ μ , μ μ ,
 μ . μ μ .
 μ , μ
 pH 7.6 \pm 0.2 μ 37°C. μ
 μ , 20 - 30°C
 48 72 h. μ , μ μ
 μ Aspergillus niger, Candila albicans Saccharomyces cerevisiae.
 μ μ , μ
 (CFU, ColonyForming Units).
 μ , μ μ (n)
 μ (), μ μ μ μ . μ
 μ μ , μ :

$$E \text{ ίπ } \mu\acute{o}\lambda \quad \sigma \text{ αέρ } = \frac{N}{V} \left[\frac{C}{m^3} \right]$$

m^3 / min μ V μ ($V = \mu (min) * 0.1$)

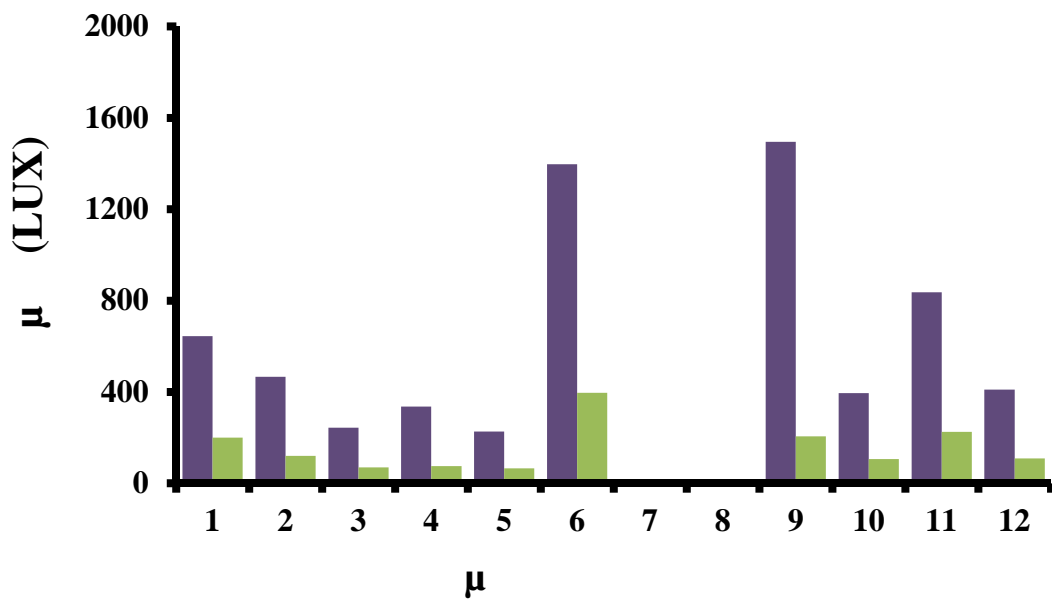
3.

μ
μ , μ
μ μ μ μ μ
μ μ μ μ

3.1 μ / μ

3.1.1

μ μ μ μ μ μ μ , μ
μ μ μ μ μ μ
μ (μ 3.1).



μ 3.1 μ 1-12 (- μ 2019) μ (-
μ 2020)

μ , μ 6 9, μ μ μ 3.1
μ – μ 2018,
μ .

μ 200 Lux. μ μ
μ , . 3.1.
μ μ , μ μ
(μ μ 400 Lux), μ μ
μ . , μ 3.1, μ 6
μ

μ μ 9 11,
1 2 .
μ μ μ 10 12
1 2 ,

μ μ μ μ μ μ
μ μ μ μ μ μ . μ μ
μ μ μ μ μ μ , μ μ

μ . μ μ , μ μ μ
200 Lux μ μ
μ . , μ
μ (– μ 6)

200 lux.

3.1.2 μ
μ (– μ 2019) μ
μ μ 17-30.5°C, μ μ μ 20°C
μ μ . μ μ μ
26.7°C. μ ,
(58%). ,

μ μ μ 34 – 43%
 μ μ 37%.

3.2 μ μ

μ μ μ μ μ
 μ μ ().

(NO_x, SO₂, O₃, NH₃, H₂S, CO)

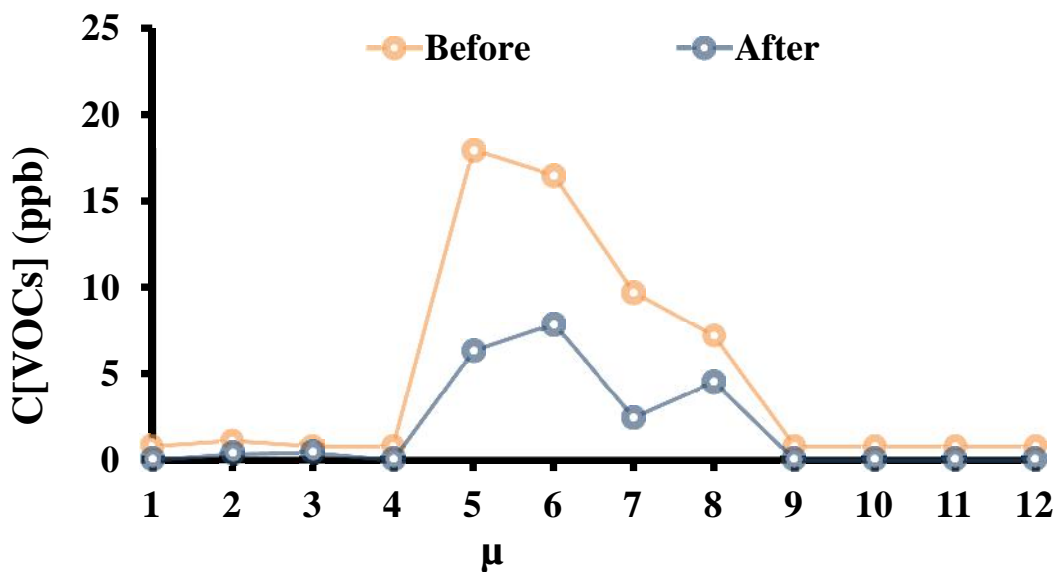
μ μ μ μ μ μ ,
 μ μ , μ /
 μ .

(CH₃COOH, HCOOH,),

3.2.1

μ (Total VOC's)
 μ μ μ μ "ION Tiger Handheld VOC
detector" μ μ
 μ (1 ppb) μ 20000 ppm. μ 3.2 μ
– μ 2019.

μ .

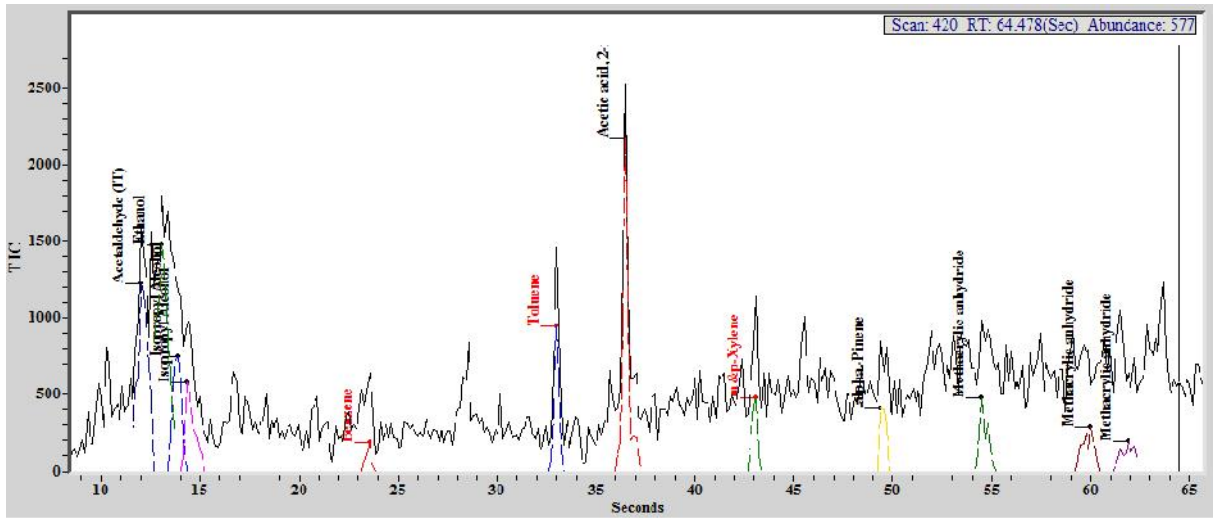


μ 3.2 VOC (– μ 2019) μ (– μ 2020)

μ (μ 3.2) μ , μ μ μ . μ , μ VOCs μ , μ 20 75%, μ μ μ 5 7.

3.2.2

μ μ 3.2, μ μ , μ μ (HCOOH), μ μ (CH₃COOH) , μ μ μ μ 10 55%, μ μ μ μ 3.3 3.4 μ (GC-MS) μ 5, (. 3.3) μ (. 3.4) . μ μ μ μ , μ μ μ μ 3.2 ppb, 7.6 ppb.



μ 3.3

μ

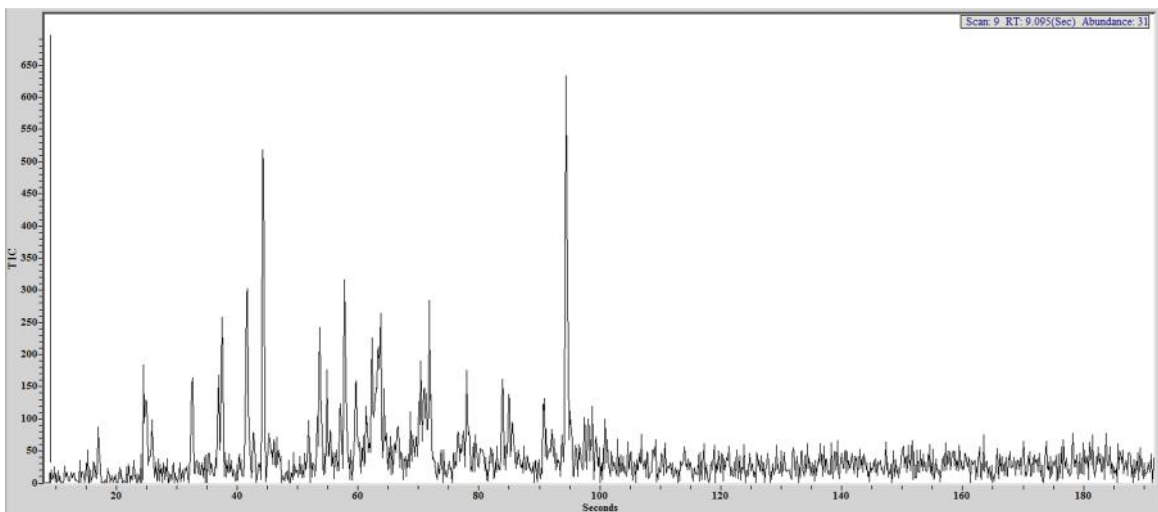
(μ 5)

μ

2019 (

).

, μ ,
 1.9 ppb 3.5 ppb, μ μ , μ μ
 μ , μ , μ
 , 41% μ μ 54% μ
 μ , μ μ
 μ μ , μ
 μ . ,
 μ μ ,
 μ



μ 3.4 (μ 5) μ 2020 (μ) .

3.3 μ

3.3.1 μ μ μ

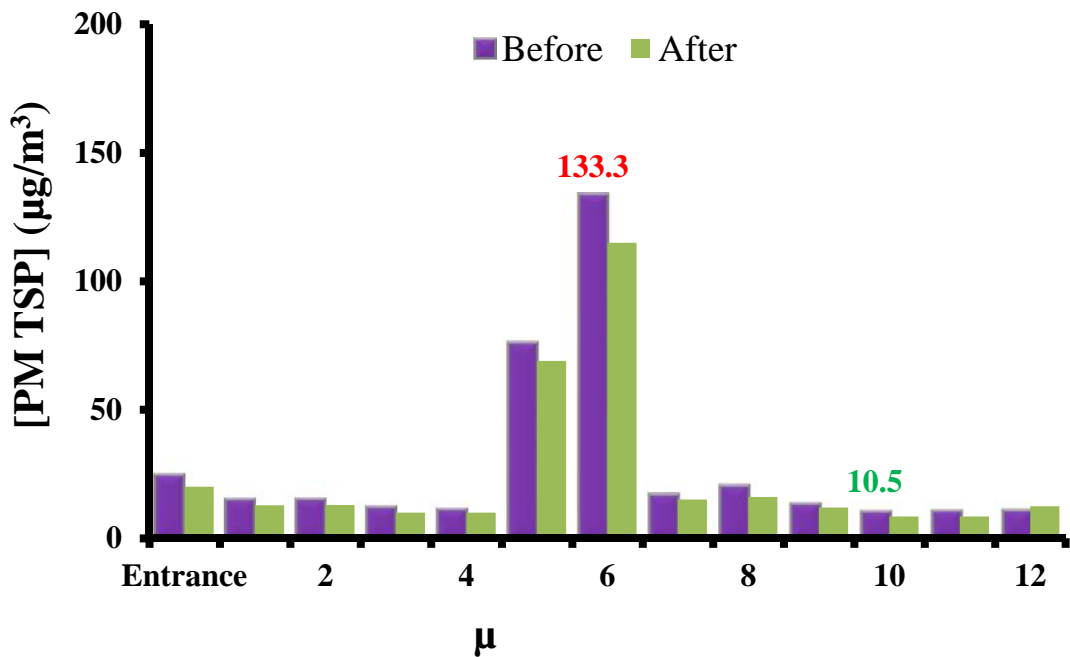
μ 3.5 μ μ μ μ

μ (SP) μ μ

(μ - μ 2019) μ (μ - μ 2020)

μ μ

μ μ μ Aerocet 531S.



μ 3.5 μ (TSP) μ

μ (μ - μ 2019) μ (μ -

μ 2020) .

μ ,

μ μ 6, . μ μ

μ μ μ ,

μ (μ 10 12, μ), μ μ .
 , μ 3.5, μ
 μ , μ μ , μ , μ μ
 μ (TSP) μ μ . μ μ 5-20%,
 μ μ μ . μ μ
 μ μ μ

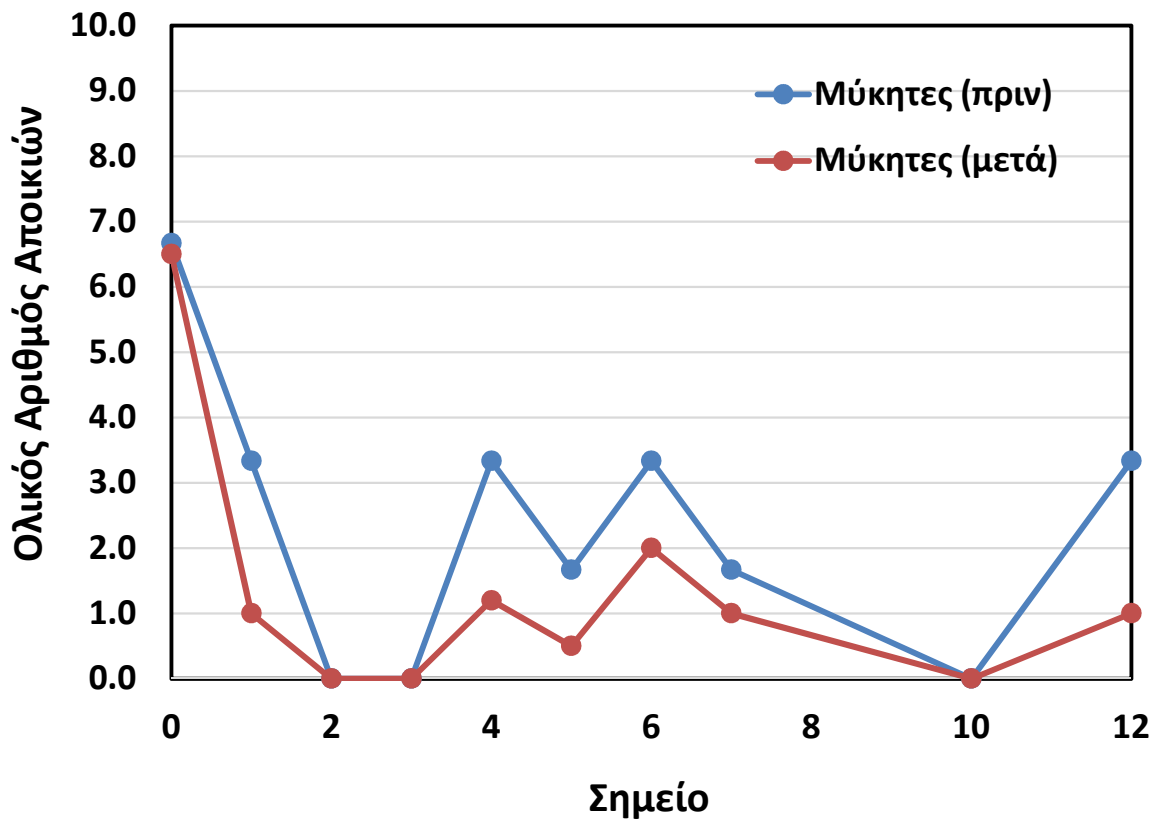
3.4

3.4.1

μ

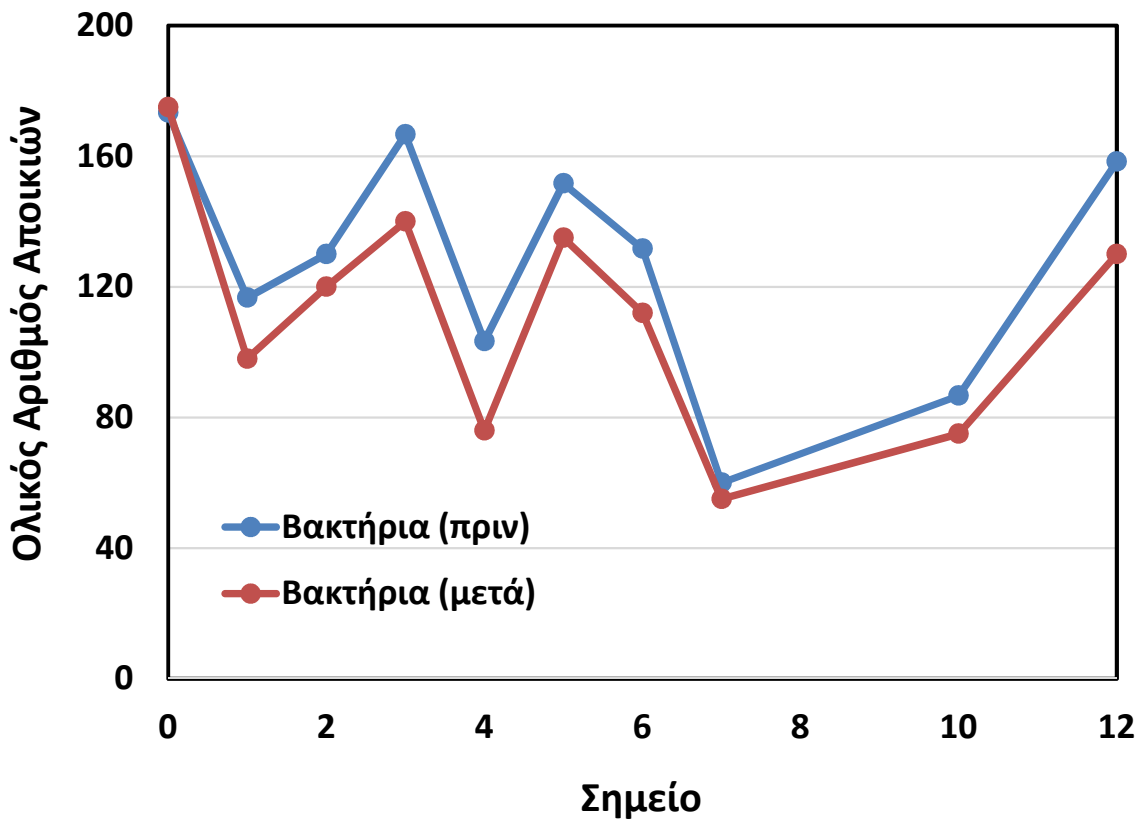
BC 100

μ μ
 , μ μ (CFU) μ
 μ (CFU/m³) μ 72 h μ 20 C 48 h
 μ 37°C . μ μ μ
 μ _____ ,
 μ 1,2,3,4,5,6,7,10,12 2.1. μ
 μ 3.6. μ
 μ 3.6, μ μ μ μ
 μ . μ , μ μ
 μ μ μ 20 55%.



μ 3.6 μ μ μ (– μ 2019)
 μ (– μ 2020) (: 72h,
 μ : 20°C, : 100L 250L)

, μ μ μ 3.7 μ μ μ
 μ (CFU/m³), μ μ
 , μ μ
 (μ) μ , μ
 μ μ . μ μ
 μ μ 5 20%.



μ 3.7 μ μ (- μ
 2019) μ (- μ 2020) (- μ
 : 48h, μ : 37°C, : 100L 250L).

μ ()
 μ μ [7-9]. μ , μ
 μ μ μ ,
 μ .
 , μ μ μ [8, 9],
 μ μ
 (R). μ , μ μ μ μ
 , μ μ
 (RH) μ
 [9]. μ , ()
) μ μ (10-20 μ) ,
 μ μ (5-
 20%).

4.

μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ
μ μ μ μ μ μ μ μ μ μ
, (), :

1. Μετά την εφαρμογή των φίλτρων υπεριώδους ακτινοβολίας στα παράθυρα του Βυζαντινού Μουσείου, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της φωτεινότητας (luminosity) σε όλους τους

χώρους του Μουσείου, με αποτέλεσμα οι τιμές φωτεινότητας σε όλα τα σημεία μέτρησης να κυμαίνονται ελαφρώς κάτω από τα 200 Lux, που είναι η συνιστώμενη φωτεινότητα για χώρους στους οποίους εκτίθενται μουσειακά αντικείμενα. Το μόνο σημείο στο οποίο παρατηρήθηκε αυξημένη φωτεινότητα (400 Lux) είναι το αναγνωστήριο της βιβλιοθήκης, στο οποίο η αυξημένη φωτεινότητα είναι επιθυμητή.

2. Η σχετική υγρασία στους εσωτερικούς χώρους του Βυζαντινού Μουσείου ελαττώθηκε σημαντικά, μετά την εγκατάσταση και λειτουργία των αφυγραντήρων, με την μέση σχετική υγρασία (RH) να ελαττώνεται στο 37% από το 58% που ήταν αρχικά.
3. Η εγκατάσταση των αφυγραντήρων δεν βρέθηκε να έχει οποιαδήποτε αξιοσημείωτη μεταβολή στις συγκεντρώσεις των ανόργανων αέριων ρύπων στους εσωτερικούς χώρους του Μουσείου.
4. Η συγκέντρωση των οργανικών αέριων ρύπων στα σημεία που μελετήθηκαν βρέθηκε να ελαττώνεται σημαντικά (10- 55%), μετά την εγκατάσταση και λειτουργία των αφυγραντήρων. Η μεγαλύτερη μεταβολή παρατηρήθηκε στην περίπτωση του οξικού οξέος (55% μείωση). Η μείωση αυτή οφείλεται σε μερική συμπύκνωση των οργανικών πτητικών ενώσεων στους αφυγραντήρες (μαζί με την υγρασία).
5. Παρατηρήθηκε μικρή (στατιστικά σημαντική) μείωση των ολικών αιωρούμενων σωματιδίων στους εσωτερικούς χώρους του Μουσείου, μετά την εγκατάσταση και λειτουργία των αφυγραντήρων. Η εν λόγω μείωση φαίνεται να οφείλεται στην μερική φυσική κατακράτηση των σωματιδίων από τα απλά φίλτρα των αφυγραντήρων και από το υγροποιημένο νερό μέσα στον αφυγραντήρα.
6. Το μικροβιακό φορτίο στους εσωτερικούς χώρους του Βυζαντινού Μουσείου βρέθηκε να ελαττώνεται μετά την εγκατάσταση και λειτουργία των αφυγραντήρων. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση των ολικών μυκήτων βρέθηκε να ελαττώνεται σημαντικά (20-55%), ενώ η συγκέντρωση των ολικών βακτηρίων βρέθηκε να μειώνεται ελαφρώς (5-20%) με την ελάττωση της σχετικής υγρασίας (λόγω της λειτουργίας των αφυγραντήρων).

5.

- 1) Brimblecombe, P., Blades, N., Camuffo, D., Sturaro, G., Valentino, A., Gysels, K., Van Grieken, R., Busse, H. J., Kim, O., Ulrych, U., Wieser M. The indoor environment of a modern museum building, the Sainsbury Centre for Visual Arts, Norwich, UK. *Indoor Air*, **9**, (1999), 146. P.

-
- Brimblecombe, “Review article: the composition of museum atmospheres” *Atmospheric Environment*, 24B (1), 1990, p.1-8.
- 2) Chianese, E.1., Riccio, A., Duro, I., Trifuoggi, M., Iovino, P., Capasso, S., Barone, G. Measurements for indoor air quality assessment at the Capodimonte Museum in Naples (Italy). *Int. J. Environ. Res.*, 6(2), (2012), 509-518.
 - 3) D’agostino, V., d’Ambrosio Alfano, F. R., Palella, B. I., Riccio, G. The museum environment: A protocol for evaluation of microclimatic conditions. *Energy and Buildings*, 95, (2015), 124–129.
 - 4) Gysels, K., Delalieux, F., Deutsch, F., Grieken, R. V., Camuffo, D., Bernardi, A., Sturaro, G., Busse, H. J., Wieser, M. Indoor environment and conservation in the Royal Museum of Fine Arts, Antwerp, Belgium. *Journal of Cultural Heritage*, 5, (2004), 221–230.
 - 5) Mandal, J., Brandl, H. Bioaerosols in Indoor Environment - A Review with Special Reference to Residential and Occupational Locations. *The Open Environmental & Biological Monitoring Journal*, 4, 2011, 83-96.
 - 6) N. S. Baer, P.N. Banks, “Indoor Air Pollution: Effects on Cultural and Historic Materials”, *The International Journal of Museum Management and Curatorship*, 4, 1985, p. 9-20.
 - 7) K. C. Dannemiller C. J. Weschler J. Peccia, Fungal and bacterial growth in floor dust at elevated relative humidity levels. *International Journal of Indoor Environment and Health*, 27(2), 2017, 354-363.
 - 8) Mika Frankel, Gabriel Bekö, Michael Timm, Sine Gustavsen, Erik Wind Hansen, and Anne Mette Madsen, Seasonal Variations of Indoor Microbial Exposures and Their Relation to Temperature, Relative Humidity, and Air Exchange Rate. *Appl Environ Microbiol.* 78(23), 2012, 8289–8297.
 - 9) Anthony V. Arundel, Elia M. Sterling, Judith H. Biggin, and Theodor D. Sterling, Indirect Health Effects of Relative Humidity in Indoor Environments. *Environmental Health Perspectives* 65, 1986, 351-361.
 - 10) Tang, W & Kuehn, Thomas & Simcik, Matt. (2015). Effects of Temperature, Humidity and Air Flow on Fungal Growth Rate on Loaded Ventilation Filters. *Journal of occupational and environmental hygiene*. 12. 10.1080/15459624.2015.1019076.

