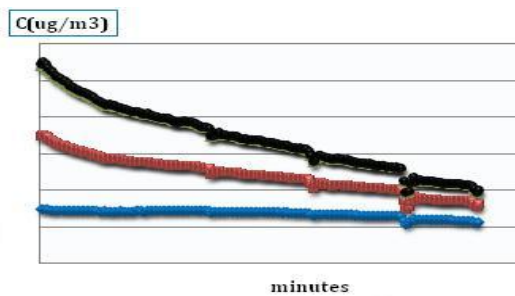




ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ - ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



Προσδιορισμός Δείσδυσης αέρα και Μελέτη  
Ισοζυγίου των συγκεντρώσεων των Αιωρούμενων  
Σωματιδίων σε πειραματικό χώρο

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Μ. ΣΑΝΤΑΜΟΥΡΗΣ

ΑΠΟΣΤΟΛΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ

Αθήνα, Μάρτιος 2012



---

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών Σανταμούρη Ματθαίο , επιβλέποντα της πτυχιακής και της μεταπτυχιακής μου εργασίας , τόσο για την ανάθεση όσο και για την υποστήριξη που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Επιπλέον, ευχαριστώ την υποψήφια Διδάκτορα Σφακιανάκη Αικατερίνη για την πολύτιμη βοήθεια και συνεχή παρέμβασή της καθ' όλη τη διάρκεια πειραματικής διαδικασίας και εκπόνησης.

---



---

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ :** Προσδιορισμός Διείσδυσης αέρα και  
Μελέτη Ισοζυγίου των συγκεντρώσεων των  
Αιωρούμενων Σωματιδίων  
σε πειραματικό χώρο

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ :** Αποστολόπουλος Βασίλειος

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ :** Σανταμούρης Ματθαίος, Καθηγητής ΕΚΠΑ

**ΤΜΗΜΑ :** ΦΥΣΙΚΗΣ

**ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ :** 2011-2012

---



---

**ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ :** Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη των διαφόρων διεργασιών (εναπόθεση, επαναιώρηση και άλλες) που πραγματοποιούνται σε εσωτερικούς χώρους και διαμορφώνουν τη συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων σε αυτό και κατ' επέκταση την ποιότητα του εσωτερικού αέρα.

Επιπλέον, προσδιορίζεται, έπειτα από σειρά πειραμάτων , ο ρυθμός διείσδυσης του αέρα στον πειραματικό χώρο με βάση τη μέθοδο των αερίων δεικτών (infiltration).

---

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί πειραματική μελέτη και προσδιορισμό της διείσδυσης του αέρα και των δυναμικών διεργασιών των αιωρούμενων σωματιδίων σε εσωτερικό χώρο. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του έτους 2010-2011.

Για τον προσδιορισμό της διείσδυσης του αέρα, χρησιμοποιήθηκαν δύο βασικές μέθοδοι , η μέθοδος αερίων δεικτών και η μέθοδος υπερπίεσης. Σύμφωνα με την πρώτη μέθοδο, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των συγκεντρώσεων ενός αερίου δείκτη SF<sub>6</sub> και με την τεχνική εξασθένισης υπολογίστηκε έμμεσα η διείσδυση του αέρα στο χώρο. Με τη δεύτερη μέθοδο μετρήθηκε η διείσδυση αέρα και σωματιδίων μέσω ενός ανεμιστήρα που δημιουργούσε μεταβολή της πίεσης .

Επιπλέον, διερευνήθηκαν οι μηχανισμοί μεταβολής της συγκέντρωσης των σωματιδίων σε διάφορες συνθήκες διαφοράς πίεσης. Αναλυτικότερα, μελετήθηκαν η μεταβολή της συγκέντρωσης των σωματιδίων, ο ρυθμός εναπόθεσης και επαναιώρησής τους, ο ρυθμός διείσδυσης τους από το εξωτερικό προς το εσωτερικό περιβάλλον.

Η δομή της διπλωματικής εργασίας είναι η ακόλουθη:

Το πρώτο μέρος αποτελείται από θεωρητικά στοιχεία που αναφέρονται στην ποιότητα αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων και κυρίως στη διείσδυση αέρα και στα αιωρούμενα σωματίδια, ενώ στο δεύτερο μέρος περιγράφεται η πειραματική διαδικασία, τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που προκύπτουν από αυτή. Αναλυτικότερα :

Στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο πρόβλημα της ποιότητας του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων, αναλύεται ο αερισμός και η σχέση που έχει με την βελτίωση της ποιότητας του αέρα και παρουσιάζεται και η σημαντική έννοια της θερμικής άνεσης σε έναν χώρο.

Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιγράφεται η ρύπανση και αναλύονται οι κυριότεροι ρύποι που εμφανίζονται στο εσωτερικό περιβάλλον και οι επιδράσεις τους στην υγεία του ανθρώπου με ιδιαίτερη έμφαση στα αιωρούμενα σωματίδια, την αεροδυναμική τους διάμετρο και τη δυναμική τους στον εσωτερικό χώρο. Τα φαινόμενα της εναπόθεσης , της επαναιώρησης και της διείσδυσης σωματιδίων εξηγούνται αναλυτικά.

Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναφέρονται στοιχεία για τη διείσδυση του αέρα και για το ρόλο του κτιριακού κελύφους και των υλικών στα κτίρια όσον αφορά τη διείσδυση αέρα και σωματιδίων από τις ρωγμές. Περιγράφεται και η σχέση που μπορεί να έχει η διείσδυση αέρα με την ποιότητα του αέρα αλλά και με τις απώλειες ενέργειας ενός κτιρίου. Επιπλέον, παρουσιάζονται οι μέθοδοι υπολογισμού του ρυθμού διείσδυσης αέρα που χρησιμοποιούνται .Δίνεται αναλυτική περιγραφή της μεθόδου αερίων δεικτών και της μεθόδου υπερπίεσης πεπιεσμένου αέρα και γίνεται σύντομη αναφορά στη μέθοδο της θερμογραφίας.

Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο μελετώνται οι μεταβολές στο ισοζύγιο των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων στον εσωτερικό χώρο και οι βασικές δυναμικές διεργασίες από τις οποίες εξαρτάται. Δίνονται οι θεωρητικοί τύποι που υπολογίζουν τα ποσοστά συμμετοχής των διεργασιών που μεταβάλλουν τη συγκέντρωση των σωματιδίων και περιγράφονται αναλυτικά οι διαδικασίες υπολογισμού των ρυθμών τους οι οποίες συνοδεύονται από διαγράμματα που απεικονίζουν αποτελέσματα που υπάρχουν στην επιστημονική βιβλιογραφία.



Στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιγράφεται ο χώρος διεξαγωγής των πειραμάτων και ο πειραματικός εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε.

Στο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν, τα αποτελέσματα της επεξεργασίας τους και συμπεράσματα που προκύπτουν από τη μελέτη τους. Η πειραματική διαδικασία είναι χωρισμένη σε 2 μέρη. Στο πρώτο, αφού προσδιορίζεται ο ρυθμός διείσδυσης του αέρα με τη μέθοδο των αερίων δεικτών, γίνεται μελέτη συμπεριφοράς των σωματιδίων μέσω υπολογισμού του ρυθμού εναπόθεσης των σωματιδίων ύστερα από τεχνητή αύξησή τους, με τις συνθήκες στον πειραματικό χώρο να διατηρούνται σταθερές (διαφορά πίεσης μεταξύ σχεδόν μηδενική). Στο δεύτερο μέρος αναλύεται εκ νέου το ισοζύγιο των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων και υπολογίζεται ο ρυθμός εναπόθεσης σε μεταβλητές συνθήκες διαφοράς πίεσης μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος 3 τάξεων  $\Delta P$ : 0-4 Pa, 4-8 Pa, 8-12 Pa.

Το 7<sup>ο</sup> κεφάλαιο αποτελεί σύνοψη των όσων παρατηρήθηκαν και παρουσιάζει τα γενικά συμπεράσματα που εξήχθησαν και κάποιες λύσεις για την αντιμετώπιση των προβλημάτων ρύπανσης – ποιότητας αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων.

Τέλος στο Παράρτημα παρουσιάζονται αναλυτικοί πίνακες με τις μετρήσεις της πειραματικής διαδικασίας και ακολουθεί η Βιβλιογραφία που βοήθησε την σύνταξη αυτής της εργασίας.

## **ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ**

Αιωρούμενα Σωματίδια

Ποιότητα Αέρα

Διείσδυση Αέρα

Εναπόθεση – Επαναιώρηση Σωματιδίων



## **ABSTRACT**

This thesis is an experimental study for determination of air infiltration, and for evaluation of particulate matter dynamic processes indoors. The experiments were carried out during the year 2010-2011.

To determine the air infiltration, two basic method were used, the tracer gas method and the compressed air method. According to the tracer gas method, were occurred measurements of a gaseous index ( $\text{SF}_6$ ) concentrations and after it was calculated the infiltration of air in the indoor environment of a test cell. The second method used to measure the particle penetration and the air infiltration, by mounting a fan on the door of the cell to create pressure changes.

In addition, we investigated the mechanisms of concentration transformations for the particles at various pressure gradient conditions. Specifically, we evaluated the variation of particle concentration, the rate of particle deposition and resuspension and the rate of penetration from the ambient to the indoor environment.

## **KEYWORDS**

Particulate Matter

Indoor Air Quality

Air Infiltration

Particle Deposition - Resuspension

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ .....	12
1.1 Εισαγωγή.....	12
1.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την Ποιότητα του Εσωτερικού Αέρα .....	14
1.3 Αερισμός.....	16
1.3.1 Φυσικός Αερισμός.....	17
1.3.2 Μηχανικός Αερισμός.....	19
1.3.2.1 Είδη Μηχανικού Αερισμού .....	21
1.4 Σχέση Αερισμού και Ποιότητας Αέρα.....	23
1.5 Θερμική Άνεση .....	25
1.6 Το πρόβλημα της ποιότητας εσωτερικού αέρα.....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ .....	29
2.1 Ατμοσφαιρική Ρύπανση .....	29
2.2 Ρύπανση Εσωτερικού Περιβάλλοντος.....	31
2.3 Το Σύνδρομο των Άρρωστων Κτιρίων.....	34
2.4 Κύριοι Ρύποι στο Κτιριακό Περιβάλλον .....	37
2.4.1 Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO).....	37
2.4.2 Το διοξείδιο του άνθρακα (CO <sub>2</sub> ).....	38
2.4.3 Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (PAH).....	40
2.4.4 Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (VOC's).....	42

2.4.5 Σωματιδιακή ρύπανση (aerosols) .....	44
2.5 Τα Αιωρούμενα Σωματίδια (PM) .....	46
2.5.1 Μηχανισμοί της Δυναμικής των Αιωρούμενων Σωματιδίων στον Εσωτερικό Χώρο.....	52
2.5.2 Αεροδυναμική διάμετρος.....	55
2.5.3 Σωματίδια Σκόνης.....	58
2.5.4 Σωματίδια από τον Καπνό.....	59
2.6 Γιατί είναι απαραίτητη η μελέτη των Αιωρούμενων Σωματιδίων στον Εσωτερικό Χώρο .....	62
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ .....</b>	<b>63</b>
3.1 Γενικά.....	63
3.2 Κτιριακό Κέλυφος, Ενέργεια και Διείσδυση Αέρα .....	64
3.3 Διείσδυση Αέρα (Infiltration) .....	69
3.4 Μέθοδοι Προσδιορισμού των Διεισδύσεων Αέρα.....	71
3.5 Διείσδυση Σωματιδίων διαμέσου των Ρωγμών/Χαραμάδων ενός Κτιρίου.....	73
3.6 Μέθοδος Αερίων Δεικτών (Tracer Gas).....	77
3.7 Μέθοδος Υπερπίεσης Πεπιεσμένου Αέρα .....	79
3.7.1 Περιγραφή Διάταξης της Μεθόδου Υπερπίεσης Πεπιεσμένου Αέρα.....	82
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΤΩΝ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΤΟΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΧΩΡΟ.....</b>	<b>85</b>
4.1 Μεταβολές στο Ισοζύγιο των συγκεντρώσεων των Αιωρούμενων Σωματιδίων Βασικοί Μηχανισμοί και Διεργασίες Δυναμικής των Σωματιδίων.....	85
4.2 Μέθοδος Υπολογισμού του Ρυθμού Διείσδυσης αέρα.....	89

4.3 Μέθοδος Υπολογισμού του Ρυθμού Εναπόθεσης των Αιωρούμενων Σωματιδίων στο εσωτερικό ενός κτιρίου.....	91
4.4 Συντελεστής – Βαθμός Διείσδυσης Σωματιδίων P.....	95
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ - ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	98
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ .....	99
5.1 Χώρος διεξαγωγής πειραματικής διαδικασίας - Test Cell.....	99
5.2 Πειραματικός Εξοπλισμός .....	106
5.2.1 ANIXNEYTHS ΑΕΡΙΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ (INNOVA 1312, TRACER GAS ).	106
5.2.2 HANDHELD 3016 IAQ .....	109
5.2.3 ΜΑΝΟΜΕΤΡΟ DM4 DUAL DIGITAL MICROMANOMETER.....	113
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	114
6.1 Περιγραφή Πρώτου Μέρους Πειραμάτων .....	114
6.2 Υπολογισμός Ρυθμού Διείσδυσης Αέρα $\lambda_v$ .....	116
6.3 Υπολογισμός Ρυθμού Εναπόθεσης $\lambda_d$ και Ταχύτητας Εναπόθεσης $u_d$ των Σωματιδίων ( $\Delta P=0$ ).....	126
6.3.1 Υπολογισμός Ρυθμού Εναπόθεσης.....	126
6.3.2 Υπολογισμός Ταχύτητας Εναπόθεσης.....	139
6.4 Περιγραφή Δεύτερου Μέρους Πειραμάτων .....	144
6.5 Υπολογισμός Ρυθμού Εναπόθεσης – Επαναιώρησης Σωματιδίων $\lambda_{dr}$ σε Συνθήκες Διαφοράς Πίεσης $\Delta P$ .....	146
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΛΥΣΕΙΣ.....	174
7.1 Συμπεράσματα για τη διείσδυση αέρα .....	174

7.2 Συμπεράσματα για το Ισοζύγιο Συγκεντρώσεων των σωματιδίων σε σταθερές συνθήκες.....	175
7.3 Συμπεράσματα για το Ισοζύγιο Συγκεντρώσεων των σωματιδίων σε συνθήκες διαφοράς πίεσης.....	176
7.4 Λύσεις.....	177
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	179
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	





# ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

### 1.1 Εισαγωγή

---

Η ευαισθητοποίηση για τα θέματα της ποιότητας του αέρα εσωτερικών χώρων (Indoor Air Quality) καθώς και η μελέτη των επιπτώσεών της στην υγεία του ανθρώπου έχει καταστεί ένα από τα σημαντικότερα θέματα μελέτης των επιστημόνων τα τελευταία είκοσι χρόνια. Ενώ είχε δοθεί μεγάλη προσοχή στην ποιότητα του αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος, πιστεύοντας ότι η ποιότητα του αέρα στο εσωτερικό είναι καλύτερη, διαπιστώθηκε ότι οι ρύποι δεν προέρχονται μόνο από το εξωτερικό αλλά οι περισσότεροι παράγονται μέσα στο ίδιο το κτίριο.

Η αλλαγή στον τρόπο ζωής του ανθρώπου, η απομάκρυνση από το φυσικό περιβάλλον όπως επίσης και οι αλλαγές στο χώρο των κατασκευών και των υλικών που χρησιμοποιούνται στα κτίρια έφεραν στο προσκήνιο το θέμα. Ενώ στους εργασιακούς χώρους, όπως στη βιομηχανία λαμβάνονται μέτρα για την προστασία της υγείας, σε χώρους γραφείων ή σχολεία δεν είχαν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα γιατί είχε θεωρηθεί ότι δεν υπάρχουν μεγάλοι κίνδυνοι.

Η έλλειψη αερισμού των χώρων, η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και φωτοτυπικών μηχανημάτων, τα υλικά κατασκευής, διάφορα σύνθετα υλικά (μοκέτες, μπογιές, γραφεία) και τα αναλώσιμα υλικά (στυλό, διορθωτικά, μαρκαδόροι, κιμωλίες) επηρεάζουν την ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι ο άνθρωπος πλέον περνάει το 80 - 90% του χρόνου του σε εσωτερικούς χώρους, οδηγούν σε αυξημένη εμφάνιση προβλημάτων. Όλα αυτά συνέβαλαν στο να παρουσιαστεί έντονο ενδιαφέρον των επιστημόνων ώστε να πραγματοποιηθούν έρευνες και μελέτες προς αυτή την κατεύθυνση.

Η συνεχής αύξηση του πληθυσμού της γης σε συνδυασμό με την τεχνολογική ανάπτυξη είχαν ως συνέπεια την επιβάρυνση του περιβάλλοντος με υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων . Η νέα πραγματικότητα συνετέλεσε σε συνεχώς αυξανόμενη απαίτηση για ενεργειακούς πόρους και σε αλλαγή της στάσης απέναντι στο περιβάλλον και κυρίως σε θέματα **ποιότητας αέρα**. Στην προσπάθεια για προστασία του περιβάλλοντος από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες και τη βελτίωση της ανθρώπινης υγείας η νομοθεσία απαιτεί πλέον την εκπόνηση περιβαλλοντικών μελετών για την πραγματοποίηση δημόσιων και ιδιωτικών έργων. Στις σύγχρονες αστικές συνθήκες οι άνθρωποι αντιμετωπίζουν κοινά προβλήματα ποιότητας του εσωτερικού αέρα παρά το γεγονός ότι το εσωτερικό περιβάλλον των κτιρίων διαφέρει από περιοχή σε περιοχή λόγω του τρόπου ζωής, του εισοδήματος και των κλιματικών συνθηκών.

Παράλληλα, υπάρχουν παράμετροι του περιβάλλοντος που έχουν ως συνέπεια τη δυσφορία των ανθρώπων μέσα στους χώρους. Η θερμοκρασία και η υγρασία, τα ρεύματα, τα επίπεδα θορύβου και ο φωτισμός, σε συνδυασμό πάντα με την υγεία και την ιδιοσυγκρασία του κάθε ατόμου, επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ατόμων και το συναίσθημα της ανθρώπινης άνεσης. Η **θερμική άνεση** είναι μια προσωπική αίσθηση που εξαρτάται από τις θερμικές ανταλλαγές μεταξύ του ανθρώπινου σώματος και του περιβάλλοντος.

Επιπλέον, η θερμική άνεση σχετίζεται και με την κατανάλωση ενέργειας. Άρα, στην προσπάθεια και έρευνα για βελτίωση του εσωτερικού περιβάλλοντος, και των συνθηκών θερμικής άνεσης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η ενέργεια που καταναλώνεται στην εκάστοτε περίπτωση, καθώς και ενδεχόμενες λύσεις εξοικονόμησης.

Δεδομένου ότι οι συνθήκες θερμικής άνεσης καθορίζονται από πλήθος παραμέτρων οι οποίες εμφανίζουν συχνά και συσχετίσεις μεταξύ τους, χρειάζεται ο σχεδιασμός του εκάστοτε κτηρίου να τις λαμβάνει υπόψη του, ενώ παράλληλα να προβλέπεται και καλή διαχείριση της ενέργειας.

## 1.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την Ποιότητα του Εσωτερικού Αέρα

---

Το εσωτερικό περιβάλλον των κτιρίων είναι αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης των κλιματικών συνθηκών της τοποθεσίας στην οποία βρίσκεται το κτίριο, του κελύφους του κτιρίου, των συστημάτων παραγωγής και διανομής της ενέργειας, των υλικών και των αντικειμένων που υπάρχουν μέσα σε αυτό, καθώς και του τρόπου διαχείρισης του κτιρίου.

Επομένως, η ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων αποτελεί συνάρτηση πολλών παραμέτρων και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι οι πηγές εκπομπής ρύπων, η γεωμετρία και ο προσανατολισμός του χώρου, η συσχέτιση που υπάρχει με το εξωτερικό περιβάλλον, οι μηχανισμοί απομάκρυνσης των ρυπογόνων πηγών, οι μετεωρολογικές συνθήκες της περιοχής, η δραστηριότητα των ενοίκων, ο σχεδιασμός του συστήματος αερισμού, και ο τρόπος κατασκευής, λειτουργίας, μόνωσης και συντήρησης του κτιριακού κελύφους.

Πιο συγκεκριμένα, η ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους, ρυθμίζεται και καθορίζεται εντός του κτιρίου από :

- Την εσωτερική συγκέντρωση αερίων ιόντων, αερίων χημικών ενώσεων, αερομεταφερόμενων αιωρούμενων σωματιδίων και βιολογικών ρύπων.
- Την ύπαρξη ραδιενεργών στοιχείων εντός του κτιρίου.
- Τα επίπεδα της εσωτερικής θερμοκρασίας και υγρασίας.
- Το ρυθμό ανανέωσης του αέρα του εσωτερικού χώρου .
- Τις οσμές ή την ύπαρξη εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

Στον ακόλουθο πίνακα έχει γίνει ταξινόμηση σε φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ	
ΦΥΣΙΚΟΙ	Θερμοκρασία (20-26° C)
	Σχετική υγρασία (20-70%)
	Αερισμός (περίπου 8 l/s κατά άτομο, απουσία καπνιστών)
	Σκόνη
ΧΗΜΙΚΟΙ	Αιωρούμενα σωματίδια (προϊόντα καύσης, ίνες αμιάντου, υαλονήματα)
	Βαρέα μέταλλα, τοξικά στοιχεία (Pb, Cd, As, Hg, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn κ.ά)
	Ιόντα
	Πτητικές οργανικές ενώσεις (TVOC's)
	Ανόργανες αέριες ενώσεις (SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , Rn, CO, CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> κ.ά.)
ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ	Μικροοργανισμοί (ιοί, βακτήρια, μύκητες, κ.ά)
	Αλλεργιογόνα (γύρη, έντομα, ζώα, κ.ά)

*Πίνακας 1.1: Παράγοντες ποιότητας του εσωτερικού αέρα*

### 1.3 Αερισμός

---

Αερισμός είναι η διαδικασία εκείνη κατά την οποία ποσότητες αέρα διοχετεύονται και απομακρύνονται από ένα χώρο με φυσικά ή μηχανικά μέσα, με αποτέλεσμα την μεταβολή της θερμοκρασίας και της υγρασίας του χώρου καθώς και των συγκεντρώσεων των αερίων ρύπων και των σωματιδίων.

Τα περισσότερα προβλήματα της ποιότητας του εσωτερικού αέρα έχουν σχέση με τον ανεπαρκή αερισμό στο χώρο του κτιρίου. Ο ρόλος του αερισμού είναι καταλυτικός για ένα κτίριο. Μέσω του αερισμού διοχετεύεται το πολύτιμο οξυγόνο στο εσωτερικό περιβάλλον των κτιρίων και συμβάλλει στη διατήρηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα σε υψηλά επίπεδα. Επιπλέον, ο αερισμός μπορεί να βελτιώσει το ρυθμό εναλλαγής του αέρα μέσα στο κτίριο, και να μειώσει την εναπόθεση σωματιδίων στις επιφάνειες του εσωτερικού του κτιρίου. Επομένως έχει μεγάλη συνεισφορά στην υγεία και την άνεση των ατόμων που ζουν μέσα στο κτίριο.

Για να γίνει ο αερισμός ενός χώρου είναι απαραίτητο να προκληθεί ροή του αέρα που βρίσκεται στο χώρο αυτό και αντικατάστασή του με νέο καθαρό αέρα. Η μεταφορά της μάζας του εσωτερικού αέρα προς το εξωτερικό περιβάλλον είναι δυνατό να γίνει με φυσικό τρόπο, με μηχανικό εξαερισμό ή με φυσική διαφυγή (exfiltration) του αέρα από κενά ή με συνδυασμό τους.

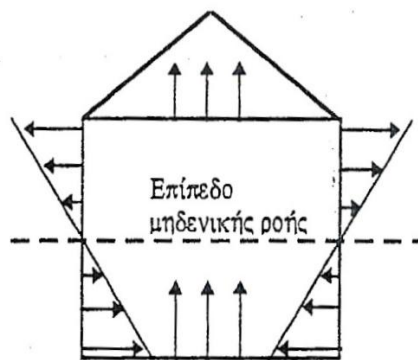
Στην περίπτωση του φυσικού αερισμού αλλά και της διαρροής αέρα γίνεται προσπάθεια ώστε με κατάλληλες κατασκευές να προκληθεί φυσική ροή του αέρα του εσωτερικού χώρου προς το ύπαιθρο με βάση τις υποπίεσεις που δημιουργούνται λόγω των διαφορών θερμοκρασίας ή τις υπερπίεσεις λόγω του ανέμου.

Στην περίπτωση του μηχανικού εξαερισμού αφαιρείται δυναμικά μια ποσότητα ρυπασμένου αέρα από ορισμένους χώρους και αντικαθίσταται με καθαρό αέρα. Βασικός στόχος είναι η επίτευξη ικανοποιητικών επιπέδων υγρασίας και θερμοκρασίας μείωση της θερμότητας και της υγρασίας του χώρου καθώς και των συγκεντρώσεων αερίων ρύπων ή σωματιδίων, με συνέπεια την βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος.

### 1.3.1 Φυσικός Αερισμός

---

Ο φυσικός αερισμός είναι το αποτέλεσμα της εισροής αέρα από ανοίγματα ή από το χειροκίνητο έλεγχο των ανοίκων, δηλαδή το άνοιγμα των παραθύρων και των εσωτερικών ή εξωτερικών θυρών του κτιρίου. Γενικά ο φυσικός αερισμός ενός κτιρίου σε συνθήκες άπνοιας είναι περιορισμένος και εξαρτάται από τις κατανομές πιέσεων που προκαλούνται από τις διαφορές εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας. Ο αέρας διεισδύει επίσης αναπόφευκτα από τα μη στεγανά σημεία του κελύφους του κτιρίου, εφόσον υπάρχει διαφορά πιέσεων. Σε αυτή την περίπτωση πραγματοποιείται φυσική διείσδυση του αέρα (infiltration) η οποία θεωρείται σημαντικό φαινόμενο που συμμετέχει στη διαμόρφωση του εσωτερικού αέρα.



*Σχήμα 1.1: Διαφορές πίεσης σε ένα κτίριο σε σχέση με τις διαφορές εσωτερικής/ εξωτερικής θερμοκρασίας*

Ο φυσικός αερισμός ενός κτιρίου πραγματοποιείται λόγω της δυναμικής πίεσης του ανέμου και των ανωστικών δυνάμεων που δημιουργούνται εξαιτίας των διαφορετικών θερμοκρασιών στον εσωτερικό χώρο και το εξωτερικό περιβάλλον. Η ροή του αέρα προς το εσωτερικό του κτιρίου καθώς και η έξοδός του από αυτό συντελείται εφόσον η στατική πίεση εξωτερικώς του κτιρίου  $P_o$  διαφέρει από την στατική πίεση στο εσωτερικό του  $P_i$ .

Η διαφορά των πιέσεων προκαλείται κυρίως από δύο αίτια: α) λόγω της διαφοράς της θερμοκρασίας εξωτερικώς του κτιρίου  $T_o$  από την θερμοκρασία



στο εσωτερικό του  $T_i$  και β) λόγω πνέοντος ανέμου που προκαλεί **ανισοκατανομή** της πίεσης στην εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου, όπως για παράδειγμα υψηλές πιέσεις στην προσήνεμη πλευρά και χαμηλές στην υπήνεμη πλευρά του.

Ανάλογα με το μέγεθος και τη στεγανότητα του κτιριακού κελύφους, σε συνηθισμένους χώρους κατοικίας πρέπει να εξασφαλίζεται εισροή καθαρού αέρα που να έχει όγκο τουλάχιστον μισή ως μια φορά τον όγκο του χώρου. Η θέση κάθε τμήματος του κτιρίου σε σχέση με την κατεύθυνση των κυρίων ανέμων που επικρατούν στην περιοχή, είναι σπουδαία παράμετρος για τον αερισμό του. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική χρησιμοποιεί τεχνικές σχεδιασμού που εξασφαλίζουν το φυσικό αερισμό των κτηρίων και ιδιαίτερα των κατοικιών.

Στα φυσικώς αεριζόμενα κτίρια, ο φυσικός αερισμός είναι ο βασικός τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η μείωση του ψυκτικού φορτίου του χώρου για την επίτευξη της θερμικής άνεσης και την ελάττωση των απωλειών ενέργειας.

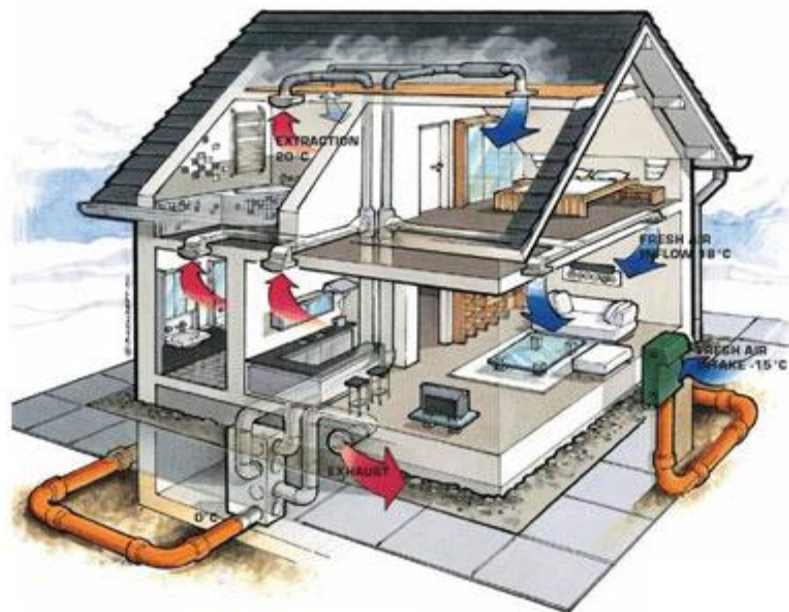
Ο φυσικός αερισμός διακρίνεται σε 2 βασικές κατηγορίες: Στον διαμπερή αερισμό ο οποίος πραγματοποιείται από δομικά ανοίγματα του κελύφους (παράθυρα, πόρτες) και στον κατακόρυφο αερισμό όπου η απαγωγή του εσωτερικού αέρα γίνεται από καμινάδες και άλλα κατακόρυφα μικροσκοπικά ανοίγματα στο κέλυφος του κτιρίου.

Ο φυσικός αερισμός επηρεάζεται από τον άνεμο, τη θερμοκρασία και την ανθρώπινη συμπεριφορά στο άνοιγμα των παραθύρων ή στις ειδικές συνθήκες αερισμού που οι ένοικοι επιθυμούν. Ιδιαίτερη επίδραση έχει η αεροστεγανότητα του κτιρίου και η κατανομή των διεισδύσεων αέρα. Κτίρια με διαρροές επηρεάζονται από υπερβολικό αερισμό και από ελκυσμό. Σε περίπτωση υπερβολικά αεροστεγούς κτιρίου υπάρχει κίνδυνος ανεπαρκούς αερισμού με αποτέλεσμα το σχηματισμό συμπυκνώσεων και προβλημάτων από τη μόλυνση του αέρα των χώρων. Στους χώρους απαιτείται η χρήση κατακόρυφων αεραγωγών ιδιαίτερα σε κτίρια με πολλούς ορόφους.

### 1.3.2 Μηχανικός αερισμός

Ο μηχανικός αερισμός επιτυγχάνεται συνήθως με κεντρικά συστήματα κλιματισμού που κυκλοφορούν τον εξωτερικό αέρα μέσα στο κτίριο αφού πρώτα τον διαμορφώσουν αναλόγως. Τα Συστήματα Κλιματισμού, Θέρμανσης και Αερισμού (HVAC), εξαιτίας του ελέγχου της πίεσης που προκαλούν και του φιλτραρίσματος του αέρα, απομονώνουν και αφαιρούν ρυπογόνους παράγοντες και οσμές από το εσωτερικό περιβάλλον, κλιματίζουν τον αέρα αλλά δεν παρέχουν ανανέωση του αέρα.

Οι μικρές αυτόνομες μονάδες κλιματιστικών δεν κάνουν ουσιαστικά αερισμό των χώρων και ανανέωση του αέρα αλλά επανακυκλοφορία του εσωτερικού αέρα ο οποίος κλιματίζεται από την μονάδα. Συνήθως τα μηχανήματα αυτά έχουν κάποιο φίλτρο από όπου περνάει ο αέρας πριν ρυθμιστεί εισέλθει στο εσωτερικό του κτηρίου, αλλά η ανανέωση του εσωτερικού αέρα και η παροχή της απαιτούμενης ποσότητας φρέσκου αέρα πρέπει να γίνει με άλλους μηχανικούς τρόπους ή επιτυγχάνεται με τη διείσδυση του αέρα από το κέλυφος του κτιρίου.



*Εικόνα 1.1 : Κατοικία με μηχανικό σύστημα αερισμού-κλιματισμού*

Ο σκοπός του μηχανικού αερισμού είναι να εξασφαλίσει ένα υγιές και άνετο περιβάλλον στους χρήστες εσωτερικών χώρων, με την παροχή της κατάλληλης ποιότητας αέρα που θα κλιματίζεται και τον έλεγχο της θερμοκρασίας και της υγρασίας του χώρου. Όταν το σύστημα έχει μελετηθεί, εγκατασταθεί και λειτουργεί σωστά, διευκολύνεται η κίνηση του αέρα μέσα στους χώρους ώστε να επιτυγχάνεται θερμική άνεση. Επιπλέον, υπάρχει δυνατότητα διευθέτησης του συστήματος παροχής αέρα με προθέρμανση και φιλτράρισμα και δυνατότητα δημιουργίας μικρών διαφορών πίεσης ανάμεσα στις διάφορες ζώνες για να ελέγχεται η ανταλλαγή αέρα και να διευκολύνεται η απομάκρυνση του καπνού και των άλλων ρυπαντών από το χώρο προς τα έξω.

Τα προβλήματα που έχουν παρουσιαστεί στα μηχανικά αεριζόμενα ή κλιματιζόμενα κτίρια οφείλονται συχνά σε κακή χρήση και ανεπαρκή συντήρηση του συστήματος με αποτέλεσμα το ίδιο το σύστημα να γίνεται πηγή ρύπων. Για παράδειγμα, αντιμετωπίζοντας τα διαρκώς αυξανόμενα ενεργειακά έξοδα πολλοί ιδιοκτήτες κλιματιζόμενων κτιρίων άλλαξαν τη λειτουργία του συστήματος τους ώστε αυτό να χρησιμοποιεί σχεδόν το 100% ανακυκλωμένο αέρα. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι το κτίριο δεν δέχεται φρέσκο, εξωτερικό αέρα με αποτέλεσμα την συσσώρευση ρύπων και την επιβάρυνση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα. Η καλή συντήρηση των φίλτρων, όπως και γενικά όλων των επιμέρους συστημάτων σε μηχανικά αεριζόμενα ή κλιματιζόμενα κτίρια, παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα του αέρα που κυκλοφορεί μέσα στο σύστημα και τελικά διοχετεύεται στο χώρο. Τα φίλτρα μπορεί να γίνουν εστίες μόλυνσης μιας και δημιουργούνται πολύ ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη επικίνδυνων μικροοργανισμών που τελικά μεταφέρονται με τον αέρα στους εσωτερικούς χώρους.

Στους εργασιακούς χώρους ενώ γίνεται εγκατάσταση κλιματιστικών συστημάτων, παρατηρείται πλημμελής ή παντελής απουσία συντήρησής τους. Αυτό όμως, συνεπάγεται τη συγκέντρωση στις συσκευές αυτές πολύ υψηλών συγκεντρώσεων από ρύπους που τελικά οδηγούν σε διάφορου είδους ασθένειες στους εργαζόμενους. Όταν το κτίριο είναι αεροστεγές και το σύστημα εξαερισμού συντηρείται τότε ο μηχανικός αερισμός έχει εμφανή αποτελέσματα.

### **1.3.2.1 Είδη Μηχανικού Αερισμού**

---

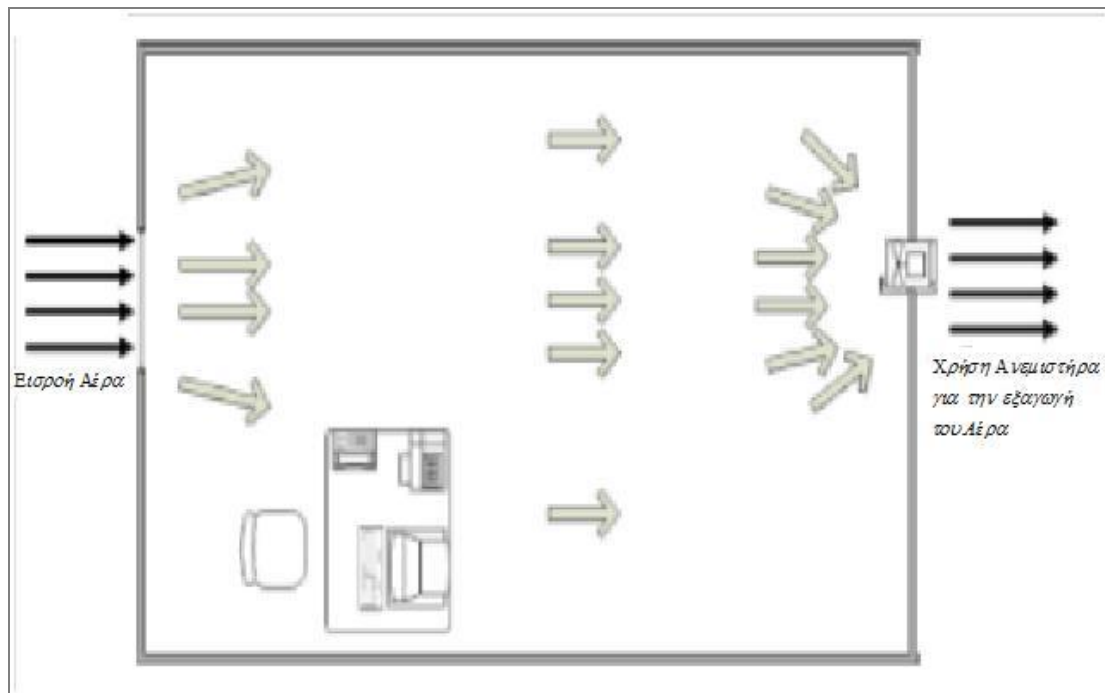
Τα μηχανικά συστήματα που μπορούν να παρέχουν ελεγχόμενο αερισμό είναι συνήθως συνδυασμένα με έλεγχο της θερμοκρασίας αλλά και με φιλτράρισμα του αέρα. Έχουν δύο κύριες μεθόδους λειτουργίας: Είτε λειτουργούν σαν αναμίκτες που μειώνουν την πυκνότητα συγκέντρωσης της ρύπανσης παρέχοντας καθαρό αέρα και απομακρύνοντας τον ίδιο όγκο ρυπασμένου αέρα, ή με εκτόπιση (displacement mode), δηλαδή αφαιρούν τους ρυπαντές κοντά στην πηγή τους πριν αναμειχθούν με τον αέρα.

Τα 2 κύρια είδη Μηχανικού Αερισμού είναι :

- **Μηχανικός Εξαερισμός**

Το σύστημα αυτό απομακρύνει τον αέρα από ένα χώρο με την βοήθεια ανεμιστήρα (Σχήμα 1.2) . Η αλλαγή πίεσης (αφαίρεση όγκου αέρα από τον χώρο) αναγκάζει το σύστημα να αναπληρώσει τον αέρα με φρέσκο και καθαρό εξωτερικό αέρα. Αυτός ο αέρας παρέχεται μέσα από τα ανοίγματα και τις ρωγμές του κτιρίου. Ο σκοπός του συστήματος είναι να δημιουργήσει πιο μεγάλη πίεση από αυτή που δημιουργεί ο φυσικός αερισμός, ώστε να ελέγχει την ροή του αέρα.

Τα είδη εξαερισμού μπορεί να είναι τοπικά ή κεντρικά. Ο τοπικός εξαερισμός εφαρμόζεται συνήθως σε μικρά κτίρια όπου αφαιρείται η πηγή της ρύπανσης. Τυπικό παράδειγμα αυτού του είδους εξαερισμού είναι οι μικροί απορροφητήρες κουζίνας και παραθύρων. Ο κεντρικός εξαερισμός παρέχει μια ολοκληρωμένη λύση για το κτίριο. Ένας κεντρικός ανεμιστήρας εξαερίζει ολόκληρο το κτίριο με την βοήθεια αγωγών. Τα συστήματα μηχανικού αερισμού με εξαγωγή αέρα είναι ευαίσθητα. Για την σωστή λειτουργία τους, πρέπει το κτίριο να έχει σωστή αναλογία ανοιγμάτων σε σχέση με το υπόλοιπο σύστημα. Αν ο σχεδιασμός δεν είναι σωστός, υπερβολικές διαφορές πίεσης μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα.



*Σχήμα 1.2 : Κατοικία με σύστημα Μηχανικού Εξαερισμού*

- **Μηχανικός Αερισμός με παροχή αέρα**

Το σύστημα μηχανικού αερισμού με παροχή αέρα εισάγει αέρα μέσα στο κτίριο χρησιμοποιώντας ανεμιστήρα. Εδώ ο ανεμιστήρας δε χρησιμοποιείται ως εξαεριστήρας αλλά για την εισαγωγή νέου αέρα. Το αποτέλεσμα αυτής της εισαγωγής αέρα είναι η αύξηση της πίεσης στο εσωτερικό του κτιρίου και η απομάκρυνση όμοιου όγκου αέρα από τα ανοίγματα. Η μέθοδος αυτή συνιστάται συνήθως σε χώρους όπου η ποιότητα εξωτερικού αέρα δεν είναι ικανοποιητική. Το σύστημα μπορεί να φιλτράρει και να καθαρίσει τον αέρα πριν αυτός εισαχθεί στο κτίριο. Αυτή η μέθοδος ενδείκνυται για υγειονομικά καθαρούς χώρους, καθώς υπάρχει απόλυτος έλεγχος της ποιότητας αέρα που εισάγεται στον χώρο.

## 1.4 Σχέση Αερισμού και Ποιότητας Αέρα

---

Για την εξασφάλιση των ιδανικών συνθηκών σε ένα χώρο η ποιότητα του αέρα έχει άμεση σχέση με τον αερισμό. Ο ανεπιτυχής αερισμός προκαλεί δυσκολίες στην εκτέλεση δραστηριοτήτων, αύξηση της πνευματικής κούρασης και υπνηλία. Επιπλέον, συνδέεται άμεσα με τη συγκέντρωση ρυπαντών στο εσωτερικό ενός κτιρίου η οποία είναι υπεύθυνη για επικίνδυνες καταστάσεις για την υγεία των χρηστών. Όταν οι προσμίξεις του αέρα αυξάνουν, ελαττώνεται η ποσότητα οξυγόνου που είναι απαραίτητο για την υγεία του ανθρώπου και προκαλούνται αναπνευστικά και άλλα προβλήματα.

Η ρύπανση του αέρα είναι δυνατό να οφείλεται στην ύπαρξη άλλων αερίων, σκόνης, σωματιδίων, μικροοργανισμών, μικροβίων, οσμών κλπ. Μέχρι και η παρουσία του ανθρώπου σ' ένα χώρο προκαλεί προβλήματα στην ποιότητα του αέρα (αναπνοή, δέρμα) και αν δεν υπάρχει επαρκής αερισμός δημιουργείται αίσθημα δυσάρεσκειας. Ο ποσοτικός προσδιορισμός της καθαρότητας του εισπνεόμενου αέρα γίνεται με τις μονάδες olf και decipol.

Ο φυσικός αερισμός των χώρων, πρέπει να είναι η πρώτη προτίμηση όσο αυτό είναι δυνατόν, με χρήση κατάλληλων ανοιγμάτων και παραθύρων. Όταν δεν επαρκεί ο φυσικός αερισμός, είναι αναγκαία η χρήση τεχνητού. Προσοχή πρέπει να δίνεται στις εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος του χώρου ώστε να μην εισάγονται ρυπαντές στο εσωτερικό, και απαιτείται χρήση διατάξεων καθαρισμού του αέρα.

Στο μηχανικό (τεχνητό) αερισμό πρέπει να εξετάζεται η αποφυγή ενοχλητικού ρεύματος αέρα και να πραγματοποιείται διαρκής έλεγχος της θερμοκρασίας ώστε να διατηρούνται οι συνθήκες θερμικής άνεσης. Ο σωστός αερισμός είναι απαραίτητος για τη μη μετάδοση, ιών, μικροοργανισμών και την εξάπλωση ασθενειών.

Η ποσοτικοποίηση του αερισμού εκφράζεται συνήθως με ωριαίες εναλλαγές αέρα, δηλαδή πόσες φορές αντικαθίσταται ολόκληρος ο όγκος αέρα ενός χώρου στη διάρκεια της ώρας (ACH).

Η είσοδος και έξοδος του αέρα από ένα κτίριο συντελείται επίσης και μέσω διαφόρων σχισμών (χαραμάδων) στο κέλυφος του κτιρίου (infiltration και exfiltration) όπου εκεί πρόκειται για φυσική διείδυση αέρα. Η παροχή του εισερχόμενου αέρα  $Q$  ( $\frac{m^3}{h}$ ) δίνεται συνήθως από τη σχέση:

$$Q = V * I \quad (1) ,$$

Όπου  $V$  ( $m^3$ ) είναι ο εσωτερικός όγκος του κτιρίου, και  $I$  ( $h^{-1}$ ) οι ωριαίες αλλαγές του αέρα.

Τα κτίρια ανάλογα με το είδος τους, το σχεδιασμό τους, τη χρήση την οποία έχουν και τον αριθμό ατόμων που υπάρχουν μέσα σε αυτά, έχουν διαφορετικές ανάγκες αερισμού και παροχής αέρα.

**Πίνακας 1.2: Απαιτήσεις παροχής αέρα ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και τον αριθμό των ατόμων**

Χρήση κτιρίου	Εναλλαγές αέρα $\dot{V}_{people, ve, v}$ [ $m^3 \cdot h^{-1} \cdot άτομο^{-1}$ ]
Γραφεία	9,0
Εκπαιδευτικό κτίριο Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης ή Εκπαιδευτικό κτίριο Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης	18,0
Διαγνωστικό κέντρο - Ιατρείο	25,5
Ξενοδοχείο	9,0
Εμπορικό κατάστημα	13,7
Αθλητική εγκατάσταση: Κλειστό γυμναστήριο	36,0
Αθλητική εγκατάσταση: Κλειστό κολυμβητήριο	36,0

Ο αερισμός διαμορφώνεται και από τα εξωτερικά χαρακτηριστικά των κτιρίων. Η τοπογραφική θέση, το κλίμα της περιοχής και ο προσανατολισμός του κτιρίου επηρεάζουν τις εσωτερικές συνθήκες. Επίσης τα κατασκευαστικά στοιχεία όπως το κέλυφος, το είδος της μόνωσης και τα υλικά παίζουν σπουδαίο ρόλο στη διαμόρφωση του εσωτερικού αέρα. Οι εσωτερικοί χώροι των περισσότερων κοινών συμβατικών κτιρίων έχουν απαιτήσεις εισροής καθαρού αέρα ο οποίος πρέπει να έχει όγκο τουλάχιστον μισή με μια φορά τον όγκο του χώρου.

## 1.5 Θερμική Άνεση

---

Σύμφωνα με την ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) ως θερμική άνεση ορίζεται η κατάσταση κατά την οποία ένα άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή του εσωτερικού περιβάλλοντος και εκφράζει ικανοποίηση με τις επικρατούσες συνθήκες. Γενικότερα θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν η κατάσταση ικανοποίησης του ανθρώπινου παράγοντα, βρισκόμενος σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του. Σε κάθε άτομο, για την αντίληψη της άνεσης, σημαντικό ρόλο παίζουν τα βιολογικά, ψυχολογικά και φυσικά χαρακτηριστικά του.

Αναγκαία συνθήκη για θερμική άνεση είναι η θερμική ουδετερότητα, δηλαδή κανένας από τους χρήστες εντός του χώρου να μην επιζητεί ζεστότερο ή ψυχρότερο περιβάλλον, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι αν επιτευχθεί η θερμική ουδετερότητα έχουν εξασφαλιστεί συνθήκες άνεσης.

Η ASHRAE προτείνει για το χαρακτηρισμό των θερμικών συνθηκών ενός χώρου μία κλίμακα επτά σημείων θερμικής άνεσης στην οποία προβλέπεται η μέση τιμή ψήφων ατόμων ευρισκόμενων σε χώρο με συγκεκριμένες συνθήκες.

	+ 3	Πολύ Θερμό
	+ 2	Θερμό
	+ 1	Λίγο Θερμό
	0	Ουδέτερο
	-1	Λίγο Ψυχρό
	-2	Ψυχρό
	-3	Πολύ Ψυχρό

*Σχήμα 1.2 : Κλίμακα 7 Σημείων Θερμικής Άνεσης (ASHRAE)*



Το σημείο μηδέν της κλίμακας δείχνει ότι οι άνθρωποι αισθάνονται άνετα, και δεν βιώνουν ζέστη ή κρύο (σημείο άνεσης). Οι θετικές τιμές αναφέρονται σε θερμοκρασία υψηλότερη από την ιδανική, ενώ οι αρνητικές τιμές της κλίμακας σε χαμηλότερη θερμοκρασία από την επιθυμητή.

Υπάρχει ένα πλήθος καταστάσεων και παραγόντων που επηρεάζουν τη θερμική άνεση:

#### A. Περιβαλλοντικοί παράγοντες:

- Θερμοκρασία αέρα
- Ταχύτητα αέρα
- Καθαρότητα αέρα
- Υγρασία

#### B. Ανθρώπινοι παράγοντες

- Αριθμός χρηστών χώρου
- Ηλικία
- Φύλλο
- Συνήθειες και προτιμήσεις των χρηστών
- Δραστηριότητες εντός του χώρου
- Ένδυση

#### Γ. Κατασκευαστικές παράμετροι του κτιρίου

- Σχεδιασμός (Αρχιτεκτονική, Κέλυφος, Θέση και Προσανατολισμός)
- Ύπαρξη Συστημάτων Θέρμανσης, Κλιματισμού, Αερισμού
- Βιοκλιματικός Σχεδιασμός
- Υλικά κατασκευής (Δομικά Υλικά, Είδος Μόνωσης)

## 1.6 Το πρόβλημα της ποιότητας εσωτερικού αέρα

---

Η ποιότητα του εσωτερικού αέρα αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό θέμα καθώς θεωρείται υπεύθυνη για ενοχλήσεις και ασθένειες, είτε άμεσα είτε ως μέρος της αθροιστικής επιβάρυνσης που δέχεται ο ανθρώπινος οργανισμός στο σύγχρονο δομημένο περιβάλλον.

Ο φυσικός αερισμός, δηλαδή η εναλλαγή του αέρα μέσω τοιχοποιίας, οροφής και ανοιγμάτων αποτελεί ουσιαστικό παράγοντα διαμόρφωσης ενός υγιεινού εσωτερικού κλίματος σε κατοικημένους χώρους. Ωστόσο, οι σύγχρονοι κανονισμοί που αφορούν στη θερμοπροστασία και στη διαχείριση ενέργειας αντιμετωπίζουν το θέμα του φυσικού αερισμού ιδιαίτερα επιφανειακά. Απαιτείται να δοθεί μεγαλύτερη σημασία κατά το σχεδιασμό στους φυσικούς τρόπους αερισμού των κτιρίων γιατί όταν το περίβλημα δεν αναπνέει, εμφανίζεται στους εσωτερικούς χώρους μεγάλη συγκέντρωση υγρασίας και ρυπογόνων ουσιών και **ανατρέπεται** μέσω διαφόρων διεργασιών-μηχανισμών, **το φυσικό ισοζύγιο** των ιόντων και των σωματιδίων.

Το πρόβλημα της ποιότητας του εσωτερικού αέρα είναι άμεσα εξαρτώμενο και από το χώρο στον οποίο εξετάζεται και λέγοντας χώρο δεν εννοούμε μόνο το είδος του εσωτερικού χώρου που εξετάζεται αλλά και το γεωγραφικό χώρο και τις επικρατούσες μετεωρολογικές, κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες. Έτσι, για παράδειγμα στις αναπτυσσόμενες χώρες οι διεργασίες καύσης που εξυπηρετούν τη θέρμανση και το μαγείρεμα με στερεά καύσιμα είναι υπεύθυνες για αρκετούς θανάτους και υψηλό αριθμό ασθενειών.

Στις ανεπτυγμένες χώρες το πρόβλημα είναι τελείως διαφορετικής φύσης. Ο φυσικός αερισμός αντικαταστήθηκε από τον μηχανικό που για να αντεπεξέλθει στις απαιτήσεις ποιότητας του εσωτερικού αέρα, απαιτείται πολύ προσεκτικός σχεδιασμός, κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση των συστημάτων του, ενώ η επιδίωξη μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας, συχνά σε ακραίο βαθμό, οδηγεί σε απαράδεκτα χαμηλούς ρυθμούς ανανέωσης του αέρα.

Ο κτιριακός χώρος, ως κύτταρο του αστικού περιβάλλοντος επηρεάζεται από τα σύγχρονα προβλήματά του και συντελεί στην διαμόρφωσή τους. Η ένταση των προβλημάτων του εξωτερικού περιβάλλοντος έχει διαμορφώσει ένα πλαίσιο

προβλημάτων για το κτίριο όπου τα προβλήματα ποιότητας του εσωτερικού κλίματος και περιβάλλοντος καθώς και τα ποσοτικά προβλήματα κατανάλωσης και εξοικονόμησης ενέργειας, συμπλέουν και απαιτούν κοινή αντιμετώπιση και προοδευτική αντίληψη αντιμετώπισης.

Με την τεχνολογική πρόοδο και τη βιομηχανική ανάπτυξη δημιουργήθηκε η ανάγκη μείωσης των ενεργειακών δαπανών στα κτίρια για να γίνεται καλύτερη διαχείριση ενέργειας των πηγών ενέργειας του πλανήτη. Όμως, παράλληλα τα κτίρια χρειάζονται καλή ποιότητα αέρα στο εσωτερικό τους για να μπορούν να διαμένουν εντός τους οι άνθρωποι χωρίς επιπτώσεις. Δεδομένου ότι η βελτίωση της ποιότητας αέρα στο κτιριακό περιβάλλον είναι αποδεδειγμένο ότι συμβάλλει θετικά και στην εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων, έχει αποτελέσει παράμετρο μελέτης των επιστημόνων με στόχο να επιτυγχάνεται όσο το δυνατόν καλύτερος συνδυασμός ενεργειακής ρύθμισης του κτιρίου και καλής ποιότητας αέρα.

Η σημαντική έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί κατά τα τελευταία χρόνια έχει επιτρέψει την ανάπτυξη επιστημονικών μεθόδων, τεχνικών και τεχνολογιών που αφενός εξασφαλίζουν βέλτιστο εσωτερικό περιβάλλον καθώς και την μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας. Η ευρύτερη εφαρμογή τους αποτελεί αίτημα για ένα καλύτερο κτιριακό περιβάλλον, εντός του οποίου ο άνθρωπος διαβιώνει το 80% περίπου της ζωής του.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

#### 2.1 Ατμοσφαιρική Ρύπανση

---

Ως Ρύπανση γενικά αναφέρεται η ύπαρξη στην ατμόσφαιρα ουσιών(ρύπων) για αρκετό διάστημα και σε τέτοια συγκέντρωση που είναι δυνατόν να γίνουν βλαβερές για τους ζωντανούς οργανισμούς και να επηρεάσουν δυσμενώς τις συνθήκες διαβίωσης του ανθρώπου. Παράγεται είτε από φυσικές αιτίες ή από ανθρωπογενείς δραστηριότητες οι οποίες έχουν μεγαλύτερο μερίδιο ευθύνης.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι ένας ευρύς όρος, ο οποίος χρησιμοποιείται για διάφορους παράγοντες (χημικούς, φυσικούς, βιολογικούς ή άλλους), οι οποίοι αλλοιώνουν τα φυσικά χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας και επιδρούν με διάφορες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία ή στο περιβάλλον. Παγκοσμίως, η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει την ποιότητα ζωής των ανθρώπων και επιπλέον θεωρείται υπεύθυνη για διάφορα αναπνευστικά προβλήματα και θανάτους. Ο καθορισμός ορίων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, με στόχο τη διαμόρφωση καλής ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα, έχει συμβάλει στην μείωση των αρνητικών επιδράσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Από το τέλος του 19ου αιώνα, και ειδικά κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις αναπτυγμένες χώρες χαρακτηριζόταν από ψηλές συγκεντρώσεις καπνού και διοξειδίου του θείου, που προερχόταν από την καύση των ορυκτών καυσίμων όπως το κάρβουνο. Κατά τη διάρκεια του δεύτερου μισού του 20ου αιώνα, οι σχετικές με την κυκλοφοριακή κίνηση εκπομπές εμφάνισαν αυξανόμενες απειλές στην ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, σε συνδυασμό με τις εκπομπές ρύπων που προέρχονται από το βιομηχανικό τομέα. Καθώς η πλειοψηφία του πληθυσμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης διαμένει σε πόλεις και ο αριθμός των

οχημάτων που κυκλοφορούν έχει αυξηθεί ραγδαία, τα οχήματα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο σε προβλήματα ρύπανσης του ατμοσφαιρικού αέρα.

Τα αυτοκίνητα εκπέμπουν διάφορους ρύπους στην ατμόσφαιρα, όπως μονοξείδιο του άνθρακα (CO), νιτρικά οξείδια (NO<sub>x</sub>), οργανικές πτητικές ενώσεις (VOCs) και αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ). Ακόμα και μετά τις σημαντικές βελτιώσεις στα καύσιμα και στην τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τις μηχανές των αυτοκινήτων, τα προβλήματα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που σχετίζονται με την κυκλοφοριακή κίνηση παίρνουν ανησυχητικές διαστάσεις παγκοσμίως. Επιπλέον με τη χημική αντίδραση των οξειδίων του αζώτου με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας (O<sub>2</sub>) στην παρουσία των πτητικών οργανικών ενώσεων και την επίδραση του ηλιακού φωτός παράγεται το όζον (O<sub>3</sub>) που χαρακτηρίζεται ως δευτερογενής ρύπος. Το όζον έχει συνήθως ψηλότερη τιμή μακριά από τα κέντρα των πόλεων.

Κύριες φυσικές πηγές ρύπανσης είναι:

- Οι δασικές πυρκαγιές κατά τις οποίες παράγονται σωματίδια CO και CO<sub>2</sub>
- Η βιολογική αποσύνθεση των φυτών και των ζώων
- Η αποσάθρωση του εδάφους
- Τα ηφαίστεια τα οποία κατά τις εκρήξεις συντελούν στη αύξηση των εκλυόμενων ρύπων.

Κύριες ανθρωπογενείς πηγές ρύπανσης είναι:

- Οι βιομηχανικές δραστηριότητες και οι αστικές μεταφορές(αυτοκίνητα)οι οποίες παίζουν σημαντικό ρόλο στην εκπομπή πολλών βλαβερών χημικών ουσιών
- Οι διάφορες εγκαταστάσεις καύσης και θέρμανσης
- Οι διάφορες γεωργικές διαδικασίες (λιπάσματα, ραντίσματα κ.ά)
- Η κυκλοφορία του αέρα που σε συνδυασμό με τη διαδικασία της αναπνοής συμβάλλουν στην έκλυση ρύπων.

## 2.2 Ρύπανση Εσωτερικού Περιβάλλοντος

---

Η επιστημονική μελέτη της έκθεσης των ανθρώπων σε ρύπους εσωτερικών χώρων είναι επιτακτική. Ο κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία που προέρχεται από πηγές ρύπανσης στους εσωτερικούς χώρους είναι 1000 φορές μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο λόγω έκθεσης σε εξωτερικούς ρύπους αφού ο σύγχρονος άνθρωπος καταναλώνει περίπου το 80% του βίου του στο εσωτερικό κτιρίων και μέσω μεταφοράς. Αποτέλεσμα είναι, οι ρύποι εσωτερικών χώρων λόγω του μικρού όγκου αέρα στον οποίο περιέχονται τείνουν να εμφανίζουν ιδιαίτερα αυξημένες συγκεντρώσεις .

Η Ρύπανση του Εσωτερικού Περιβάλλοντος προκαλείται από τη μεταφορά ρύπων από το εξωτερικό στο εσωτερικό περιβάλλον των κτιρίων, την εκπομπή ρύπων από τα υλικά, τα συστήματα και τις συσκευές, τις φυσικές διεργασίες του μίγματος του αέρα που πραγματοποιούνται στο εσωτερικό των κτιρίων, καθώς και τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως είναι το κάπνισμα, η θέρμανση και γενικότερα οι διάφορες καύσεις. Η ρύπανση στο εσωτερικό των κτιρίων μπορεί ακόμη να είναι χημικής, βιολογικής ή σωματιδιακής φύσης. Ακόμα και αυξημένα επίπεδα ραδιενέργειας μπορούν να παρατηρηθούν στο εσωτερικό των κτιρίων κύρια από την χρήση ορισμένων δομικών υλικών ή από την διείσδυση ραδονίου στο κτίριο το οποίο προέρχεται από το έδαφος.

Η ρύπανση του αέρα των εσωτερικών χώρων προκύπτει από συνδυασμό διαφόρων παραγόντων, και οι επιδράσεις της εξαρτώνται από το είδος και τη συγκέντρωση των ρύπων. Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη συγκέντρωση των ρύπων είναι ο αερισμός και οι μετεωρολογικές συνθήκες. Ανάλογα με το είδος, ο ρύπος μπορεί να προκαλέσει στον άνθρωπο από απλό ερεθισμό των ματιών, χημική ευαισθησία και αλλεργικές αντιδράσεις μέχρι μεγάλες αναπνευστικές και κυκλοφορικές διαταραχές. Η αυξημένη χρήση συνθετικών οργανικών ουσιών στα δομικά υλικά των κτιρίων, στα έπιπλα που επιλέγονται για τον εξοπλισμό των εσωτερικών χώρων, σε υλικά γραφής και δραστηριοτήτων σε συνδυασμό με ανεπαρκή αερισμό, διαμόρφωσαν το σημερινό πρόβλημα ποιότητας του αέρα εσωτερικών χώρων.

Οι συγκεντρώσεις των ρύπων σε κλειστούς χώρους είναι υψηλότερες απ' ότι στο εξωτερικό περιβάλλον γιατί στο εσωτερικό δημιουργείται το απαραίτητο περιβάλλον για την παραγωγή σκόνης και την ανάπτυξη μικροβιακών παραγόντων. Η υγρασία, τα διάφορα υλικά των επιφανειών του κτιρίου και η ανεπαρκής κυκλοφορία εξωτερικού αέρα στο εσωτερικό παίζουν ρόλο στην εμφάνιση αυτού του φαινομένου και σε συνδυασμό με το μεγάλο χρόνο έκθεσης των ατόμων στους κλειστούς χώρους, το φαινόμενο παίρνει πολύ μεγαλύτερες διαστάσεις. Η υγρασία συμβάλλει επίσης αρνητικά στη θερμική άνεση των ανθρώπων.

Τα ποσοστά ρύπανσης των εξωτερικών χώρων επηρεάζονται και από τις διάφορες αλληλεπιδράσεις όπως για παράδειγμα η αλληλεπίδραση της θερμοκρασίας με την κυκλοφορία του αέρα και η αλληλεπίδραση της υγρασίας με τη φορμαλδεΐδη ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων και διαφόρων ρυπαντών στις επιφάνειες και τους τοίχους των κτιρίων.

Επιπροσθέτως, η διείσδυση αέρα από διάφορα κενά στο κέλυφος του κτιρίου μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες συγκεντρώσεις ρυπογόνων ουσιών. Επιπλέον, ο ανεπιτυχής αερισμός του χώρου ο οποίος μπορεί να οφείλεται στο λανθασμένο σχεδιασμό και τοποθέτηση παραθύρων στο κτίριο καθώς και στην κακή ανθρώπινη χρήση συντελεί σημαντικά στη ρύπανση του εσωτερικού αέρα. Το αποτέλεσμα είναι η ρύπανση των εσωτερικών χώρων των κτιρίων να θεωρείται και να είναι πολύ πιο επικίνδυνη από την ατμοσφαιρική και να κρίνεται απαραίτητη η αντιμετώπιση και ο περιορισμός της .

Ομαδοποιημένες κατά προέλευση, οι σημαντικότερες εσωτερικές πηγές ρύπων είναι:

- Ο Ανθρώπινος και ζωικός μεταβολισμός
- Οι Δραστηριότητες των χρηστών
- Τα Οικοδομικά υλικά και ο Εξοπλισμός των Κτιρίων
- Τα Συστήματα Κλιματισμού, Θέρμανσης και Αερισμού



Οι κυριότεροι ρύποι που εμφανίζονται στο εσωτερικό περιβάλλον για τους οποίους έχουν τεθεί οριακές τιμές είναι:

- Νιτρικά οξείδια ( $\text{NO}_x$ )
- Διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ )
- Φωτοχημικά Οξειδωτικά και κυρίως το Όζον ( $\text{O}_3$ )
- Μονοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}$ )
- Διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ )
- Αιωρούμενα Σωματίδια (PM) - Σκόνη
- Βενζόλιο ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )
- Μόλυβδος (Pb)
- Κάδμιο (Cd)
- Αρσενικό (As)
- Υδράργυρος (Hg)
- Νικέλιο (Ni)
- Ραδόνιο (Rn)
- Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (PAH)
- Ολικές Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (TVOC's)
- Μικροοργανισμοί

Οι πιο σημαντικοί από αυτούς στον προσδιορισμό της ποιότητας του εσωτερικού αέρα είναι το  $\text{CO}$  που χαρακτηρίζει τη ρύπανση που προέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον, το  $\text{CO}_2$  που σχετίζεται με τις εκπομπές από τον άνθρωπο, οι Πτητικές Οργανικές Ενώσεις που προσδιορίζουν τις εκπομπές από τα υλικά και τα διάφορα καταναλωτικά προϊόντα και τα Αιωρούμενα Σωματίδια τα οποία προέρχονται από τον καπνό, τα ζώα, τη σκόνη και διεργασίες καύσης.

## 2.3 Το Σύνδρομο των Άρρωστων Κτιρίων

---

Ως άρρωστα κτίρια, χαρακτηρίζονται τα νεόκτιστα κτίρια που προορίζονται για να στεγάσουν υπηρεσίες ή κατοικίες και τα οποία παρουσιάζουν προβλήματα εσωτερικής ρύπανσης. «Εσωτερική ρύπανση» θεωρείται η κακή ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων.

Στην περίπτωση κακής κατάστασης της υγείας τουλάχιστον του 50% των ενοίκων, που χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένες ενοχλήσεις οι οποίες αποδίδονται αποκλειστικά και μόνο στην εσωτερική ρύπανση του αέρα του κτιρίου, οι ένοικοι πάσχουν από το «σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου» (sick building syndrome) . Σύμφωνα με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας, εκτιμάται ότι στο 30% περίπου των νέων και των επισκευασμένων κτιρίων, είναι δυνατόν τα άτομα που ζουν εκεί, να εμφανίζουν προβλήματα υγείας, λόγω κακής εσωτερικής ποιότητας της ατμόσφαιρας.

Στα άρρωστα κτίρια παρατηρούνται πολύ μικρά ποσοστά εναλλαγών αέρα λόγω ανεπιτυχούς τρόπου αερισμού, παρουσία χημικής και σωματιδιακής μόλυνσης και χαμηλά επίπεδα καθαριότητας. Ο ανεπαρκής και ακατάλληλος αερισμός περιορίζει σε σημαντικό βαθμό την είσοδο εξωτερικού φρέσκου αέρα με αποτέλεσμα ο εσωτερικός αέρας να μην ανανεώνεται και οι διάφοροι ρύποι να παραμένουν μέσα στο κτίριο. Η μόλυνση οφείλεται στα υλικά δόμησης του κτιρίου, σε εκπομπές ρύπων μέσα στο κτίριο και σε κάποιους ρύπους που εισέρχονται στο κτίριο και παγιδεύονται μέσα σε αυτό.

Επιπλέον, με την υψηλότερη θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων, εξαερώνονται από τα δομικά και στεγανωτικά υλικά, τα έπιπλα και τα είδη γραφείου, διάφορες πτητικές χημικές ενώσεις που συμβάλλουν στην αύξηση του ποσοστού της χημικής μόλυνσης. Η μικροβιακή μόλυνση συνήθως οφείλεται στην αλληλεπίδραση των υψηλών επιπέδων υγρασίας με τις διάφορες ουσίες που υπάρχουν στα υλικά και στους τοίχους. Τα συμπτώματα των άρρωστων κτιρίων εμφανίζονται κυρίως σε κτίρια γραφείων και σε σχολικά κτίρια γιατί εκεί υπάρχουν οι συνθήκες που μπορούν να τα προκαλέσουν όπως η χρήση συσκευών και μηχανημάτων γραφείου καθώς και ο μεγάλος αριθμός ατόμων.

Τα κυριότερα συμπτώματα του «συνδρόμου του άρρωστου κτιρίου» είναι τα παρακάτω:

- η δύσπνοια
- ο ξηρός βήχας
- ο πονόλαιμος
- η ρινόρροια
  
- η δακρύρροια (ερεθισμός στα μάτια)
- ο ερεθισμός του δέρματος (εξανθήματα)
- οι πονοκέφαλοι
- οι ζαλάδες
- η ναυτία
- η πνευματική κόπωση και σύγχυση
- η σωματική κόπωση
- ο λήθαργος
- οι πεπτικές διαταραχές

Τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης παρουσιάζουν τα συμπτώματα: ερεθισμός στα μάτια, πονοκέφαλος, ξηρός λαιμός, κούραση, αδυναμία συγκέντρωσης και δύσπνοια.

Το εσωτερικό περιβάλλον επηρεάζεται από τις δραστηριότητες των ανθρώπων αλλά και από τα συστήματα εξαερισμού των κτιρίων. Οι Sundell et al. (1994) έδειξαν ότι γενικά συμπτώματα του συνδρόμου σχετίζονται με το χαμηλό ποσοστό της ροής ανταλλαγής εσωτερικού-εξωτερικού αέρα. Η ανανέωση του αέρα δε συμβάλλει μόνο στην επίτευξη της βέλτιστης θερμοκρασίας στο χώρο αλλά βοηθάει και στην εξισορρόπηση της σχετικής υγρασίας στο χώρο.



*Εικόνα 2.1 : Το Σύνδρομο του Άρρωστου Κτιρίου*

Ο όρος άρρωστα κτίρια αναφέρεται για κτίρια μέσα στα οποία παρουσιάζονται διάφορα προβλήματα χωρίς απαραίτητα να ξεπερνιούνται τα επιτρεπτά όρια τιμών όλων των παραμέτρων που συντελούν στην εμφάνιση συμπτωμάτων. Ακόμη και ένας συνδυασμός χαμηλής εκπομπής ρύπων με τις κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας μπορεί να προκαλέσει σοβαρό πρόβλημα.

Παρ' όλα αυτά, πολλά κτίρια μπορεί να είναι προβληματικά αλλά όχι άρρωστα. Ο όρος προβληματικά έχει σχέση με κτίρια στα οποία οι άνθρωποι είναι δυσαρεστημένοι με τις συνθήκες που επικρατούν και προσβάλλονται από μια γενική αδιαθεσία μέσα σε αυτά. Τα Ελληνικά κτίρια παρουσιάζουν συμπτώματα ανάλογα με τα συμπτώματα του Συνδρόμου των Άρρωστων κτιρίων σε υψηλό ποσοστό.

## **2.4 Κύριοι Ρύποι στο Κτιριακό Περιβάλλον**

---

### **2.4.1 Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)**

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα ιδιαίτερα τοξικό μη ανιχνεύσιμο άοσμο, άχρωμο και άγευστο αέριο το οποίο είναι προϊόν ατελούς καύσης. Το όριο συγκέντρωσης για το CO σύμφωνα με την ASHRAE είναι 9 ppm για συνεχή 8ωρη έκθεση, ενώ σύμφωνα με την T.O.T.E.E. 2425/86 η μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση είναι τα 55 mg/m<sup>3</sup>.

Κυριότερες πηγές προέλευσης του μονοξειδίου του άνθρακα είναι οι εξατμίσεις αυτοκινήτων, ιδιαίτερα σε κλειστούς χώρους στάθμευσης ή κατά μήκος δρόμων σε περίοδο κυκλοφοριακής αιχμής, και οι εξατμίσεις πάσης φύσεως μηχανών όταν συντελείται ατελής καύση. Τα αυτοκίνητα συνεισφέρουν περίπου 75% στις ανθρωπογενείς πηγές του μονοξειδίου του άνθρακα ενώ η ατελής καύση ορυκτών καυσίμων στη βιομηχανία συνεισφέρει άλλα περίπου 25%.

Ένα μέρος της ποσότητας του μονοξειδίου του άνθρακα που εντοπίζεται στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων προέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον δεδομένου ότι αποτελεί προϊόν αφενός μεν της οδικής κυκλοφορίας, αφετέρου δε της βιομηχανικής δραστηριότητας και των κεντρικών συστημάτων θέρμανσης. Στους εσωτερικούς χώρους το μονοξείδιο του άνθρακα απελευθερώνεται από τη χρήση μαγειρικών συσκευών φυσικού αερίου, κεντρικές θερμάνσεις, ξυλόσομπες, τζάκι, κάπνισμα.

Στα κύρια συμπτώματα που προκαλεί είναι αίσθημα κόπωσης στους υγιείς ανθρώπους και πόνος στο στήθος σε αυτούς που έχουν κάποιο πρόβλημα καρδιάς. Όταν εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό ενώνεται με την αιμοσφαιρίνη και εμποδίζει την κατανομή του οξυγόνου στα κύτταρα. Σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις προκαλεί σύγχυση στην όραση και τον προσανατολισμό, έντονο πονοκέφαλο, ναυτία. Σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις (κυρίως σε περιπτώσεις πυρκαγιάς) μπορεί να αποβεί θανάσιμο αέριο.

## 2.4.2 Το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)

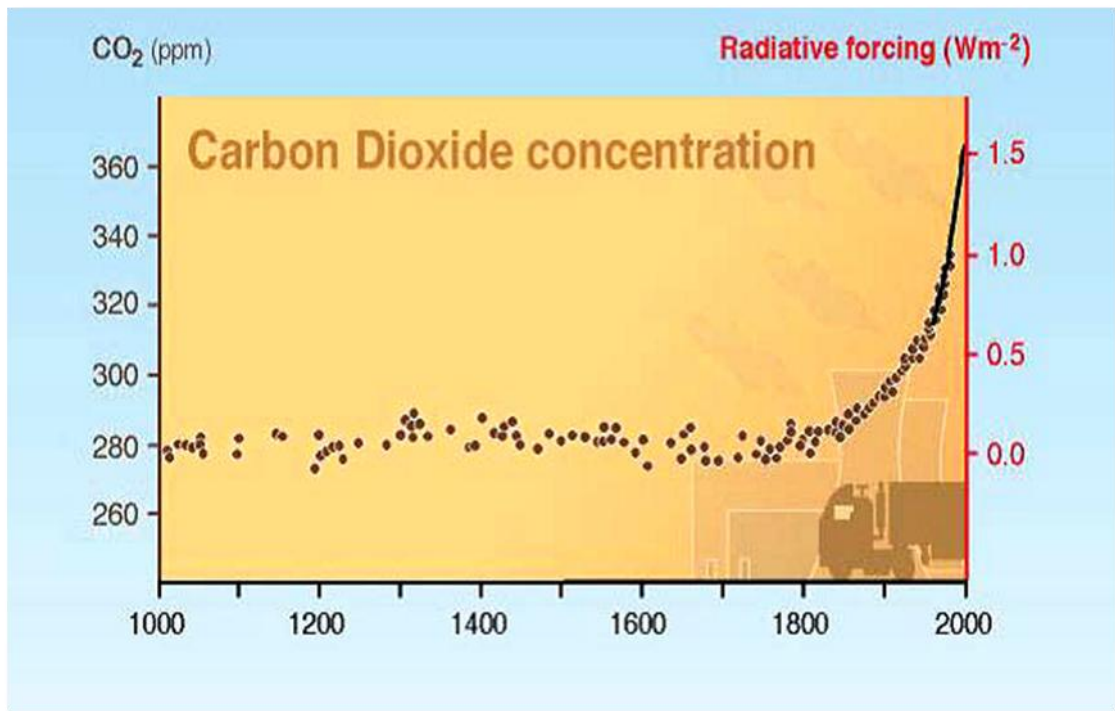
Το διοξείδιο του άνθρακα είναι αέριο που παράγεται φυσικά στην ατμόσφαιρα και είναι επίσης άχρωμο και άοσμο. Η μέση περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε CO<sub>2</sub> είναι 340 μέρη στο εκατομμύριο (ppm). Συνήθως, η συγκέντρωσή του στην ατμόσφαιρα είναι σχετικά σταθερή, χωρίς να παρουσιάζει υψηλή διακύμανση και βρίσκεται μεταξύ 300 και 400 ppm. Ανάλογα με τη συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στους εσωτερικούς χώρους, η ποιότητα του εσωτερικού αέρα μεταβάλλεται σημαντικά, όπως παρατηρείται και από τον πίνακα 2. Προέρχεται από την αναπνοή των ανθρώπων μέσα στο κτίριο και τα μεταβολικά προϊόντα γι αυτό και πολλές φορές χρησιμοποιείται ως δείκτης του αριθμού των ατόμων σ' ένα κτίριο ή αίθουσα. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις προκαλεί υπνηλία, πονοκεφάλους και ζαλάδες.

*Πίνακας 1.1: Χαρακτηριστικά όρια CO<sub>2</sub> και επιπτώσεις στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα.*

Συγκέντρωση	Ποιότητα εσωτερικού αέρα
250-350 ppm	Κανονικές συγκεντρώσεις εξωτερικού αέρα.
600 ppm	Ελάχιστες απαιτήσεις ποιότητας καθαρού αέρα.
600-1000 ppm	Ο αέρας θεωρείται «όχι πολύ καθαρός»
1000 ppm	Δείχνει ανεπαρκή εξαερισμό. Πρέπει να θεωρείται σαν ανώτερο όριο για εσωτερικό αέρα.

Σύμφωνα με την ASHRAE, το όριο συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> για συνεχή 8ωρη έκθεση είναι τα 1000 ppm, ενώ σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας τα 1800 mg/m<sup>3</sup>. Για τα Ελληνικά δεδομένα (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86), η μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση CO<sub>2</sub> είναι τα 9000 mg/m<sup>3</sup>. Παρόλα αυτά, τιμές CO<sub>2</sub> μεγαλύτερες των 600 ppm θεωρούνται πλέον οριακά ανεκτές.

Πηγές CO<sub>2</sub> σε εσωτερικούς χώρους μπορεί να είναι οι θερμάστρες αερίου και κηροζίνης, άλλες συσκευές καύσης, συσκευές που αναπτύσσουν θερμοκρασία λόγω κακού αερισμού τους και κυρίως η ανθρώπινη αναπνοή. Προτεινόμενη μέθοδος προσδιορισμού είναι οι σωλήνες ανίχνευσης με ευαισθησία 0-2000 ppm ή φορητά φασματοφωτόμετρα υπεριώδους ακτινοβολίας (infrared spectrometers).



Σχήμα 2.1: Εξέλιξη της Συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> κατά τη διάρκεια της περασμένης χιλιετίας

### **2.4.3 Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (ΡΑΗ)**

Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες ΠΑΥ (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, ΡΑΗ) είναι σταθερά οργανικά μόρια τα οποία είναι πτητικά και υδρόφοβα. Οι ΡΑΗ είναι μια ολόκληρη κατηγορία ενώσεων (πάνω από 100) με πιο χαρακτηριστικούς εκπροσώπους το

- φαινανθρένιο
- πυρένιο
- βενζο(α)πυρένιο
- χρυσένιο
- ανθρακένιο

Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες παράγονται από ατελείς καύσεις άνθρακα (κάρβουνο, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) και άλλων οργανικών υλικών, ενώ περιέχονται στο μαζούτ και σε λιγνιτικά κοιτάσματα. Μια από τις κυριότερες πηγές παραμένει ο καπνός του τσιγάρου. Επιπλέον, οι ΠΑΥ δημιουργούνται και κατά την παραγωγή και επεξεργασία ανθρακόπισσας, κρεοσώτου, αργού πετρελαίου, ασφάλτου, βαφών, πλαστικών και εντομοκτόνων. Έκθεση σε πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, μπορεί επίσης να προκληθεί από εισπνοή αέρα που προέρχεται από πυρκαγιές ή από ψήσιμο σε ψησταριές. Επιπλέον οι έντονα ψημένες τροφές σε άνθρακα μπορεί να είναι επιβαρυνμένες με πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες.

Οι ΠΑΥ απαντώνται στον αέρα, στο έδαφος και στο νερό. Βρίσκονται συνήθως σαν μίγμα και όχι σε πλήρως καθαρή μορφή. Στην ατμόσφαιρα είναι προσροφημένοι σε σωματίδια σκόνης ή αιθάλης η συσσωματωμένοι με αυτά. Ταξινομούνται στις ημιπτητικές οργανικές ενώσεις αφού μπορούν εύκολα να εξατμιστούν από στερεά η υγρά. Επιπλέον, συμμετέχουν σε διεργασίες καταστροφής τους όπως η κατανομή μεταξύ αέριας και σωματιδιακής φάσης, η αποικοδόμηση και η μεταφορά, αφού με την αλληλεπίδραση ηλιακής ακτινοβολίας, αντιδρούν με άλλα μόρια χημικών ενώσεων που αιωρούνται.



Η καταστροφή και χημική αποικοδόμηση των ΠΑΥ σε στερεά η υγρά γίνεται μερικές φορές και από μικροοργανισμούς αφού αυτοί έχουν τη δυνατότητα να οξειδώνουν τα στοιχεία των ΠΑΥ. Στο νερό οι ΠΑΥ εισάγονται με την απορροή αποβλήτων από τα εργοστάσια και τις βιομηχανίες και επειδή δεν είναι ιδιαίτερα διαλυτοί σε αυτό συσσωματώνονται με άλλα στερεά χημικά και ρυπαίνουν τους υδροφόρους ορίζοντες.

Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες είναι καρκινογόνοι όταν εισπνέονται. Λόγω της πολύ μεγάλης τους πτητικότητας, αυξάνουν πολύ την συγκέντρωση των καρκινογόνων ουσιών στον εσωτερικό αέρα. Έχουν την ικανότητα να προκαλούν καρκινογένεσεις και μεταλλάξεις στα κύτταρα. Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες επιφέρουν καρκίνο των αναπνευστικών οργάνων, των νεφρών, του συκωτιού και του δέρματος.

Οι πιο εκτεθειμένες κατηγορίες πληθυσμού είναι οι εργαζόμενοι σε φούρνους που καίνε λιθάνθρακα. Επιπλέον υπάρχουν ενδείξεις ότι χρόνια έκθεση σε πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, όπως και σε βενζόλιο προκαλεί λευχαιμία ή απλαστική αναιμία. Ο καπνός του τσιγάρου περιέχει μεγάλο αριθμό πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων. Συνήθως το βενζο(α)-πυρένιο βρίσκεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις 5-80 ng ανά τσιγάρο.

Μολονότι είναι αποδεκτό ότι οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες είναι καρκινογόνοι, δεν υπάρχουν επαρκή ποσοτικά δεδομένα συσχετισμού συγκέντρωσης-βλάβης για ανθρώπους. Αυτό οφείλεται στην δυσκολία ποσοτικού προσδιορισμού τους στον ανθρώπινο ιστό λόγω γρήγορου μεταβολισμού τους.

#### **2.4.4 Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (VOC's)**

Οι πτητικές οργανικές ενώσεις (Volatile Organic Compounds) είναι μια μεγάλη ομάδα οργανικών ενώσεων που περιλαμβάνουν αλκάνια, αρωματικούς υδρογονάνθρακες, εστέρες, τριχλωροαιθυλένιο, βενζόλιο, τολουόλιο, κετόνες, αλκοόλες, μεθυλακρυλικά μόρια, ακρολεΐνη και φυτοφάρμακα. Αναφέρονται σε χημικές ουσίες που συγκρατούν διοξείδιο και μπορεί να συμμετέχουν σε φωτοχημικές αντιδράσεις στον περιβαλλοντικό αέρα.

Οι πτητικές οργανικές ενώσεις είναι ενώσεις που βρίσκονται σε αέρια φάση και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ενώ, παράγονται κυρίως από ανθρωπογενείς πηγές, όπως από μπογιές, διαλυτικά και καθαριστικά προϊόντα, χημικά για στεγνό-καθαρισμό (dry-cleaning), κόλλες, ρητίνες, σιλικόνες, χρώματα, αρώματα, υλικά για οροφές και πατώματα, πλαστικοποιητές, προωθητικά spray, μαλακτικά και αποσμητικά, καλλυντικά, πίνακες και διακοσμητικά με βαφές, κεριά και υλικά γυαλίσματος, μαρκαδόρους, αποθηκευμένα καύσιμα, καθώς και κατά το μαγείρεμα. Επιπλέον, πτητικές οργανικές ενώσεις μπορεί να εκλυθούν από στεγνές –ξεραμένες πλαστικές σωληνώσεις οικιακών αποχετεύσεων.

Οι συγκεντρώσεις τους στους εσωτερικούς χώρους είναι 2 έως 10 φορές μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες στο εξωτερικό περιβάλλον και αυτό μπορεί να έχει διάφορες συνέπειες. Οι επιδράσεις στην υγεία εκδηλώνονται με ναυτία, ζαλάδα, ερεθισμό στα μάτια, πονοκέφαλο, κόπωση καθώς και δυσλειτουργίες του αναπνευστικού συστήματος. Ακόμη, έκθεση μεγάλης χρονικής διάρκειας σε αυτές μπορεί να δημιουργήσει βλάβες στο κεντρικό νευρικό σύστημα και κάποιες φορές καρκίνο.

Τα όρια ασφαλείας για κάθε συγκεκριμένη ένωση μπορούν να βρεθούν στο Εγχειρίδιο 'Chemical Information Manual' που είναι διαθέσιμο στην ιστοσελίδα της Υπηρεσίας Ασφάλειας και Υγείας στους Χώρους Εργασίας (OSHA - Occupational Safety and Health Administration). Σύμφωνα με μελέτες<sup>1</sup>, οι συγκεντρώσεις των VOC ταξινομούνται σε 4 κατηγορίες, ανάλογα με τις συνέπειες που μπορούν να προκαλέσουν στην υγεία, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 2.2 : Ταξινόμηση VOC's με βάση τις επιπτώσεις στην υγεία**

Ολική Συγκέντρωση	Δυσφορία και Εμφάνιση Ερεθισμών	Κλίμακα Έκθεσης
Έως 0.2 mg/m <sup>3</sup> (έως 0.05 ppm)	Κανένας ερεθισμός ή δυσφορία	Κλίμακα Άνεσης
Από 0.2 mg/m <sup>3</sup> έως 3,0 mg/m <sup>3</sup> (από 0.05 έως 0.80 ppm)	Πιθανός ερεθισμός ή δυσφορία ανάλογα με την αλληλεπίδραση με τους άλλους παράγοντες	Κλίμακα Έκθεσης σε πολλούς παράγοντες
Από 3,0 mg/m <sup>3</sup> έως 25 mg/m <sup>3</sup> (0.80 έως 6.64 ppm)	Εμφάνιση συμπτωμάτων - Πιθανή εμφάνιση πονοκεφάλου ανάλογα με την επίδραση άλλων παραγόντων	Κλίμακα Δυσφορίας
Πάνω από 25 mg/m <sup>3</sup> (πάνω από 6.64 ppm)	Επιπρόσθετες νευροτοξικές συνέπειες εκτός από τον πονοκέφαλο είναι δυνατό να εμφανιστούν	Κλίμακα Τοξικής Έκθεσης

<sup>1</sup> A. Molhave L., Human reactions to controlled exposures to VOC's and the "total VOC" concept. In: H. Knoppel and P. Wolkoff (eds.), Chemical, Microbiological, Health and Comfort Aspects of Indoor Air Quality - State of the art in SBS, Netherlands 1992, pp 247-261,

B. Molhave L., Volatile Organic Compounds, Indoor Air Quality and Health. In: Walkinshaw (ed.), Proceedings of Indoor Air 90, Toronto 1990, Vol.5, pp 15-33

C. Molhave L., Evaluations of VOC emissions from materials and products: solid flooring materials. In: Maroni M. (ed.), Proceedings of Healthy Buildings, '95, Milano 1995, Vol. 1, pp 145-162

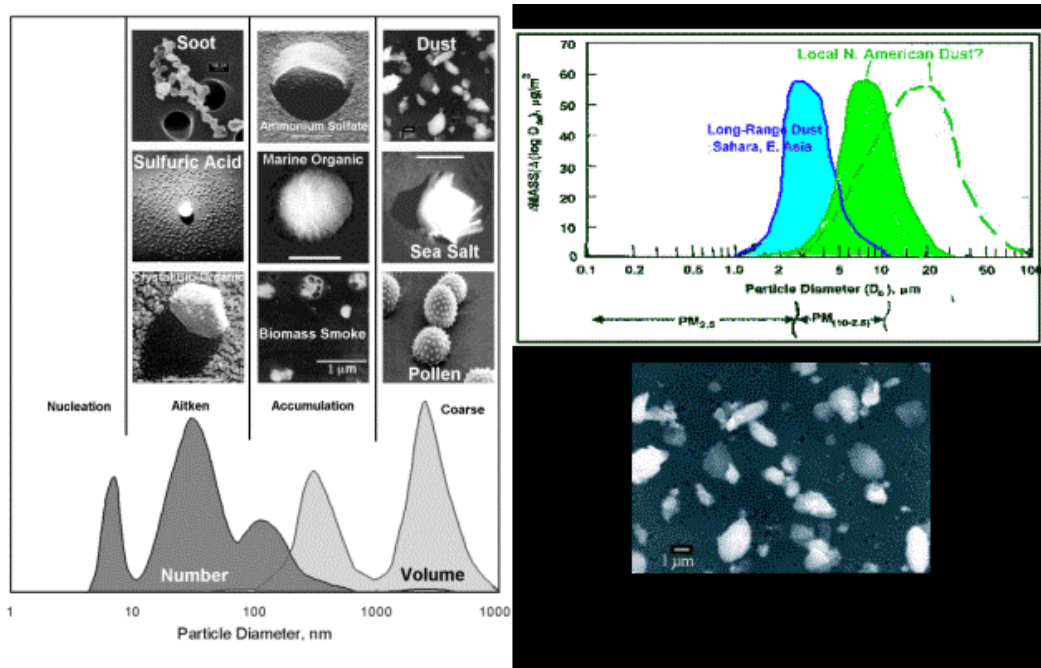
### 2.4.5 Σωματιδιακή Ρύπανση (aerosols)

Ο όρος σωματίδια περιγράφει μια μεγάλη ποικιλία ατμοσφαιρικής ύλης. Τα Αιωρούμενα Σωματίδια είναι στερεά ή υγρά με διάμετρο (D) μεταξύ 0,002  $\mu\text{m}$  και 100  $\mu\text{m}$ . (πιο σημαντική περιοχή μεταξύ 0.02  $\mu\text{m}$  και 10  $\mu\text{m}$ ). Τα σωματίδια λέγονται και Αερολύματα (aerosol) και είναι εναιώρηματα ή συσσωματώματα (σταθερών) στερεών ή υγρών σωματιδίων, αερίων ρύπων και υδρατμών στον αέρα.

Τα σωματίδια διακρίνονται σε πρωτογενή και δευτερογενή:

- Πρωτογενή σωματίδια είναι αυτά που εκπέμπονται απευθείας στην ατμόσφαιρα. (π.χ. καπνιά από καύσεις, σκόνη από το έδαφος, θαλάσσια σωματίδια)
- Δευτερογενή σωματίδια είναι αυτά που σχηματίζονται μέσω χημικών αντιδράσεων. (φωτοχημική ρύπανση)

Τα χαρακτηριστικά ενός πληθυσμού σωματιδίων είναι: ο αριθμός, η μάζα, η διάμετρος, η επιφάνεια, οι αεροδυναμικές και οπτικές ιδιότητες. Σημαντική επίδραση στην ανθρώπινη υγεία έχουν τα σωματίδια με  $D \leq 10 \mu\text{m}$ .



Εικόνα 3.2: Μορφή και Μάζα των Αιωρούμενων Σωματιδίων σε σχέση με τη Διάμετρο τους

Η ρύπανση από τα αιωρούμενα σωματίδια αποτελείται από συστατικά τα οποία είτε εκπέμπονται άμεσα στην ατμόσφαιρα ή είναι αποτέλεσμα μετασχηματισμού αερίων ρύπων τα οποία μεταφέρονται ταχύτατα με την κίνηση του αέρα στο εσωτερικό. Τα σωματίδια είναι ένας από τους έξι συμβατικούς ρύπους οι οποίοι έχουν αποδειχθεί επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Οι πηγές σωματιδιακής ρύπανσης μπορούν να εκπέμπουν απευθείας σωματίδια ή εκπέμπουν πρόδρομες ενώσεις όπως διοξείδιο του θείου, διοξείδιο του αζώτου και πτητικές οργανικές ενώσεις οι οποίες μετασχηματίζόμενες μέσω χημικών αντιδράσεων σχηματίζουν σωματίδια. Κύρια πηγή εκπομπής σωματιδίων στο εσωτερικό περιβάλλον είναι το κάπνισμα.



**Κινητές πηγές**  
VOCs, NO<sub>2</sub>, PM



**Σημειακές πηγές**  
NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM



**Πηγές περιοχής**  
VOCs



**Βιογενείς πηγές**  
PM

*Εικόνα 4.3: Πηγές Αιωρούμενων Σωματιδίων και πρόδρομων ενώσεων αυτών*

Οι σωματιδιακοί ρύποι του αέρα καθορίζονται από την κατανομή του μεγέθους τους γιατί έχει σχέση με τη κίνηση και τους μηχανισμούς τους και από τη χημική τους σύνθεση η οποία έχει σχέση με τις πηγές από τις οποίες προέρχονται.

## 2.5 Τα Αιωρούμενα Σωματίδια (PM)

---

Τα αιωρούμενα σωματίδια PM (Particulate Matter) είναι ένα πολύπλοκο μείγμα εξαιρετικά μικρών σωματιδίων και υγρών σταγονιδίων τα οποία αποτελούνται από μια σειρά στοιχείων συμπεριλαμβανόμενων οξέων(όπως τα νιτρικά και θειικά), οργανικών χημικών ουσιών, μετάλλων και σωματιδίων σκόνης. Πρόκειται δηλαδή για συσσωματώματα μορίων υγρής και στερεάς φάσης που βρίσκονται σε διάφορες συγκεντρώσεις στον ατμοσφαιρικό αέρα. Αποτελούν μια ειδική κατηγορία ρύπων των οποίων η υπερβολική παρουσία στον αέρα του εσωτερικού περιβάλλοντος συμβάλλει σε μια σειρά από αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία καθώς και σε υλικές ζημιές εντός των εσωτερικών χώρων.

Η ατμόσφαιρα περιέχει αιωρούμενα σωματίδια τα οποία βρίσκονται σε ποικιλία τόσο στη συγκέντρωση όσο και στα μορφολογικά, στα χημικά και τα φυσικά χαρακτηριστικά. Δύο είναι οι μηχανισμοί εισαγωγής των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα, είτε εκπέμπονται και αιωρούνται κατευθείαν στην ατμόσφαιρα ή παράγονται δευτερογενώς στην ατμόσφαιρα μέσω της πυρηνοποίησης. Τα αιωρούμενα σωματίδια είναι δυνατόν να γίνουν το μέσο μεταφοράς διαφόρων επιβλαβών χημικών ουσιών καθώς και βιολογικών ρυπαντών, οι οποίοι απορροφώνται ή προσκολλούνται πάνω στα σωματίδια. Τα βασικά χαρακτηριστικά των αιωρούμενων σωματιδίων είναι το μέγεθος και η χημική τους σύσταση.

Το μέγεθος των σωματιδίων είναι άμεσα συνδεδεμένο με την πρόκληση προβλημάτων υγείας. Αναλόγως της διαμέτρου και του όγκου τους, προσδιορίζεται η προέλευσή τους και οι επιβαρύνσεις στην υγεία. Τα ατμοσφαιρικά σωματίδια χαρακτηρίζονται ανάλογα με το μέγεθός τους ως μικρά (0.1 - 1.0  $\mu\text{m}$ ) και αδρά (2.0 - 50  $\mu\text{m}$ ). Συγκεκριμένα είναι :

- $D > 2.0 \mu\text{m}$  χονδρά σωματίδια
- $0.1 \mu\text{m} < D < 1.0 \mu\text{m}$  περιοχή συσσώρευσης
- $D < 0.1 \mu\text{m}$  πυρήνες Aitken

Τα χονδρά σωματίδια  $D > 2 \mu\text{m}$  (coarse) προέρχονται κυρίως από μηχανικές διεργασίες. Λόγω μεγέθους καθιζάνουν ή ξεπλένονται από την βροχή. Χημικά η σύστασή τους αντανακλά την πηγή προέλευσής τους (πλειοψηφία σωματιδίων βιογενούς προέλευσης).

Σωματίδια με εύρος  $0.1-1.0 \mu\text{m}$  σχηματίζονται από την συμπύκνωση ατμών από προϊόντα καύσης και από ατμοσφαιρική σκόνη αλλά είναι αρκετά ελαφριά και παραμένουν στην ατμόσφαιρα για μήνες. Αυτά τα σωματίδια είναι υπεύθυνα για την ομίχλη και τη μείωση της ορατότητας και συμμετέχουν σε συγκρούσεις και συσσωματώσεις. Τα σωματίδια ανήκουν στην περιοχή συνάθροισης ή συσσώρευσης (accumulation).

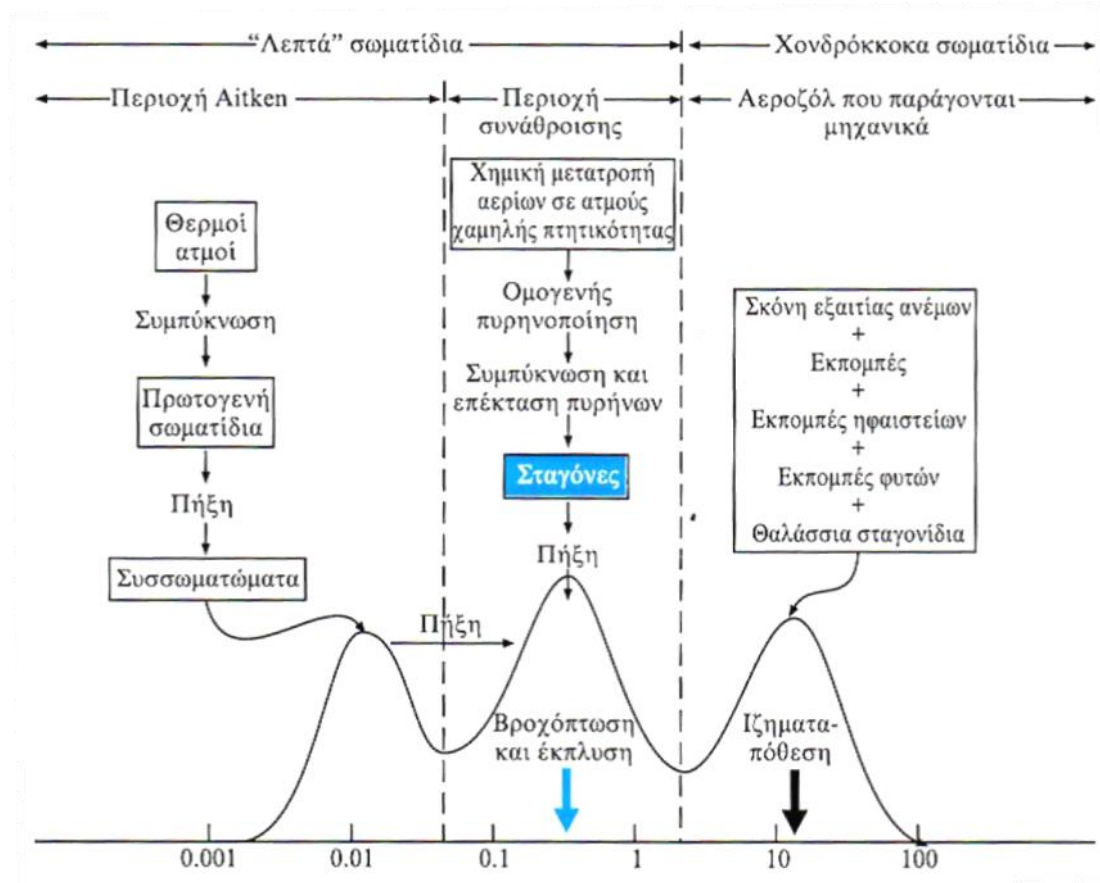
Τα σωματίδια στην τάξη συσσώρευσης (accumulation) προκύπτουν εκτός από συμπύκνωση ατμών και από συσσωμάτωση Aitken σωματιδίων μεταξύ τους ή με σωματίδια της τάξης συσσώρευσης. Χημικά αποτελούνται από ανόργανα ιόντα και οργανικά. Τα σωματίδια στη περιοχή συσσωμάτωσης αποτελούν το 5% του αριθμού των σωματιδίων αλλά περίπου 50% της μάζας.

Τα σωματίδια Aitken αποτελούν 95% ή και περισσότερο του συνολικού αριθμού σωματιδίων αλλά μόνο ένα μικρό ποσοστό της συνολικής μάζας. Οι καύσεις παράγουν σωματίδια τόσο στην περιοχή Aitken όσο και στην περιοχή συσσώρευσης. Το ποσοστό εξαρτάται από τη φύση της διαδικασίας καύσης και την αραίωση με τον περιβάλλοντα αέρα.

Τα σωματίδια συμμετέχουν και στην σκέδαση του φωτός. Η σκέδαση του φωτός από τα σωματίδια οφείλεται κυρίως στα σωματίδια με διαμέτρους  $0.1 \leq D \leq 1.0 \mu\text{m}$ . Έτσι απομακρύνουν ένα μέρος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας με αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας. Τα σωματίδια όμως μπορούν και να απορροφήσουν ηλιακή ακτινοβολία με κύριο εκπρόσωπο τον στοιχειακό άνθρακα. Άρα τα σωματίδια μπορούν να προκαλέσουν ταυτόχρονα θέρμανση και ψύξη της ατμόσφαιρας. Επιπλέον δρουν και σαν σταγόνες συμπύκνωσης προκαλώντας το σχηματισμό νεφών.

Τα σωματίδια με εύρος το πολύ 10 μm εισάγονται στην ατμόσφαιρα από την επιφάνεια της γης και της θάλασσας. Η σωματιδιακή ύλη στα ~10 μm είναι κυρίως άμμος, θαλάσσιο αλάτι, σωματίδια από φυτικούς οργανισμούς. Υφίσταται ένας κύκλος συνεχούς δράσης κατά τον οποίο δημιουργούνται σωματίδια μεγαλύτερα και τελικά όταν γίνουν αρκετά μεγάλα απομακρύνονται από την ατμόσφαιρα με ξηρή και υγρή εναπόθεση.

Στο εύρος των μεγεθών <0.1 μm βρίσκονται πυρήνες Aitken και ιόντα που είναι σε διαρκή κίνηση. Αυτά τα σωματίδια θεωρείται ότι δεν συμμετέχουν στο σχηματισμό νεφών. Πιθανές πηγές τους είναι καταγίδες σκόνης, ηφαίστεια, πυρκαγιές δασών, εξατμίσεις αυτοκινήτων, φωτο-οξειδωτικές αντιδράσεις και βιομηχανικές πηγές.



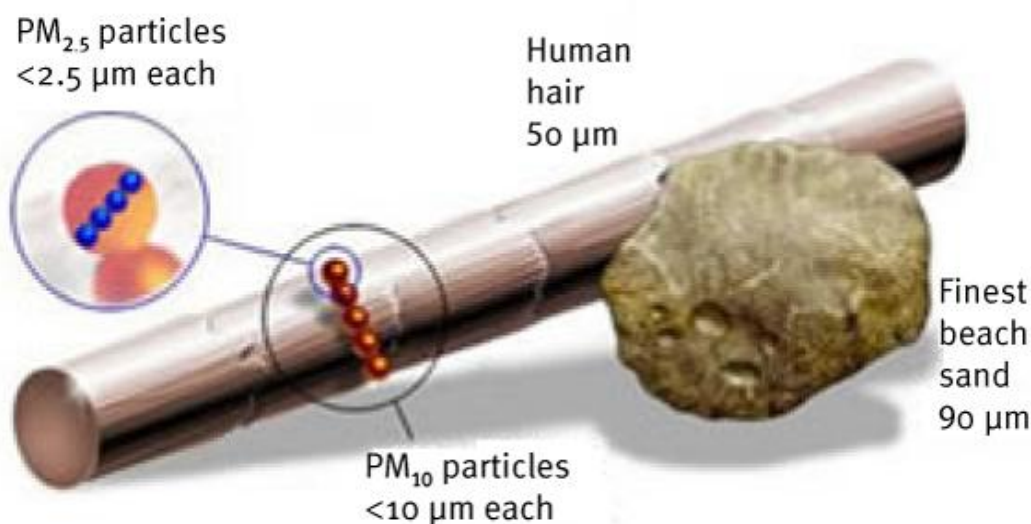
Σχήμα 2.3 : Σχηματική αναπαράσταση της κατανομής επιφανείας των αιωρούμενων σωματιδίων, των πηγών και των μηχανισμών τους στην ατμόσφαιρα. <sup>2</sup>

<sup>2</sup> Seinfeld and Pandis, 1997



Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας έχει μελετήσει με ιδιαίτερο ενδιαφέρον τα σωματίδια που εισχωρούν στο αναπνευστικό σύστημα. Τα σωματίδια αυτά είναι ταξινομημένα ανάλογα με τη διάμετρό τους στις τάξεις μεγεθών: <math><1.0 \mu\text{m}</math>, <math><2.5 \mu\text{m}</math>, <math><5.0 \mu\text{m}</math> και <math><10.0 \mu\text{m}</math>. Είναι ευρέως γνωστά στους επιστημονικούς κλάδους ως *PM*. Τα PM μετρώνται συνήθως στις κλίμακες μεγεθών :  $PM_1$  ,  $PM_{2.5}$  ,  $PM_5$  και  $PM_{10}$  δηλαδή αναφέρονται στις κλάσεις <math><1.0 \mu\text{m}</math>, <math><2.5 \mu\text{m}</math>, <math><5.0 \mu\text{m}</math> και <math><10.0 \mu\text{m}</math>.

Τα  $PM_{10}$  αναφέρονται σε σωματίδια με διάμετρο που είναι μικρότερη από 10 μικρά ( $\mu\text{m}$ ) ή το 1/5 περίπου της διαμέτρου της ανθρώπινης τρίχας (Εικόνα) . Είναι ατμοσφαιρικός ρύπος που προκαλεί ιδιαίτερη ανησυχία γιατί εμφανίζεται τακτικά σε υψηλά επίπεδα σε αστικές περιοχές. Μπορούν εύκολα να προκαλέσουν επιβλαβείς επιπτώσεις στην υγεία, ιδιαίτερα στους ηλικιωμένους και τα βρέφη. Καταφέρνουν να διεισδύσουν μέχρι το ανωτέρω μέρος της αναπνευστικής οδού και των πνευμόνων. Τα  $PM_{2.5}$  περιγράφουν τα σωματίδια με διάμετρο που είναι μικρότερη η ίση με 2,5  $\mu\text{m}$  . Θεωρούνται μαζί με τα  $PM_1$  υπαίτια για πιο σοβαρά προβλήματα στην υγεία δεδομένου ότι μικρότερα σωματίδια μπορούν και ταξιδεύουν πιο βαθιά στους πνεύμονες και τους βρόγχους και άρα προκαλούν περισσότερες βλαβερές συνέπειες.



*Εικόνα : Μεγέθη αιωρούμενων σωματιδίων σε σύγκριση με την ανθρώπινη τρίχα*

Το ανώτατο επιτρεπτό όριο που έχει θεσπίσει η Ευρωπαϊκή Κοινότητα για τα  $PM_{10}$  είναι  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  ενώ για τα  $PM_{2.5}$  είναι τα  $25\mu\text{g}/\text{m}^3$  με έτος έναρξης εφαρμογής το 2010. Για τα  $PM_1$  δεν έχει θεσπιστεί ακόμη ανώτατο όριο.

Οι συγκεντρώσεις των σωματιδίων PM<sub>10</sub> και PM<sub>2.5</sub> στη χώρα μας βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η διάμετρος των σωματιδίων εκτός των άλλων έχει να κάνει και με το χρόνο παραμονής στον αέρα. Ενώ η βροχή και οι κατάλληλες μετεωρολογικές συνθήκες μπορούν να καθαρίσουν την ατμόσφαιρα από τα PM<sub>10</sub> μέσα σε λίγες ώρες, εντούτοις, τα PM<sub>2,5</sub> και τα PM<sub>1</sub> μπορούν να παραμείνουν για ημέρες ή ακόμη και εβδομάδες με αποτέλεσμα να είναι εύκολη η μεταφορά τους από τον άνεμο από μία περιοχή στην άλλη.

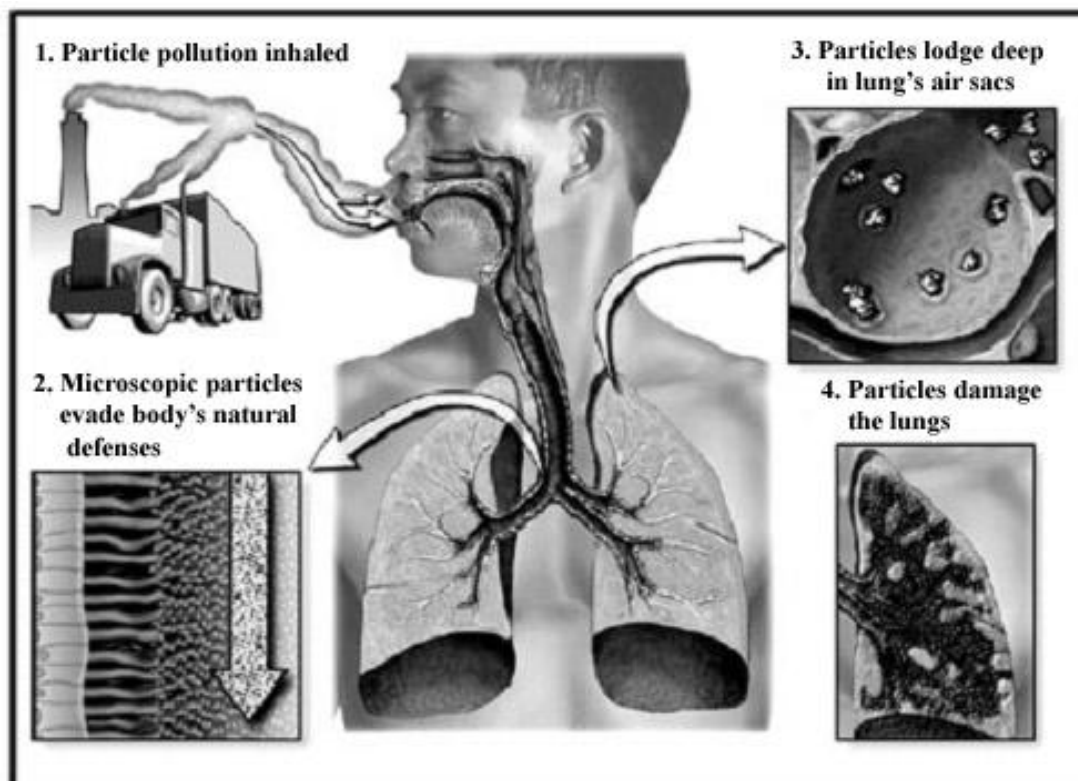
Η ταξινόμηση των αιωρούμενων σωματιδίων, αναφορικά με τη χημική τους σύσταση, περιλαμβάνει τα σωματίδια που περιέχουν θειικά, νιτρικά, αμμωνιούχα άλατα καθώς και ενώσεις με βάση τον άνθρακα. Τα τελευταία, διαχωρίζονται σε αυτά που περιέχουν οργανικό άνθρακα (organic carbon: OC) και αυτά που περιέχουν κυρίως αιθάλη (black carbon: BC).

Τα σωματίδια OC προέρχονται από χημικές διαδικασίες καύσης, ενώ τα BC προέρχονται από καύση βιομάζας και καύση ορυκτών καυσίμων. Τα OC σωματίδια και αυτά που περιέχουν θειικά άλατα προκαλούν έντονη σκέδαση της ηλιακής ακτινοβολίας που έχει ως αποτέλεσμα την τοπική ψύξη της ατμόσφαιρας (φαινόμενο που στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται ως 'direct cooling effect'). Αντίθετα, τα σωματίδια BC και αυτά που περιέχουν άλατα πυριτίου και σιδήρου (mineral dust) απορροφούν έντονα την ηλιακή και τη γήινη υπέρυθη ακτινοβολία, με αποτέλεσμα να προκαλούν τοπική θέρμανση της ατμόσφαιρας (φαινόμενο που στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται ως 'direct warming effect')

Βασικές πηγές προέλευσης και δημιουργίας των αιωρούμενων σωματιδίων στην εξωτερική ατμόσφαιρα είναι οι διαδικασίες καύσης, είτε από ανθρωπογενείς αιτίες όπως εκπομπές από τα αυτοκίνητα, από τους καυστήρες και τις καμινάδες και βιομηχανικές-εργοστασιακές διεργασίες ή και από φυσικές αιτίες φαινομένων ανάφλεξης, καύσης και οξείδωσης.

Τα μικρά σωματίδια εκπέμπονται από τις μηχανές εσωτερικής καύσεως και είναι υπεύθυνα για τα σημαντικότερα προβλήματα υγείας ενώ τα αδρά σωματίδια που έχουν μεγαλύτερη διάμετρο αρκετές φορές εμποδίζονται από τις ανώτερες οδούς του

αναπνευστικού συστήματος και δεν καταφέρνουν να φθάσουν στους πνεύμονες, παραμένουν όμως στη ρινολαρυγγική κοιλότητα.



*Εικόνα : Σχηματική αναπαράσταση των επιπτώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων*

Καθώς οι άνθρωποι περνούν τον περισσότερο καιρό σε εσωτερικούς χώρους, οι αυξημένες συγκεντρώσεις μπορούν να προκαλέσουν ανεπιθύμητες ενέργειες στην υγεία, επομένως είναι απαραίτητο να δοθεί μεγάλη προσοχή στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Δεδομένου ότι ένα μεγάλο μέρος εσωτερικών αιωρούμενων σωματιδίων και αερολυμάτων προέρχονται από τον εξωτερικό αέρα, είναι ουσιαστικής σημασίας η μελέτη της μεταφοράς των σωματιδίων από το εξωτερικό στο εσωτερικό. Κατά τη διάρκεια της μετακίνησης τα σωματίδια εγκαθίστανται σε εσωτερικά μέρη.

### **2.5.1 Μηχανισμοί της Δυναμικής των Αιωρούμενων Σωματιδίων στον Εσωτερικό χώρο**

Η Εναπόθεση Αιωρούμενων Σωματιδίων (Deposition) στις επιφάνειες και στις ρωγμές του κτιρίου σε εσωτερικούς χώρους είναι μία από τις σημαντικότερες διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα εντός κτιρίων που δεν αερίζονται επαρκώς και παίζει σπουδαίο ρόλο στη διαμόρφωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα ,στο ενεργειακό ισοζύγιο, στις απώλειες θερμότητας και στις γενικότερες συνθήκες άνεσης. Είναι το φαινόμενο κατά το οποίο τα σωματίδια του εσωτερικού αέρα σ ένα χώρο λόγω των δυνάμεων που τους ασκούνται καθώς βρίσκονται εγκλωβισμένα μέσα σε αυτόν, αναγκάζονται να μετακινηθούν και να μεταναστεύσουν από τον ρευστό αέρα προς μία επιφάνεια εντός του χώρου. Αυτό έχει σημαντική επίδραση στις συγκεντρώσεις των σωματιδίων εσωτερικών χώρων.

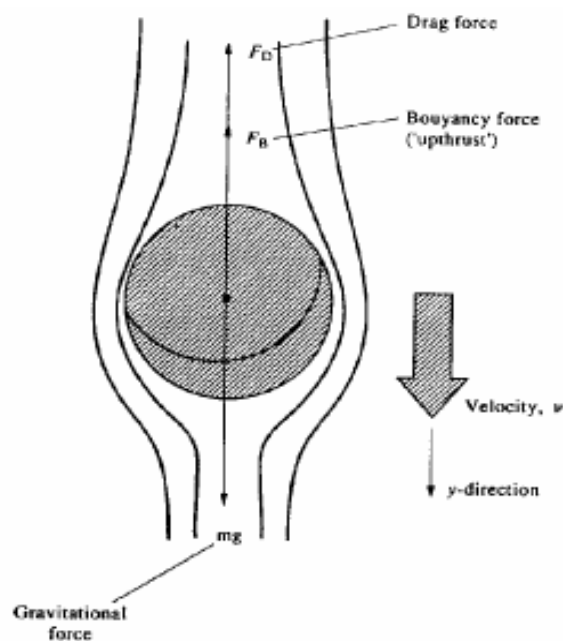
Μηχανισμοί εναπόθεσης σωματιδίων μέσω των κενών και των ρωγμών των κτιρίων θα πρέπει να θεωρούνται οι παρακάτω : Βαρυτική εναπόθεση (καθίζηση) η οποία προκαλείται από το βάρος των σωματιδίων, Εναπόθεση διάχυσης Brown η οποία προκαλείται από τη διάχυση και τη Brown κίνηση των σωματιδίων μέσα στο χώρο και Ενσφήνωση λόγω αδράνειας ή αλλιώς Αδρανειακή πρόσκρουση .

- Η βαρυτική εναπόθεση συντελείται κατά την κίνηση ενός σωματιδίου σε στάσιμο κυρίως ρευστό-αέρα, η οποία επηρεάζεται από τις εξωτερικές δυνάμεις του πεδίου βαρύτητας.

- Η εναπόθεση λόγω μοριακής διάχυσης πραγματοποιείται όταν τα σωματίδια εκτελούν μια ακανόνιστη κίνηση λόγω των αλληπάλληλων τυχαίων κρούσεων των μορίων του ρευστού , που ονομάζεται κίνηση Brown , η οποία έχει ως αποτέλεσμα τη καθαρή μεταφορά των σωματιδίων από περιοχές υψηλής συγκέντρωσης σε περιοχές χαμηλής συγκέντρωσης .

- Η αδρανειακή πρόσκρουση αφορά την κίνηση κατά την οποία το αιωρούμενο σωματίδιο δε μπορεί να ακολουθήσει την τροχιά του ρευστού λόγω της αδράνειάς του, συνεπώς αποκλίνει από αυτήν και προσκρούει στην επιφάνεια του χώρου.

Ορισμένες μελέτες υποστηρίζουν ότι η αδράνεια δεν είναι τόσο σημαντικός μηχανισμός ώστε ένα σωματίδιο με αρκετή αδράνεια που μπορεί να χαθεί από πρόσκρουση σε επιφάνεια, να χαθεί από καθίζηση, αλλά, εάν η ρωγμή δεν είναι αρκετά μεγάλη ώστε το σωματίδιο να καθιζήσει λόγω βαρύτητας, τότε η αδράνεια δε μπορεί να αγνοηθεί.



*Εικόνα : Δυνάμεις που ασκούνται σε ένα σωματίδιο κατά τη βαρυντική εναπόθεση  
( Δύναμη Αντίστασης, Δύναμη Άνωσης, Δύναμη Βαρύτητας)*

Η Εναπόθεση σωματιδίων σε εσωτερικούς χώρους μπορεί να έχει θετικές και αρνητικές συνέπειες. Οι αρνητικές επικεντρώνονται στην φθορά των υλικών από την επίδραση των μεγάλων και ενεργά χημικών σωματιδίων ενώ οι θετικές στο γεγονός ότι τα σωματίδια που εναποτίθενται σε μια επιφάνεια δεν μπορούν να εισέλθουν στο ανθρώπινο αναπνευστικό σύστημα εκτός κι αν υπάρχουν κατάλληλες συνθήκες επαναιώρησης η οποία συντελείται ευκολότερα κυρίως στα μικρά σωματίδια  $<1.0 \mu\text{m}$ .

Η **Επαναιώρηση** των σωματιδίων κατά τη διάρκεια εσωτερικών δραστηριοτήτων είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την εσωτερική συγκέντρωση των σωματιδίων στα κτίρια και μπορεί να παρέχει μια πηγή επαναιωρούμενων ρύπων σε εσωτερικούς χώρους. Μπορεί επίσης να οδηγήσει στη

μεταφορά μολυσματικών παραγόντων από το δάπεδο του χώρου στον αέρα και από εκεί στα τρόφιμα και σε ανθρώπινη έκθεση. Τα σωματίδια που έχουν εναποτεθεί και επαναιωρούνται στον αέρα διεισδύουν στο αναπνευστικό σύστημα. Υπάρχουν λίγες μελέτες που έχουν ερευνήσει διεξοδικά το φαινόμενο της επαναιώρησης. Οι Thatcher και Layton (1995) παρατήρησαν αύξηση της εσωτερικής συγκέντρωσης υπόμικρων σωματιδίων κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων σε μία κατοικία. Οι Ferro et al (2004) ποσοτικοποίησαν τους ρυθμούς εκπομπής μάζας των PM<sub>2.5</sub> και PM<sub>5.0</sub> σε σχέση με οικιακές δραστηριότητες και οι Kildeso et al (1999) ανέπτυξαν μια πειραματική τεχνική μέτρησης της επαναιωρούμενης σκόνης από τα χαλιά.

Ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο παίζει ο αριθμός των σωματιδίων που καταφέρνουν να διεισδύσουν στο εσωτερικό των κτιρίων. Το φαινόμενο αυτό αναφέρεται ως **Διείσδυση Σωματιδίων**. Έχει διαπιστωθεί ότι ο ρυθμός εναλλαγής του αέρα (air exchange rate) έχει άμεση σχέση με το ρυθμό μετάδοσης σωματιδιακών ρύπων εξωτερικού αέρα στο εσωτερικό περιβάλλον, καθώς επίσης ότι το μέγεθος των σωματιδίων και το ύψος των σχισμών και των ρωγμών διαρροής του κτιριακού κελύφους αποτελούν δύο κύριους παράγοντες που καθορίζουν την κλασματική διείσδυση των σωματιδίων (Penetration). Εκτός από αυτά, και το υλικό του κελύφους είναι βασικός συντελεστής που επηρεάζει την εναπόθεση σωματιδίων όλων των κατανομών μεγέθους στις επιφάνειες, στις σχισμές και στις χαραμάδες (cracks) του κτιρίου.

Αναλύοντας αυτές τις παραμέτρους, λαμβάνοντας υπόψη και τις μετεωρολογικές συνθήκες της περιοχής που βρίσκεται το υπό μελέτη κτίριο και κάνοντας επεξεργασία όλων των στοιχείων, η συνολική διείσδυση σωματιδίων διαμέσου του κτιριακού κελύφους μπορεί να προσδιοριστεί. Στις περισσότερες κτιριακές μελέτες χρησιμοποιείται ως υπόθεση ότι η γεωμετρία της ρωγμής είναι ομοιόμορφη, ότι η εσωτερική επιφάνεια είναι λεία και ότι η ροή του αέρα μέσα από το ρήγμα είναι σταθερή και γραμμική.

## 2.5.2 Αεροδυναμική διάμετρος

Το κριτήριο που καθιστά τα σωματίδια περισσότερο ή λιγότερο επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία, είναι το μέγεθός τους, το οποίο περιγράφεται από τον όρο της αεροδυναμικής διαμέτρου. Το μέγεθος αυτό καθορίζει σε ποιον ιστό του ανθρώπινου οργανισμού εναποτίθενται τα σωματίδια κατά την εισπνοή. Χρησιμοποιείται επίσης για τον προσδιορισμό της εναπόθεσης των σωματιδίων πάνω σε επιφάνειες, καθώς και για τον καθορισμό του μέσου απομάκρυνσης των σωματιδίων από τους χώρους (φίλτρα).

Η αεροδυναμική διάμετρος ορίζεται σαν την διάμετρο μιας σφαίρας μοναδιαίας πυκνότητας  $1\text{gr/cm}^3$  που έχει την ίδια οριακή ταχύτητα με το αντίστοιχο σωματίδιο, είναι:

$$D_a = D_g * k (\rho_p / \rho_0)^{1/2}$$

Όπου  $D_g$  = η γεωμετρική διάμετρος

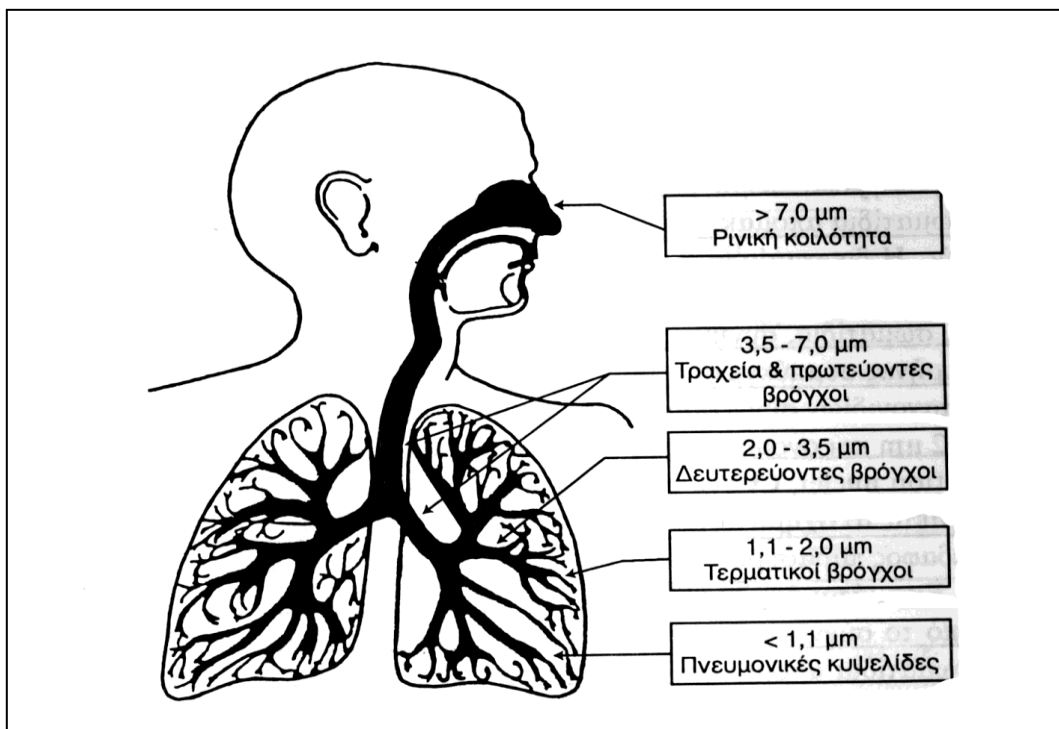
$\rho_p$  = η πυκνότητα του σωματιδίου αγνοώντας την άνωση

$\rho_0$  = η πυκνότητα αναφοράς ( $1\text{gr/cm}^3$ )

$k$  = παράμετρος σχήματος η οποία για σφαίρα είναι μονάδα.

Η αεροδυναμική διάμετρος έχει άμεση σχέση τόσο με το χρόνο παραμονής των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα όσο και με την εναπόθεση τους στο αναπνευστικό σύστημα. (Εικόνα )

Τα αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία καθορίζονται από την απόθεση των σωματιδίων στην περιοχή της αναπνευστικής οδού, στη θωρακική περιοχή και στους πνεύμονες. Το μέγεθος των σωματιδίων που έχει σημασία για την ανθρώπινη υγεία κυμαίνεται μεταξύ 0,1-10  $\mu\text{m}$  αεροδυναμικής διαμέτρου. Σωματίδια με μέγεθος μεγαλύτερο από 15  $\mu\text{m}$  δεν θεωρούνται εισπνεύσιμα. Σωματίδια με μέγεθος μεταξύ 10 και 15  $\mu\text{m}$  εναποτίθενται στη ρινοφαρυγγική κοιλότητα, τη μύτη και το άνω μέρος της αναπνευστικής οδού, οπότε και δεν εισχωρούν βαθύτερα στην αναπνευστική οδό. Αντίθετα, τα μικρά σωματίδια μπορούν να φτάσουν μέχρι και τους πνεύμονες. Για σωματίδια διαμέτρου 10  $\mu\text{m}$  το 80% της μάζας τους είναι εισπνεύσιμο, το 50% θωρακικό ενώ μικρό ποσό είναι αναπνεύσιμο. Αντίθετα, το 90% της μάζας των μικρών σωματιδίων ( $d < 2,5 \mu\text{m}$ ) είναι αναπνεύσιμο.

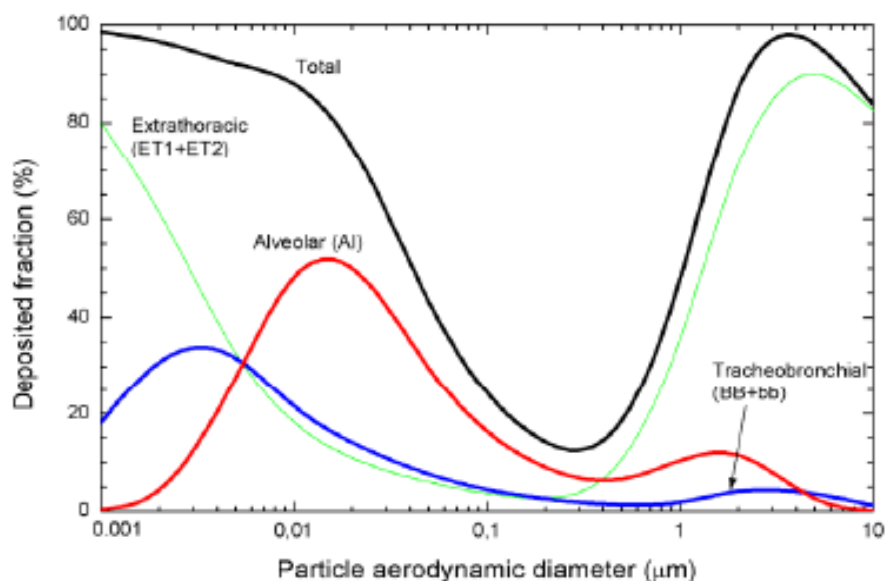


*Εικόνα : Διείσδυση των σωματιδίων στο αναπνευστικό σύστημα.*

Ένα άλλο χαρακτηριστικό στοιχείο για τα σωματίδια είναι ο χρόνος καθόδου των σωματιδίων. Ενδεικτικά αναφέρεται πως ο χρόνος καθόδου για τις ανθρώπινες τρίχες είναι 5 δευτερόλεπτα, για την τυπική γύρη 5 λεπτά, για τα βακτήρια 10 ώρες ενώ για τους ιούς 10 ημέρες. Επιπλέον τα σωματίδια είναι κυρίως υπεύθυνα και για αυτό που ονομάζουμε σκόνη.

Η σκόνη ανήκει στην κατηγορία των σωματιδιακών ρύπων και εντοπίζεται ως ένα βαθμό σε κάθε σπίτι, σχολείο, γραφείο ή εργασιακό χώρο. Η σκόνη και τα κατάλοιπα αυτής επικάθονται σε οποιαδήποτε επιφάνεια και δομικό στοιχείο μέσα στο χώρο αλλά ακόμα και σε αγωγούς ή σε δοχεία ανάμειξης του συστήματος των αεραγωγών. Η σκόνη προέρχεται από διάφορες πηγές. Οι βασικότερες πηγές σκόνης στο εσωτερικό των κτιρίων είναι: ο εξωτερικός αέρας, ο άνθρωπος με τις δραστηριότητές του, τα ζώα, τα φυτά, αιωρήματα εδαφικής προέλευσης, στάχτη, τα συστήματα καύσης, κλπ.





**Εικόνα :** Εναπόθεση σωματιδίων στο αναπνευστικό σύστημα συναρτήσει της αεροδυναμικής διαμέτρου.

Επιδημιολογικές μελέτες έχουν αποδείξει ότι καθώς μειώνεται η συγκέντρωση των σωματιδίων βελτιώνεται η υγεία των χρηστών κτιρίων. Σε συγκεντρώσεις σωματιδίων μεγαλύτερες από  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  προκαλούνται προβλήματα υγείας σε άτομα με αναπνευστικά και καρδιακά προβλήματα. Χρόνια έκθεση σε συγκεντρώσεις συνολικών σωματιδίων  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ή εισπνεόμενων σωματιδίων  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , φαίνεται να σχετίζεται με αυξημένα συμπτώματα αναπνευστικών χρόνιων νοσημάτων σε ενήλικες και παιδιά, τη στιγμή που το όριο για σωματίδια διαμέτρου  $d < 2,5 \mu\text{m}$  για βραχυχρόνια έκθεση (ASTER) μιας ώρας είναι  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ενώ το όριο για μακροχρόνια έκθεση (ALTER) είναι ίσο με  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Συνεπώς, είναι κατανοητό πως η συγκέντρωση σωματιδιακών ρύπων στο εσωτερικό των κτιρίων ευθύνεται για αρκετές και σημαντικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία που κυμαίνονται από απλούς ερεθισμούς και ενοχλήσεις στα μάτια ή στους αναπνευστικούς ιστούς, μέχρι και σοβαρότερες επιπτώσεις, όπως αναπνευστικές ασθένειες, καρδιακές παθήσεις ακόμα και διάφορες μορφές καρκίνου.

Οι επιπτώσεις αυτές εξαρτώνται από τον τύπο των σωματιδιακών ρύπων, τη διάμετρο των σωματιδίων, τις συγκεντρώσεις των μορίων, τη συχνότητα και τη διάρκεια της έκθεσης καθώς και τη μεμονωμένη ευαισθησία που μπορεί να έχει ο εκάστοτε χρήστης του κτιρίου.

Οι πιο σημαντικοί σωματιδιακοί ρυπαντές είναι οι ακόλουθοι:

- σωματίδια καύσης
- σωματίδια σκόνης
- σωματίδια από τον καπνό του τσιγάρου
- σωματίδια από την παρουσία ανθρώπων, ζώων και φυτών στους εσωτερικούς χώρους

### **2.5.3 Σωματίδια Σκόνης**

Η σκόνη ανήκει στην κατηγορία των σωματιδιακών ρύπων και εντοπίζεται ως ένα βαθμό σε κάθε σπίτι, σχολείο ή εργασιακό χώρο. Η σκόνη και τα κατάλοιπα αυτής επικάθονται σε οποιαδήποτε επιφάνεια μέσα στο χώρο αλλά ακόμα και σε αγωγούς ή σε δοχεία ανάμειξης του συστήματος των αεραγωγών. Η σκόνη προέρχεται από διάφορες πηγές. Οι βασικότερες πηγές σκόνης στο εσωτερικό των κτιρίων είναι: ο εξωτερικός αέρας, ο άνθρωπος με τις δραστηριότητές του, τα ζώα, τα φυτά, αιωρήματα εδαφικής προέλευσης, στάχτη, τα συστήματα καύσης, κλπ.

Η σύσταση της σκόνης μπορεί να περιλαμβάνει διάφορα συστατικά, όπως:

- αιωρήματα εδαφικής προέλευσης,
- στάχτη και αιθάλη,
- οικιακή σκόνη για παράδειγμα σκόνη που περιέχεται π.χ. στα καλύμματα στρωμάτων, στα σκεπάσματα, στα χαλιά, κλπ.
- διαπλανητική σκόνη που αιωρείται στην ατμόσφαιρα και εισέρχεται στα κτίρια,
- μόρια NaCl, που προέρχονται από την εξάτμιση θαλάσσιου νερού σε παραθαλάσσιες περιοχές.

Η ύπαρξη σκόνης στο εσωτερικό των χώρων προκαλεί κυρίως αλλεργικά συμπτώματα και ερεθισμούς. Πιο περίπλοκες και περισσότερο ανησυχητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία προκαλούνται από τη σκόνη όταν αυτή επικάθεται πάνω σε μικροοργανισμούς.

Όταν η σκόνη συνδέεται με την ύπαρξη μικροοργανισμών, τότε μπορεί να προκαλέσει εκτός από αλλεργίες και ερεθισμούς και σοβαρότερες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, όπως για παράδειγμα ασθένειες υπερευαισθησίας ή συμπτώματα που οφείλονται στην επίδραση της υγρασίας στο ανθρώπινο αναπνευστικό σύστημα, επειδή η ύπαρξη της υγρασίας συνδυάζεται με την εμφάνιση των μικροοργανισμών.

Πιο συγκεκριμένα, τα κυριότερα συμπτώματα στην ανθρώπινη υγεία για τα οποία είναι υπεύθυνη η σκόνη είναι:

- βήχας
- ερεθισμοί στο δέρμα π.χ. κοκκινίλες
- αλλεργίες π.χ. φτάρνισμα
- δύσπνοια
- ενόχληση στα μάτια π.χ. τσούξιμο, φαγούρα.

#### **2.5.4 Σωματίδια από τον Καπνό**

Ο καπνός του τσιγάρου είναι πολυσύνθετος και ένας από τους πιο επικίνδυνους ρύπους στον εσωτερικό χώρο. Τα αέρια και τα σωματίδια που εκπέμπονται από το κάπνισμα, (Environmental Tobacco Smoke, ETS), είναι ένα σύνθετο μίγμα μερικών χιλιάδων χημικών ενώσεων, που περισσότερες από τις 40 είναι γνωστό ότι προκαλούν καρκίνο (π.χ. το βενζόλιο) και πολλές από τις οποίες προκαλούν ισχυρούς ερεθισμούς. Τα αέρια είναι τα προϊόντα καύσης του τσιγάρου ενώ τα σωματίδια αποτελούνται από πίσσα, νικοτίνη και οργανικές χημικές ενώσεις που έχουν χαμηλή πτητικότητα και εναποτίθενται στους εσωτερικούς χώρους.

Επιπλέον ο καπνός του τσιγάρου περιλαμβάνει και τοξικές ενώσεις όπως κοβάλτιο, οξείδια αζώτου, αμμωνία και υδροκυάνιο. Επιπρόσθετα, αυξημένα έχουν βρεθεί τα επίπεδα εισπνεόμενων σωματιδίων, πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων, διοξειδίου του άνθρακα, ακρολεΐνης, διοξειδίου του αζώτου και άλλων ουσιών όπως το ραδιενεργό πολώνιο , σε εσωτερικούς χώρους όπου επιτρέπεται το κάπνισμα.

Κατά την καύση του τσιγάρου έχουμε εκπομπή των επικίνδυνων χημικών ενώσεων στον αέρα και αν δεν υπάρχει επαρκής αερισμός και καθαρισμός του εσωτερικού αέρα παρατηρείται διάχυση των ρυπογόνων ουσιών στο χώρο και είσοδός τους στο αναπνευστικό σύστημα.

Η έκθεση σε σωματίδια που προέρχονται από τον καπνό προκαλεί σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία. Οι επιπτώσεις αυτές μπορεί να είναι βραχυπρόθεσμες αλλά και μακροπρόθεσμες.

Ορισμένα από τα πιο συνηθισμένα συμπτώματα είναι:

- ενόχληση και ερεθισμός των ματιών,
- ερεθισμός της βλεννογόνου μεμβράνης της αναπνευστικής οδού,
- πιθανή επιδείνωση ασθματικών προβλημάτων,
- θωρακικό πόνο σε ασθενείς με στεφανιαία καρδιακή πάθηση
- δυσλειτουργίες στο αναπνευστικό σύστημα

Η έκθεση των παιδιών στον καπνό του τσιγάρου μπορεί να προκαλέσει σοβαρές συνέπειες στην υγεία τους. Πιο συγκεκριμένα, μελέτες στην Αμερική οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η έκθεση των παιδιών στον καπνό του τσιγάρου, αυξάνει τον κίνδυνο μόλυνσεων της αναπνευστικής οδού και ενδέχεται να προκαλέσει βρογχίτιδα ή και πνευμονία. Επιπλέον προκαλεί ερεθισμούς στα μάτια, ενόχληση στην αναπνοή και δυσλειτουργία των πνευμόνων.

Στα νεογέννητα, μακροχρόνια επανειλημμένη έκθεση σε καπνό τσιγάρων μπορεί να συντελέσει στην εμφάνιση παιδικού καρκίνου στον εγκέφαλο, λευχαιμίας και λυμφωμάτων με αποτέλεσμα να είναι πολύ αυξημένος ο κίνδυνος θανάτου ενώ, αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι, η έκθεση εγκύων σε καπνό από τσιγάρο τρίτων

μπορεί να βλάψει το βρέφος, δημιουργώντας του προβλήματα ανάπτυξης και βάρους, γενετικές δυσμορφίες κλπ.

Η έκθεση στους ενηλίκους υπολογίστηκε ότι μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο για καρκίνο πνευμόνων κατά 130%. Έχει διαπιστωθεί από έρευνες ότι ο καπνός του τσιγάρου σχετίζεται με τη θνησιμότητα από τις καρδιαγγειακές παθήσεις.

Οι παθητικοί καπνιστές εισπνέουν τον καπνό των τσιγάρων είτε μέσω της καύσης του τσιγάρου, είτε μέσω της εκπνοής καπνού από τους καπνιστές, είτε από τις ουσίες που αιωρούνται στο χώρο. Ο καπνός του τσιγάρου απορροφάται, κυκλοφορεί και εκκρίνεται από το σώμα των παθητικών καπνιστών. Ο κίνδυνος εμφάνισης καρκίνου των πνευμόνων σε παθητικούς καπνιστές κυμαίνεται γύρω στο 20%. Αυξημένη είναι επίσης η πιθανότητα εμφάνισης καρδιακών παθήσεων (μέχρι 30%).

Το ενεργητικό κάπνισμα είναι γνωστό πως συμβάλλει στην αρτηριοσκλήρωση, αυξάνει τις πιθανότητες εμφάνισης θρόμβωσης και καρδιακής αρρυθμίας, προκαλεί παροξυσμό των στεφανιαίων αρτηριών και μειώνει την ικανότητα μεταφοράς οξυγόνου στο αίμα. Βιολογικά είναι εύλογο και το παθητικό κάπνισμα να έχει αντίστοιχες επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό, προκαλώντας καρδιαγγειακές παθήσεις μέσω των ίδιων ακριβώς μηχανισμών.

Η έκθεση σε καπνό από τσιγάρο επηρεάζει επίσης αρνητικά την εξέλιξη των γνωστικών ικανοτήτων (ομιλία και ικανότητα μάθησης) και της συμπεριφοράς (δραστηριότητα και ικανότητα συγκέντρωσης) των παιδιών και προκαλεί ερεθισμό των αναπνευστικών οδών σε παιδιά (εμφάνιση 20-50%) αλλά και στους μεγάλους.

Για όλους αυτούς τους λόγους κρίνεται απαραίτητο να γίνονται συνεχώς μεθοδεύσεις για την ενημέρωση και πρόληψη κατά του καπνίσματος, καθώς και για την απαγόρευσή του σε δημόσιους χώρους, ώστε να περιοριστούν οι επιπτώσεις από την ύπαρξη σωματιδίων καπνού στους εσωτερικούς χώρους ιδίως εφόσον στο χώρο συνυπάρχουν παιδιά ή άτομα με ειδική ευαισθησία. Για τη αποφυγή των διαφόρων προβλημάτων απαιτείται επίσης επαρκής φυσικός, ή και τεχνητός αερισμός των χώρων και χρήση φίλτρων.

## 2.6 Γιατί είναι απαραίτητη η μελέτη των Αιωρούμενων Σωματιδίων στον Εσωτερικό Χώρο

---

Τα τελευταία χρόνια, εκτεταμένες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί για την εξέταση της σχέσης που έχει η έκθεση σε σωματίδια με τις επιπτώσεις στην υγεία. Στοιχεία από επιδημιολογικές μελέτες που διεξήχθησαν μέχρι στιγμής σε σωματίδια του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος, δείχνουν ότι υπάρχει μεγάλη ανάμειξη των υψηλών συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων με αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα (e.g. EPA, 1996a,b Pope *et al.*, 1995, Schlesinger, 1995, Schwartz, 1994). Όμως, η έκθεση των περισσότερων ανθρώπων σε σωματίδια συμβαίνει σε κλειστούς χώρους, όπου οι άνθρωποι ξοδεύουν περίπου το 85-90 % της ζωής τους. Αναλύσεις συσχετίσεων μεταξύ εσωτερικών – εξωτερικών συγκεντρώσεων των σωματιδίων έχουν δείξει ότι οι εξωτερικές συγκεντρώσεις των PM δεν αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 60% της διακύμανσης στην εσωτερική συγκέντρωση.<sup>3</sup>

Ως εκ τούτου, η κατανόηση των σωματιδίων των εσωτερικών χώρων έχει γίνει αναγκαία για την αξιολόγηση της υγείας του ανθρώπου. Γι αυτό το λόγο εκτελούνται συνεχώς μελέτες των εσωτερικών χαρακτηριστικών εναπόθεσης των σωματιδίων. Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι οι πιο σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τα εσωτερικά ποσοστά συγκέντρωσης των σωματιδίων είναι η δύναμη των εσωτερικών πηγών, οι ρυθμοί εναποθέσεων και οι βαθμοί διείδυσης μαζί με το ρυθμό ανανέωσης αέρα από αερισμό. Στα περισσότερα ερευνητικά έργα που εξετάζουν την εσωτερική δυναμική των αιωρούμενων σωματιδίων χρησιμοποιείται το μοντέλο μιας ομοιογενούς εσωτερικής συγκέντρωσης σωματιδίων μέσα σε ένα καλά αναμιγμένο χώρο.

---

<sup>3</sup> Jiri Smolik, Mihalis Lazaridis, Pavel Moravec Indoor Aerosol Particle Deposition in an empty office in: Institute of Chemical Process Fundamentals, Academy of Sciences of the Czech Republic 2005

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

#### 3.1 Γενικά

---

Η αύξηση των επιπέδων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και οι υψηλές εκπομπές μέρους των σύγχρονων δομικών υλικών συντελούν στην αύξηση της συγκέντρωσης ρυπαντών στο εσωτερικό των κτιρίων, με ιδιαίτερα σημαντικές συνέπειες τόσο στην υγεία όσο και την παραγωγικότητα των ενοίκων. Μετρήσεις σε κτίρια γραφείων, σχολεία και νοσοκομεία στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας έδειξαν ιδιαίτερα αυξημένες συγκεντρώσεις ρύπων στο εσωτερικό των κτιρίων καθώς και αυξημένα ποσοστά παθολογίας των ενοίκων.

Γενικότερα, η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στα μεγάλα αστικά κέντρα έχει συντελέσει στην δραματική αύξηση της απαιτούμενης ενέργειας για τον δροσισμό των κτιρίων κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η απαιτούμενη ενέργεια για τον δροσισμό ενός κτιρίου στο κέντρο της Αθήνας είναι σχεδόν διπλάσια από την απαιτούμενη στην περιφέρεια της πόλης.

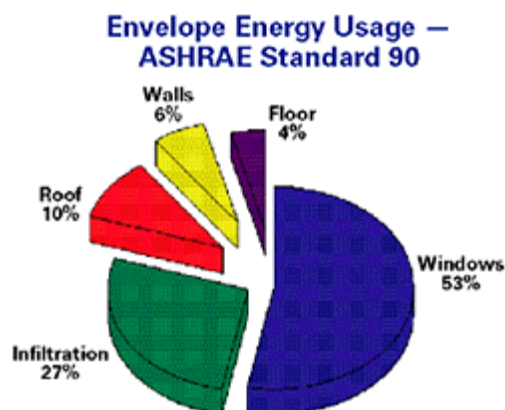
Τα κτίρια αποτελούν τον μεγαλύτερο καταναλωτή ενέργειας στην Ευρώπη, καλύπτοντας το 40% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου της. Παράλληλα, τα κτίρια είναι ο χώρος που περνούν το μεγαλύτερο μέρος των δραστηριοτήτων τους οι άνθρωποι και επηρεάζονται άμεσα από το ατμοσφαιρικό περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται, αφού οι εσωτερικοί τους χώροι πολλές φορές αποτελούν μια από τις μεγαλύτερες εστίες ρύπανσης.

Δεδομένου των δύο παραπάνω σοβαρών προβλημάτων, επιστημονικοί και τεχνικοί κλάδοι ασχολούνται συνεχώς με τη μελέτη και το σχεδιασμό ενεργειακά αποδοτικότερων τύπων κτιρίων και συγχρόνως βιοκλιματικών, με υγιές εσωτερικό περιβάλλον και με αναβαθμισμένη ποιότητα αέρα.

## 3.2 Κτιριακό κέλυφος, Ενέργεια και Διείσδυση Αέρα

Κάθε κτίριο αποτελεί ένα κέλυφος μέσω του οποίου μπορούν να διέρχονται με τον αέρα ποσά θερμότητας από το εσωτερικό προς το εξωτερικό του ή και αντίστροφα. Το προφίλ ενεργειακής χρήσης του κελύφους ενός κτιρίου είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την διεξαγωγή κτιριακών ενεργειακών ελέγχων. Κατά τη περιγραφή της ενεργειακής χρήσης του κτιρίου θα πρέπει να γίνεται διάκριση μεταξύ φορτίων βάσης και εποχιακών φορτίων τα οποία ποικίλλουν κάθε μήνα ανάλογα με τις θερμοκρασίες που παρατηρούνται. Τα εποχιακά φορτία οφείλονται σχεδόν αποκλειστικά στις απώλειες ή στα κέρδη ενέργειας από το κέλυφος του κτιρίου. Ως συνέπεια, η κατανόηση του κελύφους του κτιρίου είναι κρίσιμη για την ικανότητα ενεργειακής διαχείρισης του κτιρίου ώστε να εφαρμοστεί ένα επιτυχημένο πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας και καλής ποιότητας εσωτερικού αέρα .

Ο όρος κτιριακό κέλυφος αναφέρεται γενικά σε εκείνα τα δομικά στοιχεία που περικλείουν τους κλιματιζόμενους χώρους και μέσω των οποίων η θερμική ενέργεια μεταφέρεται προς ή από το εξωτερικό περιβάλλον. Η ενέργεια που χάνεται διαμέσου του κτιριακού κελύφους οφείλει πάνω από τις μισές της απώλειες στα ανοίγματα του κτιρίου (παράθυρα - πόρτες), περίπου το 27 % χάνεται με την ακούσια διαρροή του εξωτερικού αέρα και σχεδόν το 20% μπορεί να αποδοθεί σε άλλα αδιαφανή στοιχεία και ρηγματώσεις στο κέλυφος του κτιρίου, στους τοίχους, στην οροφή και στο δάπεδο (Σχήμα 3.1).

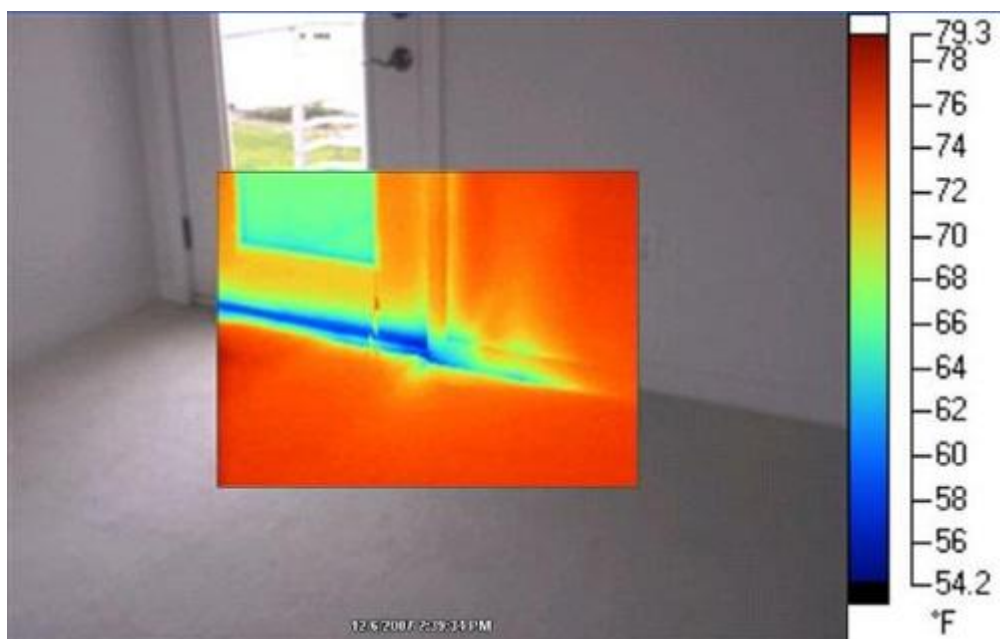


Σχήμα 3.1: Προφίλ Ενεργειακής χρήσης σύμφωνα με την ASHRAE



Στο διάγραμμα φαίνονται οι τεράστιες βελτιώσεις που έχουν γίνει τα τελευταία 20 χρόνια σύμφωνα με τη συμβολή της American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers , Αμερικανικής Εταιρίας (ASHRAE). Ωστόσο, αν και τα σύγχρονα κτίρια έχουν πιο αποτελεσματικά κελύφη, η ενεργειακή κατανάλωση μπορεί να αποδοθεί σχεδόν ακριβώς όπως προαναφέρθηκε και πριν σε διάφορα μέρη του κτιρίου χωρίς σημαντικές διαφορές στα ποσοστά δαπανών. Αυτό πιθανόν οφείλεται κυρίως στη διείσδυση και τη διαρροή του αέρα από τα στοιχεία του κελύφους.

Η διείσδυση αέρα , η οποία φέρει σήμερα ένα πολύ μεγαλύτερο μέρος των συνολικών δαπανών ενέργειας του κελύφους είναι σε άμεση εξάρτηση με την αεροστεγανότητα του κτιρίου. Τα νεόδμητα κτίρια είναι πλέον πιο στεγανά λόγω της βελτίωσης των μεθόδων κατασκευής , τη χρήση πρότυπων υλικών, αλλά τα ποσοστά διείσδυσης αέρα δεν έχουν αλλάξει σημαντικά. Παρά τις τεράστιες προόδους στην κτιριακή τεχνολογία ,το ήμισυ των απωλειών του κελύφους σ ένα σύγχρονο κτίριο οφείλεται στα παράθυρα και στις ρωγμές από τα στοιχεία του. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται με τη μέθοδο της θερμογραφίας η διείσδυση του κρύου αέρα από τη χαραμάδα της πόρτας.



**Εικόνα 3.1: Διείσδυση Αέρα από σχισμή σε ένα από τα ανοίγματα ενός κτιρίου**

Ένας κλειστός χώρος ανανεώνεται σε αέρα από το ψυχρότερο περιβάλλον που είναι γύρω του. Ταυτόχρονα η θερμότητα διαφεύγει από τις ατέλειες του περιβλήματος. Οι απώλειες αυτές πρέπει να αντιμετωπίζονται με τους διάφορους τρόπους μόνωσης. Πρέπει να τονιστεί ότι με το φράξιμο των χαραμιάδων και τον περιορισμό της αθέλητης διείσδυσης αέρα δεν πρέπει να εμποδίζεται ο απαραίτητος αερισμός αφού για την υγεία των χρηστών, είναι απαραίτητο να ανανεώνεται ο αέρας που βρίσκεται στο εσωτερικό μιας κατοικίας ή ενός κτιρίου. Ο αερισμός πρέπει να είναι γενικός και μόνιμος ακόμη και στην περίοδο που η εξωτερική θερμοκρασία υποχρεώνει να διατηρούνται κλειστά τα παράθυρα.. Από την άλλη μεριά, η διαρροή του αέρα από τις ρωγμές στα στοιχεία του κελύφους δημιουργεί ενεργειακές απώλειες που πρέπει να ελαχιστοποιούνται για την άνεση των ενοίκων. Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά τα διάφορα στοιχεία του κελύφους από τα οποία διεισδύει ο αέρας.

**Αδιαφανή στοιχεία του κελύφους :** Η απώλεια θερμότητας διαμέσου των αδιαφανών στοιχείων επηρεάζεται από την περιοχή και τη γεωμετρία του στοιχείου, τη διαφορά εσωτερικής-εξωτερικής θερμοκρασίας, τη διείσδυση του αέρα και την R τιμή (Rvalue) του στοιχείου. Η Rvalue εκφράζει την αντίσταση στη μεταφορά θερμότητας από ένα τετραγωνικό σημείο του στοιχείου για μια δεδομένη διαφορά θερμοκρασίας κατά μήκος του και συχνά χρησιμοποιείται ως ποσοτικοποίηση της απόδοσης των στοιχείων του κελύφους. Επομένως η συνολική θερμική απόδοση ενός αδιαφανούς στοιχείου του κελύφους επηρεάζεται εκτός από το βαθμό θερμομόνωσης (insulation rating) και από διάφορους άλλους παράγοντες όπως η πιθανή συμπίεση της εγκατεστημένης μόνωσης, η διείσδυση αέρα από άλλες συνιστώσες και η γεωμετρία των εξαιρετικά αγωγίμων στοιχείων του κελύφους.

Σχετικά με τη συμπίεση μόνωσης, οι περισσότερες δημοσιεύσεις μελέτης απόδοσης του κελύφους υποθέτουν ότι η μόνωση είναι εγκατεστημένη σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Ωστόσο, η μόνωση δίνει πάντα μια τιμή Rvalue σύμφωνα με ένα καθορισμένο πρότυπο πάχος. Αν η μόνωση είναι συμπιεσμένη σε ένα μικρότερο χώρο από τον οποίο απαιτείται, η απόδοση θα είναι μικρότερη από την εκτίμηση του κατασκευαστή.

Οι απαιτήσεις διαμόρφωσης των πιο κοινών αδιαφανών στοιχείων κελύφους πρέπει να καταλήγουν σε μείωση από κάποιες διεισδύσεις της μόνωσης σε υλικά από ξύλο ή

μέταλλο. Τα υλικά αυτά επηρεάζουν τη θερμική απόδοση του συγκροτήματος του κελύφους στο βαθμό διείσδυσης σωματιδιακού υλικού είναι σημαντικά από την αντίσταση της μόνωσης. Σήμερα, χρησιμοποιούνται προηγμένες τεχνικές κατασκευής με στόχο τα στοιχεία αυτά να μειώνουν 15-20% τις απώλειες θερμότητας και αέρα από τα στρώματα της μόνωσης.

**Στοιχεία οροφής ή στέγης :** Η θερμική απόδοση των δομικών στοιχείων της οροφής είναι παρόμοια με αυτή των τοίχων σε πολλά κτίρια. Διεισδύσεις οροφής παρατηρούνται σε εγκατάσταση μόνωσης δομικών στοιχείων από ξύλο και σε εγκατάσταση μόνωσης μεταξύ διαρθρωτικών δικτυωμάτων με στοιχεία μετάλλου. Κατασκευές οροφής με μεγάλες διεισδύσεις μειώνουν πολύ την απόδοση του κελύφους. Η οροφή πρέπει γενικά να έχει άριστη κατασκευή, μόνωση και στεγανοποίηση γιατί τα εκεί στοιχεία του κελύφους του κτιρίου εκτίθενται περισσότερο στις μετεωρολογικές συνθήκες (ήλιος, βροχή, άνεμος, χιόνι κτλ) και αυτό καθιστά πιο εύκολη τη διείσδυση-διαφυγή αέρα, σωματιδίων και υγρασίας από τα κενά και τις ρηγματώσεις των στοιχείων της στέγης με αποτέλεσμα μεγάλες απώλειες ενέργειας.

**Στοιχεία δαπέδου :** Τα δάπεδα των κτιρίων εκτίθενται ως ένα βαθμό στον εξωτερικό αέρα όπως και οι τοίχοι, όμως το ποσοστό ξυλείας που χρησιμοποιείται σε σχέση με τη μόνωση είναι γενικά μικρότερο από εκείνο για τυπικές κατασκευές τοίχων. Η απώλεια θερμότητας εξαρτάται από τη θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου, η οποία μπορεί να είναι κάπως διαφορετική από αυτή του εξωτερικού περιβάλλοντος. Η θερμοκρασία του δαπέδου εξαρτάται από την επιφάνεια, καθώς και από τον εξαερισμό του χώρου αν υπάρχει. Οι απώλειες είναι γενικά λιγότερο σοβαρές για ένα ισόγειο πάτωμα από ότι για ένα ισοδύναμο μονωμένο όροφο που εκτίθεται απευθείας στον αέρα του περιβάλλοντος. Τα πατώματα υπογείων αντιπροσωπεύουν κι αυτά ένα μικρό μέρος των στοιχείων της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης του κελύφους. Σε αυτά τα δάπεδα η απώλεια ενέργειας δεν είναι ευθέως ανάλογη με την εξωτερική θερμοκρασία αλλά επηρεάζεται κυρίως από τη θερμοκρασία του εδάφους των θεμελιακών δομών, η οποία παρουσιάζει διακυμάνσεις ολόκληρη τη περίοδο θέρμανσης και όχι σε έναν ημερήσιο κύκλο όπως κάνει η θερμοκρασία του αέρα.

**Ανοίγματα :** Ο όρος αναφέρεται στο κτιριακό σχεδιασμό και τη θέση που έχουν τα παράθυρα, οι πόρτες, οι φεγγίτες, οι φωταγωγοί και άλλα δομικά ανοίγματα σε ένα κτίριο. Εννοούνται λοιπόν όλα τα παραπάνω με κυριότερο ρόλο να έχουν τα παράθυρα. Ένα παράθυρο είναι στην πραγματικότητα ένα σύστημα από διάφορα στοιχεία όπως το φύλλο, τα τζάμια και το πλαίσιο. Ο υαλοπίνακας (τζάμι) είναι ένα διαφανές συστατικό από γυαλί που χρησιμοποιείται για τα παράθυρα. Το φύλλο είναι το υλικό κομμάτι πάνω στο οποίο βρίσκονται οι υαλοπίνακες και το πλαίσιο είναι το κούφωμα το οποίο τοποθετείται στο κενό του αδιαφανούς στοιχείου του κτιρίου και στο οποίο εφάπτεται το φύλλο με τους υαλοπίνακες.

Η θερμική απόδοση του συστήματος των παραθύρων ποικίλει σημαντικά ανάλογα με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ο αριθμός των υαλοπινάκων(παραθύρων)
- Η διάσταση του χώρου μεταξύ των τζαμιών
- Το πλαίσιο στο οποίο το γυαλί έχει εγκατασταθεί
- Η εκπομπή του γυαλιού
- Ο τύπος των αποστατών που διαχωρίζουν τις πλάκες του γυαλιού

Για να επιτυγχάνονται όσο το δυνατόν καλύτερες αποδόσεις από το σύστημα των παραθύρων στις σύγχρονες κτιριακές κατασκευές, πρέπει να χρησιμοποιούνται θερμικά μονωμένα κουφώματα, μεταλλικά διαχωριστικά μεταξύ των υαλοπινάκων, πολλαπλοί υαλοπίνακες, χαμηλής εκπομπής επιχρίσματα και χαμηλής θερμοπερατότητας γυαλί. Τα τελευταία χρόνια, εφαρμόζονται προηγμένες τεχνολογίες παραθύρων από τις εταιρίες. Συστήματα ηλεκτροχρωμικών γυαλιών, που αναφέρονται ως έξυπνα παράθυρα βρίσκονται υπό εξέλιξη σε μια σειρά από εργαστήρια. Η επιβολή μιας μικρής τάσης στο παράθυρο αλλάζει το φως του και τα χαρακτηριστικά μετάδοσης θερμότητας, επιτρέποντας στην ακτινοβολία να αντανακλάται το χειμώνα και να δεσμεύεται το χειμώνα.

### 3.3 Διείσδυση αέρα ( Infiltration )

---

Η διείσδυση αέρα, το Infiltration όπως λέγεται, είναι η ανεξέλεγκτη διαρροή αέρα προς το εσωτερικό διαμέσου των ρωγμών και των κενών στα στοιχεία του κελύφους και των οπών γύρω από τα παράθυρα και τις πόρτες του κτιρίου, η οποία προκαλείται από τις επιπτώσεις της πίεσης του ανέμου και τις διαφορές στην εξωτερική και εσωτερική πυκνότητα του αέρα. Το infiltration αποτελεί τον πιο πολυσύνθετο παράγοντα απωλειών ενέργειας και διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στη διαμόρφωση του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Η διείσδυση αέρα σε μεγάλα εμπορικά κτίρια είναι πολύ πιο περίπλοκη από ότι σε κτίρια κατοικιών. Τόσο η ταχύτητα του ανέμου όσο και το αποτέλεσμα στοίβαξης πυκνού αέρα επηρεάζουν το infiltration. Η πίεση που προκύπτει από τον αέρα επηρεάζεται από την τοπική ταχύτητα ανέμου, τη γωνία του ανέμου, την αναλογία διαστάσεων του κτιρίου (the aspect ratio) και τη συγκεκριμένη τοποθεσία του κτιρίου τα οποία με τη σειρά τους επηρεάζονται από τη θερμοκρασία, την απόσταση του κτιρίου από μια ουδέτερη περιοχή, τη γεωμετρία των στοιχείων του κελύφους του κτιρίου, τα εσωτερικά χαρακτηριστικά του κελύφους και όλες τις σχέσεις τους η μια παράμετρος με την άλλη.

Γενικά οι μελέτες έχουν δείξει ότι τα παλαιότερα κτίρια κατοικιών αναμένεται να εμφανίσουν 1 ACH (ανταλλαγές αέρα ανά ώρα) κατά τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης. Νεότερα κτίρια, που πιθανόν χτίστηκαν σε πιο σύγχρονα, προηγμένα και αυστηρότερα πρότυπα κατασκευής κατέδειξαν μέσα ποσοστά διείσδυσης που κυμαίνονται από 0,2 έως 0,5 αλλαγές αέρα ανά ώρα. Επιπλέον, τα κτίρια γραφείων έχουν ρυθμούς αλλαγών αέρα ανά ώρα που βρίσκονται μεταξύ 0,25 έως 0,75 ACH. Στο βαθμό που ο εξωτερικός αέρας εισάγεται στο κτίριο υπό πίεση που είναι μικρότερη σε σχέση με την τοπική εξωτερική πίεση τα παραπάνω ποσοστά μπορούν να μειωθούν. Το ποσοστό διείσδυσης για δωμάτια σε παλιότερα κτίρια με πόρτες και λειτουργικά παράθυρα μπορεί να μειωθεί περίπου κατά 1/3, εάν αυτά τα παράθυρα και οι πόρτες είναι (weather-stripped) προσαρμοσμένα ανεξαρτήτως καιρού.



***Εικόνα 3.2 : Αναπαράσταση Διείσδυσης – Διαρροής Αέρα σε Κατοικία***

Η μελέτη και η κατανόηση των βασικών στοιχείων ενός κτιριακού συστήματος μπορεί να οδηγήσει σε μια καλύτερη γνώση του τι κάνει ένα αποτελεσματικό κέλυφος του κτιρίου. Αυτή η γνώση μπορεί να βοηθήσει να παρθούν αποφάσεις σε ποια έργα βελτίωσης του κελύφους των κτιρίων θα δοθεί προτεραιότητα. Επιπλέον, θα επιτρέψει τη δυνατότητα ενεργειακής διαχείρισης του κτιρίου για να αντιμετωπιστούν οι απώλειες θερμότητας και ταυτόχρονα να μην υποβαθμιστεί η ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Μια κατάλληλη σφράγιση των ρωγμών και των οπών του κτιριακού κελύφους μπορεί να μειώσει σημαντικά τις δαπάνες θέρμανσης και ψύξης, να βελτιώσει την αντοχή του κτιρίου και να δημιουργήσει ένα πιο υγιεινό εσωτερικό περιβάλλον.

### 3.4 Μέθοδοι Προσδιορισμού των Διεισδύσεων Αέρα

---

Ο προσδιορισμός της διείσδυσης του αέρα είναι γενικά μια δύσκολη διαδικασία. Ενώ η πρόσφατη έρευνα έχει αυξήσει την κατανόησή μας για τους βασικούς φυσικούς μηχανισμούς της διείσδυσης, υπάρχει αδυναμία στην ακρίβεια του υπολογισμού της. Υπάρχουν γενικά δύο βασικές μέθοδοι έμμεσου υπολογισμού των διεισδύσεων αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων.

Η μία είναι η *Μέθοδος των αερίων δεικτών* ή μέθοδος ανίχνευσης αερίων (tracer gas method), η οποία βασίζεται στη χρήση ενός αερίου ως ιχνηθέτη και στην τεχνική εξασθένισης (decay method) της συγκέντρωσης του αερίου το οποίο χρησιμοποιείται, με σκοπό τον υπολογισμό του ρυθμού αλλαγής του αέρα ανά ώρα και ως συνέπεια και τον υπολογισμό της διείσδυσης του αέρα. Με άλλα λόγια, εισάγεται στο χώρο ένα αδρανές και άοσμο αέριο που δεν επηρεάζει ούτε επηρεάζεται από τα υλικά και την κατάσταση του κτιρίου. Εφόσον το αέριο αυτό δεν ασκεί κάποια χημική αντίδραση είναι δυνατό να μετριέται η συγκέντρωση που εμφανίζει στο χώρο, η οποία είναι σε συσχέτιση με τη διείσδυση του αέρα από τις χαραμάδες.

Η δεύτερη είναι η *Μέθοδος υπερπίεσης πεπιεσμένου αέρα* (Blower door test) η οποία βασίζεται στη χρήση ενός ανεμιστήρα και στην εφαρμογή διαφοράς πίεσης εσωτερικού-εξωτερικού περιβάλλοντος η οποία θα προκαλεί ανεξέλεγκτη ροή αέρα στο εσωτερικό και έτσι θα μπορεί έμμεσα να ποσοτικοποιηθεί η διείσδυση. Με τις μετρήσεις αυτές προσδιορίζεται η στεγανότητα αέρα μιας συγκεκριμένης κατασκευής. Η μέθοδος του πεπιεσμένου αέρα χρησιμοποιείται για να μετρηθεί η διαρροή και να χαρακτηριστεί το κτίριο ως προς τη στεγανότητα του σύμφωνα με μια κλίμακα. Αν βρεθεί ότι έχει διαρροές, τότε μπορεί να εντοπιστεί από που προέρχονται και να στεγανοποιηθεί προκειμένου να εξοικονομηθεί ενέργεια. Σε περίπτωση όμως που είναι ήδη στεγανοποιημένο χρειάζεται να βρεθούν άλλοι τρόποι για να εξοικονομηθεί ενέργεια.

Μία ακόμη μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό τυχόν διαρροής - διείσδυσης αέρα από το κέλυφος και συντελεί στον ποιοτικό έλεγχο των κτιριακών κατασκευών είναι η **Μέθοδος της υπέρυθρης θερμογραφίας**.

Η θερμογραφία είναι μέθοδος με την οποία ανιχνεύουμε τις θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στις επιφάνειες διαφόρων υλικών. Με την μέθοδο αυτή προσδιορίζουμε και ερμηνεύουμε τις θερμοκρασιακές διαφορές που εμφανίζονται στα υλικά και στην κατασκευή εν γένει και εξάγουμε συμπεράσματα για τη διαρροή του αέρα και τις δυνατότητες θερμικής θωράκισής της.

Στο σημείο της διαρροής αέρα, η εξωτερική παρειά του τοίχου είναι περισσότερο θερμή από την υπόλοιπη τοιχοποιία ενώ η εσωτερική παρειά του τοίχου παρουσιάζει μικρότερη θερμοκρασία από την υπόλοιπη τοιχοποιία.. Χαρακτηριστικά σημεία τέτοιων διαφυγών είναι οι αρμοί των κουφωμάτων των παραθύρων ή θυρών, τα κενά στο κέλυφος (πρίζες) και οι αρμοί μεταξύ στέγης και τοιχοποιίας. Η διαρροή θερμού αέρα παρουσιάζεται στην εξωτερική πλευρά του κελύφους στα θερμογραφήματα σε διάταξη γραμμών.

Αυτό το οποίο στην ουσία κάνει η θερμογραφία είναι να λαμβάνει την ακτινοβολία που εκπέμπουν στο υπέρυθρο φάσμα όλα τα σώματα μέσω μιας θερμοκάμερας και να τη μετατρέπει σε εικόνα με έντονα χρώματα έτσι ώστε να είναι αντιληπτή στο ανθρώπινο μάτι. Η θερμογραφία είναι η πιο σύγχρονη μέθοδος που μπορεί να εφαρμοστεί για τον προσδιορισμό της διείσδυσης ψυχρού αέρα. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί συνδυαστικά με τη συσκευή Blower door αφού με αυτή τη συσκευή μπορούν να δημιουργηθούν συνθήκες διαφορετικής πίεσης μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου και μέσω του θερμογραφικού ελέγχου να διαπιστωθεί που υπάρχουν διαρροές και πόσο μεγάλες είναι.



### 3.5 Διείσδυση Σωματιδίων διαμέσου των Ρωγμών/Χαραμιάδων ενός Κτιρίου

---

Η διείσδυση σωματιδίων σε κτίρια επηρεάζει την έκθεση του ανθρώπου σε σωματίδια ατμοσφαιρικής προέλευσης. Σε πολλές μελέτες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα εργαστηριακών πειραμάτων μέτρησης διείσδυσης σωματιδίων μέσω των ρωγμών σε ένα πειραματικό κτιριακό κέλυφος (στο test cell). Η διείσδυση των σωματιδίων από τις σχισμές (ρωγμές) εξαρτάται από την επίδραση τριών βασικών μηχανισμών εναπόθεσης στις επιφάνειες των σχισμών. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι η βαρυτική εναπόθεση, η πρόσκρουση στις επιφάνειες και η διάχυση Brown.

Τα σωματίδια συνήθως θεωρούνται σφαιρικά, ίδιας πυκνότητας και με διαστάσεις 0,001-100μm. Η ροή του αέρα μέσα από τη σχισμή θεωρείται ομοιόμορφη και σταθερή και η συγκέντρωση των σωματιδίων στην είσοδο της σχισμής είναι ίση με τη συγκέντρωση του αέρα που κινείται προς τη σχισμή. Τα μικρά σωματίδια διαχέονται στα τοιχώματα της σχισμής και προσκολλούνται σε αυτά λόγω δυνάμεων Van der Waals.

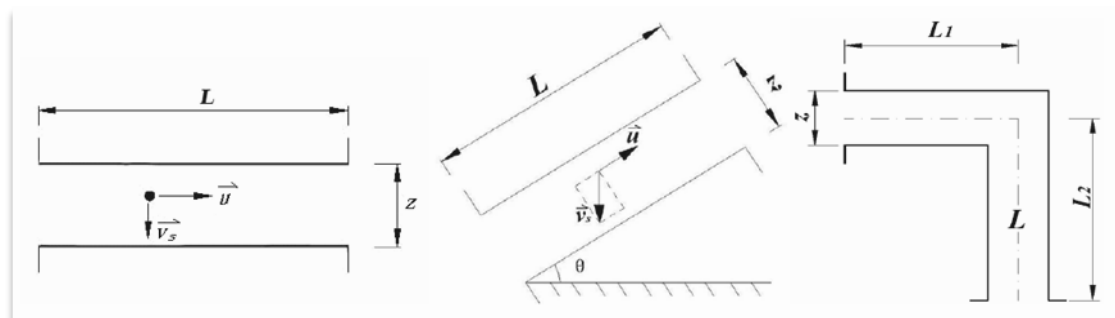
Η ροή του αέρα μέσα από μια σχισμή οφείλεται στη μικρή διαφορά πίεσης ανάμεσα στα δύο άκρα της σχισμής η οποία συνήθως είναι μικρότερη των 10 Pa και μπορεί να ενισχυθεί από την αύξηση της ταχύτητας του ανέμου, τη διαφορά θερμοκρασίας εξωτερικού και εσωτερικού περιβάλλοντος ή από την ύπαρξη μηχανικών μέσων. Η σχέση ανάμεσα στη ροή του αέρα  $Q$  και στη διαφορά πίεσης περιγράφεται από τον τύπο (Baker et al 1987) :

$$\Delta P = \frac{12\mu L}{wz^3} Q + \frac{\rho C}{2w^2 z^2} Q^2$$

Όπου  $d$  είναι το ύψος της σχισμής (μικρότερη διάσταση της σχισμής) ή  $z$ , το μήκος της σχισμής περιγράφεται από το  $L$  (διάσταση παράλληλη στη ροή) και  $w$  είναι η τρίτη διάσταση της σχισμής, ενώ  $\mu$  είναι το ιξώδες και  $\rho$  η πυκνότητα του αέρα. Η παράμετρος  $C$  λέγεται παράμετρος δεξιόστροφων καμπών της σχισμής.

Οι σχισμές (Εικόνα 3.3) που υπάρχουν στα διάφορα είδη κελυφών στα κτίρια κατηγοριοποιούνται σε τρεις κατηγορίες :

- ο Απευθείας σχισμές
- ο Σχισμές L σχήματος
- ο Διπλής καμπής σχισμές



*Εικόνα 3.3 : Τύποι ιδεατών σχισμών που απαντώνται στο κέλυφος των κτιρίων  
α) απευθείας σχισμή , β) διπλής καμπής ή κεκλιμένης μορφής σχισμή και γ) σχισμή τύπου L.*

Η διείσδυση σωματιδίων (PM) διαμέσου των ρωγμών του κτιριακού κελύφους εξαρτάται από τη ροή αέρα αλλά και από άλλους τοπικούς παράγοντες καθώς και από την ποιότητα των υλικών κατασκευής . Η κινητήρια δύναμη της ροής αέρα μέσα από μια ρωγμή είναι η διαφορά πίεσης των δυο πλευρών της σχισμής , η οποία μπορεί να προκληθεί από τον άνεμο , από τη διαφορά εσωτερικής - εξωτερικής θερμοκρασίας , από ασυμμετρίες στη ροή του αέρα και από ανεμιστήρα όπως στην περίπτωση χρήσης μηχανικού συστήματος αερισμού και στην περίπτωση ελέγχου εναλλαγής ροής αέρα και σωματιδίων με τη μέθοδο **Blower Door**.

Γενικά θεωρείται ότι η συγκέντρωση των σωματιδίων στην είσοδο της σχισμής είναι ίση με εκείνη του εισερχόμενου αέρα. Για την θεωρητική ανάλυση της εναπόθεσης των σωματιδίων στις επιφάνειες αυτές λογίζονται ως λείες και μόλις το σωματίδιο φθάνει στην επιφάνεια κατακάθεται. Στην πραγματικότητα η εναπόθεση σωματιδίων στις επιφάνειες των ρωγμών πρέπει να αντιμετωπίζεται διαφορετικά ανάλογα με το μέγεθος των σωματιδίων και το ύψος της ρωγμής.

Τα επιδημιολογικά στοιχεία έχουν συνδέσει τα αυξημένα επίπεδα των σωματιδίων στο περιβάλλον με δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Οι άνθρωποι δαπανούν ένα μεγάλο μέρος του χρόνου τους σε κλειστούς χώρους. Ως εκ τούτου, η έκθεση του ανθρώπου μέσω της εισπνοής στα σωματίδια προέλευσης εξωτερικού περιβάλλοντος εξαρτάται ουσιαστικά από το βαθμό στον οποίο τέτοιου είδους σωματίδια μπορούν να διεισδύσουν το βασικό κέλυφος του κτιρίου και να παραμείνουν αιωρούμενα στο αέρα των εσωτερικών χώρων.

Τα κτίρια αερίζονται με τρεις μηχανισμούς: Μηχανικός αερισμός είναι η εναλλαγή του αέρα που προκαλείται από τους ανεμιστήρες. Ο φυσικός αερισμός γίνεται από τον άνεμο και την άνωση που προκαλείται από τη ροή μέσα από σχεδιασμένα ανοίγματα σε κτίρια, όπως τα ανοιχτά παράθυρα. Το infiltration (leakage), δηλαδή διείσδυση – εισχώρηση αέρα αναφέρεται στην ανεξέλεγκτη ροή και κίνηση του αέρα μέσω των ρωγμών, των χαραμιάδων και των διαρροών των στοιχείων του κελύφους του κτιρίου.

Η αεροστεγανότητα είναι μια πολύ σημαντική ιδιότητα των κτιρίων διότι συνδέεται άμεσα με τον αερισμό τους. Έχει ποσοτικοποιηθεί με πολλούς τρόπους οι περισσότεροι από τους οποίους αφορούν την διαρροή του αέρα και αποτελεί θεμελιώδη ιδιότητα διότι σχετίζεται με τη διείσδυση του αέρα. Η διείσδυση του αέρα ορίζεται ως η κίνηση του αέρα ανάμεσα από τις σχισμές, τις χαραμιάδες και αλλά τυχαία ανοίγματα που υπάρχουν στο κτιριακό κέλυφος.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, μεγάλα εμπορικά κτίρια έχουν κοινά μηχανικά συστήματα εξαερισμού, και η διείσδυση των σωματιδίων σε αυτά τα κτίρια είναι έντονα επηρεασμένη από την απόδοση των φίλτρων του συστήματος διοχέτευσης του αέρα. Σε κτίρια όπου ο φυσικός αερισμός καθορίζει την εναλλαγή του αέρα, η διείσδυση σωματιδίων είναι άμεσα συνδεδεμένη από το μέγεθος των ανοιγμάτων ροής αέρα δηλαδή από το πόσο μεγάλα είναι.

Εναλλαγή αέρα που κυριαρχείται από infiltration (φιλτράρισμα) φυσική διείσδυση του αέρα είναι κοινή σε κατοικίες, ειδικά όταν απαιτείται κλιματισμός ή θέρμανση για τη διατήρηση της θερμικής άνεσης. Η διείσδυση των σωματιδίων σε αυτή την περίπτωση εξαρτάται από την γεωμετρία των δρόμων διαρροής του αέρα, τη διαφορά πίεσης που προκαλεί τη ροή και τις ιδιότητες μεταφοράς των σωματιδίων.

Η διαρροή αέρα μπορεί να οριστεί ως η ανεξέλεγκτη-ανεπιθύμητη μετακίνηση αέρα μέσα και έξω από το κτίριο, που δεν εξυπηρετεί προγραμματισμένο σκοπό της ανανέωσης του πολυδιατηρημένου αέρα. Λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού αέρα του κτιρίου, δημιουργούνται συστολές και διαστολές στο κέλυφος του κτιρίου με αποτέλεσμα την εμφάνιση μικροσκοπικών κενών που προκαλούν τις διαρροές.

Συνολικά οι άνθρωποι περνούν πολύ χρόνο σε κτίρια που αερίζονται κυρίως μέσω διείσδυσης αέρα (infiltration). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα σωματίδια περιβαλλοντικής προέλευσης να εισέρχονται στο κτίριο και μέσω των διαδικασιών της εναπόθεσης και της επαναιώρησης, να εισπνέονται από τον άνθρωπο. Επομένως μια καλή κατανόηση της ανθρώπινης έκθεσης σε αερομεταφερόμενο σωματιδιακό υλικό απαιτεί πολύ καλή γνώση και εμπειρία της διαδικασίας της διείσδυσης των σωματιδίων εντός των κτιρίων<sup>1</sup>.

Για τους λόγους αυτούς δημιουργήθηκε ένας καινούργιος τομέας έρευνας και τεχνολογίας με σκοπό τη μελέτη του αερισμού των κτιρίων (διαρροή αέρα, αεροστεγανότητα), της ποιότητας του εσωτερικού αέρα (διείσδυση και εναπόθεση σωματιδίων και ρύπων) και της ενεργειακής κατανάλωσης (εξοικονόμηση ενέργειας, απώλειες θερμότητας, υγρασία κτλ).

Στη συνέχεια περιγράφονται οι βασικές μέθοδοι έμμεσου υπολογισμού των διεισδύσεων αέρα και των μηχανισμών ρύπων και σωματιδίων στο εσωτερικό των κτιρίων. Με τις μεθόδους αυτές γίνεται η καταγραφή στοιχείων και η μελέτη της ποιότητας του αέρα σε εσωτερικούς χώρους με ταυτόχρονη χρήση μαθηματικών μοντέλων που προσομοιώνουν τις διάφορες φυσικοχημικές διεργασίες που συντελούνται στο εσωτερικό του κτιρίου.

---

<sup>1</sup> De-Ling Liu , W.Nazaroff Particle Penetration Through Building Cracks in: Department of Civil and Environmental Engineering , University of California , Berkeley ,USA 2003  
Liwei Tian , Guoqiang Zhang , Jinghua Yu Deposition Mechanism and influencing factors of particulate matter penetration in building envelope in: College of Civil Engineering , Hunan University, China 2004

### 3.6 Μέθοδος Αερίων Δεικτών ( Tracer Gas )

---

Η μέθοδος των αερίων δεικτών (tracer gas method) είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος σήμερα για τον υπολογισμό του ρυθμού ανανέωσης του αέρα και της διείσδυσης αέρα σε έναν κλειστό χώρο (ACH-Air Change per Hour). Ο ρυθμός ανανέωσης του αέρα ισούται με το λόγο του όγκου του φρέσκου νέου αέρα σε μία ώρα προς τον συνολικό όγκο του αέρα του χώρου στον οποίο γίνεται η αναφορά, ενώ η γνώση του για κάποιο χώρο δίνει σημαντικές πληροφορίες περί στεγανότητας αυτού.

$$ACH = V_f / V_t \quad \text{Όπου :}$$

$V_f$  ο όγκος του φρέσκου αέρα που εισέρχεται στο εσωτερικό της κατοικίας

$V_t$  ο συνολικός όγκος της κατοικίας

Είναι πειραματική μέθοδος που απαιτεί διαδικασία μετρήσεων. Στις μετρήσεις ως αέριος δείκτης χρησιμοποιείται κάποιο αδρανές-ευγενές αέριο (π.χ  $N_2O$ ,  $SF_6$ ). Κατά τη μέθοδο, ελευθερώνεται μία ποσότητα του αερίου από ειδική φιάλη (Εικόνα 3.4) σε έναν κλειστό χώρο και με τη βοήθεια πειραματικής συσκευής ανίχνευσης υπέρυθρης ακτινοβολίας συνδεδεμένης με ηλεκτρονικό υπολογιστή, καταγράφεται η εξασθένιση της περιεκτικότητας του αερίου ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Η ποσότητα του αερίου που διοχετεύεται στο χώρο, ελέγχεται με τη βοήθεια στρόφιγγας που φέρει η φιάλη του αερίου, ενώ για την καλή ανάδυσή του, συνήθως χρησιμοποιείται ηλεκτρικός ανεμιστήρας.

Στη συνέχεια, μετά από ορισμένη διάρκεια μετρήσεων, υπολογίζεται με την τεχνική μέτρησης της εξασθένισης (decay method) ο ρυθμός μείωσης της συγκέντρωσης του αερίου. Η decay method είναι η πιο βασική μέθοδος μέτρησης του ρυθμού ανταλλαγής αέρα (air-exchange rate). Παρατηρείται μείωση των συγκεντρώσεων του αερίου με το χρόνο και ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα σταθεροποιείται γύρω από μια τιμή οπότε το ποσοστό αλλαγής του αέρα μπορεί να καθοριστεί από το ποσοστό εκθετικής μείωσης της συγκέντρωσης του δείκτη σε σχέση με το χρόνο.



*Εικόνα 3.4 : Διοχέτευση ποσότητας αερίου σύμφωνα με τη μέθοδο tracer gas*

Ο τύπος σύμφωνα με τον οποίο υπολογίζεται ο ρυθμός ανταλλαγής αέρα ή ο ρυθμός διείσδυσης είναι :

$$ACH = \frac{1}{\Delta t} \ln \left( \frac{C_1}{C_2} \right)$$

Όπου :  $C_1$  η αρχική συγκέντρωση ,  $C_2$  η τελική συγκέντρωση και  $\Delta t$  ο χρόνος μεταξύ των 2 μετρήσεων. Ύστερα από την επεξεργασία των μετρήσεων με τη μέθοδο αυτή, υπολογίζεται η μέση τιμή του ρυθμού διείσδυσης, A.I.R ( average infiltration rate).

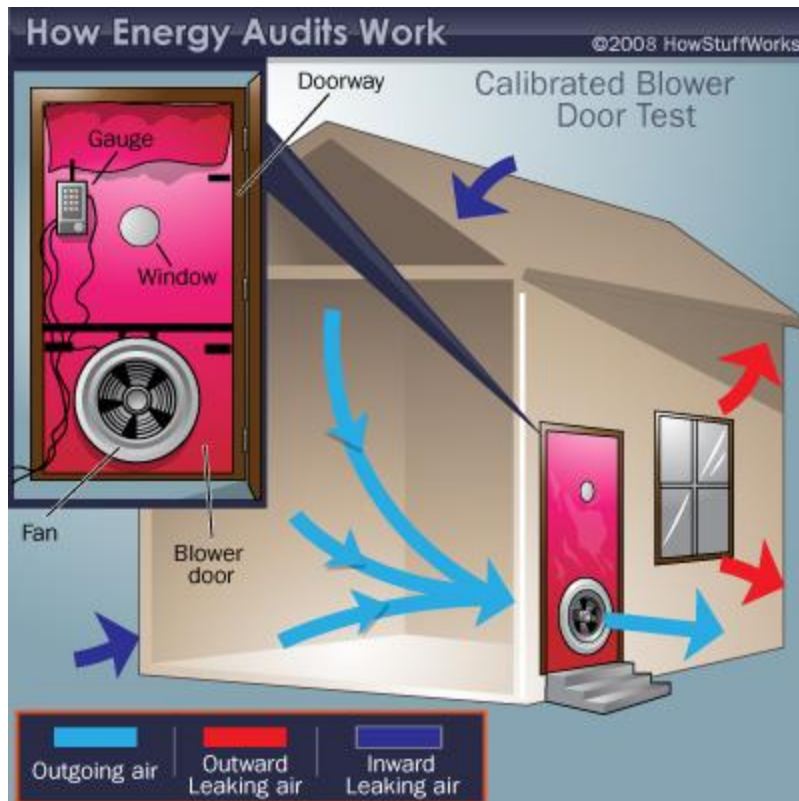
### 3.7 Μέθοδος Υπερπίεσης Πεπιεσμένου Αέρα

---

Η ροή του αέρα σε ένα κτίριο μπορεί να έχει μεγάλο αντίκτυπο στην άνεση, το κόστος και την ποιότητα του αέρα. Η μέθοδος του πεπιεσμένου αέρα εξασφαλίζει έναν τρόπο να ποσοτικοποιηθεί η ροή του αέρα και η απώλεια της θερμότητας. Τα πλεονεκτήματα από την χρήση της μεθόδου είναι τεκμηριωμένα και κοινώς αποδεκτά από τους περισσότερους επαγγελματίες και θεωρείται αποτελεσματική για τον προσδιορισμό της αεροστεγανότητας και της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων.

Όλες οι πληροφορίες που υπάρχουν γύρω από την αεροστεγανότητα των κτιρίων προέρχονται από μετρήσεις που έχουν γίνει με τη μέθοδο υπερπίεσης πεπιεσμένου αέρα (**Blower Door**). Η αγγλική ονομασία προήλθε από το ότι η διάταξη περιλαμβάνει έναν ανεμιστήρα (blower) ο οποίος τοποθετείται σε μία πόρτα (door). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά στη Σουηδία γύρω στο 1977 με την απλή μορφή ενός ανεμιστήρα κατάλληλα τοποθετημένου σε ένα παράθυρο έχοντας ως σκοπό να υπολογίζει τη στεγανότητα των κτιρίων. Στη συνέχεια το Πανεπιστήμιο των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής χρησιμοποίησε τη μέθοδο για περαιτέρω έρευνα με σκοπό τη βελτίωση της λειτουργίας του εξοπλισμού.

Η μέθοδος *Blower Door* ακόμα χρησιμοποιείται για να μετρά και να διορθώνει τις διαρροές, αλλά χρησιμοποιείται συχνότερα για τον υπολογισμό της διείσδυσης αέρα (infiltration) και την δυνατότητα προσδιορισμού της ποιότητας του αέρα στα κτίρια. Οι υπολογισμοί βασίζονται σε μετρήσεις της ροής του αέρα σε σχέση με τη διαφορά πίεσης που εφαρμόζεται στο χώρο ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Κανονικά κάθε επαγγελματικός ενεργειακός έλεγχος σπιτιού-κτιρίου θα πρέπει να περιλαμβάνει το *Blower Door test* (Εικόνα 3.5). Ο επιθεωρητής ελέγχει εάν η αεροστεγανότητα των ανοιγμάτων (παράθυρα, μπαλκονόπορτες) είναι ικανοποιητική, αν έχουν γίνει αλλαγές κουφωμάτων και τι μέτρα έχουν ληφθεί για την μείωση της διείσδυσης του αέρα από τις σχισμές και τους αρμούς.



Εικόνα 3.5 : Εφαρμογή της Μεθόδου Πεπιεσμένου Αέρα για τον Ενεργειακό Έλεγχο κατοικίας

Οι εναλλαγές αέρα ανά ώρα λόγω της διείσδυσης του αέρα από χαραμάδες και αρμούς, εξαρτώνται από την αεροστεγανότητα του κτιρίου. Το πρόβλημα που υπάρχει έγκειται στο ότι, ενώ από ενεργειακή άποψη είναι σχεδόν πάντα επιθυμητό να αυξηθεί η αεροστεγανότητα του κτιρίου, δεν πρέπει να γίνεται ιδιαίτερα μεγάλη διότι, αν η διείσδυση του αέρα είναι ανεπαρκής μεταφέρονται στο εσωτερικό ρύποι, οι οποίοι, αφού πολύ δύσκολα έχουν τρόπο να διαφύγουν, εναποτίθενται εκεί, με αποτέλεσμα η ποιότητα του εσωτερικού αέρα να υποβαθμίζεται. Η νέα αρχιτεκτονική έχει περιορίσει τη διείσδυση αέρα στα κτίρια με στόχο τη μείωση του φορτίου για τον κλιματισμό των κτιρίων δηλ. τη μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση. Αυτό είναι σωστό όταν παράλληλα γίνεται και ο έλεγχος της ποιότητας του εσωτερικού αέρα ο οποίος είναι εξίσου σημαντικός στην εξοικονόμηση ενέργειας, ακόμα κι όταν δεν ληφθούν υπόψη οι απαιτήσεις καθαρού φρέσκου αέρα ενός μηχανικού συστήματος αερισμού.



Από την άλλη μεριά, η έλλειψη επαρκούς αεροστεγανότητας συμβάλλει στη δημιουργία ρεύματος αέρα, στη διείσδυση εξωτερικών ρύπων και στην παρουσία θορύβου. Σε κλειστούς χώρους ο άνθρωπος είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος στην κίνηση του αέρα και περισσότερο ευπαθής σε αιωρούμενες ρυπογόνες επιβλαβείς ουσίες. Τα κτίρια με μεγαλύτερη στεγανότητα παρέχουν αυξημένη άνεση και ποιότητα στους κατοίκους, το οποίο έχει θετικές συνέπειες με τη σειρά του στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην αποδοχή του εσωτερικού περιβάλλοντος. **Η ροή του αέρα στο κτιριακό κέλυφος** αποτελεί την κύρια παράμετρο που έχει μετρηθεί ώστε να ποσοτικοποιηθεί η αεροστεγανότητα σε μία συγκεκριμένη πίεση αναφοράς. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων από ένα Blower Door test καταλήγουν σε μία βαθμίδα αεροστεγανότητας μέτρια, χαμηλή ή υψηλή.



*Εικόνα 3.6 : Μέτρηση αεροστεγανότητας με τη μέθοδο Blower Door σε Κτίριο*

### 3.7.1 Περιγραφή Διάταξης της Μεθόδου Υπερπίεσης Συμπιεσμένου Αέρα

Η συσκευή blower door περιλαμβάνει ένα μεγάλο βαθμονομημένο ανεμιστήρα, ένα μεταλλικό πλαίσιο το οποίο τοποθετείται στην κάσα της πόρτας, ένα νάιλον κάλυμμα (πανί) το οποίο προσαρμόζεται στο πλαίσιο και τρεις σωλήνες μικρής διαμέτρου διαφορετικού χρώματος: ένα λευκό που μετρά την πίεση στο εσωτερικό, ένα πράσινο που συνδέεται με μανόμετρο για τη μέτρηση της εξωτερικής πίεσης και ένα κόκκινο που συνδέει τον ανεμιστήρα με το μανόμετρο (*DM4 dual digital micromanometer*) (Εικόνα 3.7). Επίσης υπάρχει ρυθμιστής της ταχύτητας του ανεμιστήρα καθώς και διακόπτης αντιστροφής της φοράς του.



Εικόνα 3.7 : Σύνδεση μανομέτρου με *Blower door*.

Σύμφωνα με τη μέθοδο, τοποθετείται ο ειδικός ανεμιστήρας μεγάλης ισχύος στο πλαίσιο-πόρτα μεταβλητού μήκους και πλάτους το οποίο φέρει ειδικές υποδοχές. Έξι ράβες αλουμινίου ρυθμιζόμενου μήκους συνδέονται μεταξύ τους προς το σχηματισμό ενός παραλληλογράμμου που θα εφάπτεται στην κάσα της πόρτας αεροστεγώς και τυλίγονται από ένα πανί το οποίο στο κάτω μέρος φέρει κυκλικό άνοιγμα για την

υποδοχή του ανεμιστήρα. Η περιφέρεια του κυκλικού ανοίγματος περιλαμβάνει λάστιχο έτσι ώστε όταν προσαρμόζεται ο ανεμιστήρας να μειώνει στο ελάχιστο τη διαρροή αέρα. Το όλο σύνολο τοποθετείται στη θέση της κανονικής πόρτας του χώρου στον οποίο θα γίνουν οι μετρήσεις και η πίεση μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος διατηρείται σταθερή (Εικόνα 3.8).



*Εικόνα 3.8 : Συσκευή μέτρησης αεροστεγανότητας με τη μέθοδο υπερπίεσης πεπιεσμένου αέρα.*

Με τη βοήθεια του ανεμιστήρα συμπιέζεται (fan pressurization) ή αποσυμπιέζεται (fan depressurization) ο αέρας του χώρου και ανά τακτά χρονικά διαστήματα λαμβάνονται μετρήσεις της ροής του αέρα από συσκευή που συνδέεται με τον ανεμιστήρα. Οι σύγχρονες συσκευές διαθέτουν ανεμιστήρα διαφορετικών ταχυτήτων κι έτσι η διαφορά πίεσης  $\Delta P$  στο σπίτι μπορεί να ρυθμιστεί κατάλληλα για να μετρήσει την διαρροή αέρα, την εναπόθεση ρύπων και να βοηθήσει στον εντοπισμό των ρωγμών και των απωλειών του σπιτιού.

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας του ανεμιστήρα ο αέρας θα πρέπει να εισέρχεται μέσα στο κτίριο ,ενώ πραγματοποιείται το πείραμα, έτσι ώστε να δημιουργηθεί **υπερπίεση**. Λόγω της υπερπίεσης ο αέρας κατευθύνεται εκτός του κτιρίου από τα σημεία που υπάρχει διαρροή. Αυτά μπορούν να εντοπιστούν χρησιμοποιώντας τον καπνό από ένα αναμμένο τσιγάρο. Ο εντοπισμός των σημείων διαρροών στηρίζεται στην αρχή ότι όσος αέρας βγαίνει (μέσω του ανεμιστήρα), τόσος θα εισέρχεται (μέσω των ρωγμών). Η συνολική μετρούμενη διαρροή θα οφείλεται τόσο στα προσχεδιασμένα ανοίγματα εντός του χώρου (τζάκι, εξαερισμός, γύρω από παράθυρα κλπ) όσο και στα μη εμφανή (διακόπτες, πρίζες, χαραμάδες στην τοιχοποιία κλπ).

Για τον απλό εντοπισμό του ανοίγματος δεν είναι απαραίτητο να μετρηθεί ο ρυθμός της διαρροής. Γνωρίζοντας τη ροή του αέρα μπορούν εύκολα να υπολογιστούν από έναν απλό τύπο οι αλλαγές του αέρα ανά ώρα (ACH-Air Change per Hour) και έτσι να γίνει σύγκριση με τιμές που προκύπτουν από τη μέθοδο των αερίων δεικτών.

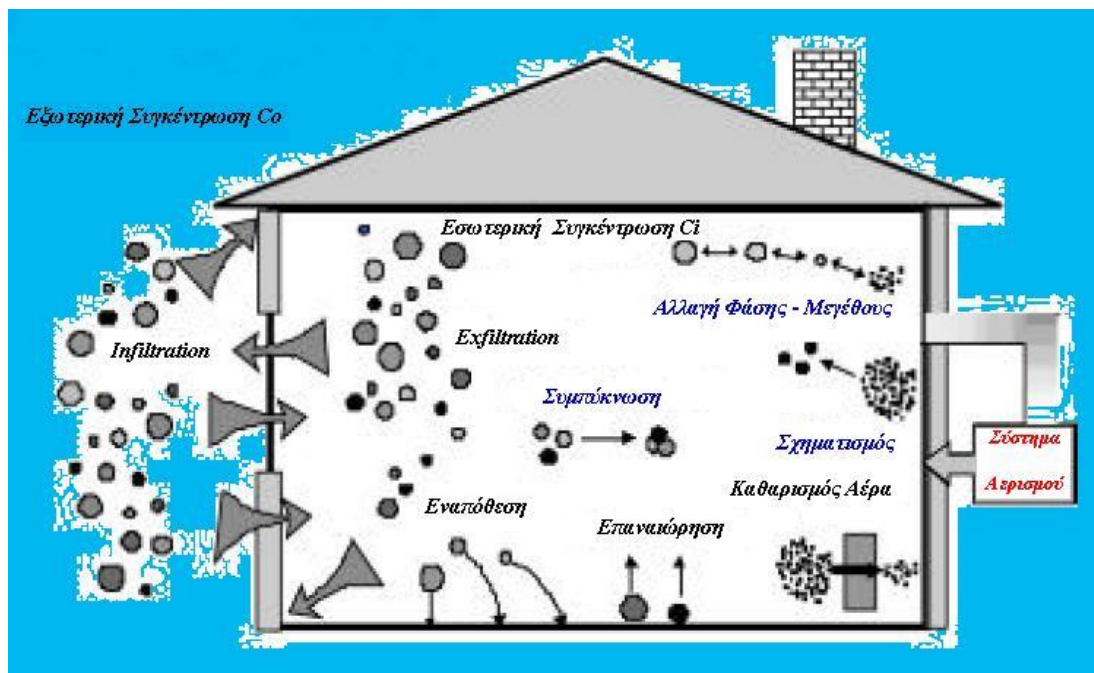
Το πρόβλημα και των δύο παραπάνω μεθόδων είναι ότι δεν μας γνωστοποιούν από πού ακριβώς προέρχονται οι τυχόν απώλειες. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται μέθοδοι όπως η μέθοδος της ανίχνευσης καπνού και ακόμη περισσότερο η **Υπέρυθρη Θερμογραφία** (καταγραφή δεδομένων και εικόνων με χρήση θερμοκάμερας ) με την οποία μπορούμε το χειμώνα είτε από μέσα να δούμε τα σημεία από όπου εισέρχεται κρύος αέρας, είτε από έξω να δούμε τα σημεία από όπου εξέρχεται ζεστός αέρας (Εικόνα 3.1 σελίδα 65 κεφαλαίου 3).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΤΩΝ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΤΟΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΧΩΡΟ

#### 4.1 Μεταβολές στο Ισοζύγιο των Συγκεντρώσεων των Αιωρούμενων Σωματιδίων – Βασικοί Μηχανισμοί & Διεργασίες Δυναμικής των Σωματιδίων

Η ανθρώπινη έκθεση σε σωματιδιακούς ρύπους στο εσωτερικό των κτιρίων μπορεί να αποτελέσει σημαντικό κίνδυνο για την υγεία. Στην προσπάθεια να αξιολογηθεί το αντίκτυπο των υπαίθριων εξωτερικών ρυπογόνων παραγόντων στην ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος και στην υγεία των χρηστών, οι ερευνητές έχουν μελετήσει τη σχέση του ισοζυγίου των συγκεντρώσεων των αερομεταφερόμενων σωματιδίων από το εξωτερικό περιβάλλον στους εσωτερικούς χώρους.



Σχήμα 4.1: Μηχανισμοί μεταφοράς και μετασχηματισμού των αιωρούμενων σωματιδίων (PM)

Για να καθοριστεί η επίδραση των σωματιδίων εξωτερικής προέλευσης στην συγκέντρωση των σωματιδίων στον εσωτερικό χώρο είναι απαραίτητο να υπολογιστούν τα ποσοστά συμμετοχής των διεργασιών που μεταβάλλουν τη συγκέντρωσή τους καθώς και πηγές ή καταβόθρες των σωματιδίων που βρίσκονται στο εσωτερικό. Οι βασικοί μηχανισμοί με τους οποίους τα σωματίδια εισέρχονται-εξέρχονται από τα κτίρια και μετασχηματίζονται μέσα σε αυτά απεικονίζονται στο σχήμα 4.1 . Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν τις εσωτερικές συγκεντρώσεις των σωματιδίων. Όπως είναι γνωστό μπορεί να υπάρχουν και εσωτερικές πηγές σωματιδίων από δραστηριότητες.

Στην πιο γενική μορφή η εσωτερική συγκέντρωση των σωματιδίων κάθε συγκεκριμένου μεγέθους και σύνθεσης σωματιδίων περιγράφεται από την εξίσωση :

$$\frac{dC_{in}}{dt} = (PC_o - C_{in})\lambda_v - C_{in}\lambda_d + G + S + F + K + H$$

Όπου :

$C_{in}$  : η εσωτερική συγκέντρωση των σωματιδίων ( $mg*m^{-3}$ )

$t$  : ο χρόνος ( $h^{-1}$ )

$\lambda_v$  : ο ρυθμός διείσδυσης του αέρα ( $h^{-1}$ )

$C_o$  : η εξωτερική συγκέντρωση των σωματιδίων ( $mg*m^{-3}$ )

$P$  : ο συντελεστής ή βαθμός διείσδυσης των σωματιδίων

$\lambda_d$  : ο ρυθμός εναπόθεσης ( $h^{-1}$ )

$G$  : ο ρυθμός παραγωγής σωματιδίων στο εσωτερικό του κτιρίου ( $mg*h^{-1}$ )

$S$  : ο σχηματισμός σωματιδίων μέσω εξάτμισης ( $mg*h^{-1}$ )

$F$  : ο σχηματισμός σωματιδίων λόγω χημικής αντίδρασης ( $mg*h^{-1}$ )

$K$  : η αλλαγή μεγέθους σωματιδίων λόγω συμπύκνωσης ( $mg*h^{-1}$ )

$H$  : η αλλαγή μεγέθους σωματιδίων λόγω υγροσκοπικής ανάπτυξης ( $mg*h^{-1}$ )

Για τις συνθήκες και τις κλίμακες μεγέθους των αιωρούμενων σωματιδίων (μέχρι PM10) που είναι υπό πειραματική μελέτη στα κτίρια (ιδίως σε κατοικίες) μπορεί σε μια πρώτη προσέγγιση να υποθεθεί ότι ο σχηματισμός σωματιδίων μέσω χημικής αλληλεπίδρασης, συμπύκνωσης και εξάτμισης δεν επιφέρει σημαντικές συνέπειες στην εσωτερική τους συγκέντρωση. Οι όροι αυτοί χρησιμοποιούνται για σωματίδια πολύ μεγάλης διαμέτρου (> 20 μm) ή πάρα πολύ μικρής (<0.01 μm, Aitken).

Αν θεωρηθεί ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την εσωτερική συγκέντρωση των σωματιδίων είναι σταθεροί ή αλλάζουν πολύ αργά και ότι το εσωτερικό περιβάλλον είναι καλά αναμιγμένο τότε η συγκέντρωση μπορεί να υπολογιστεί από τον παρακάτω απλουστευμένο τύπο:

$$C_{in} = \frac{L_{fi} A_{fi} R + \lambda_v PVC_0 + G}{(A_d u_d + \lambda_v V)} \quad (1) \quad \text{Όπου:}$$

$C_{in}$  : η εσωτερική συγκέντρωση των σωματιδίων ( $mg \cdot m^{-3}$ )

$L_{fi}$  : η μάζα σωματιδίων σε ελεύθερες επιφάνειες του δαπέδου ( $mg \cdot m^{-2}$ )

$A_{fi}$  : η επιφάνεια του δαπέδου ( $m^2$ )

$R$  : ο ρυθμός επαναιώρησης των σωματιδίων από το δάπεδο ( $h^{-1}$ )

$\lambda_v$  : ο ρυθμός αλλαγών αέρα ανά ώρα

$C_0$  : η εξωτερική συγκέντρωση των σωματιδίων ( $mg \cdot m^{-3}$ )

$P$  : ο συντελεστής ή βαθμός διεισδυτικότητας των σωματιδίων

$V$  : ο όγκος του κτιρίου ( $m^3$ )

$G$  : ο ρυθμός παραγωγής σωματιδίων στο εσωτερικό του κτιρίου ( $mg \cdot h^{-1}$ )

$A_d$  : η επιφάνεια εναπόθεσης στο εσωτερικό του κτιρίου ( $m^2$ )

$u_d$  : η ταχύτητα εναπόθεσης ( $m \cdot h^{-1}$ )

Στη σχέση υπολογισμού της συγκέντρωσης ο αριθμητής αποτελείται από τρεις όρους. Ο πρώτος όρος ( $L_{fi}A_{fi}R$ ) έχει μονάδες  $mg/h$  και είναι ο ρυθμός επαναιώρησης (resuspension). Ο δεύτερος όρος ( $\lambda_v C_0 PV$ ) έχει πάλι μονάδες  $mg/h$  και είναι η μάζα των σωματιδίων που εισέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον ανά ώρα. Τέλος ο τρίτος όρος ( $G$ ) είναι η μάζα των σωματιδίων που παράγεται από πηγές στο εσωτερικό του κτιρίου ανά ώρα.

Αντιστοίχως ο παρονομαστής αποτελείται από δύο όρους. Ο πρώτος όρος ( $A_d u_d$ ) έχει μονάδες  $m^3 \cdot h^{-1}$  και είναι το γινόμενο της επιφάνειας και της ταχύτητας εναπόθεσης (deposition). Ο δεύτερος όρος ( $\lambda_v V$ ) έχει τις ίδιες μονάδες και είναι το γινόμενο των αλλαγών αέρα (διείσδυσης αέρα) και του όγκου.

Η παραπάνω εξίσωση δε λαμβάνει υπόψη τις επιδράσεις της συμπύκνωσης, της υγροσκοπικής ανάπτυξης και της εξάτμισης καθώς αυτές επηρεάζουν ελάχιστα τις συγκεντρώσεις και τις συνθήκες που συνήθως επικρατούν στο εσωτερικό ενός κτιρίου.

Δεδομένου ότι παράγοντες όπως η διεισδυτικότητα, η ικανότητα μεταφοράς και ο ρυθμός εναπόθεσης εξαρτώνται άμεσα από το μέγεθος των σωματιδίων, η παραπάνω εξίσωση χρησιμοποιείται για συγκεκριμένο κάθε φορά μέγεθος σωματιδίων.

Επιπλέον πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι οι δραστηριότητες εντός των κτιρίων και οι μετεωρολογικές συνθήκες επηρεάζουν τους όρους της επαναιώρησης και του ρυθμού αλλαγών αέρα, με αποτέλεσμα οι τιμές τους να μεταβάλλονται με το χρόνο. Αν οι μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών και των δραστηριοτήτων εντός του κτιρίου είναι σημαντικές, παύουν να υπάρχουν σταθερές συνθήκες με αποτέλεσμα η παραπάνω εξίσωση να πρέπει να αντικατασταθεί με ανάλογη εξίσωση που περιλαμβάνει και την παράμετρο του χρόνου<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Tracy L.Thatcher , David W. Layton , Deposition , Resuspension and Penetration of particles within a residence in: Department of Civil Engineering , University of California , Berkeley , USA 1995  
Christofer Y.H Chao , M.P. Wan , Eddie C.K. Cheng , Penetration coefficient and Deposition rate as a function of particle size in: Department of Mechanical Engineering , The Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong 2003  
J.Smolik , M.Lazaridis et al. Indoor Aerosol Particle Deposition in an empty office,2005



## 4.2 Μέθοδος Υπολογισμού του Ρυθμού Διείσδυσης αέρα

Με τη Μέθοδο Αερίων Δεικτών (tracer gas), η οποία βασίζεται στην τεχνική εξασθένησης της συγκέντρωσης αερίου που εισάγεται στο χώρο, υπολογίζεται ο ρυθμός διείσδυσης αέρα  $\lambda_v$ , ο οποίος δίνεται από τον τύπο:

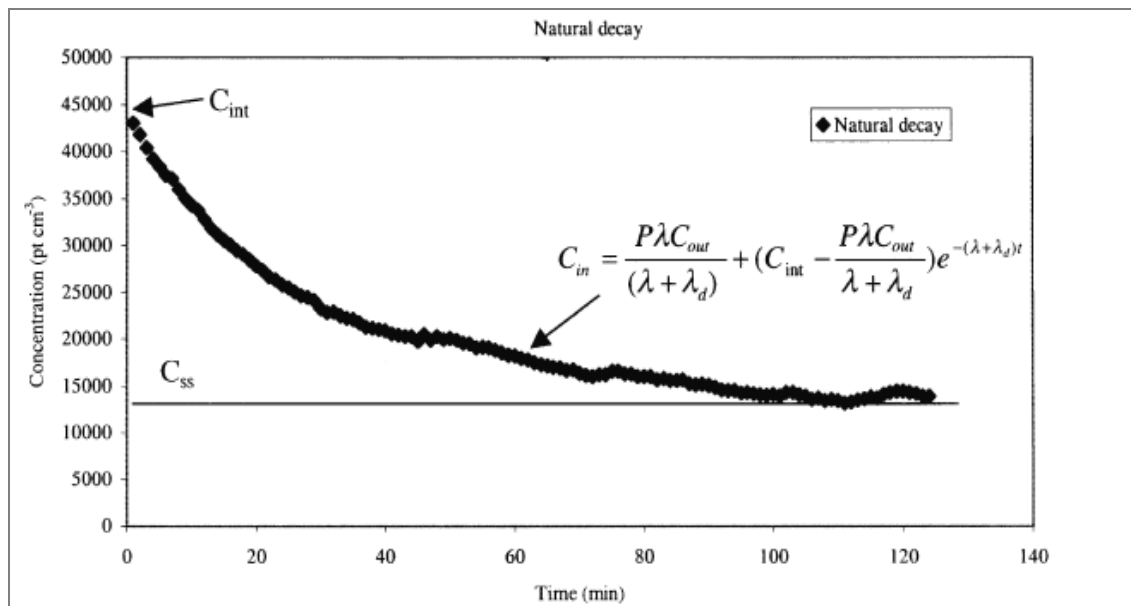
$$\lambda_v = \frac{1}{(t-t_0)} \ln\left(\frac{C}{C_0}\right) \quad (2) \quad \text{Όπου :}$$

$\lambda_v$  : ο ρυθμός διείσδυσης για τη χρονική περίοδο  $t-t_0$  ( $h^{-1}$ ) όπου  $t-t_0$  το τέλος μείον την αρχή του διαστήματος μέτρησης (h)

$C$  : η συγκέντρωση τη χρονική στιγμή  $t$  του αερίου που χρησιμοποιείται κατά τη μέθοδο των αερίων δεικτών (ppm)

$C_0$  : η συγκέντρωση τη χρονική στιγμή  $t_0$  του αερίου που χρησιμοποιείται κατά τη μέθοδο των αερίων δεικτών (ppm)

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται όπως προκύπτει με τη τεχνική εξασθένησης, το προφίλ του ρυθμού των συγκεντρώσεων του αερίου στη διάρκεια του χρόνου σύμφωνα με τη σχετική επιστημονική βιβλιογραφία.



Σχήμα 4.2: Τοπική μορφή μεταβολής της συγκέντρωσης του αερίου με τη decay method

Για τον υπολογισμό του ρυθμού διείσδυσης επιλέγονται μικρά τακτά χρονικά διαστήματα λήψης μέτρησης (μερικά λεπτά) ώστε οι επιδράσεις από τις θερμικές και μετεωρολογικές συνθήκες να θεωρούνται πολύ μικρές.

Έχει παρατηρηθεί εκθετική μείωση της συγκέντρωσης με το χρόνο. Η συγκέντρωση ενός ρύπου (αέριου ή σωματιδιακού) που εκπέμπεται στο εσωτερικό περιβάλλον, όπου ο αέρας είναι καλά αναμειγμένος, μειώνεται εκθετικά με την πάροδο του χρόνου μετά το τέλος της εκπομπής σύμφωνα με σχέση της μορφής :

$$C(t) = C_0 e^{-bt} \quad (A)$$

Όπου  $C_0$  η αρχική συγκέντρωση και  $b$  ο συντελεστής ρυθμού απομάκρυνσης σωματιδίων ο οποίος έχει μονάδες αντίστροφου χρόνου.

Κατά τη διάρκεια της όλης διαδικασίας καταγράφονται και μετεωρολογικά δεδομένα και εσωτερικές κλιματικές παράμετροι ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Σε αυτά περιλαμβάνονται η εσωτερική θερμοκρασία και η θερμοκρασία περιβάλλοντος, η ταχύτητα και η διεύθυνση του ανέμου, η σχετική υγρασία και η διαφορά πίεσης εσωτερικά/εξωτερικά. Με τη βοήθεια αυτών των δεδομένων ελέγχεται η ορθότητα της αρχικής μας υπόθεσης περί σταθερής κατάστασης.

Η εναπόθεση είναι ο σημαντικότερος μηχανισμός με τον οποίο δραστηριοποιούνται τα αιωρούμενα σωματίδια στο εσωτερικό περιβάλλον. Ο ρυθμός με τον οποίο τα σωματίδια κατακάθονται σε μία επιφάνεια προσδιορίζει την ταχύτητα εναπόθεσής τους η οποία μετριέται σε  $m \cdot h^{-1}$ . Η σχέση που προσδιορίζει την

ταχύτητα εναπόθεσης είναι η :

$$u_d = \frac{\lambda_d V}{A_d} \quad (3) \text{ αφού υπολογιστεί πρώτα ο}$$

ρυθμός εναπόθεσης  $\lambda_d$  ( $H^{-1}$ ) κάνοντας χρήση της έμμεσης – εμπειρικής μεθόδου.

Βέβαια, πρέπει να σημειωθεί ότι, και η επαναιώρηση αποτελεί σημαντικό δυναμικό φαινόμενο των σωματιδίων που παρατηρείται στους εσωτερικούς χώρους (μάλιστα πολλές φορές οι διεργασίες δε μπορούν να διαχωριστούν), ιδίως στα μικρά σωματίδια που είναι και τα πιο επικίνδυνα για την υγεία. Μελετώντας τη συμπεριφορά των σωματιδίων κατά τα φαινόμενα και υπολογίζοντας τους ρυθμούς με τους οποίους αυτά γίνονται προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα για την κατανόηση τους.

## **4.3 Μέθοδος υπολογισμού του Ρυθμού Εναπόθεσης των Αιωρούμενων Σωματιδίων στο εσωτερικό ενός κτιρίου**

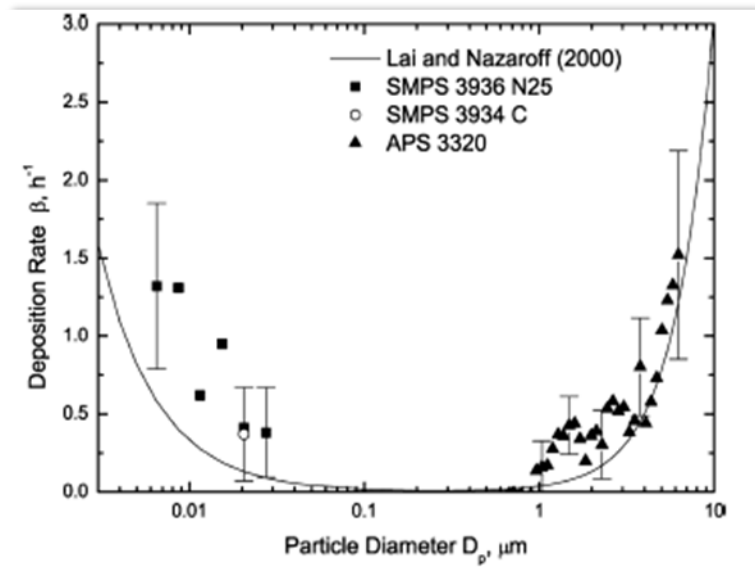
---

### **A. ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ**

Οι ταχύτητες εναπόθεσης προσδιορίζονται με άμεσες ή έμμεσες μετρήσεις της ποσότητας των σωματιδίων που κατακάθεται σε μία επιφάνεια. Κατά τον άμεσο τρόπο μέτρησης της εναπόθεσης των σωματιδίων, απαιτούνται μεγάλα χρονικά διαστήματα, ώστε να υπάρχει ποσότητα σωματιδίων ικανή να ανιχνευθεί. Οι πληροφορίες που λαμβάνονται καταγράφονται ώστε να χρησιμοποιηθούν και για άλλες εσωτερικές επιφάνειες. Παρόλο που αυτή η μέθοδος παρέχει χρήσιμες πληροφορίες, παρουσιάζει δυσκολίες στον υπολογισμό της εναπόθεσης διαφορετικών ειδών σωματιδίων και στον καθορισμό των ολικών απωλειών εξαιτίας της εναπόθεσης σε όλες τις επιφάνειες μέσα σε ένα κτίριο.

Για να καθοριστεί ο ολικός ρυθμός εναπόθεσης για σωματίδια διαφορετικού μεγέθους μέσα σε μία κατοικία, χρησιμοποιείται η έμμεση – εμπειρική μέθοδος η οποία στηρίζεται σε μετρήσεις της αλλαγής συγκέντρωσης των σωματιδίων έπειτα από μία τεχνητή αύξηση της συγκέντρωσής τους. Η μέθοδος αυτή είναι παρόμοια με τη μέθοδο αερίων δεικτών (tracer gas), μόνο που σε αυτή την περίπτωση αντί για αέριο, «εισάγονται» αιωρούμενα σωματίδια. Παρόλο που αυτή η μέθοδος δε δίνει πληροφορίες για το πού κατακάθονται τα σωματίδια, παρέχει μία καλή εκτίμηση του συνολικού ρυθμού εναπόθεσης σωματιδίων διαφόρων μεγεθών.

Αφού γίνει η τεχνητή αύξηση της συγκέντρωσης των σωματιδίων, αρχίζει να μετριέται ανά τακτά χρονικά διαστήματα η νέα συγκέντρωσή τους. Ο ρυθμός εναπόθεσης εξαρτάται από τη διάμετρο των σωματιδίων. Η σχέση που υπάρχει στη βιβλιογραφία μεταξύ ρυθμού εναπόθεσης σωματιδίων και αεροδυναμικής τους διαμέτρου δηλαδή μεγέθους των σωματιδίων, παριστάνεται από το επόμενο διάγραμμα (Smolik et al. 2005).



*Σχήμα 4.3: Εξάρτηση ρυθμού εναπόθεσης από τη διάμετρο των σωματιδίων (Lai and Nazaroff 2000)*

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πρέπει να επιτευχτεί η ελάχιστη δυνατή διείσδυση του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Αυτό επιτυγχάνεται με το κλείσιμο όλων των παραθύρων και των ανοιγμάτων (ώστε οι μόνες διεισδύσεις αέρα να είναι από τις χαραμάδες) και την επιλογή ώρας όπου επικρατεί η ελάχιστη ταχύτητα του ανέμου και ελάχιστη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος( για σταθερές συνθήκες). Επίσης το εσωτερικό του κτιρίου κατά τη διάρκεια του πειράματος εκκενώνεται και καθαρίζονται καλά όλες οι πλευρικές επιφάνειες και το δάπεδο ώστε να μην υπάρχουν φαινόμενα επαναϊώρησης των ήδη υπαρχόντων σωματιδίων.

Με βάση όσα προαναφέρθηκαν και γράφοντας τη σχέση (1) ως εξής  $A_d u_d C_{in} = L_f A_f R + \lambda_v PVC_0 - \lambda_v VC_{in} + G$  μπορούν να γίνουν οι εξής παραδοχές:

- Ο όρος  $L_f A_f R$  θεωρείται αμελητέος καθώς το κτίριο είναι άδειο και καθαρό οπότε δεν υπάρχουν φαινόμενα επαναϊώρησης.
- Ο όρος  $G$  των εσωτερικών πηγών θεωρείται μηδέν γιατί η εσωτερική συγκέντρωση των σωματιδίων έχει αυξηθεί πάρα πολύ.

- Ο όρος  $\lambda_v PVC_0$  μηδενίζεται γιατί η διείδυση σωματιδίων θεωρείται η ελάχιστη δυνατή από τη στιγμή που η εσωτερική συγκέντρωση είναι κατά πολύ αυξημένη σε σχέση με την εξωτερική.

Συνεπώς η μεταβολή της συγκέντρωσης των σωματιδιακών ρύπων θα οφείλεται στην καθίζηση (deposition) και στην εξαγωγή του αέρα (exfiltration). Έτσι η σχέση παίρνει τη μορφή:

$$A_d u_d C_{in} + \lambda_v V C_{in} = 0 \Rightarrow A_d u_d C_{in} = -\lambda_v V C_{in}$$

Αν παραγωγίσουμε τη σχέση αυτή ως προς το χρόνο (θεωρώντας πάντα ότι η εξίσωση του ισοζυγίου είναι ανεξάρτητη από το χρόνο) θα έχουμε:

$$V \frac{dC_{in}}{dt} = -(\lambda_v V C_{in} + A_d u_d C_{in})$$

$$\Rightarrow V \frac{dC_{in}}{dt} = -(\lambda_v V + \lambda_d V) C_{in} \rightarrow \text{αφού } A_d u_d = \lambda_d V$$

$$\Rightarrow V \int \frac{dC_{in}}{C_{in}} = - \int (\lambda_v + \lambda_d) V dt$$

$$\Rightarrow \frac{\ln \frac{C}{C_i}}{t} = -(\lambda_v + \lambda_d)$$

$$\Rightarrow \lambda_d = \frac{1}{t} \ln \frac{C_i}{C} - \lambda_v \quad (4)$$

Όπου:  $C_i$  η αρχική και  $C$  η τελική συγκέντρωση (σωματίδια/ $m^3$ ) των Αιωρούμενων Σωματιδίων και  $t$  ο χρόνος μεταξύ  $C_i$  και  $C$  (h)

Επομένως για τον υπολογισμό του συντελεστή εναπόθεσης  $\lambda_d$  χρειάζεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα η μέτρηση της μεταβολής της συγκέντρωσης των σωματιδίων καθώς και ο προσδιορισμός της διείσδυσης του αέρα στο χώρο που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις. Να σημειωθεί ότι ο συντελεστής εναπόθεσης υπολογίζεται για κάθε κλάση σωματιδίων (δηλαδή για τα εύρη <1.0  $\mu\text{m}$ , 1.0-2.5  $\mu\text{m}$ , 2.5-5.0  $\mu\text{m}$  και 5.0-10.0  $\mu\text{m}$ ) ώστε να μπορεί να μελετηθεί και να κατανοηθεί η συμπεριφορά κάθε μεγέθους σωματιδίων.

Συγκεντρωμένες οι σχέσεις που είναι απαραίτητες :

$$\lambda_v = \frac{1}{\Delta t} \ln \left( \frac{C_1}{C_2} \right), \lambda_d = \frac{1}{t} \ln \frac{C_i}{C} - \lambda_v, \text{ και } \rightarrow u_d = \frac{\lambda_d V}{A_d}$$

## **B. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΠΙΕΣΗΣ**

Όταν επικρατούν συνθήκες διαφοράς πίεσης, λόγω της διαφοράς πίεσης εσωτερικού-εξωτερικού περιβάλλοντος η εισρόφηση αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου είναι συγκεκριμένη οπότε ο ρυθμός ανανέωσης του αέρα θεωρείται δεδομένος. Επιπλέον, σε αυτές τις συνθήκες λόγω της έντονης εισροής αέρα και της δημιουργίας ρευμάτων παρατηρείται στο εσωτερικό φαινόμενο επαναιώρησης των σωματιδίων το οποίο σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να αγνοηθεί ούτε να διαχωριστεί ο ρυθμός της από το ρυθμό εναπόθεσης. Η μόνη παραδοχή που μπορεί να γίνει και παραμένει σταθερή όπως και ήταν στις σταθερές συνθήκες είναι ότι δεν υπάρχουν εσωτερικές πηγές, αφού πάλι η εσωτερική συγκέντρωση των σωματιδίων έχει αυξηθεί πολύ. Οι άλλες δύο παραδοχές δε μπορούν να παραμείνουν ίδιες. Τέλος δεν πρέπει να παραληφθεί η εισαγωγή σωματιδίων στον εσωτερικό χώρο από τη διάταξη που δημιουργεί το φαινόμενο της διαφοράς πίεσης. Η χρονική μεταβολή της συγκέντρωσης δίνεται ως:  $\frac{dC}{dt} = -\lambda_v C_{in} - \lambda_{dr} C_{in} + \frac{\lambda_{fan}}{V} C_0 + \lambda_v C_0$  (5) με τον όρο  $\lambda_{dr} C_{in}$  να περιλαμβάνει τόσο την εναπόθεση όσο και την επαναιώρηση των σωματιδίων καθώς δεν είναι δυνατός ο διαχωρισμός του ρυθμού εναπόθεσης και επαναιώρησης. Ο όρος  $\frac{\lambda_{fan}}{V} C_0$  είναι που δείχνει τα εισερχόμενα σωματίδια από τον ανεμιστήρα.

#### 4.4 Συντελεστής (βαθμός) διείσδυσης P Σωματιδίων

---

Τα κτίρια περιέχουν σωματιδιακούς ρύπους που παράγονται και σχηματίζονται κυρίως από τις δραστηριότητες στο εσωτερικό τους και λιγότερο περιβαλλοντικούς σωματιδιακούς ρύπους. Τα κτίρια, υπό φυσιολογικές συνθήκες, θεωρείται ότι πρέπει να περιορίζουν την έκθεση σε περιβαλλοντικούς σωματιδιακούς ρύπους εξαιτίας κάποιων αποτελεσμάτων που επιφέρει το φιλτράρισμα του κελύφους του κτιρίου (Engelmann, 1992; Alzona et al, 1979). Αυτό βέβαια, δεν ισχύει πάντα και προφανώς εξαρτάται από πολλές παραμέτρους που επηρεάζουν τη διείσδυση σωματιδίων από το εξωτερικό στο εσωτερικό. Μερικοί από αυτούς είναι το σύστημα αερισμού, η διαφορά πίεσης μέσα-έξω και η ποιότητα του κελύφους η οποία βρίσκεται σε συγκεκριμένα δομικά υλικά που μπορούν να λειτουργήσουν ως φίλτρο.

Το ποσοστό που η διείσδυση των σωματιδίων μειώνεται κατά το φιλτράρισμα περιγράφεται από το συντελεστή διεισδυτικότητας ή διείσδυσης P (Penetration factor). Υπό σταθερές συνθήκες, αν δεν υπάρχει παραγωγή ή επαναιώρηση των σωματιδίων, ο παράγοντας αυτός μπορεί να προσδιοριστεί έπειτα από τη διαδικασία μετρήσεων των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων μέσα και έξω από το χώρο, τον υπολογισμό του ρυθμού διείσδυσης του αέρα και του ρυθμού εναπόθεσης των σωματιδίων.

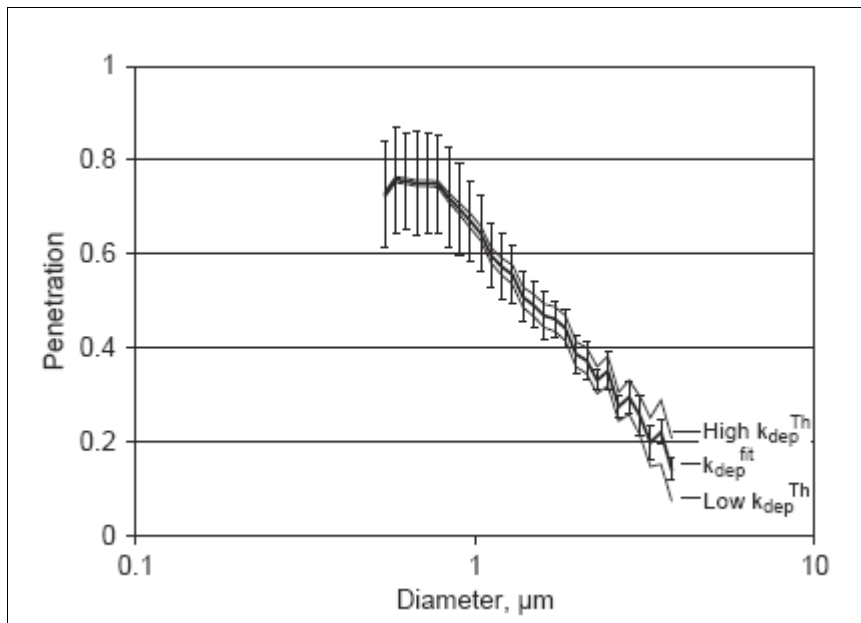
Ο βαθμός διείσδυσης προκύπτει από τις σχέσεις (1) και (4) :

$$P = \left( \frac{C_{in}}{C_o} \right) \frac{(\lambda_d + \lambda_v)}{\lambda_v} \quad (5)$$

Ο συντελεστής διείσδυσης των σωματιδίων P καθορίζεται ως ο λόγος της συγκέντρωσης των σωματιδίων που κινούνται κατά τη φορά της κίνησης του αέρα προς στη σχισμή (χαραμάδα) μέσα στο θάλαμο. Ο συντελεστής διείσδυσης είναι σχεδόν ενιαίος για σωματίδια διαμέτρου 0,1-1,0 μm με 0.25 mm ύψος ρωγμής και διαφορά πίεσης εσωτερικού-εξωτερικού αέρα ΔP μεγαλύτερη από 4 Pa.

Η διείσδυση μειώνεται πολύ για μεγαλύτερα σωματίδια και για ρωγμές με σημαντική επιφανειακή τραχύτητα και ακανόνιστη γεωμετρία.

Ο βαθμός διείσδυσης των σωματιδίων έχει εξάρτηση και αυτός από τη διάμετρό τους. Ενδεικτικά παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των Schneider et al.2004 τα οποία το επιβεβαιώνουν στο διάγραμμα που ακολουθεί.



**Σχήμα 4.4: Βαθμός Διείσδυσης σωματιδίων σε σχέση με τη διάμετρό τους (Schneider et al.2004)**

Παρατηρείται έντονη μείωση του βαθμού διείσδυσης σωματιδίων για τα σωματίδια μεγάλης διαμέτρου.



# ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ



## **ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

---

Κατά τη διάρκεια των μηνών Νοεμβρίου και Δεκεμβρίου του 2010 πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις προσδιορισμού της διείσδυσης του αέρα και των συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων στον ειδικά διαμορφωμένο χώρο του test cell, ο οποίος χρησιμοποιείται για μετρήσεις από την Ομάδα Μελετών Κτιριακού Περιβάλλοντος και βρίσκεται στο υπαίθριο μετεωρολογικό εργαστήριο του τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών. Η καταγραφή των μετρήσεων έγινε με τις μεθόδους Αερίων Δεικτών και Υπερπίεσης Πεπιεσμένου Αέρα, ενώ το αέριο που χρησιμοποιήθηκε ως αέριος δείκτης είναι το εξαφθοριούχο θείο SF<sub>6</sub>.

Ειδικότερα, εφαρμόσαμε την τεχνική εξασθένησης (decay method), για να υπολογίσουμε τον ρυθμό αλλαγής του αέρα (ACH) και κατά συνέπεια την διείσδυση του αέρα (infiltration) στον εσωτερικό χώρο. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας την Έμμεση – Εμπειρική Μέθοδο και παράγοντας τεχνητή αύξηση συγκεντρώσεων σωματιδιακών ρύπων έγινε καταγραφή μετρήσεων σχετικά με τις μεταβολές της συγκέντρωσής τους στη διάρκεια του χρόνου. Κατά την επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων, μελετήσαμε τους φυσικούς μηχανισμούς κίνησης και μεταφοράς των σωματιδίων στον εσωτερικό χώρο και τις διάφορες διεργασίες μεταβολής ή αλλαγής στις οποίες υπόκεινται με βάση την χρονική εξέλιξή τους και τη συμμετοχή τους στο ισοζύγιο συγκεντρώσεων (μαζών) και σε εξάρτηση με τη φυσική εισροή-διαρροή αέρα από το χώρο και τη στεγανότητα του χώρου. Η πειραματική διαδικασία χωρίζεται σε δύο μέρη. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν :

I. σε σταθερές συνθήκες ( $\Delta P = 0$ )

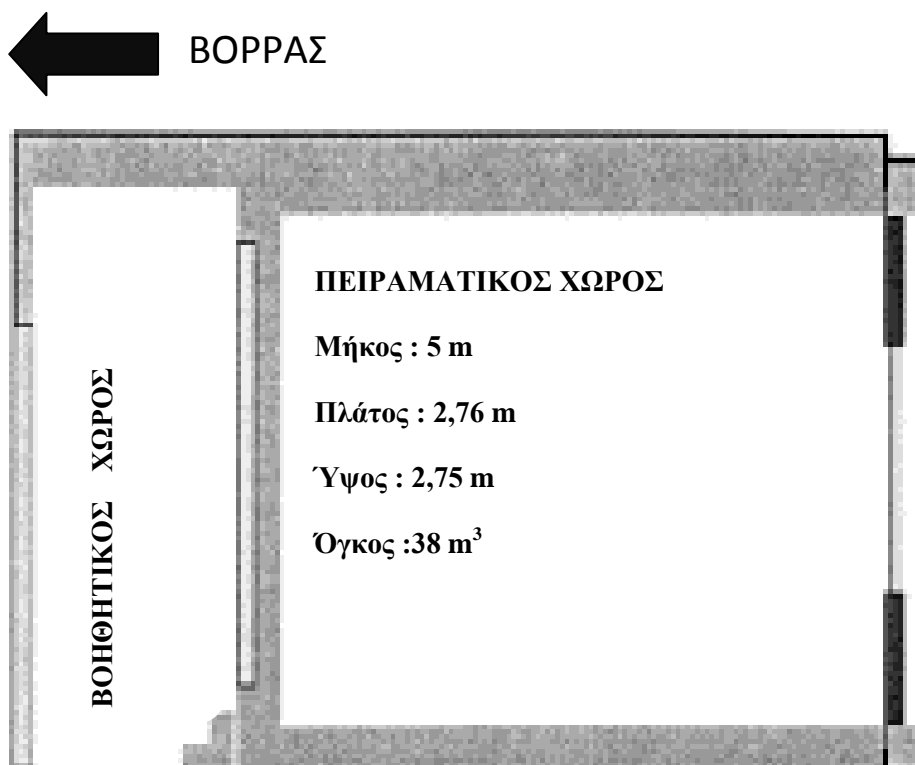
II. σε συνθήκες μεταβαλλόμενης πίεσης ( $\Delta P$ : 0-4 Pa, 4-8 Pa , 8-12 Pa)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

#### 5.1 Χώρος διεξαγωγής πειραματικής διαδικασίας - Test Cell

Η όλη πειραματική διαδικασία έλαβε χώρα σε test cell που βρίσκεται εντός του ευρύτερου χώρου του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών στην περιοχή του Ζωγράφου (Πανεπιστημιούπολη). Το test cell αποτελείται από δύο απομονωμένα δωμάτια το ένα εκ των οποίων αποτελεί το χώρο όπου γίνονται οι πειραματικές διαδικασίες και έχει όγκο  $38 \text{ m}^3$ , μήκος  $5 \text{ m}$ , πλάτος  $2,76 \text{ m}$  και ύψος  $2,75 \text{ m}$ . Το δεύτερο δωμάτιο αποτελεί βοηθητικό χώρο.



Σχήμα 5.1 : Σχηματική απεικόνιση του πειραματικού χώρου



*Εικόνα 5.1: Εξωτερική άποψη του test cell στην Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου. Στην εικόνα φαίνεται η νοτιοδυτική πλευρά του.*



*Εικόνα 5.2: Η είσοδος του πειραματικού χώρου, όπως φαίνεται από τον προθάλαμο*

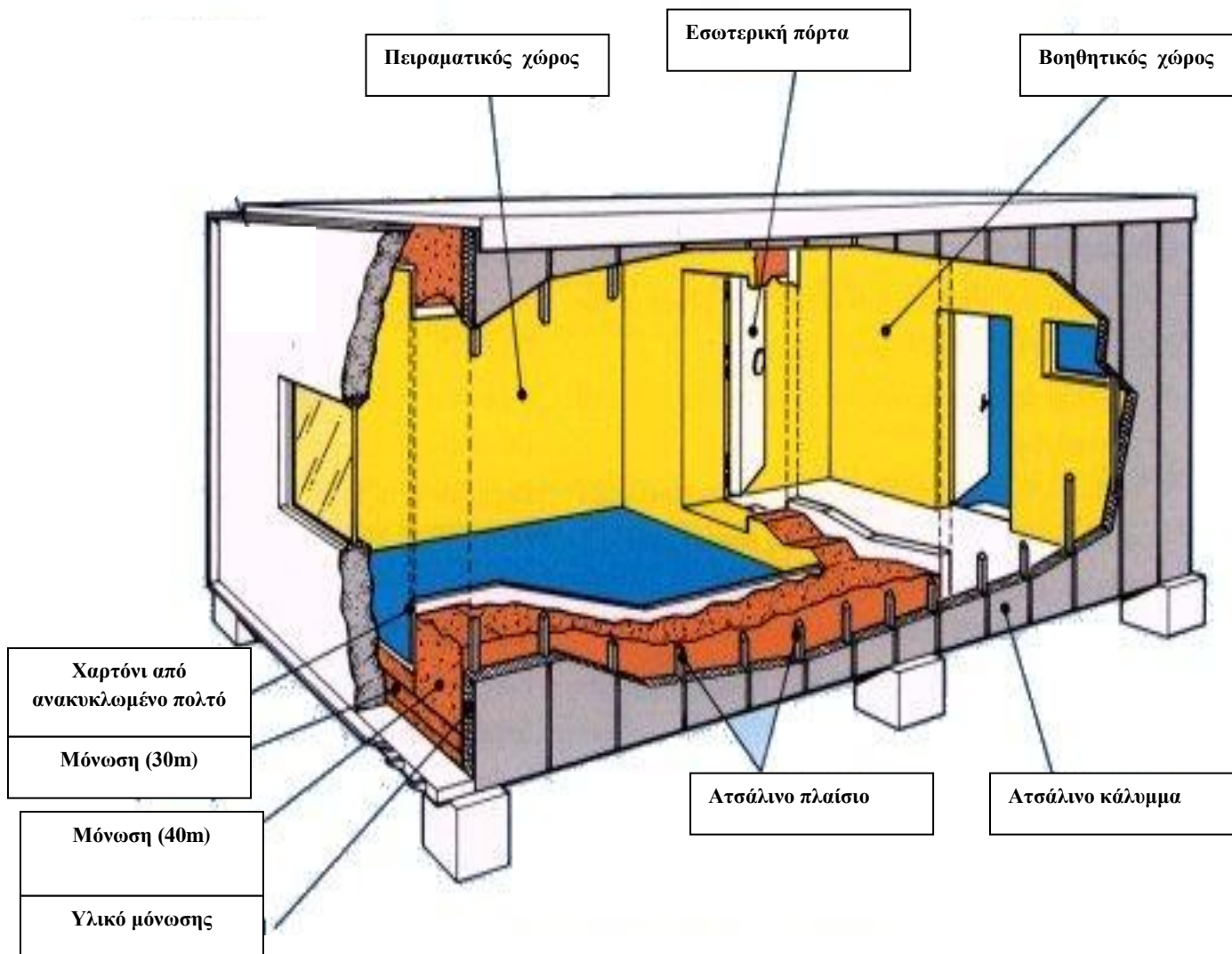


*Εικόνα 1.3: Ο πειραματικός χώρος του test cell. Απεικονίζεται η βόρεια όψη.*



*Εικόνα 5.4 : Ο πειραματικός χώρος του test cell. Νότια όψη.*

Ο χώρος του test cell πρέπει να είναι κατασκευασμένος με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε οι συνθήκες μέσα στον πειραματικό χώρο να είναι ελεγχόμενες. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται ειδικά μονωτικά υλικά (σχήμα 3).



*Σχήμα 5.2 : Σχηματική απεικόνιση test cell*

Το μικρόκλιμα του test cell μπορεί να ελέγχεται χάρη σε συστήματα ψύξης, θέρμανσης και διανομής του αέρα (εικόνες 5.5, 5.6) που είναι ήδη εγκατεστημένα στο βοηθητικό χώρο του test cell. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα καταγραφής τόσο των εσωτερικών παραμέτρων όσο και των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών με όσο το δυνατό μεγαλύτερη ακρίβεια. Έτσι, εντός του test cell υπάρχουν αισθητήρες καταγραφής της θερμοκρασίας του αέρα (εικόνα 5.7) , επιφανειακά θερμοόμετρα (εικόνα 5.8) καθώς και όργανα για τον έλεγχο της διείσδυσης του αέρα.

Εξωτερικά ο ακριβής μετεωρολογικός έλεγχος επιτυγχάνεται χάρη σε μεγάλο αριθμό αισθητήρων οι οποίοι καταγράφουν την ηλιακή ακτινοβολία (οριζόντια, διάχυτη και κατακόρυφη), τη θερμοκρασία του αέρα, τη σχετική υγρασία, τη διεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου και τη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (εικόνες 5.9 α,β,γ,δ).



*Εικόνα 5.5: Σύστημα θέρμανσης – ψύξης του αέρα*



*Εικόνα 5.6: Σύστημα διανομής του αέρα*



*Εικόνα 5.7: αισθητήρας καταγραφής της θερμοκρασίας του αέρα*



*Εικόνα 5.8: επιφανειακά θερμομέτρα*





α



β



γ



δ

*Εικόνα 5.9 (α, β, γ, δ): : εξωτερικοί αισθητήρες καταγραφής μετεωρολογικών παραμέτρων*

## 5.2 Πειραματικός Εξοπλισμός

### 5.2.1 ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΑΕΡΙΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ (INNOVA 1312, TRACER GAS)

Το INNOVA 1312 είναι ένα φωτοακουστικό όργανο παρακολούθησης αερίων υψηλής ακρίβειας και αξιοπιστίας με δυνατότητα ποιοτικής και ποσοτικής ανάλυσης αερίων. Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται στη μέθοδο ανίχνευσης φωτοακουστικών υπερύθρων. Αυτό σημαίνει ότι το INNOVA 1312 μπορεί να μετρήσει σχεδόν κάθε αέριο που απορροφά υπέρυθρο φως. Κατάλληλα οπτικά φίλτρα (έως 5) ενσωματώνονται σε έναν περιστρεφόμενο δίσκο έτσι ώστε να μπορούν να μετρηθούν επιλεκτικά οι συγκεντρώσεις έως και πέντε σύνθετων αερίων και υδρατμών (παρακολούθηση της υγρασίας) σε κάθε δείγμα αέρα. Οι μονάδες μέτρησής του εξαρτώνται από το αέριο, αλλά συνήθως είναι σε κλίμακα ppb.

*Λέγεται και Φωτο-Ακουστικός Πολυαναλυτής Αερίων.*



*Εικόνα 5.10: Το INNOVA 1312*

Τα δείγματα του προς ανάλυση αέρα συγκεντρώνονται από σωλήνα και μπορούν να συλλεχθούν από σημεία που απέχουν έως και 50 μέτρα. Η συλλογή γίνεται μέσω σωλήνων σιλκόνης και τεφλόν, υλικά που δεν αντιδρούν με το αέριο που εισάγεται. Η αξιοπιστία και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων διασφαλίζεται με συχνούς εσωτερικούς ελέγχους που πραγματοποιεί το ίδιο το όργανο. Συγκεκριμένα διασφαλίζονται από την ικανότητα του INNOVA 1312 να εξισορροπεί κάθε μέτρηση ανάλογα με τη διακύμανση θερμοκρασίας, την ανάμειξη υδρατμών και την ανάμειξη με άλλα αέρια που είναι γνωστό ότι είναι παρόντα.

Το όργανο μπορεί να συνδεθεί με ηλεκτρονικό υπολογιστή ή να λειτουργήσει ανεξάρτητα. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων αυτές καταγράφονται σε πραγματικό χρόνο στην οθόνη σε μορφή πινάκων και γραφημάτων μέσω του λογισμικού Win7620 και τα δεδομένα αποθηκεύονται σε συγκεκριμένες βάσεις δεδομένων. Μετά τη λήξη της μέτρησης μπορεί να γίνει περαιτέρω επεξεργασία τους, αφού υπάρχει δυνατότητα μετατροπής των δεδομένων των μετρήσεων σε μορφή Excel. Ο φορητός υπολογιστής μπορεί να ελέγχει και τις 2 μονάδες του συστήματος. Με το λογισμικό αυτό παρέχεται η δυνατότητα επεξεργασίας των μετρήσεων σε πραγματικό χρόνο και με αυτόματο υπολογισμό αλλαγών αέρα.

Το όλο σύστημα αποτελείται από 2 βασικές μονάδες: τον αναλυτή αερίων 1312 και το δειγματολήπτη-εκχυτή 1303.

Ο αναλυτής αερίων 1312 έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ποσοτική ανάλυση έως 5 διαφορετικών στοιχείων και υγρασίας.
- Δυνατότητα μετρήσεων περιβάλλοντος εργασίας.
- Ανίχνευση επικίνδυνων αερίων.
- Επεξεργασία στοιχείων και αρχείων που είναι συμβατά με ηλεκτρονικό υπολογιστή.
- Γραμμική απόκριση.
- Σταθερότητα στις μετρήσεις και εύκολη διαδικασία βαθμονόμησης.
- Αξιοπιστία λόγω αυτοδιαγνωστικών μηχανισμών.
- Αυτόματη προσαρμογή σε διακυμάνσεις θερμοκρασίας και υγρασίας.

- Ρυθμιζόμενος χρόνος απόκρισης ώστε να βελτιστοποιούνται οι μετρήσεις σε δυναμικά εξελισσόμενα περιβάλλοντα.
- Άμεση λειτουργία με ελάχιστο χρόνο προθέρμανσης
- Συλλογή στοιχείων από απόσταση έως 50<sup>m</sup>.
- Εξαγωγή αποτελεσμάτων συμβατά με το πρωτόκολλο ODBC ώστε να μπορούν να επεξεργαστούν οι μετρήσεις και από άλλα προγράμματα.
- Δυνατότητα αυτόματης λειτουργίας αφού διαθέτει εσωτερικό καταγραφικό.

Ο δειγματολήπτης-εκχυτής αερίων 1303 έχει τα παρακάτω:

- Δειγματοληψία από 6 διαφορετικά σημεία και συγκέντρωση σε συνεργασία με τον πολυαναλυτή 1312.
- Πλήρης τηλεχειρισμός από ηλεκτρονικό υπολογιστή.
- Αυτόματος υπολογισμός της ποσότητας αερίου που ψεκάζεται.
- Δυνατότητα έκχυσης σε διαφόρους χρόνους.
- Αυτοβαθμονομούμενο και αυτοελεγχόμενο σύστημα.
- Φιλτράρισμα των αερίων ώστε να προστατεύεται ο αναλυτής από εισροή σκόνης ή υπερβολική υγρασία.

Το σύστημα αυτό είναι ένα από τα βασικότερα εργαστηριακά όργανα μέτρησης που διαθέτει το Κέντρο Ενεργειακών Εφαρμογών τα οποία χρησιμοποιούνται σε μετρήσεις ποιότητας αέρα, φυσικού και τεχνητού αερισμού, εξοικονόμησης ενέργειας καθώς και σε μετρήσεις εξωτερικών χώρων.

## 5.2.2 *HANDHELD 3016 IAQ*

Το *HANDHELD 3016 IAQ* είναι μετρητής χειρός αιωρούμενων σωματιδίων. Έχει τη δυνατότητα να μετρά αιωρούμενα σωματίδια μεγέθους 0.3, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0 και 10 $\mu$ m με ροή 0,1 CFM.



*Εικόνα 5.11: Το *HANDHELD 3016 IAQ**

Στο *HANDHELD 3016 IAQ* κατά τη χρήση του συνδέονται ένας αισθητήρας για τον υπολογισμό θερμοκρασίας – υγρασίας και ένας μικρός μεταλλικός σωλήνας μέσω του οποίου γίνεται η εισαγωγή του δείγματος αέρα στο όργανο. Μετά από κάποιο αριθμό μετρήσεων απαιτείται η σύνδεσή του με φίλτρο καθαρισμού. Τα τρία αυτά εξαρτήματα φαίνονται στην εικόνα που ακολουθεί, με τη σειρά που περιγράφηκαν.

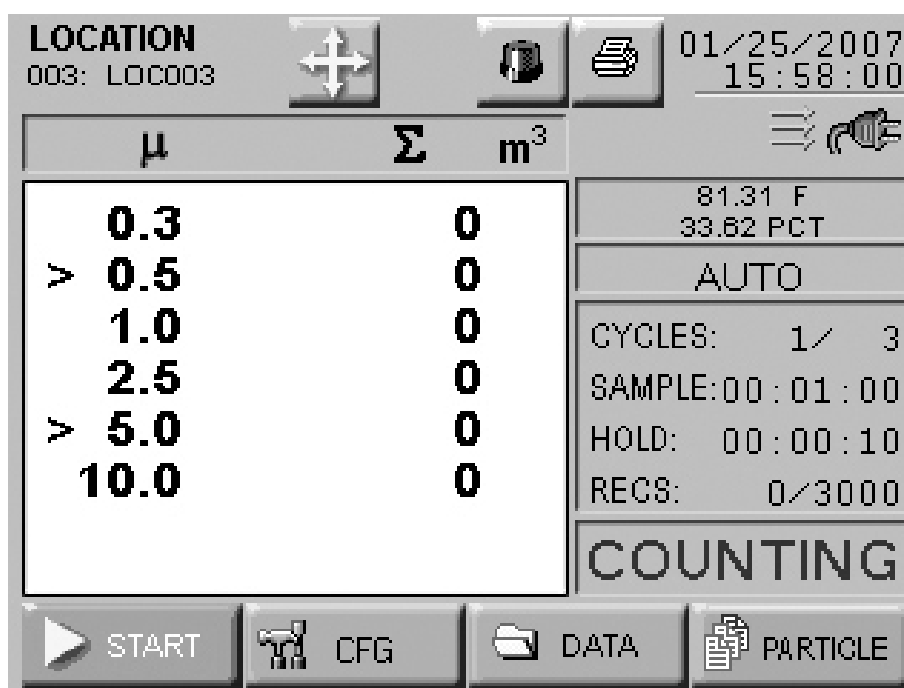


*Εικόνα 5.12: Από αριστερά τους τα δεξιά φαίνονται: το HANDHELD 3016 IAQ, ο αισθητήρας θερμοκρασίας – υγρασίας, ο σωλήνας εισαγωγής αέρα και το φίλτρο καθαρισμού.*

Υπάρχει επεξεργαστής που ελέγχει τις λειτουργίες του οργάνου. Τα μετρούμενα δεδομένα εμφανίζονται σε μία οθόνη αφής είτε αθροιστικά για όλα τα μεγέθη των σωματιδίων είτε ξεχωριστά για κάθε μέγεθος. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να είναι ο αριθμός των σωματιδίων ή η συγκέντρωσή τους ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Το όργανο εμφανίζει και τιμές σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας του χώρου κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

Η λειτουργία του βασίζεται σε μία πηγή φωτός λέιζερ που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό των σωματιδίων. Τα σωματίδια σκεδάζουν το φως, το οποίο συγκεντρώνεται σε μία φωτοδίοδο η οποία το μετατρέπει σε ηλεκτρικούς παλμούς. Το πλάτος του παλμού είναι μία ένδειξη του μεγέθους των σωματιδίων. Οι παλμοί μετριοούνται και το εύρος τους χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί το μέγεθος των σωματιδίων. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται σαν αριθμός σωματιδίων για κάθε μέγεθος.

Το HANDHELD 3016 IAQ έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει έως και 3.000 μετρήσεις. Το χρονικό διάστημα μεταξύ των μετρήσεων καθορίζεται εύκολα από το χρήστη (SAMPLE). Το ίδιο εύκολα ρυθμίζεται και ο αριθμός των μετρήσεων που καταγράφονται (RECS) καθώς και οι κύκλοι της συγκεκριμένης χρονικής διάρκειας μετρήσεων (CYCLES). Υπάρχει ακόμα και δυνατότητα ρύθμισης αναμονής ανάμεσα στην καταγραφή δύο διαδοχικών μετρήσεων (HOLD). Η λειτουργία του ελέγχεται από μια πανεύκολη στη χρήση οθόνη αφής. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται σε μία οθόνη αφής σαν αυτή που φαίνεται στην εικόνα 5.13. Πατώντας στην οθόνη την ένδειξη κάτω αριστερά, το όργανο ξεκινά να παίρνει και να αποθηκεύει μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων.



*Εικόνα 5.13 : Οθόνη αφής του HANDHELD 3016 IAQ*

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται κάποια βασικά χαρακτηριστικά του οργάνου, όπως το λογισμικό υποστήριξης, ο ρυθμός ροής, η ισχύς της συσκευής, η θερμοκρασία λειτουργίας και οι διαστάσεις.

**Πίνακας 5.1 : Βασικά χαρακτηριστικά του HANDHELD 3016 IAQ**

<b>Εύρος μεγεθών</b>	0.3 – 10.0μm
<b>Μεγέθη σωματιδίων</b>	0.3, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10.0 μm
<b>Ρυθμός ροής</b>	0.1 CFM (2.83 LPM)
<b>Πηγή λέιζερ</b>	Δίοδος Λείζερ
<b>Αποθήκευση δεδομένων</b>	Έως 3.000 μετρήσεις (σωματίδια, θερμοκρασία, υγρασία, ημερομηνία και ώρα).
<b>Λογισμικό υποστήριξης</b>	LMS Xchange Data Transfer Software
<b>Αισθητήρες περιβάλλοντος</b>	Θερμοκρασία/Σχετική Υγρασία: 32-122°F (0-50°C) ±1°F (.5°C), 15-90% ±2%
<b>Οθόνη αφής</b>	3.8» (9.25 cm), 320x240
<b>Πηγή δείγματος</b>	Εσωτερική αντλία, ρυθμιστής ροής
<b>Ισχύ</b>	Unit: +12VDC; AC/DC: Adapter 100-240V, 50-60Hz
<b>Μπαταρία</b>	Λιθίου, φορητή και επαναφορτιζόμενη
<b>Διαστάσεις</b>	8.75»(L) x 5.0»(W) x 2.5»(H) [22.23 x 12.7 x 6.35 cm]
<b>Βάρος</b>	2.2 lb (1kg)
<b>Θερμοκρασία και ειδική υγρασία λειτουργίας</b>	50°F to 104°F (10°C to 40°C) / 20% to 95%

Με το λογισμικό Lighthouse Data Transfer τα δεδομένα μεταφέρονται εύκολα σε Η/Υ για επεξεργασία. Το λογισμικό αυτό έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί με το HANDHELD 3016 IAQ, μεταφέροντας τα δεδομένα και αποθηκεύοντάς τα με μορφή πινάκων σε αρχεία Excel ή HTML. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αρχείου HTML στο οποίο απεικονίζονται τα δεδομένα φαίνεται παρακάτω.



Timestamp	Location (Name)	0.3 micron (Counts)	0.5 micron (Counts)	1.0 micron (Counts)	3.0 micron (Counts)	5.0 micron (Counts)	10.0 micron (Counts)	Sample Time (s)	Sample Volume (ft <sup>3</sup> )	Environmental
8/20/2004 15:55:32	GDWNING	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 15:55:37	GDWNING	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 15:55:43	GDWNING	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 15:55:48	GDWNING	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 15:55:53	GDWNING	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 15:55:59	GDWNING	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 15:56:04	GDWNING	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:24:20	LOC003	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:24:25	LOC003	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:24:30	LOC003	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:24:36	LOC003	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:24:41	LOC003	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:24:46	LOC003	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:24:52	LOC003	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:24:57	LOC003	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:25:03	LOC003	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:41:42	PACKAGN	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:41:48	PACKAGN	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:41:53	PACKAGN	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:41:58	PACKAGN	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:42:04	PACKAGN	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:42:09	PACKAGN	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:42:15	PACKAGN	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:42:20	PACKAGN	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:42:25	PACKAGN	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:42:31	PACKAGN	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:42:36	PACKAGN	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:42:42	PACKAGN	1	0	0	0	0	0	5	0.1	
8/20/2004 16:42:47	PACKAGN	0	0	0	0	0	0	5	0.1	
Average		5502.9	614.9	81.2	6.8	5.4	1.6	5.0	0.1	
Maximum		30599	3416	439	43	56	14	5	0.1	
Minimum		0	0	0	0	0	0	5	0.1	
Standard Deviation		10142.4	1133.7	149.8	12.8	11.1	3.2	0.0	0.0	

*Εικόνα 5.14: Εμφάνιση μετρήσεων σε μορφή HTML*

### 5.2.3 ΜΑΝΟΜΕΤΡΟ DM4 DUAL DIGITAL MICROMANOMETER

Κατά την πειραματική διαδικασία χρησιμοποιείται το μοντέλο μανομέτρου DM4 dual digital micromanometer. Με το μανόμετρο καταγράφεται η διαφορά πίεσης μεταξύ εξωτερικού περιβάλλοντος και του θαλάμου του test cell. Οι μετρήσεις που καταγράφονται από το όργανο μεταφέρονται μέσω του προγράμματος ByteWedge σε φορητό υπολογιστή για πιο εύκολη επεξεργασία.



*Εικόνα 5.15 : Μανόμετρο DM4 Dual Digital Micromanometer*



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 6.1 Περιγραφή Πρώτου Μέρους Πειραμάτων

---

Το πρώτο μέρος πειραμάτων και καταγραφής μετρήσεων έγινε από τις 8/11, έως και 22/12/2010. Σκοπός αυτού του τμήματος της πειραματικής διαδικασίας είναι ο προσδιορισμός του ρυθμού διείσδυσης των αιωρούμενων σωματιδίων σε συνάρτηση με τις συνθήκες φυσικής διείσδυσης αέρα δηλαδή συγκεκριμένα σύμφωνα με τη ροή αέρα που εισέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον μέσα στο χώρο του test cell (infiltration) και κατόπιν ο υπολογισμός του ρυθμού εναπόθεσης.

Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος αερίων δεικτών (Tracer Gas Method). Τοποθετώντας στο χώρο τη διάταξη της μεθόδου (ανιχνευτής INNOVA 1312) , αποδεδεσμεύεται εξαφθοριούχο θείο SF<sub>6</sub> (Sulfur Hexafluoride) και αφού επιτυγχάνεται ομογενοποίηση του χώρου με καλή ανάδευση του αερίου, μετριέται η μεταβολή της συγκέντρωσής του με το χρόνο.

Το SF<sub>6</sub> είναι ένα συνθετικό, αδρανές, ευγενές αέριο της σύγχρονης τεχνολογίας που δεν το δημιουργεί η φύση, αλλά ο άνθρωπος, δηλαδή ένα ανθρωπογενές αέριο. Επιλέχθηκε διότι δεν παράγεται από εσωτερικές πηγές και δεν επηρεάζει τη διαδικασία των μετρήσεων αφού μπορεί να αναγνωριστεί από τα άλλα συστατικά του αέρα. Χρησιμοποιείται ως ιχνηθέτης (tracer) σε μελέτες εξαερισμού και ανακύκλωσης αέρα κτιρίων, λόγω της εξαιρετικής ευαισθησίας και ακρίβειας μέτρησης εξαιρετικά χαμηλών συγκεντρώσεών του.

Επίσης, έχει ευρύτατη χρήση στους διπλούς θερμομονωτικούς υαλοπίνακες κατοικιών και άλλων κτιρίων. Λόγω της μικρής θερμικής αγωγιμότητάς παρεμβάλλεται στο κενό ανάμεσα σε δύο υαλοπίνακες με αποτέλεσμα την επίτευξη υψηλότερης θερμομόνωσης. Επιπλέον, Το SF<sub>6</sub> χρησιμοποιείται για διάφορες ηλεκτρικές εφαρμογές.

Στηριζόμενοι στη μείωση της συγκέντρωσης του αερίου με το χρόνο, χρησιμοποιήσαμε τη βασικότερη τεχνική μέτρησης του ρυθμού ανταλλαγής αέρα, τη **μέθοδο εξασθένισης** (decay method), και υπολογίσαμε το ρυθμό διείσδυσης του αέρα (infiltration). Στη συνέχεια, είτε ανάβοντας πολλά τσιγάρα ή χρησιμοποιώντας κιμωλία για την παραγωγή καπνού και σκόνης αντίστοιχα, δημιουργήσαμε τεχνητή αύξηση της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων στο εσωτερικό του test cell και υπολογίσαμε **μέσω της έμμεσης –εμπειρικής μεθόδου** τον ρυθμό εναπόθεσης λ<sub>d</sub> των σωματιδίων ανάλογα με το μέγεθός τους και σε σχέση με τη διαρροή αέρα από το cell (exfiltration). Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων τα ανοίγματα παρέμεναν κλειστά και το test cell εκκεωνόταν όσο το δυνατόν πιο γρήγορα και προσεκτικά ώστε η διείσδυση αέρα από το άνοιγμα της πόρτας να είναι ελάχιστη και η επίδραση της στις μετρήσεις να μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα.

Οι συνθήκες που επικρατούσαν στο εσωτερικό του test cell θεωρούνται σταθερές. Οι μετεωρολογικές συνθήκες είναι περίπου ίδιες για τις ημερομηνίες διεξαγωγής πειραμάτων.(ασθενής άνεμος – μικρές διαφορές στην τοπική ταχύτητα ανέμου, υψηλές θερμοκρασίες, ευστάθεια της ατμόσφαιρας). Στα πλαίσια της διαδικασίας αλλά και της σωστής διεξαγωγής της, έγινε καταγραφή μετεωρολογικών δεδομένων διάφορων παραμέτρων ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Σε αυτά περιλαμβάνονται η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, η ταχύτητα και η διεύθυνση του ανέμου, η σχετική υγρασία και η διαφορά πίεσης του εσωτερικού χώρου από το εξωτερικό. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για έλεγχο της υπόθεσης περί σταθερής κατάστασης.

## 6.2 Υπολογισμός Ρυθμού Διείσδυσης Αέρα ( $\lambda_v$ )

---

Ο ρυθμός διείσδυσης ( $\lambda_v$ ) αέρα που εισέρχεται στο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον ανά ώρα, υπολογίζεται με τη μέθοδο αερίων δεικτών (tracer gas). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, συνδέθηκε η πειραματική διάταξη εντός του test cell και με τη χρήση φιάλης αερίου με ρυθμιζόμενη στρόφιγγα διοχετεύθηκαν στο χώρο μεγάλες συγκεντρώσεις εξαφθοριούχου θείου ( $\text{SF}_6$ ). Παίρνοντας μετρήσεις και παρατηρώντας συνεχώς με τη βοήθεια του οργάνου μέτρησης INNOVA 1312 την εξασθένιση της συγκέντρωσης του αερίου υπολογίζεται ο ρυθμός διείσδυσης ή ρυθμός αλλαγών αέρα ανά ώρα (ACH)  $\lambda_v$ , ο οποίος δίνεται από τον τύπο:

$$\lambda_v = \frac{1}{\Delta t} \ln \left( \frac{C_1}{C_2} \right) = \frac{\ln(C_1) - \ln(C_2)}{\Delta t}$$

Όπου:  $C_1$  η αρχική συγκέντρωση,  $C_2$  η τελική συγκέντρωση (ppm) και  $\Delta t$  ο χρόνος μεταξύ των 2 μετρήσεων (h).

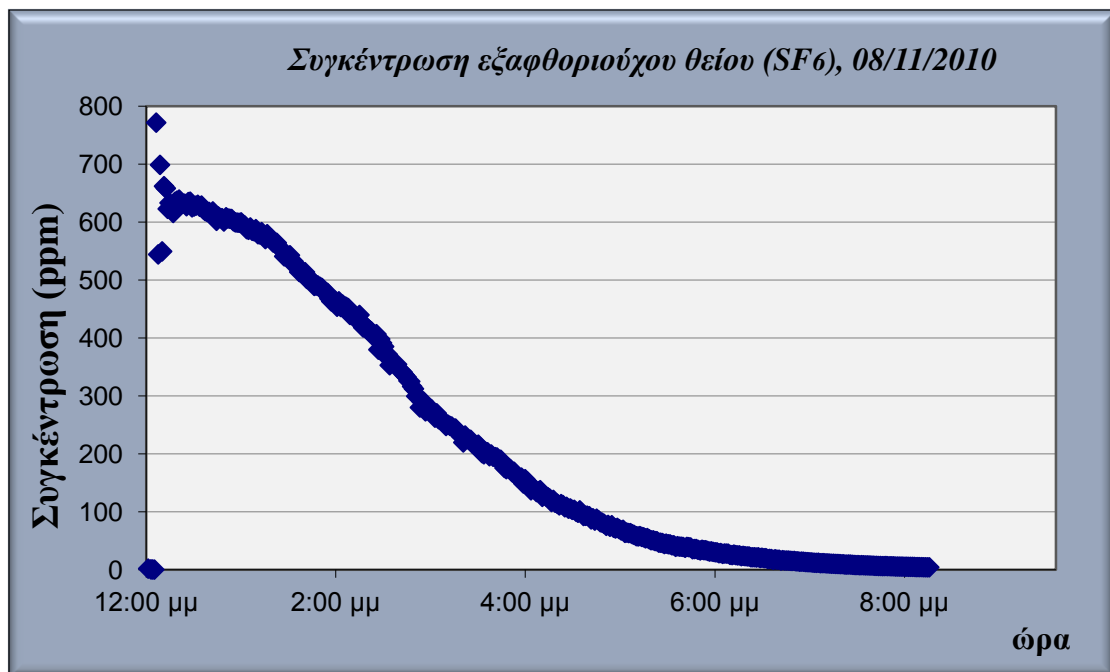
Για τον υπολογισμό του ρυθμού διείσδυσης επιλέγονται μικρά χρονικά διαστήματα ώστε οι επιδράσεις από τις θερμικές και μετεωρολογικές συνθήκες να θεωρούνται αμελητέες. Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών μετρήσεων της συγκέντρωσης του εξαφθοριούχου θείου ( $\text{SF}_6$ ) είναι για τις 8/11 και 9/11 τα 160 sec και για τις 30/11 και 1/12 τα 70 sec. Αντικαθιστώντας τις μετρούμενες τιμές των συγκεντρώσεων προσδιορίζεται για κάθε χρονικό βήμα η τιμή του  $\lambda_v$ .

Ύστερα από την επεξεργασία των μετρήσεων με τη μέθοδο αυτή, υπολογίζεται η μέση τιμή του ρυθμού διείσδυσης, A.I.R (average infiltration rate) για κάθε μέρα διεξαγωγής πειραμάτων. Οι πρώτες ενδείξεις του οργάνου μέχρι να αναμειχθεί καλάς στο χώρο το αέριο δε λήφθηκαν υπόψη. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές της αρχικής συγκέντρωσης του αερίου για τις ημέρες πειραμάτων μετά την ομογενοποίηση του χώρου.

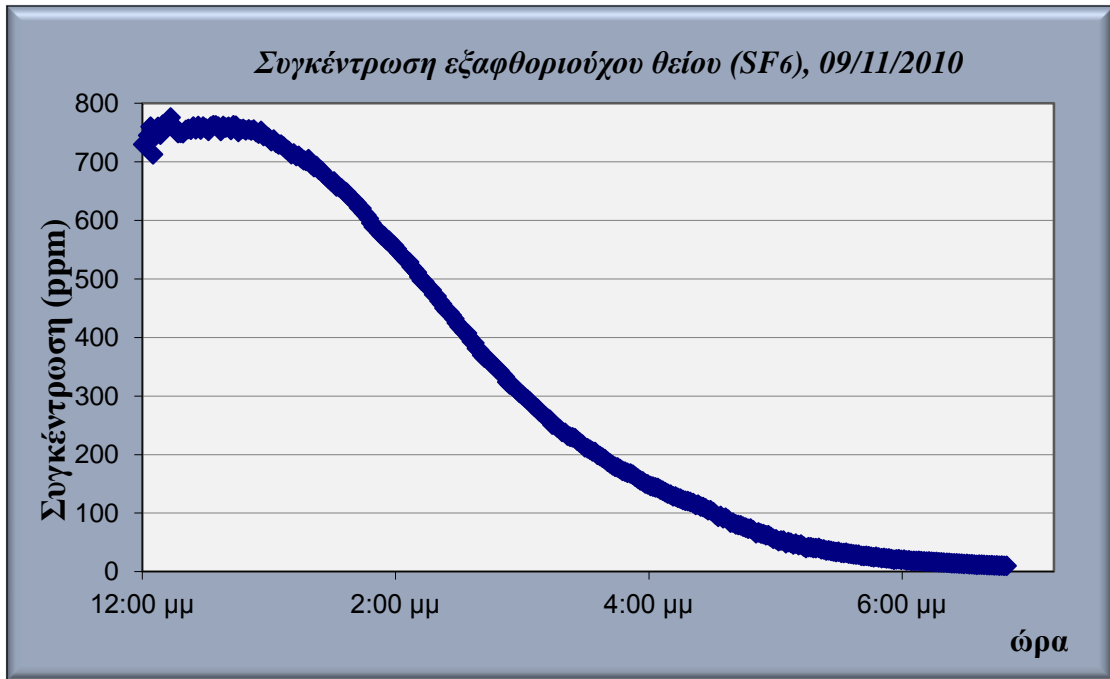
**Πίνακας 6.1 : Τιμές Αρχικής Συγκέντρωσης Αερίου κατά τις Ημερομηνίες Πειραμάτων**

<i>Αριθμός Πειράματος</i>	<i>Ημερομηνία Διεξαγωγής Πειράματος</i>	<i>Τιμή Αρχικής Συγκέντρωσης Αερίου</i>
<i>Πείραμα 1</i>	<i>8/11/2010</i>	<i>608,33 ppm</i>
<i>Πείραμα 2</i>	<i>9/11/2010</i>	<i>735,15 ppm</i>
<i>Πείραμα 3</i>	<i>30/11/2010</i>	<i>459,24 ppm</i>
<i>Πείραμα 4</i>	<i>1/12/2010</i>	<i>249,30 ppm</i>

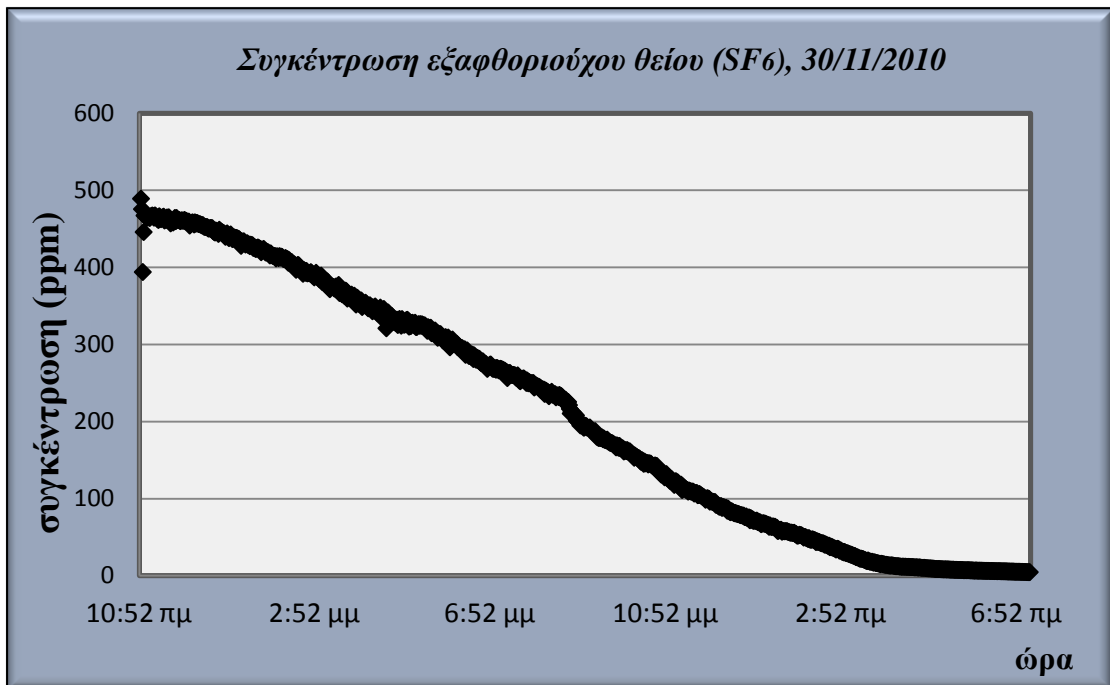
Η μεταβολή της συγκέντρωσης του SF<sub>6</sub> με το χρόνο παριστάνεται για όλες τις ημέρες πειραμάτων μέτρησης διείσδυσης αέρα, στα ακόλουθα διαγράμματα ενώ οι μετρούμενες συγκεντρώσεις όσο και ο υπολογισμός του λν για κάθε χρονικό βήμα παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 1 του Παραρτήματος Ι. Από τις γραφικές παραστάσεις προκύπτουν συμπεράσματα για τη συμπεριφορά του αερίου δείκτη μέσα στο χώρο.



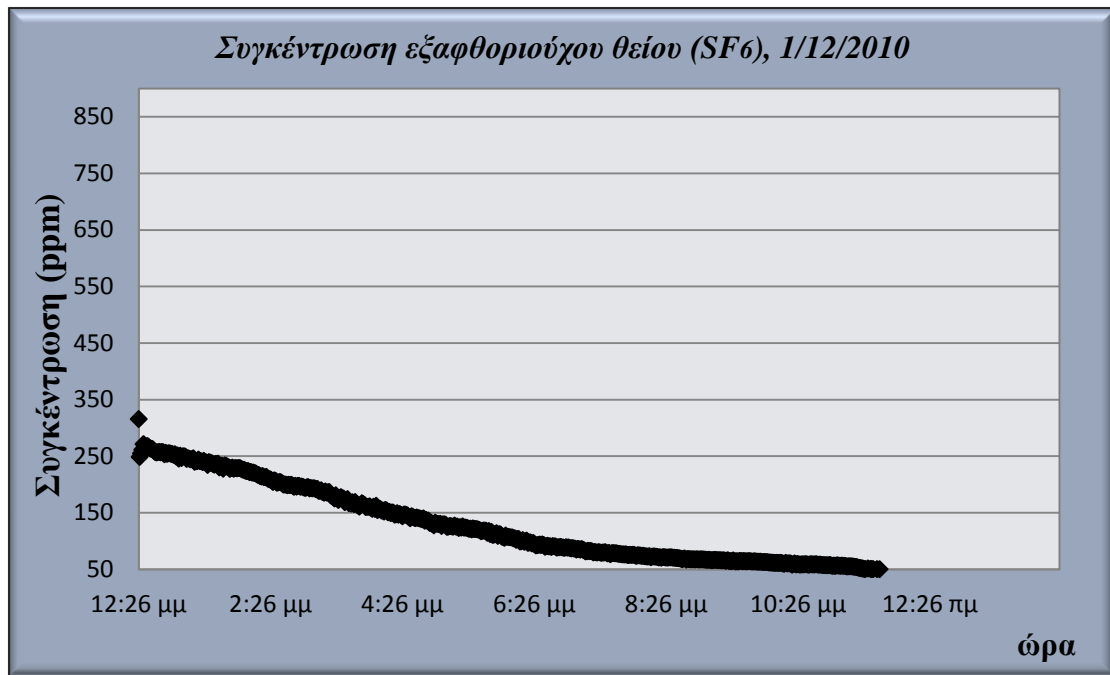
**Σχήμα 6.1 : Μεταβολή συγκέντρωσης SF<sub>6</sub> - Πείραμα 1<sup>ο</sup>**



*Σχήμα 6.2 : Μεταβολή συγκέντρωσης SF<sub>6</sub> - Πείραμα 2<sup>ο</sup>*



*Σχήμα 6.3 : Μεταβολή συγκέντρωσης SF<sub>6</sub> - Πείραμα 3<sup>ο</sup>*



**Σχήμα 6.4 : Μεταβολή συγκέντρωσης SF<sub>6</sub> - Πείραμα 4<sup>ο</sup>**

Τα διαγράμματα δείχνουν ρυθμό μεταβολής της συγκέντρωσης ο οποίος έχει με ικανοποιητική προσέγγιση εκθετική μορφή καμπύλης ίδια με τις σχετικές αναφορές στην επιστημονική βιβλιογραφία (βλέπε κεφάλαιο 4 σχήμα 4.2).

Διαπιστώνεται αρχικά (τα πρώτα λεπτά της διαδικασίας μέτρησης) μια διακύμανση στις τιμές της συγκέντρωσης του αερίου δείκτη μέχρις ότου να κατανεμηθεί ομοιόμορφα το αέριο στον εσωτερικό χώρο, η οποία θεωρείται φυσιολογική. Στη συνέχεια παρατηρείται ότι, οι συγκεντρώσεις του SF<sub>6</sub> μειώνονται εκθετικά με το πέρασμα του χρόνου και ύστερα από πεπερασμένο χρονικό διάστημα τείνουν να σταθεροποιηθούν γύρω από μια συγκεκριμένη τιμή.

Επομένως ο ρυθμός μείωσης της συγκέντρωσης του αερίου παραμένει σχεδόν σταθερός και μας δείχνει σύμφωνα με τη μέθοδο εξασθένισης (decay method) μια τιμή της φυσικής διείσδυσης του αέρα. Η μέση τιμή του ρυθμού αλλαγών αέρα A.I.R (average infiltration rate) για κάθε ημέρα δίνεται στον πίνακα 2.



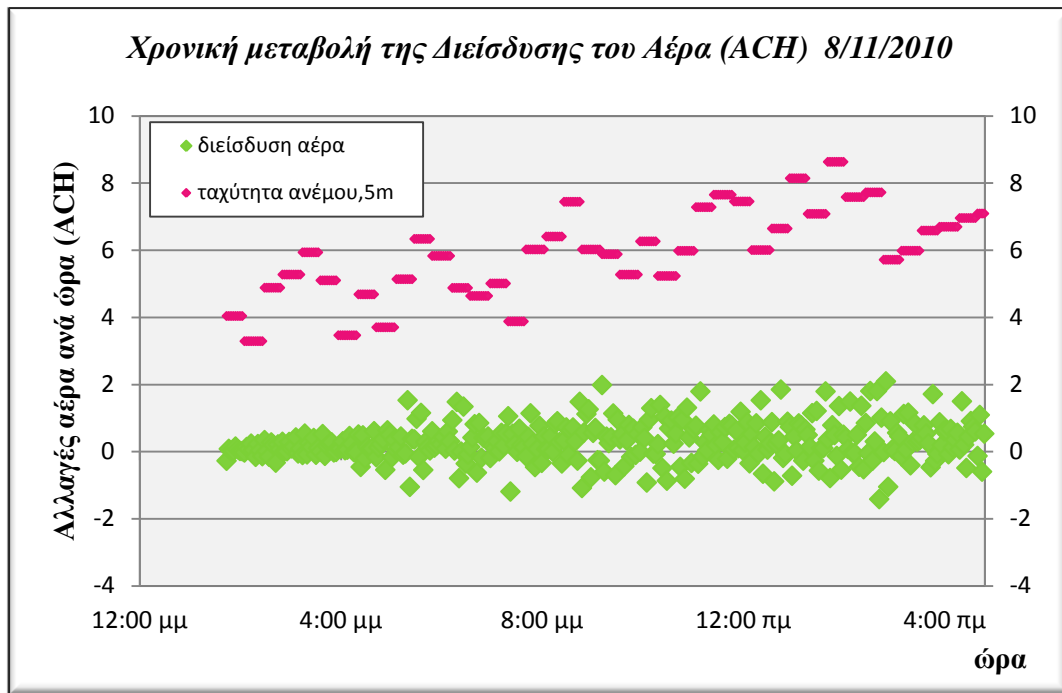
**Πίνακας 6.2 : Διείδυση του Αέρα για κάθε Ημέρα Πειραμάτων**

<b>Αριθμός Πειράματος</b>	<b>Ημερομηνία Διεξαγωγής Πειράματος</b>	<b>A.I.R</b>
<i>Πείραμα 1</i>	<i>8/11/2010</i>	<i>0,161 ACH</i>
<i>Πείραμα 2</i>	<i>9/11/2010</i>	<i>0,180 ACH</i>
<i>Πείραμα 3</i>	<i>30/11/2010</i>	<i>0,239 ACH</i>
<i>Πείραμα 4</i>	<i>1/12/2010</i>	<i>0,151 ACH</i>

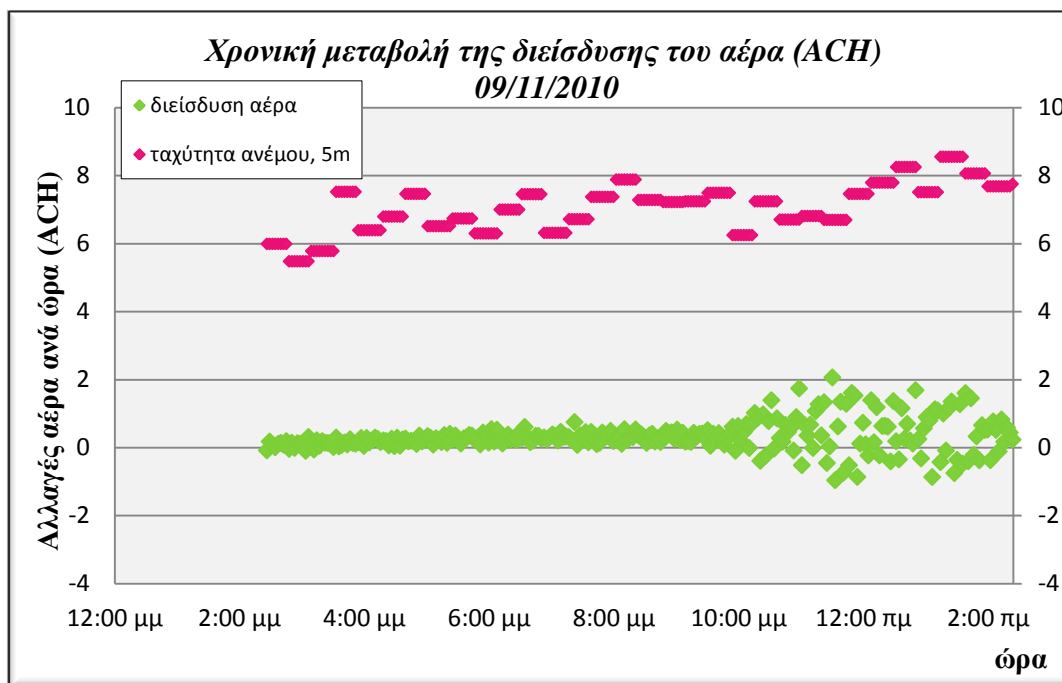
Από τον Πίνακα φαίνεται ότι ο ρυθμός διείδυσης αέρα στο κτίριο παρουσιάζει σχετικά μικρές αποκλίσεις κατά τις διάφορες ημέρες πειραμάτων , όχι όμως αμελητέες. Η μέγιστη τιμή διείδυσης είναι **0,239 ACH** ενώ η ελάχιστη **0,151 ACH**. Η μέση τιμή της διείδυσης του αέρα στο κτίριο υπολογίζεται περίπου ίση με **0,18 ACH**. Πρόκειται για ένα λογικό ποσοστό διείδυσης αφού το test cell είναι ένα κτίριο κατάλληλα σχεδιασμένο, μονωμένο και στεγανοποιημένο σύμφωνα με τα νέα πρότυπα κατασκευής.

Ωστόσο, η διείδυση αέρα στο test cell μπορεί να επηρεαστεί και να διαμορφωθεί ως ένα βαθμό από τις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος όπως η τοπική ταχύτητα του ανέμου που επικρατεί κατά τις ημέρες πειραμάτων η οποία μετρήθηκε μεγαλύτερη τις δύο ενδιάμεσες μέρες. Αυτός ο παράγοντας ίσως να παίζει ρόλο στο ότι παρατηρούνται υψηλότερα ποσοστά διείδυσης σε αυτές τις μέρες αλλά ο ρυθμός διείδυσης εξαρτάται και από άλλες παραμέτρους.

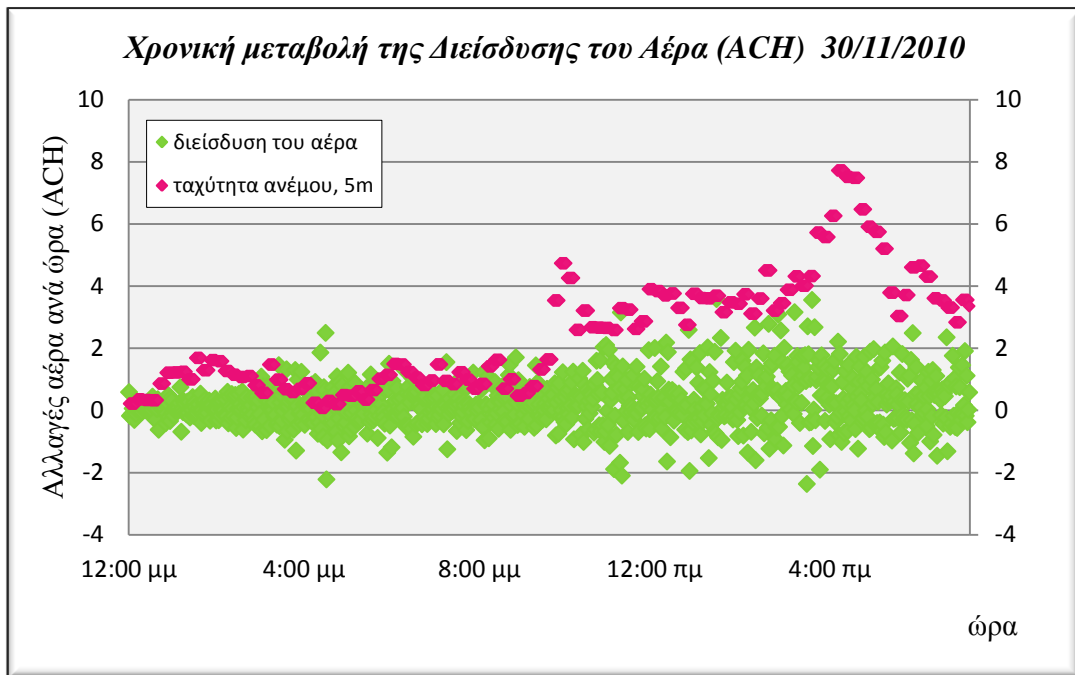
Στα ακόλουθα γραφήματα απεικονίζεται η χρονική μεταβολή της διείδυσης του αέρα ανά ώρα σε σχέση με τη χρονική μεταβολή της έντασης του ανέμου που επικρατούσε στην περιοχή, στα 5m. Η παρουσίαση της διακύμανσης των τιμών της διείδυσης του αέρα συναρτήσει της ταχύτητας αέρα, κατά τη διάρκεια του ίδιου χρόνου τις ημέρες μέτρησής τους, μας πληροφορεί ότι δεν είναι ο άνεμος η μόνη παράμετρος που επηρεάζει τη διείδυση αέρα στο κτίριο.



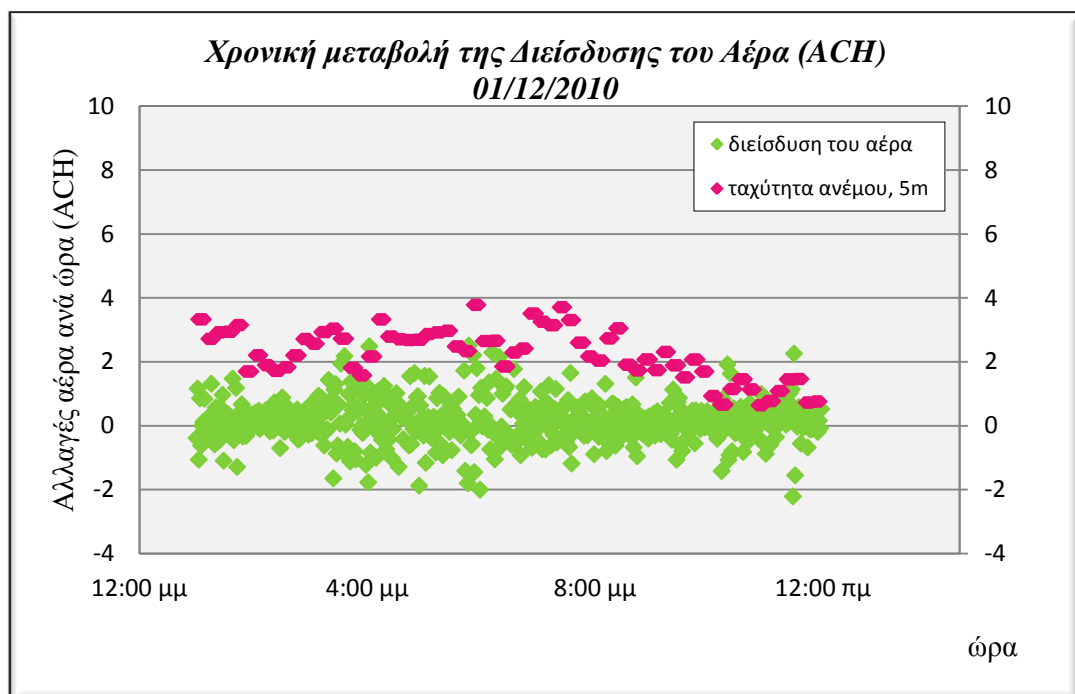
*Σχήμα 6.5 : Χρονική Μεταβολή της διείδουσης του αέρα - Πείραμα 1<sup>ο</sup>*



*Σχήμα 6.6 : Χρονική Μεταβολή της διείδουσης του αέρα - Πείραμα 2<sup>ο</sup>*



Σχήμα 6.7 : Χρονική Μεταβολή της διείσδυσης του αέρα - Πείραμα 3<sup>ο</sup>



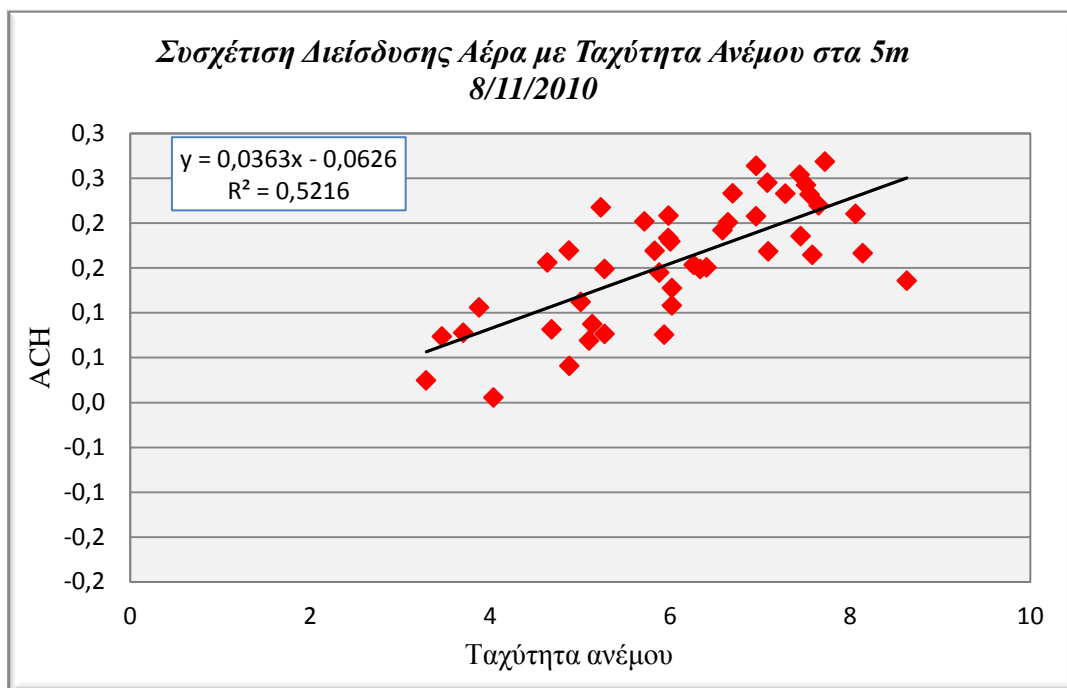
Σχήμα 6.8 : Χρονική Μεταβολή της διείσδυσης του αέρα - Πείραμα 4<sup>ο</sup>

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η γραμμική συσχέτιση της διείδυσης του αέρα με την ταχύτητα του ανέμου στα 5m για κάθε μέρα μέτρησης ξεχωριστά, στα επόμενα σχήματα (6.9-6.12), όπου εμφανίζεται η ευθεία γραμμικής συσχέτισης και υπολογίζεται ο συντελεστής  $R^2$ .

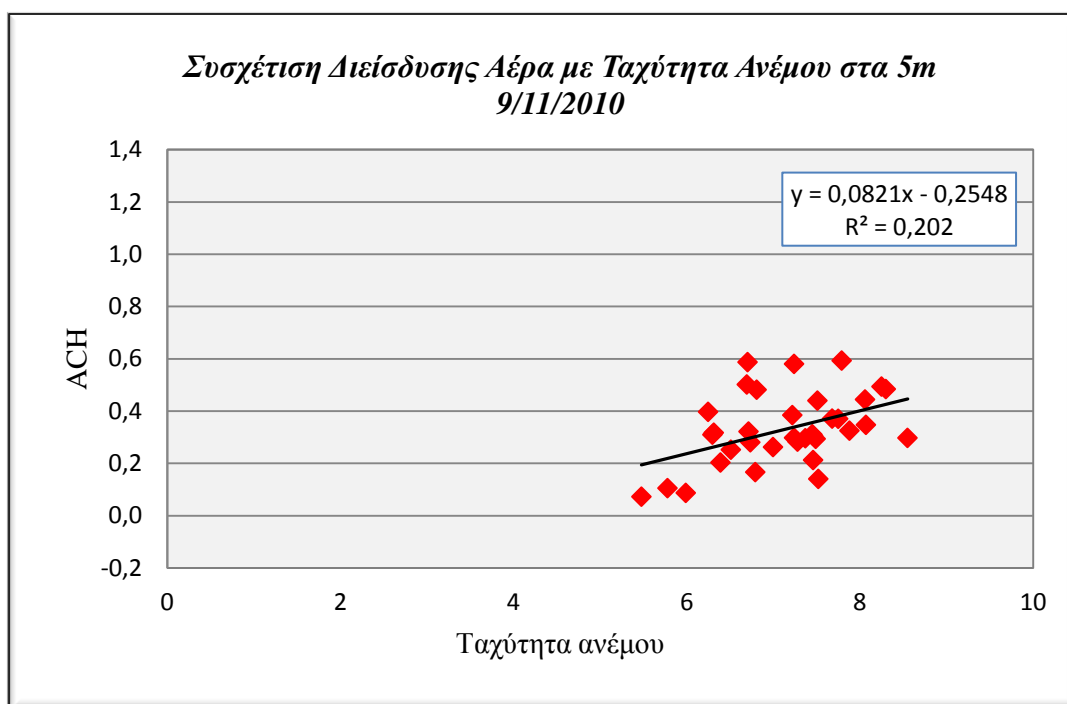
Η συσχέτιση μετρά το βαθμό συνάφειας - αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε δύο ή περισσότερες μεταβλητές. Από την τιμή του δείκτη που λέγεται συντελεστής συσχέτισης κατανοούμε πόσο έντονη ή όχι είναι η συσχέτιση δύο μεταβλητών. Ο συντελεστής συσχέτισης αποτελεί ένδειξη της σχέσης ανάμεσα στις τιμές των δύο μεταβλητών και ορίζεται ως η αναλογία της συμμεταβολής (covariance) (συνδιακύμανσης) των τιμών των δύο μεγεθών προς το γινόμενο των τυπικών τους αποκλίσεων (standard deviations).

Ο συντελεστής συσχέτισης  $R$  λαμβάνει τιμές στο διάστημα  $[-1,1]$ . Όταν είναι  $-1$  σημαίνει πλήρη συσχέτιση αλλά με αντίθετη διακύμανση στις τιμές δύο μεταβλητών, οι οποίες σε καρτεσιανό διάγραμμα τοποθετούνται κατά μήκος ευθείας γραμμής με αρνητική κλίση. Αντίθετα, σε  $R = 1$ , οι τιμές των δύο μεταβλητών εμφανίζουν τέλεια συσχέτιση με ταυτόσημη διακύμανση (και οι 2 αύξουσες ή φθίνουσες) και ακολουθούν ευθεία γραμμή με θετική κλίση. Μηδενική τιμή υποδηλώνει ασυσχέτιστες μεταβλητές.

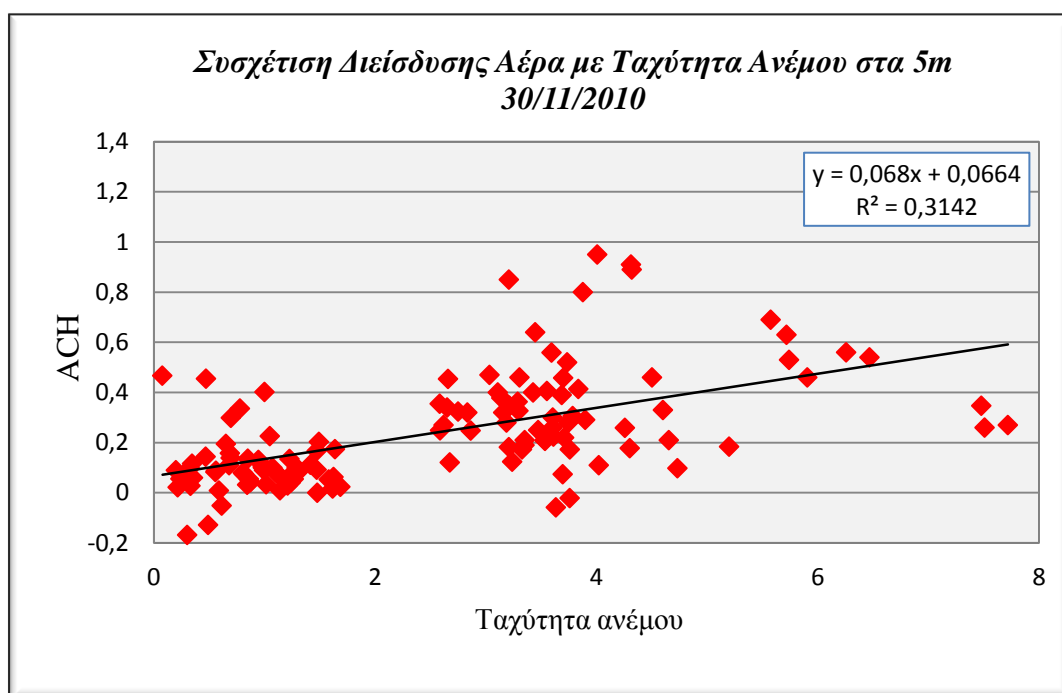
Στα διαγράμματα γραμμικής συσχέτισης των δύο μεταβλητών έχουμε πιο ξεκάθαρη εικόνα για τη μεταξύ τους σχέση και επιβεβαιώνεται ότι έχουν μεν εξάρτηση αλλά παράλληλα και ότι δεν είναι πλήρως συσχετισμένα. Ο λόγος που ο συντελεστής συσχέτισης δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλος (δεν προσεγγίζει αρκετά τη μονάδα) είναι επειδή η διείδυση του αέρα στο κτίριο δεν εξαρτάται μόνο από την ταχύτητα του ανέμου στην γύρω τοποθεσία αλλά και από τη διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού – εξωτερικού περιβάλλοντος καθώς και από την ποιότητα κατασκευής του κελύφους.



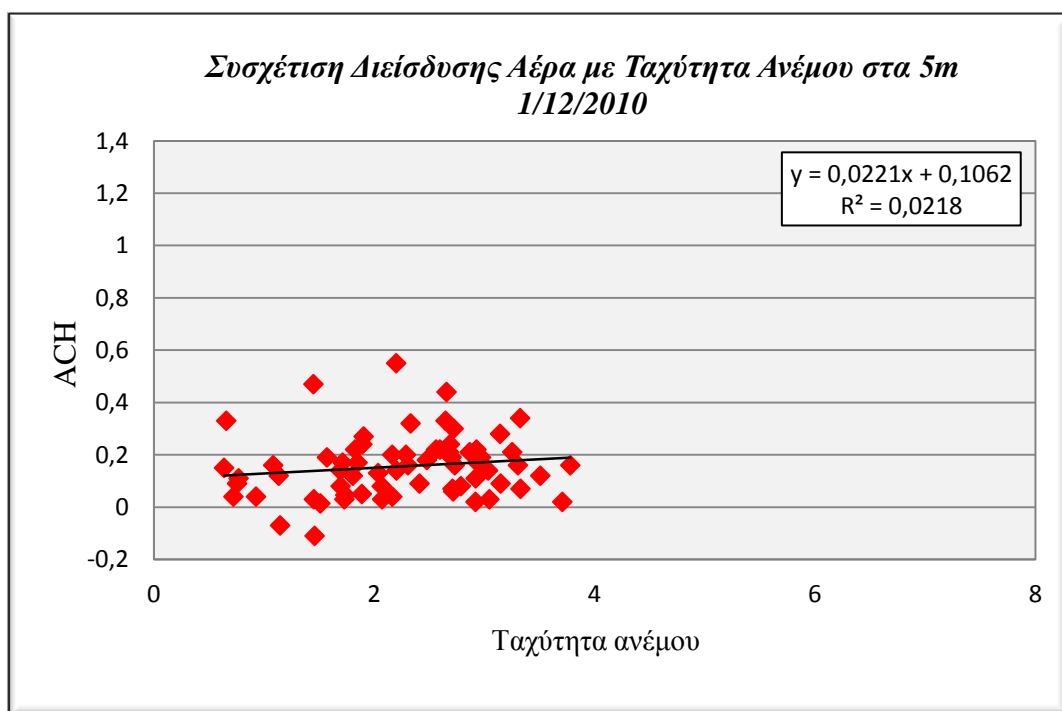
*Σχήμα 6.9 : Γραμμική Συσχέτιση Διείσδυσης Αέρα – Ταχύτητας Ανέμου , Πείραμα 1<sup>ο</sup>*



*Σχήμα 6.10 : Γραμμική Συσχέτιση Διείσδυσης Αέρα – Ταχύτητας Ανέμου , Πείραμα 2<sup>ο</sup>*



*Σχήμα 6.11 : Γραμμική Συσχέτιση Διείσδυσης Αέρα–Ταχύτητας Ανέμου , Πείραμα 3<sup>ο</sup>*



*Σχήμα 6.12 : Γραμμική Συσχέτιση Διείσδυσης Αέρα–Ταχύτητας Ανέμου , Πείραμα 4<sup>ο</sup>*

## **6.3 Υπολογισμός Ρυθμού Εναπόθεσης ( $\lambda_d$ ) και Ταχύτητας Εναπόθεσης ( $U_d$ ) των Σωματιδίων ( $\Delta P=0$ )**

---

### **6.3.1 Συντελεστής Εναπόθεσης**

Ο ρυθμός εναπόθεσης ( $\lambda_d$ ) των σωματιδίων υπολογίζεται με χρήση της έμμεσης-εμπειρικής μεθόδου. Η μέθοδος βασίζεται σε μια τεχνητή αύξηση της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων στον εσωτερικό χώρο και σε διαδικασία μετρήσεων μεταβολής της συγκέντρωσής τους. Η τεχνητή αύξηση της συγκέντρωσης των σωματιδίων έγινε με την εισαγωγή στο χώρο καπνού τσιγάρου ή σκόνης κιμωλίας, ξεχωριστά, σε διαφορετικές ημέρες πειραμάτων. Εκτελέστηκαν 15 πειράματα εισαγωγής νέων σωματιδίων και καταγραφή τιμών της συγκέντρωσής τους σε όλα τα εύρη.

Πιο συγκεκριμένα, στην 1<sup>η</sup> περίπτωση πραγματοποιήθηκε άναμμα πολλών τσιγάρων, τα οποία αφέθηκαν αναμμένα εντός του χώρου για παραχθούν σωματίδια. Στη 2<sup>η</sup> περίπτωση, χρησιμοποιώντας ένα σπόγγο που περιείχε πολύ κιμωλία και πιέζοντας τον δημιουργήθηκε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Το test cell κατά την εκτέλεση της πειραματικής διαδικασίας εκκενώθηκε και παρέμεινε πλήρως κλειστό (πόρτα, παράθυρα) ώστε να μην επηρεαστεί ο χώρος από νέες συγκεντρώσεις και από είσοδο εξωτερικού αέρα στο χώρο.

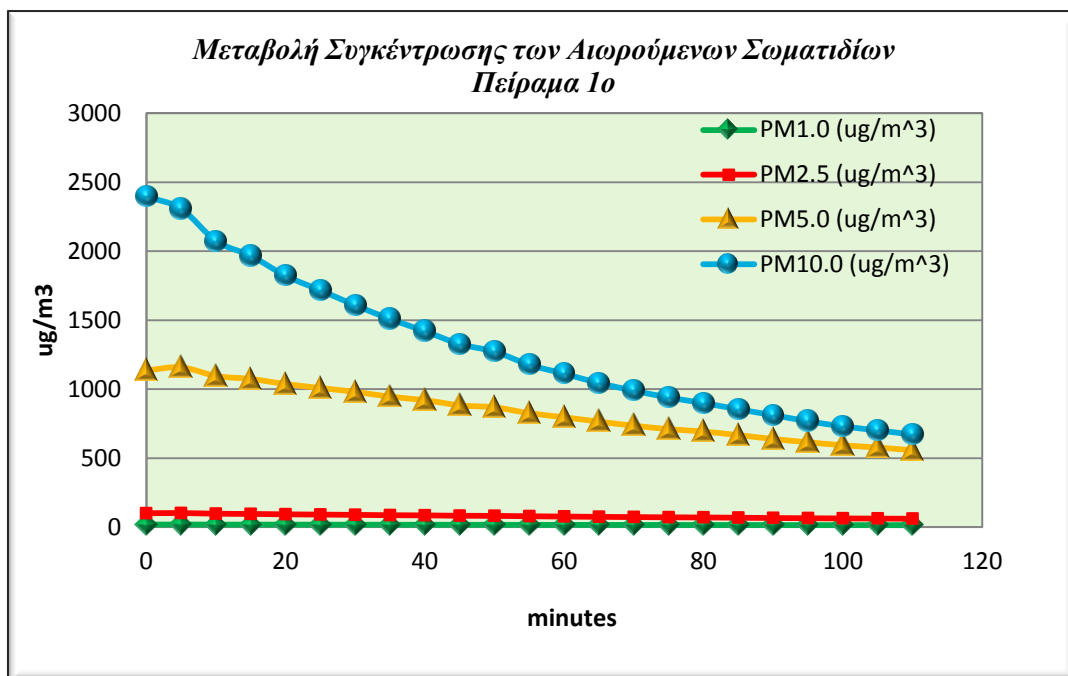
Με τη λειτουργία του οργάνου HANDHELD 3016 IAQ λάμβανε χώρα καταγραφή της μεταβολής της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων, ανά πολύ μικρά τακτά χρονικά διαστήματα. Επιλέχθηκε να γίνεται λήψη μέτρησης ανά  $\Delta t = 180 \text{ sec}$ . Συλλέχθηκαν δεδομένα μετρήσεων της συγκέντρωσης όλων των μεγεθών αιωρούμενων σωματιδίων διαμέτρου  $<1.0 \mu\text{m}$ ,  $<2.5 \mu\text{m}$ ,  $<5.0 \mu\text{m}$  και  $<10.0 \mu\text{m}$ . Η σημασία των διαφόρων διεργασιών που επηρεάζουν τη συγκέντρωση αλλά και την κίνηση των αιωρούμενων σωματιδίων στον εσωτερικό χώρο στηρίζεται στην αρχή διατήρησης της μάζας (ισοζύγιο συγκεντρώσεων).

Το  $\lambda_d$  προσδιορίζεται από την σχέση του ισοζυγίου των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων:  $A_d u_d C_{in} = L_f A_f R + \lambda_v PVC_0 - \lambda_v VC_{in} + G$

Το κτίριο είναι άδειο οπότε λαμβάνονται αμελητέα τα φαινόμενα επαναϊώρησης των σωματιδίων. Έχουμε την ελάχιστη δυνατή διείσδυση σωματιδίων, λόγω επιλογής ημερών με ασθενή άνεμο και μικρές μεταβολές θερμοκρασίας και λόγω ισχυρής μόνωσης του κελύφους οπότε η σχέση καταλήγει στην μορφή :

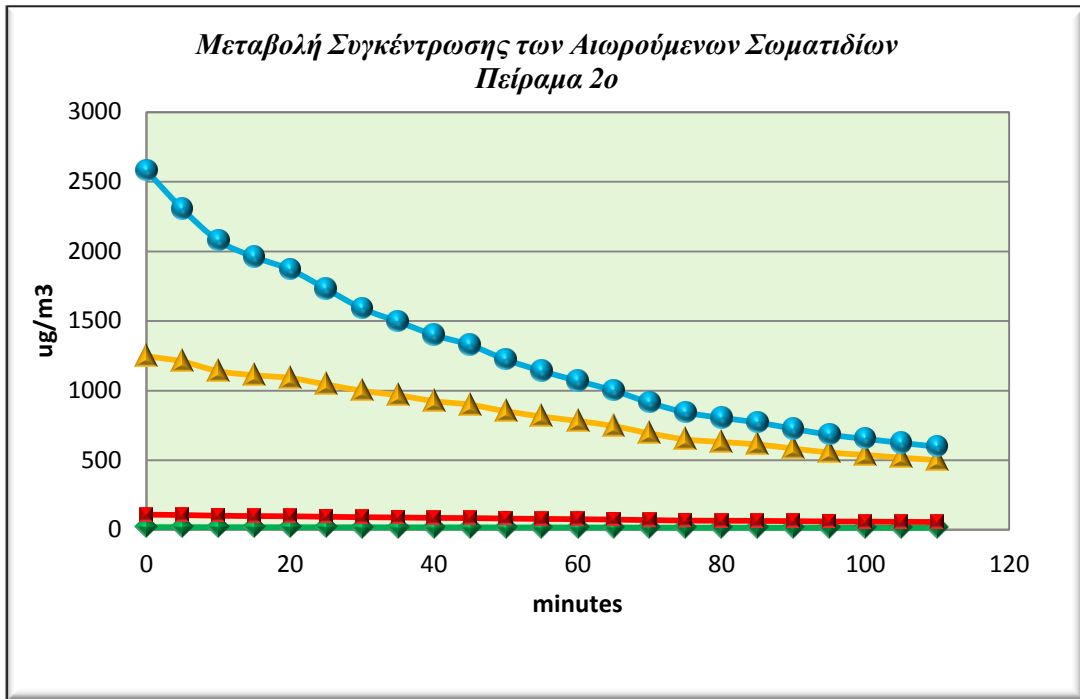
$$A_d u_d C_{in} + \lambda_v VC_{in} = 0 \Rightarrow A_d u_d = \lambda_d V \Rightarrow \lambda_d = \frac{1}{t} \ln \frac{C_i}{C} - \lambda_v$$

Στα παρακάτω διαγράμματα παριστάνεται η αλλαγή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων κάθε μεγέθους με το χρόνο και για όλες τις ημέρες διεξαγωγής πειραμάτων. Να σημειωθεί ότι ενώ η μελέτη των σωματιδίων γίνεται χωρίζοντάς τα σε εύρη για να φαίνεται η συμπεριφορά κάθε σωματιδίου, τα διαγράμματα των συγκεντρώσεων με το χρόνο μπορούν να γίνουν εξίσου σε PM (και σε εύρη).

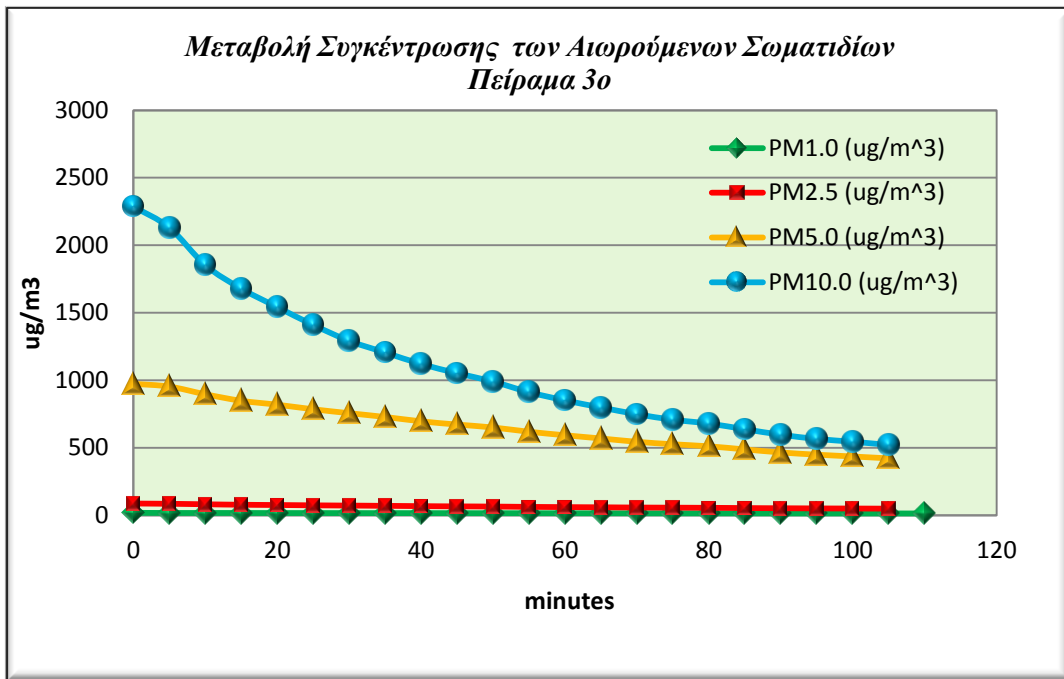


Σχήμα 6.13 : Μεταβολή Συγκέντρωσης των Αιωρούμενων Σωματιδίων , Πείραμα 1

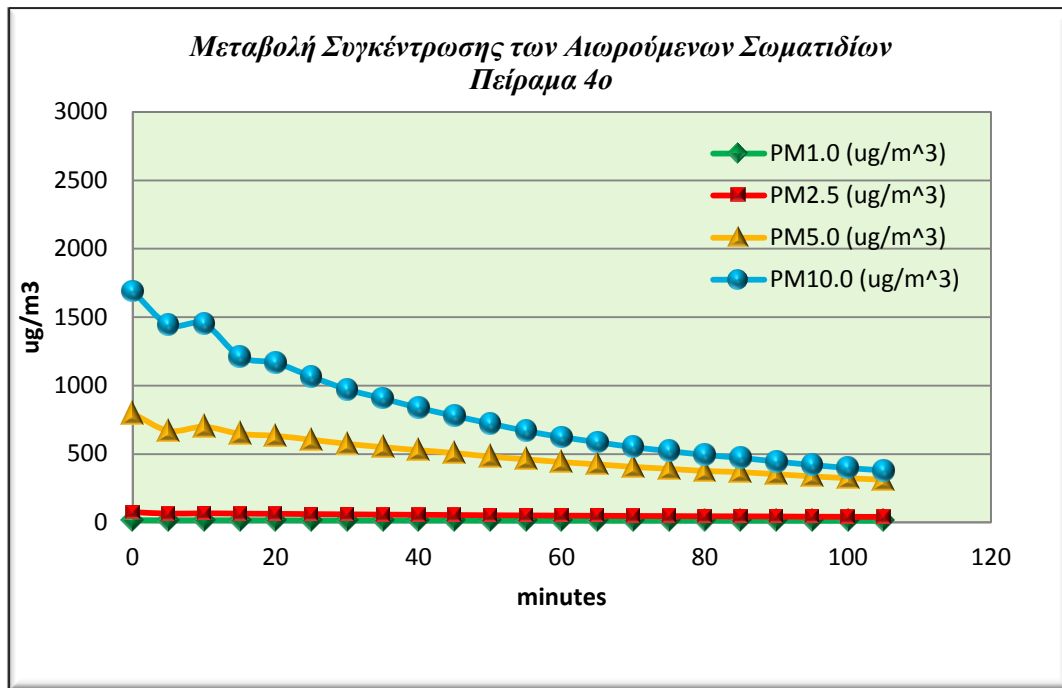




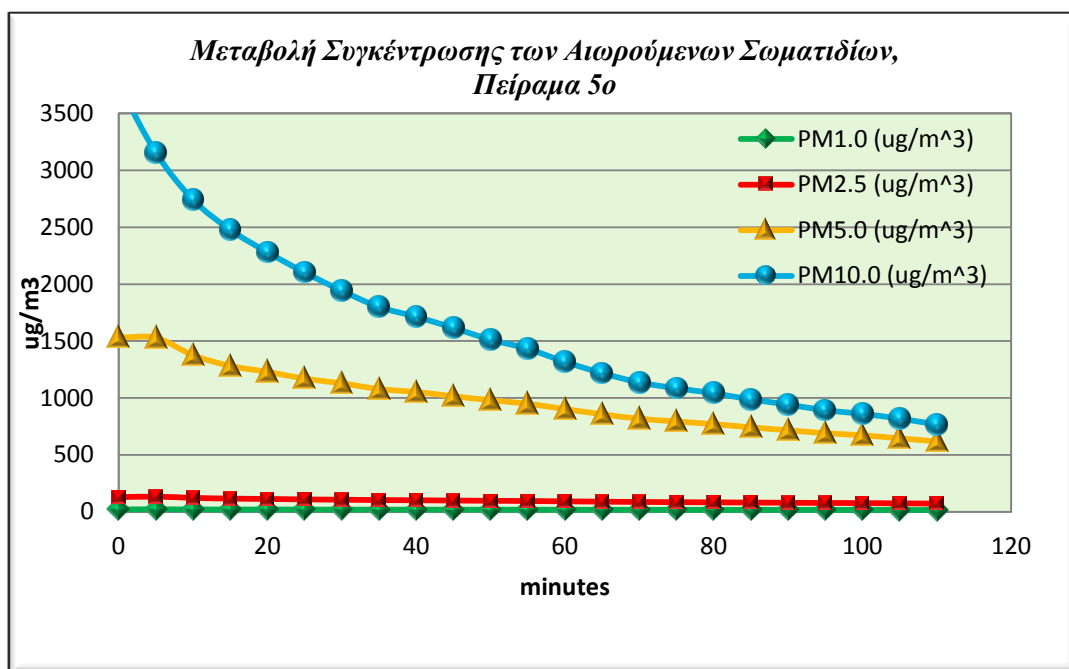
*Σχήμα 6.14 : Μεταβολή Συγκέντρωσης των Αιωρούμενων Σωματιδίων , Πείραμα 2ο*



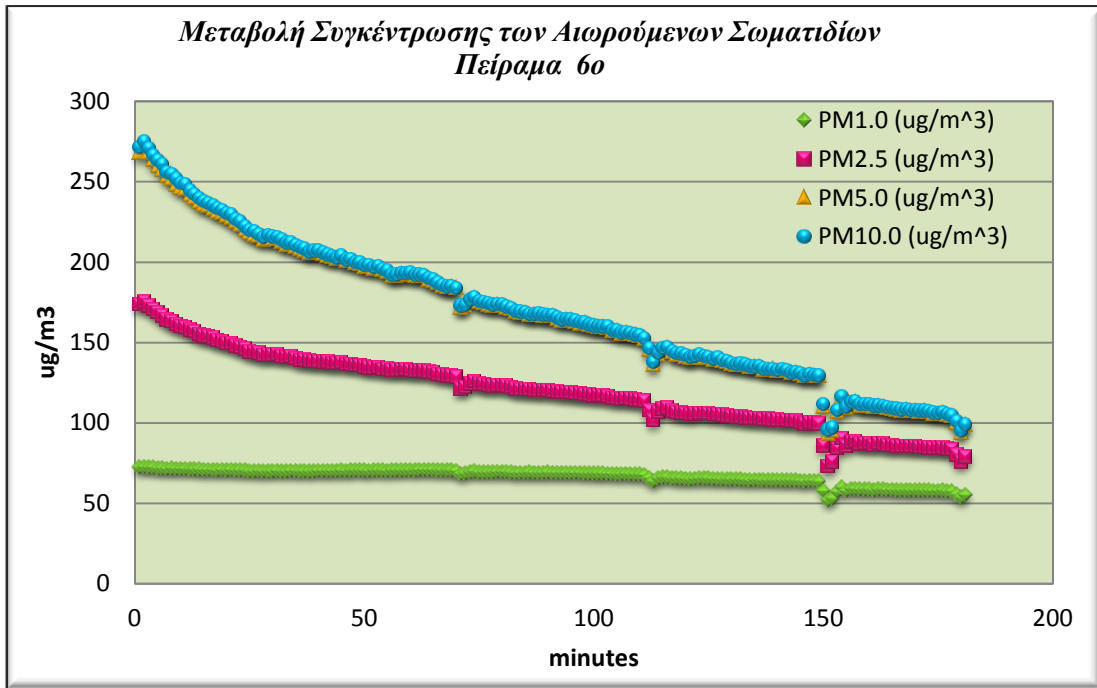
*Σχήμα 6.15 : Μεταβολή Συγκέντρωσης των Αιωρούμενων Σωματιδίων , Πείραμα 3ο*



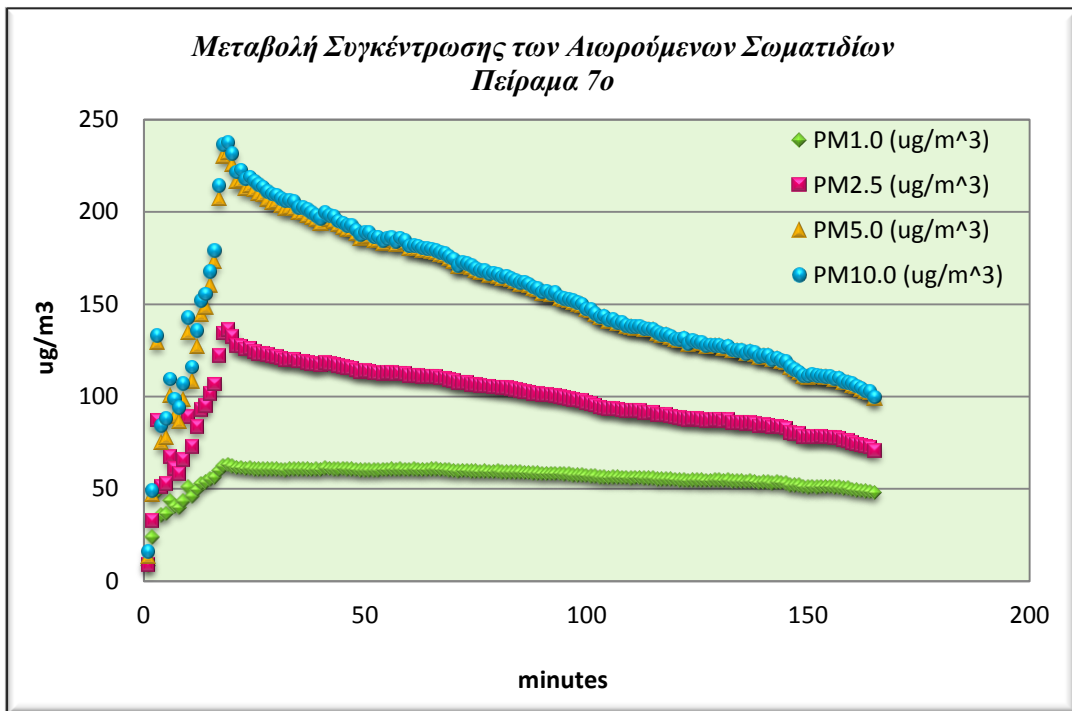
Σχήμα 6.16 : Μεταβολή Συγκέντρωσης των Αιωρούμενων Σωματιδίων , Πείραμα 4ο



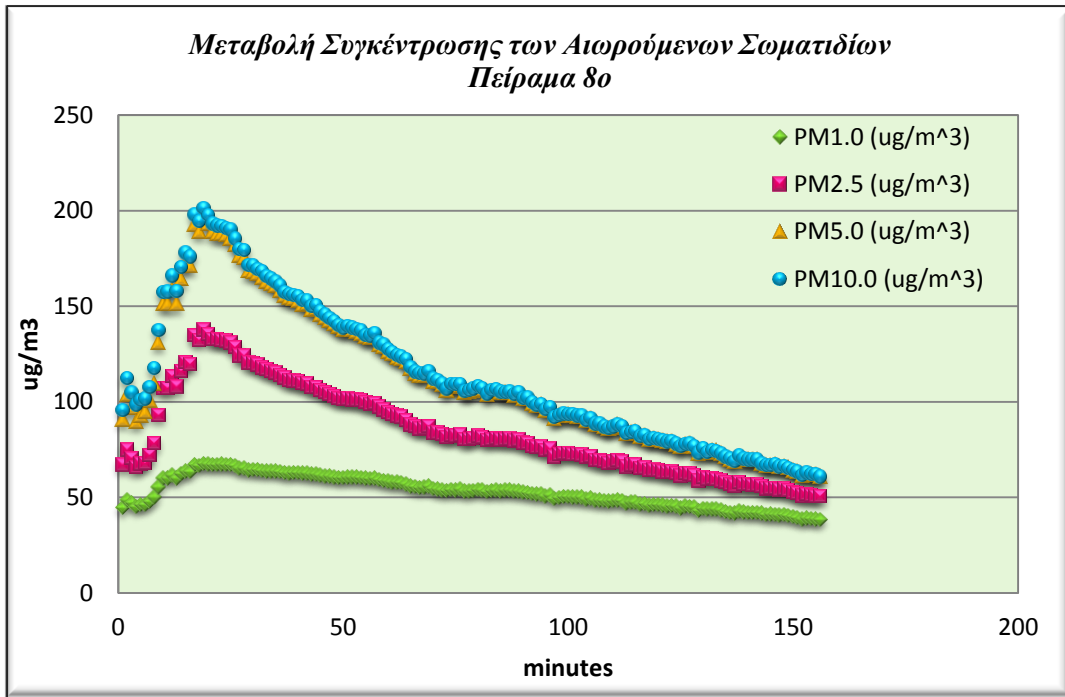
Σχήμα 6.17 : Μεταβολή Συγκέντρωσης των Αιωρούμενων Σωματιδίων , Πείραμα 5ο



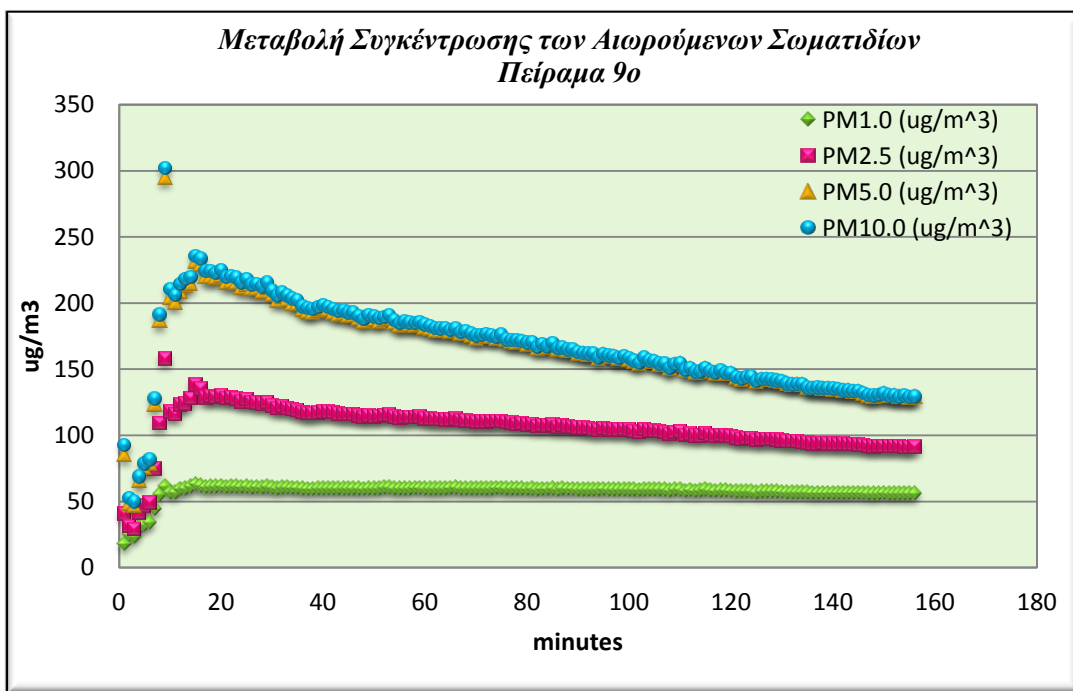
Σχήμα 6.18 : Μεταβολή Συγκέντρωσης των Αιωρούμενων Σωματιδίων , Πείραμα 6<sup>ο</sup>



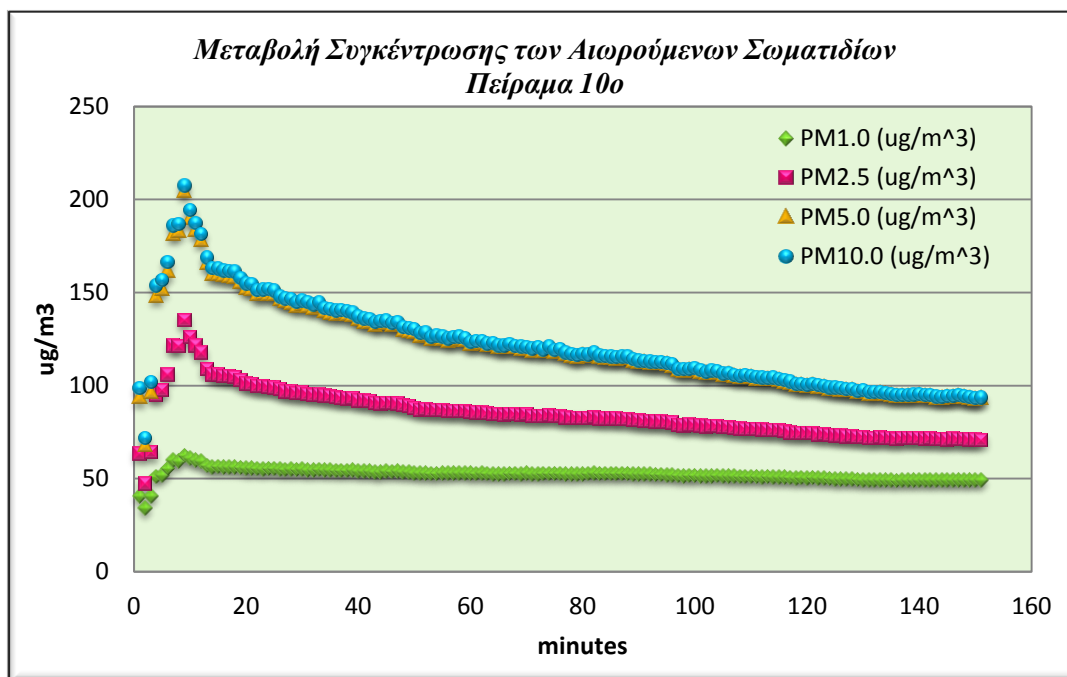
Σχήμα 6.19 : Μεταβολή Συγκέντρωσης των Αιωρούμενων Σωματιδίων , Πείραμα 7<sup>ο</sup>



Σχήμα 6.20 : Μεταβολή Συγκέντρωσης των Αιωρούμενων Σωματιδίων , Πείραμα 8<sup>ο</sup>



Σχήμα 6.21 : Μεταβολή Συγκέντρωσης των Αιωρούμενων Σωματιδίων , Πείραμα 9<sup>ο</sup>



**Σχήμα 6.22 : Μεταβολή Συγκέντρωσης των Αιωρούμενων Σωματιδίων , Πείραμα 10<sup>ο</sup>**

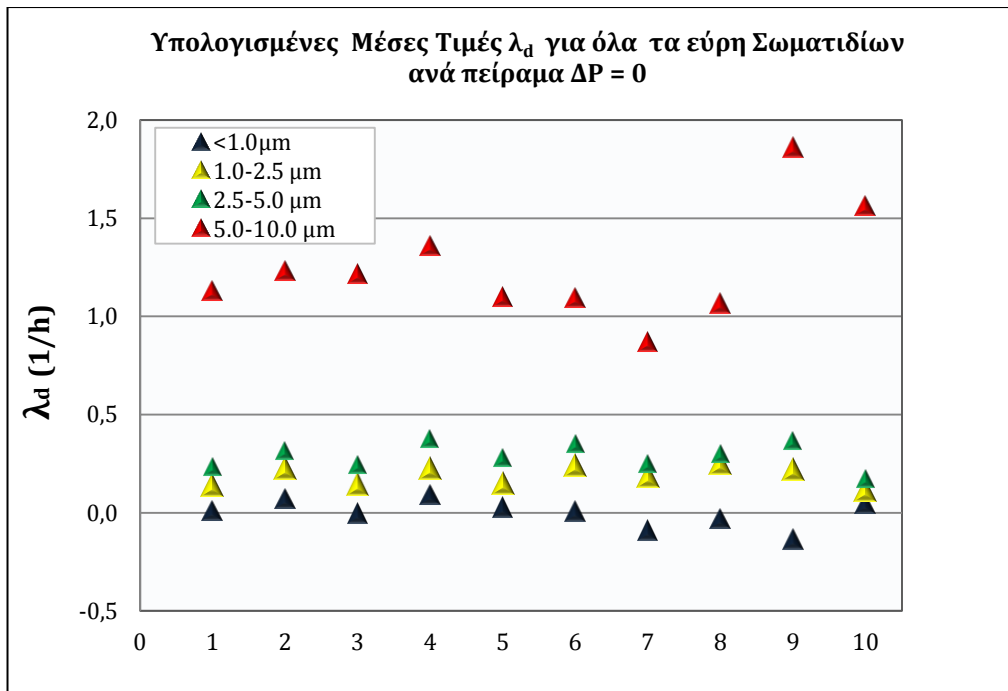
Σε όλα τα γραφήματα παρατηρείται εκθετική πτώση της συγκέντρωσης των σωματιδίων με το χρόνο. Η μείωση της συγκέντρωσης συμβαίνει για κάθε εύρος σωματιδίων αλλά είναι πολύ μεγαλύτερη για σωματίδια μεγαλύτερης διαμέτρου. Τα σωματίδια μικρής διαμέτρου, κυρίως τα PM1 ή < 1.0μm, παρουσιάζουν ελάχιστη μείωση στη συγκέντρωσή τους και στα περισσότερα γραφήματα φαίνεται να έχουν από νωρίς μια σταθερή συγκέντρωση στο χώρο κατά τη διάρκεια του χρόνου.

Γενικά δεν υπάρχει ιδιαίτερη μείωση στην εσωτερική συγκέντρωση των μικρών σωματιδίων. Αντίθετα, στα μεγάλα σωματίδια παρατηρείται σημαντική μείωση στις τιμές της εσωτερικής τους συγκέντρωσης. Ο ρυθμός μείωσης της συγκέντρωσης των μεγάλων σωματιδίων ελαττώνεται με το χρόνο και από κάποιο σημείο και ύστερα μπορεί να θεωρηθεί μηδενικός αφού με τη πάροδο του χρόνου η συγκέντρωση σταθεροποιείται γύρω από μία τιμή κι επομένως ο ρυθμός τείνει στο μηδέν, όπως φαίνεται και γραφικά από τα διαγράμματα.

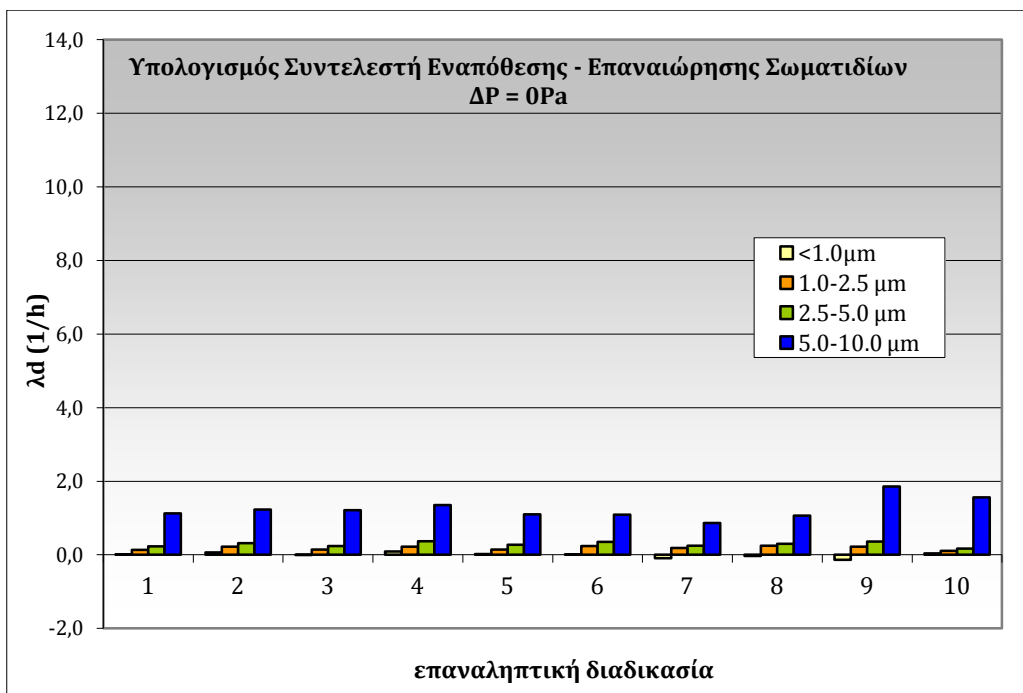
Στη συνέχεια, αντικαθιστώντας το συντελεστή διείσδυσης  $\lambda_v$  και εκμεταλλευόμενοι τη μεταβολή του ισοζυγίου της συγκέντρωσης των σωματιδίων στο χώρο, υπολογίζεται από τη σχέση :  $\lambda_d = \frac{1}{t} \ln \frac{C_i}{C} - \lambda_v$  ο συντελεστής εναπόθεσης  $\lambda_d$  , με βήμα  $t$  το χρόνο μεταξύ κάθε νέας αρχικής-τελικής συγκέντρωσης. Έπειτα, προσδιορίζεται η μέση τιμή των συντελεστών  $\lambda_d$  για κάθε κατηγορία – εύρος σωματιδίων και για κάθε ημέρα διεξαγωγής πειραμάτων χωριστά καθώς και ο συνολικός μέσος συντελεστής εναπόθεσης. Οι μέσες τιμές του  $\lambda_d$  που υπολογίστηκαν ύστερα από την επεξεργασία βρίσκονται στον πίνακα 6.3 με περισσότερες πληροφορίες στα διαγράμματα που ακολουθούν.

**Πίνακας 6 .3: Μέσος Ρυθμός Εναπόθεσης  $\lambda_d$  ( $h^{-1}$ ) για κάθε κλάση αιωρούμενων σωματιδίων σε σταθερές συνθήκες  $\Delta P = 0 Pa$**

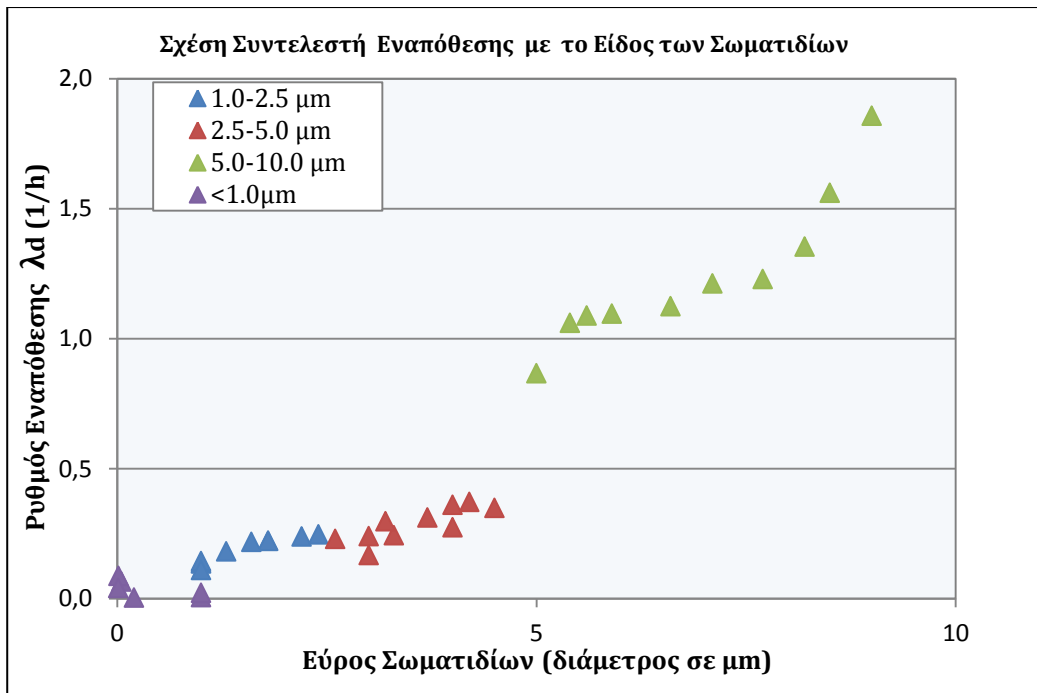
Υπολογισμός Ρυθμού Εναπόθεσης ( $\lambda_d$ ) Σωματιδίων σε $\Delta P = 0 Pa$				
κλάση α/α	<1.0 $\mu m$	1.0-2.5 $\mu m$	2.5-5.0 $\mu m$	5.0-10.0 $\mu m$
Πείραμα 1	0,01	0,14	0,23	1,13
Πείραμα 2	0,07	0,22	0,31	1,23
Πείραμα 3	-0,01	0,14	0,24	1,21
Πείραμα 4	0,09	0,22	0,37	1,36
Πείραμα 5	0,02	0,15	0,28	1,10
Πείραμα 6	0,00	0,24	0,35	1,09
Πείραμα 7	-0,09	0,18	0,24	0,87
Πείραμα 8	-0,04	0,25	0,30	1,06
Πείραμα 9	-0,14	0,22	0,36	1,86
Πείραμα 10	0,04	0,11	0,17	1,56
Μέση Τιμή	0,00	0,19	0,29	1,25
Τυπική Απόκλιση	0,07	0,05	0,07	0,36



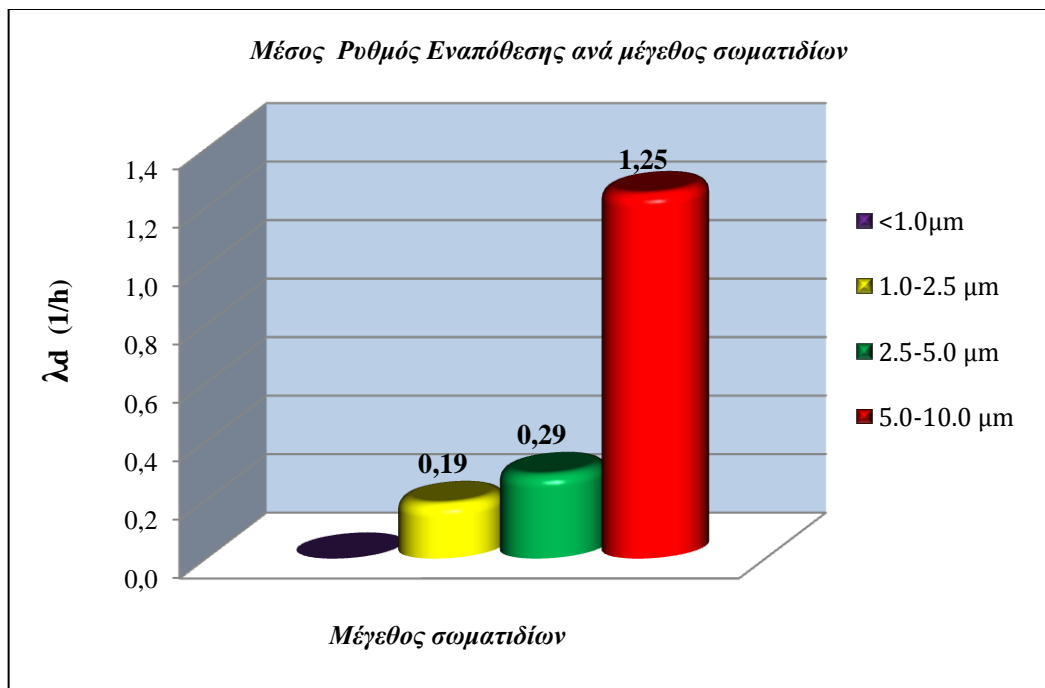
Σχήμα 6.23 : Μέσες τιμές  $\lambda_d$  για κάθε κλάση σωματιδίων ανά πείραμα



Σχήμα 6.24 : Μέσες τιμές  $\lambda_d$  όλων των κλάσεων των σωματιδίων ανά πείραμα

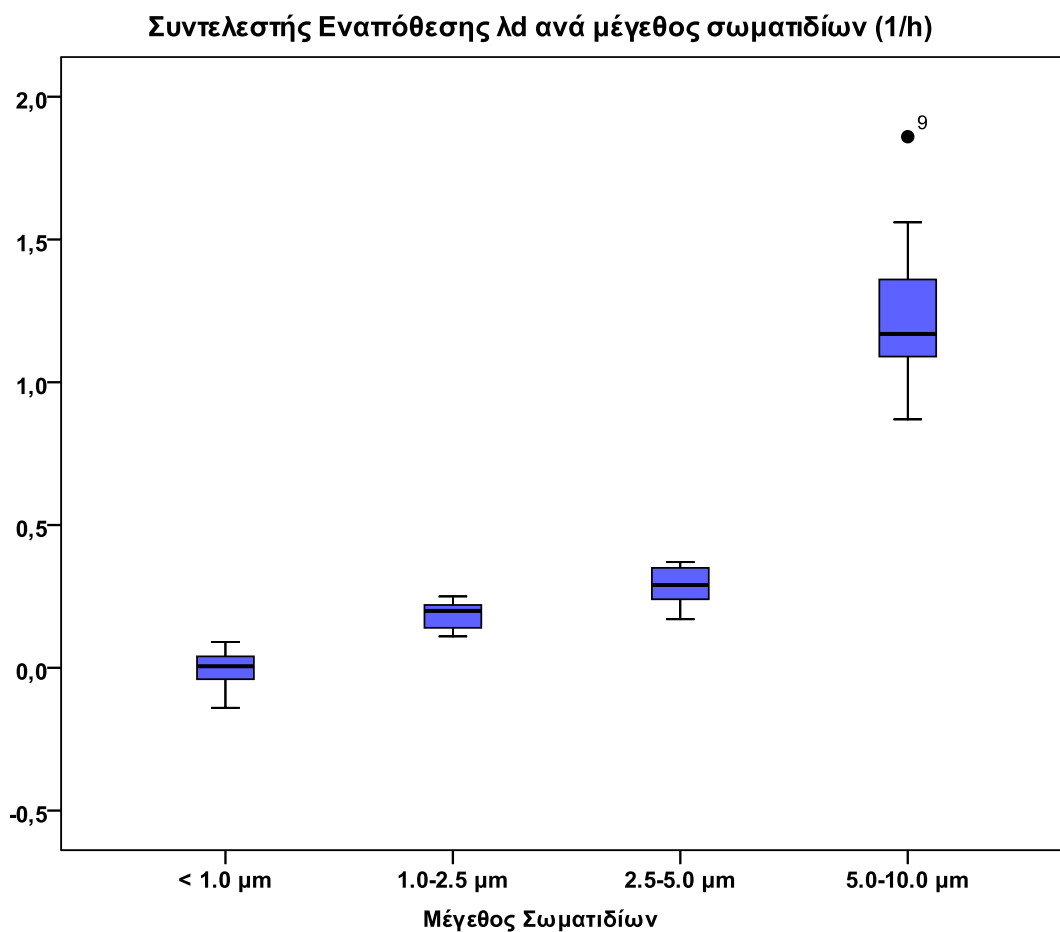


Σχήμα 6.25 : Εξάρτηση του Συντελεστή Εναπόθεσης λ<sub>d</sub> από το μέγεθος σωματιδίων



Σχήμα 6.26 : Ραβδόγραμμα με το Μέσο Συντελεστή Εναπόθεσης λ<sub>d</sub> για κάθε κλάση αιωρούμενων σωματιδίων στο σύνολο των μετρήσεων





*Σχήμα 6.27 : Boxplot με το Μέσο Συντελεστή Εναπόθεσης  $\lambda_d$  για κάθε κλάση σωματιδίων στο σύνολο των μετρήσεων*

Έχοντας μια συνολική εικόνα της μέσης τιμής του  $\lambda_d$  όλων των πειραμάτων για κάθε μέγεθος σωματιδίων, από τους υπολογισμούς και από τα γραφήματα, παρατηρούμε να υπάρχουν αρνητικές μέσες τιμές του ρυθμού εναπόθεσης  $\lambda_d$  σε αρκετά πειράματα για το μικρότερο μέγεθος αιωρούμενων σωματιδίων PM1 (<1.0μm) με αποτέλεσμα ο συντελεστής εναπόθεσης των μικρών σωματιδίων (τα οποία είναι και τα πιο επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία επειδή διεισδύουν και εγκαθίστανται βαθιά στο αναπνευστικό σύστημα) να προκύπτει μηδέν. Αυτό σημαίνει ότι στα συγκεκριμένα πειράματα μέσα στο χώρο για τα μικρά σωματίδια <1.0μm υπερισχύει το φαινόμενο της επαναιώρησης. Στα υπόλοιπα υπερισχύει το φαινόμενο της εναπόθεσης.

Η ολική μέση τιμή προκύπτει μηδέν και έτσι φαίνεται ότι στο σύνολο των πειραμάτων το φαινόμενο της επαναιώρησης έρχεται σε ισορροπία με το φαινόμενο της εναπόθεσης για τα μικρά σωματίδια.

Η επαναιώρηση των πολύ μικρών αιωρούμενων σωματιδίων πιθανόν παρατηρείται επειδή στο χώρο εισήχθησαν πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις σωματιδίων και ειδικότερα μικρών σωματιδίων.

Στα υπόλοιπα μεγέθη αιωρούμενων σωματιδίων οι ρυθμοί εναπόθεσης που παρατηρούνται, βρίσκονται εντός φυσιολογικών πλαισίων με αύξουσες τιμές αυξανόμενου του μεγέθους των σωματιδίων και δίνουν ένα μέτρο του ποσοστού εναπόθεσης τους μέσα στο χώρο ανά κατηγορία. Η εναπόθεση σε διάφορες επιφάνειες είναι η κύρια διεργασία των σωματιδίων κατά την κίνηση τους εντός του χώρου. Όσο μεγαλύτερα είναι τα σωματίδια τόσο ευκολότερα εναποτίθενται στις εσωτερικές επιφάνειες. Γι αυτό και αυξανόμενου του μεγέθους εμφανίζουν μεγαλύτερο συντελεστή εναπόθεσης.

Ο συντελεστής εναπόθεσης κυμαίνεται μεταξύ  $-0,14 h^{-1}$  και  $0,09 h^{-1}$  στα μικρά σωματίδια, από  $0,11 h^{-1}$  και  $0,25 h^{-1}$  στα σωματίδια  $1.0-2.5\mu\text{m}$  και από  $0,17 h^{-1}$  και  $0,37 h^{-1}$  στα σωματίδια  $2.5-5.0\mu\text{m}$ . Στα σωματίδια  $5.0\mu\text{m}-10.0\mu\text{m}$  έχει μέση τιμή  $1,25 h^{-1}$  και κυμαίνεται μεταξύ  $0,87 h^{-1}$  και  $1,86 h^{-1}$ .

Από τις τιμές διαπιστώνεται ότι τα σωματίδια κλάσης  $1.0-2.5\mu\text{m}$  παρουσιάζουν τους μικρότερους ρυθμούς εναπόθεσης, τα αμέσως επόμενα σωματίδια  $2.5-5.0\mu\text{m}$  έχουν λίγο υψηλότερες τιμές ρυθμών εναπόθεσης οπότε εναποτίθενται με περισσότερη ευκολία από τα σωματίδια  $1.0-2.5\mu\text{m}$ . Τα μεγάλα σωματίδια εύρους  $5.0-10\mu\text{m}$  λόγω μεγέθους (αεροδυναμικής διάμετρου) υπακούουν στο νόμο της βαρύτητας και εναποτίθενται γρηγορότερα στις επιφάνειες του cell γι αυτό και παρατηρούνται σ αυτά οι υψηλότερες τιμές ρυθμών εναπόθεσης. Τα σωματίδια  $2.5-5.0\mu\text{m}$  έχουν αρκετά χαμηλότερες τιμές ρυθμών εναπόθεσης από τα μεγαλύτερα σωματίδια. Η γενική συμπεριφορά των σωματιδίων είναι με μικρές διαφορές πανομοιότυπη σε όλα τα πειράματα.

Στα σχήματα 6.23 και 6.24 παρατίθενται γραφικά οι υπολογισμένες μέσες τιμές του συντελεστή εναπόθεσης όλων των σωματιδίων για κάθε πείραμα. Στο πρώτο διάγραμμα παρακολουθείται η πορεία του ρυθμού εναπόθεσης από πείραμα σε

πείραμα για κάθε εύρος σωματιδίων ενώ στο δεύτερο δίνεται για κάθε πείραμα ο ρυθμός εναπόθεσης κάθε μιας εκ των 4 κλάσεων σωματιδίων μαζί. Παρατηρούνται αυξημένοι ρυθμοί εναπόθεσης για τα σωματίδια στα πειράματα 9 και 10.

Στο επόμενο σχήμα 6.25 παρουσιάζεται η σχέση του ρυθμού εναπόθεσης με το μέγεθος των σωματιδίων όπως αυτή προκύπτει από τις μέσες τιμές του συντελεστή για κάθε εύρος σωματιδίων. Το γράφημα δείχνει τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η αύξηση του μέσου ρυθμού εναπόθεσης καθώς αυξάνει το μέγεθος των σωματιδίων όπως αναφέρεται και στη σχετική βιβλιογραφία.

Στο ραβδόγραμμα του σχήματος 6.26 και στο boxplot του σχήματος 6.27 παρατηρείται ο ολικός μέσος ρυθμός εναπόθεσης που προκύπτει από το σύνολο των μετρήσεων όλων των πειραμάτων για κάθε κλάση. Και από τα δύο διαγράμματα συνάγεται αυτό που αναμέναμε και είναι σε συμφωνία με τη βιβλιογραφία, ότι όσο πιο μεγάλο είναι το μέγεθος των σωματιδίων τόσο μεγαλύτερο συντελεστή εναπόθεσης έχουν.

Επομένως, σε σταθερές συνθήκες (πίεσης), δημιουργώντας τεχνητή αύξηση των σωματιδίων, κύριος μηχανισμός στο χώρο ο οποίος μεταβάλλει τη συγκέντρωση των σωματιδίων με εύρη 5.0-10 $\mu\text{m}$  2.5-5.0 $\mu\text{m}$  και 1.0-2.5 $\mu\text{m}$  είναι η εναπόθεση αυτών στις εσωτερικές επιφάνειες. Σχετικά με τα μικρά σωματίδια, παρατηρείται διαφορετική συμπεριφορά, αφού διαπιστώθηκε ότι ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης είναι μικρότερος και ο μέσος συντελεστή εναπόθεσης που υπολογίστηκε προέκυψε σχεδόν μηδενικός. Σε αυτή την περίπτωση τα σωματίδια λόγω διάχυσης μένουν στον αέρα και δεν εναποτίθενται.

### 6.3.2 Ταχύτητα Εναπόθεσης

Η ταχύτητα εναπόθεσης κάθε κλάσης σωματιδίων υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο :  $u_d = \frac{\lambda_d V}{A_d}$  με τον όγκο και την επιφάνεια εναπόθεσης στο εσωτερικό του test cell να είναι γνωστά και ίσα με  $38 \text{ m}^3$  και  $70,28 \text{ m}^2$  αντίστοιχα. Η επιφάνεια εναπόθεσης  $A_d$  ορίζεται ως η συνολική εσωτερική επιφάνεια του test cell, δηλαδή οι τέσσερις τοίχοι, το δάπεδο και η οροφή. Τα σωματίδια μπορούν να εναποτεθούν σε οποιαδήποτε από αυτές τις επιφάνειες εντός του χώρου.

Οι υπολογισμένες μέσες τιμές των ταχυτήτων εναπόθεσης κάθε κλάσης σωματιδίων για κάθε ημέρα πειράματος αναγράφονται στον επόμενο πίνακα 6.4. Θετικές τιμές της μέσης ταχύτητας εναπόθεσης υποδηλώνουν ότι κατά την διάρκεια των μετρήσεων ο όρος της εναπόθεσης επικρατεί έναντι του όρου της επαναιώρησης.

Το αντίθετο, συμβαίνει στα σωματίδια μικρής διαμέτρου όπου έχουμε και αρνητικές τιμές της μέσης ταχύτητας εναπόθεσης με αποτέλεσμα να προκύπτει μια συνολικά αρνητική μέση τιμή για την ταχύτητα εναπόθεσης στο σύνολο των μετρήσεων για αυτό το μέγεθος σωματιδίων . Αναμενόμενο , γιατί τα σωματίδια αυτά εύρους  $< 1.0 \mu\text{m}$  είναι τόσο ελαφρά που δεν έχουν την ικανότητα να υποστούν βαρυτική εναπόθεση.

Σε περίπτωση μηδενικής ταχύτητας , δεδομένου ότι αυτή είναι η μέση τιμή , οι δύο αυτοί όροι εναπόθεσης – επαναιώρησης εξισορροπούνται.

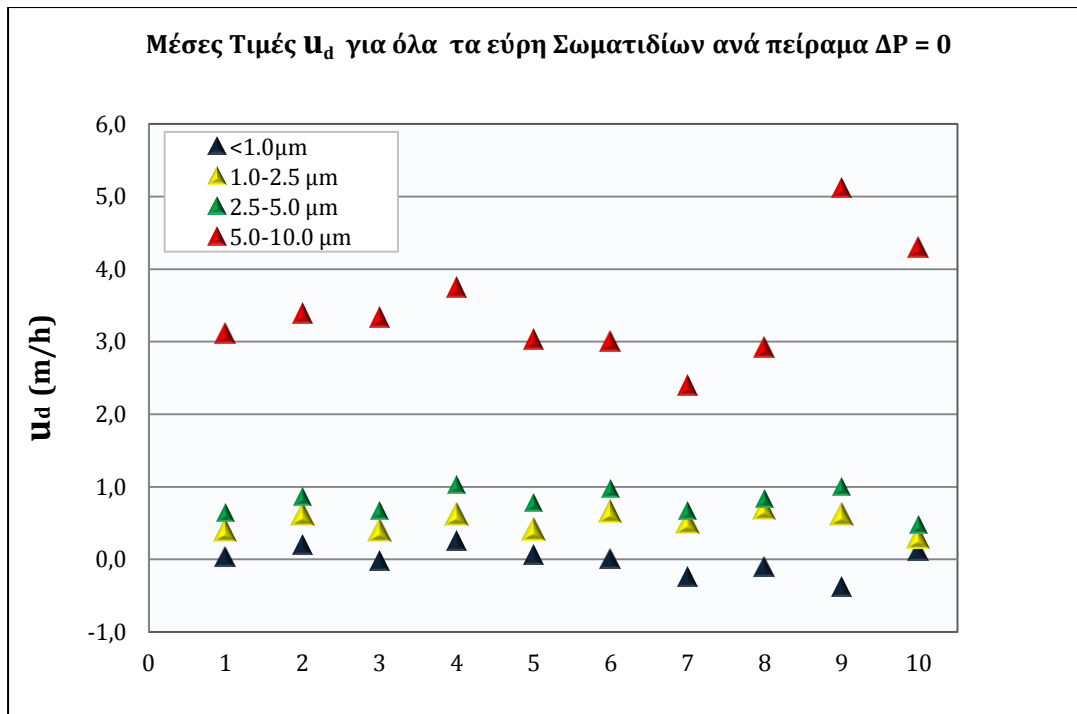
Τα διαγράμματα 6.25 , 6.26 που ακολουθούν μετά τον πίνακα , απεικονίζουν συγκεντρωτικά ( για κάθε ημέρα πειράματος ) τα αποτελέσματα των πινάκων με τις μέσες τιμές της ταχύτητας εναπόθεσης  $u_d$  ανά μέγεθος σωματιδίων. Στα διαγράμματα 6.27 και 6.28 απεικονίζεται η ολική μέση τιμή της ταχύτητας εναπόθεσης κάθε εύρους σωματιδίων δηλαδή αυτή που προκύπτει από το σύνολο των μετρήσεων.

Πίνακας 6.4: Μέσες Τιμές Ταχύτητας Εναπόθεσης  $u_d$  (m/h)

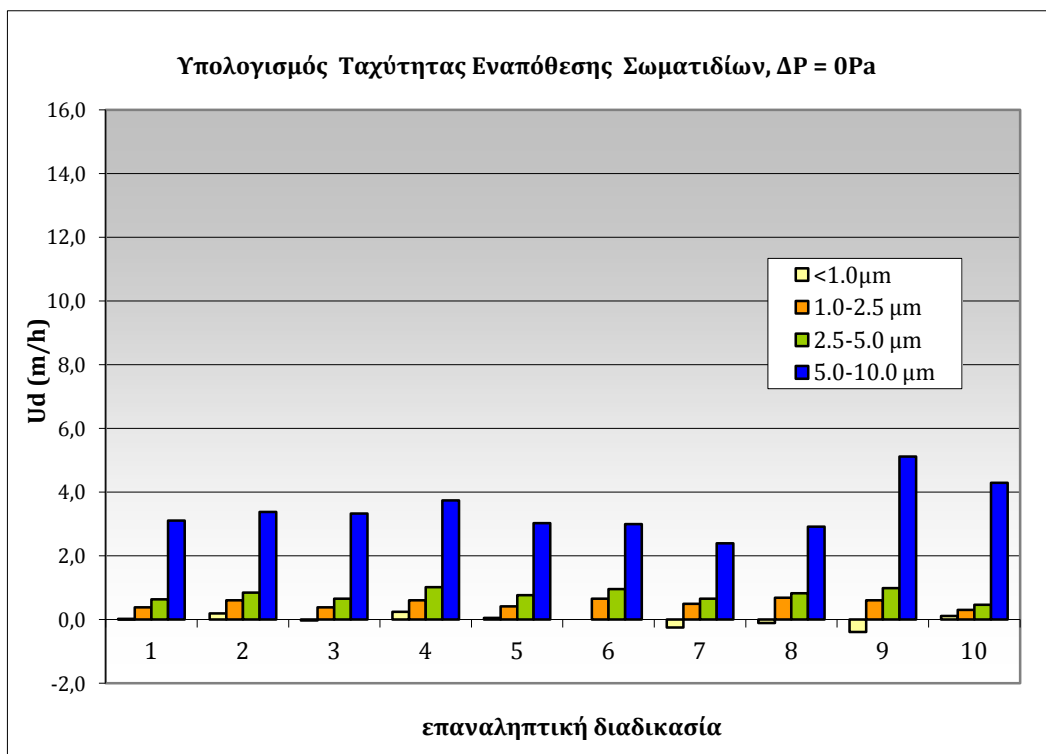
Ταχύτητα εναπόθεσης ( $U_d$ ) Σωματιδίων σε $\Delta P = 0$ Pa				
κλάση α/α	<1.0 $\mu$ m	1.0-2.5 $\mu$ m	2.5-5.0 $\mu$ m	5.0-10.0 $\mu$ m
Πείραμα 1	0,03	0,39	0,63	3,11
Πείραμα 2	0,19	0,61	0,85	3,38
Πείραμα 3	-0,03	0,39	0,66	3,33
Πείραμα 4	0,25	0,61	1,02	3,74
Πείραμα 5	0,06	0,41	0,77	3,03
Πείραμα 6	0,00	0,66	0,96	3,00
Πείραμα 7	-0,25	0,50	0,66	2,39
Πείραμα 8	-0,11	0,69	0,83	2,92
Πείραμα 9	-0,39	0,61	0,99	5,12
Πείραμα 10	0,11	0,30	0,47	4,29
Μέση Τιμή	-0,01	0,51	0,78	3,43
Τυπική Απόκλιση	0,19	0,14	0,18	0,78

Από τον Πίνακα 6.4 επιβεβαιώνεται και πάλι η παρουσία φαινομένου επαναιώρησης των μικρών σωματιδίων εύρους <1.0 $\mu$ m ισχυρότερου από αυτό της εναπόθεσης, σε 4 πειράματα. Στο σύνολο των μετρήσεων, με μία μέση τιμή για την ταχύτητα εναπόθεσης της τάξης των -0,01 m/h , οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι στα μικρά σωματίδια δημιουργείται σχεδόν εξισοροπημένα μηχανισμός επαναιώρησής τους και εναπόθεσής τους.

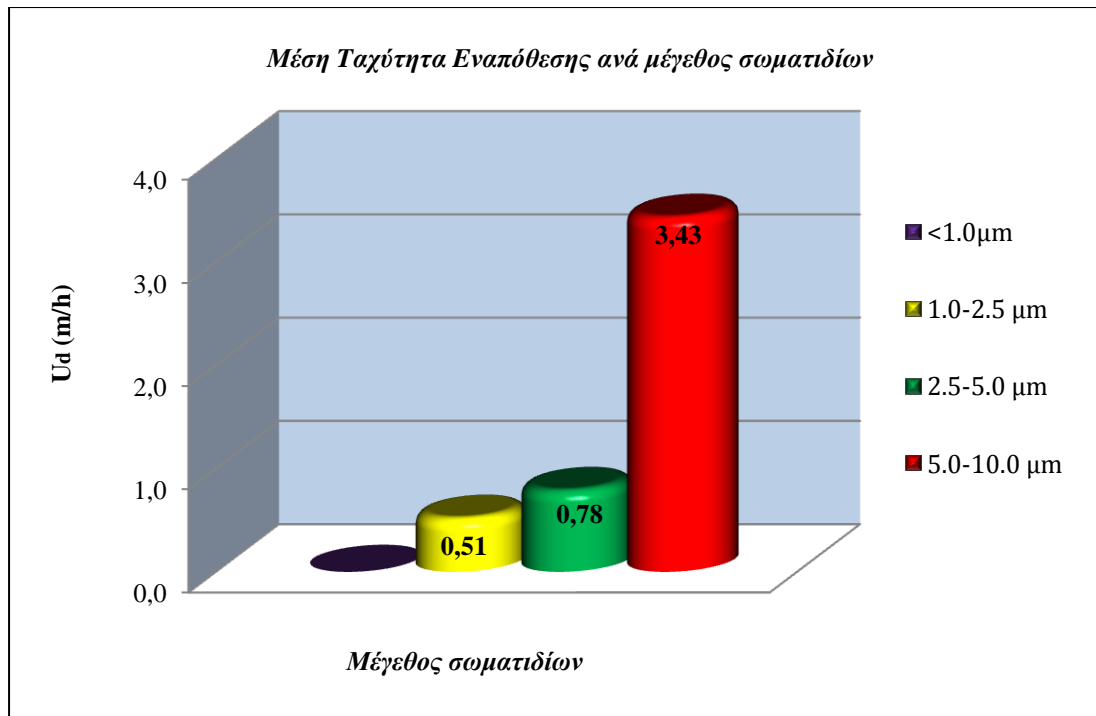
Στις υπόλοιπες κλάσεις σωματιδίων ,όπως αναμενόταν, φαίνεται η υπερίσχυση της εναπόθεσης λόγω του υπολογισμού θετικής ταχύτητας εναπόθεσης. Η ταχύτητα εναπόθεσης αυξάνεται από μικρότερη σε μεγαλύτερη κλάση γιατί το μέγεθος των σωματιδίων είναι η βασική παράμετρος από την οποία αυτή εξαρτάται.



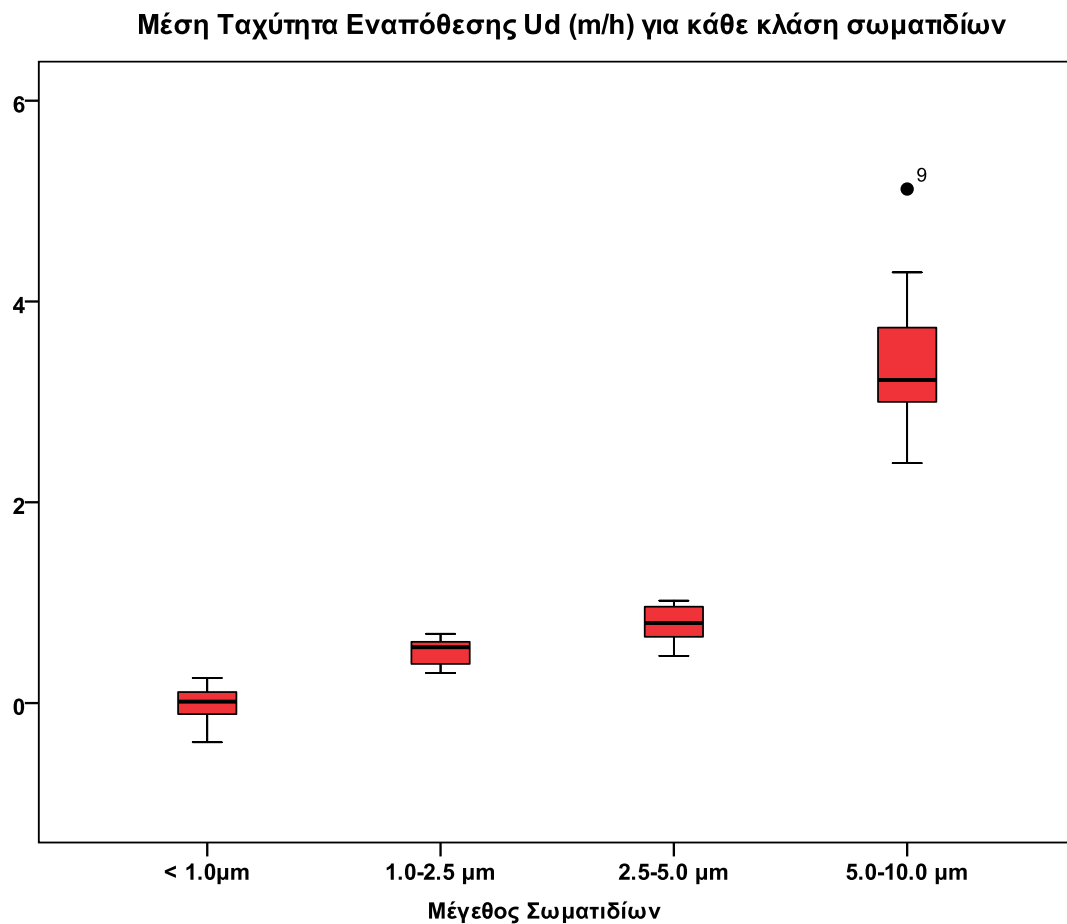
Σχήμα 6.25: Μέσες τιμές  $u_d$  ανά μέγεθος σωματιδίων και ανά ημέρα πειράματος



Σχήμα 6.26: Μέσες τιμές  $u_d$  όλων των κλάσεων των σωματιδίων ανά ημέρα πειράματος



Σχήμα 6.27: Μέση ταχύτητα εναπόθεσης ανά κλάση σωματιδίων στο σύνολο των μετρήσεων



Σχήμα 6.28: Boxplot - Μέση ταχύτητα εναπόθεσης ανά κλάση σωματιδίων στο σύνολο μετρήσεων

Στα γραφήματα 6.25 και 6.26 , έχοντας απεικονίσει τις ταχύτητες εναπόθεσης των σωματιδίων για κάθε πείραμα , παρατηρείται για μία ακόμη φορά η παρουσία επαναιώρησης σε κάποια πειράματα στα μικρά σωματίδια , η μέτρια εναπόθεση των μεσαίων σωματιδίων σε όλα τα πειράματα και η ύπαρξη μόνο φαινομένου εναπόθεσης στα μεγάλα σωματίδια.

Από τα διαγράμματα 6.27 και 6.28 παρατηρείται η ισορροπία των φαινομένων επαναιώρησης-εναπόθεσης στα μικρά σωματίδια ( $<1.0\mu\text{m}$ ) , η ισχυρότερη παρουσία του φαινομένου της εναπόθεσης στα υπόλοιπα σωματίδια και η αύξηση της ταχύτητας εναπόθεσης αυξανόμενου του μεγέθους τους. Γενικά τα σωματίδια παρουσιάζουν μεγαλύτερες ταχύτητες εναπόθεσης όταν μεγαλώνει η διάμετρος και το μέγεθός τους.

Πιο συγκεκριμένα τα σωματίδια  $5.0-10\mu\text{m}$  με μέση ταχύτητα εναπόθεσης στο σύνολο των μετρήσεων ίση με  $3,43\text{ m/h}$  έχουν την πιο υψηλή ταχύτητα εναπόθεσης επειδή αυτή έχει άμεση σχέση με το μέγεθος και φυσικά το βάρος των σωματιδίων. Τα σωματίδια  $1.0-2.5\mu\text{m}$  και  $2.5-5.0\mu\text{m}$  εναποτίθενται στις εσωτερικές επιφάνειες με μικρότερη μέση ταχύτητα ίση με  $0,51\text{ m/h}$  και  $0,78\text{ m/h}$  αντίστοιχα. Τα μικρά σωματίδια έχουν μέση ταχύτητα εναπόθεσης σχεδόν μηδέν επομένως διαχέονται στο χώρο, παραμένουν στον εσωτερικό αέρα και δεν εναποτίθενται.



## 6.4 Περιγραφή Δεύτερου Μέρους Πειραμάτων

---

Σ' αυτή τη σειρά πειραμάτων, εφόσον έχει γίνει ο προσδιορισμός του μέσου ρυθμού διείσδυσης αέρα ( $\lambda_v$ ), τοποθετείται στην είσοδο του πειραματικού χώρου του test cell διάταξη μέτρησης της αεροστεγανότητας που εφαρμόζει τη **μέθοδο υπερπίεσης πεπιεσμένου αέρα** (Blower door). Με τη διάταξη αυτή, τεχνητά δημιουργήθηκε διαφορά πίεσης μεταξύ του εσωτερικού του test cell και του εξωτερικού περιβάλλοντος η οποία κυμαινόταν από 0 έως 12 Pa και το μέγεθός της καθορίστηκε από την ισχύ του ανεμιστήρα (Εικόνα 6.1).



*Εικόνα 6.1 : Ο ανεμιστήρας της συσκευής Blower door σε λειτουργία*

Αφού προσαρμόστηκε στην πόρτα του test cell η συσκευή Blower door πραγματοποιήθηκε στον εσωτερικό χώρο παραγωγή μεγάλων συγκεντρώσεων αιωρούμενων σωματιδίων ( $\text{CaCO}_3$  και καπνός τσιγάρου). Ύστερα από την τεχνητή αύξηση της συγκέντρωσης των σωματιδίων, εκτελέστηκαν μετρήσεις με τη βοήθεια του οργάνου HANDHELD 3016 IAQ των συγκεντρώσεων των διαφόρων κλάσεων των αιωρούμενων σωματιδίων ενώ είχε δημιουργηθεί διαφορά πίεσης μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος με τη λειτουργία του ανεμιστήρα της συσκευής Blower door.

Οι τιμές της διαφοράς πίεσης μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού αέρα ελέγχονταν κάθε στιγμή από το μανόμετρο DM4 που ήταν συνδεδεμένο με τη συσκευή Blower door. Η ροή του αέρα ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) που εισερχόταν κάθε φορά μέσω του ανεμιστήρα στο εσωτερικό του test cell μπορούσε κι αυτή να καταγράφεται από το μανόμετρο.

Μελετήθηκε η συμπεριφορά των αιωρούμενων σωματιδίων εύρους  $<1.0 \mu\text{m}$ ,  $1.0-2.5 \mu\text{m}$ ,  $2.5-5.0 \mu\text{m}$  και  $5.0-10.0 \mu\text{m}$  για διαφορές πίεσης 3 τάξεων : 1-4 Pa, 4-8 Pa, 8-12 Pa. Η μέση τιμή του ρυθμού διείσδυσης  $\lambda_v$  έχει υπολογιστεί στα πειράματα προσδιορισμού διείσδυσης αέρα (με τη μέθοδο αερίων δεικτών - tracer gas) και έχει βρεθεί ότι είναι ίση με  $\lambda_v = \mathbf{0,18}$  ACH.

Για τη σωστή διεξαγωγή της πειραματικής διαδικασίας, μόλις επιτεύχθηκε η αύξηση της συγκέντρωσης των σωματιδίων από τον ανεμιστήρα ο χώρος εκκενώθηκε για να μην επηρεάζεται η λήψη μετρήσεων από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Στην πόρτα του test cell ήταν προσαρμοσμένη η συσκευή και δεν υπήρχε κανένας μέσα στο χώρο, ενώ οι μετρήσεις έγιναν κυρίως μεσημεριανές ώρες για την αποφυγή μεγάλων διαφορών θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου και εξωτερικού περιβάλλοντος. Η πειραματική διαδικασία επαναλήφθηκε 10 φορές.

## 6.5 Υπολογισμός Ρυθμού Εναπόθεσης - Επαναιώρησης Σωματιδίων $\lambda_{dr}$ σε Συνθήκες Διαφοράς Πίεσης $\Delta P$

---

Στο πρώτο μέρος της πειραματικής επεξεργασίας, στην εξίσωση του ισοζυγίου των συγκεντρώσεων, με βάση κάποιες παραδοχές, θεωρήθηκαν αμελητέοι οι όροι της επαναιώρησης και της διείσδυσης σωματιδίων, καθώς επίσης θεωρήθηκε ότι δεν υπήρχαν εσωτερικές πηγές. Στο δεύτερο μέρος, που πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο υπερπίεσης, δεν υπάρχουν επίσης εσωτερικές πηγές. Λόγω της διαφοράς πίεσης εσωτερικού-εξωτερικού περιβάλλοντος υπάρχει εισροή αλλά και εκροή αέρα με ρυθμό διείσδυσης δεδομένο και λόγω της ροής αέρα από τον ανεμιστήρα εισέρχονται στο χώρο διαρκώς σωματίδια οπότε το ισοζύγιο συγκεντρώσεων των σωματιδίων αλλάζει. Επιπλέον, όσον αφορά την επαναιώρηση, δε μπορεί να αγνοηθεί ούτε να διαχωριστεί ο ρυθμός της από το ρυθμό εναπόθεσης.

Η εξίσωση της μεταβολής της συγκέντρωσης με το χρόνο παίρνει τη μορφή :  $\frac{dC}{dt} = -\lambda_v C_{in} - \lambda_{dr} C_{in} + \frac{\lambda_{fan}}{V} C_0 + \lambda_v C_0$  , όπου :

- $\frac{dC}{dt}$  η μεταβολή της συγκέντρωσης με το χρόνο
- $\lambda_v C_{in}$  ο όρος της εκροής αέρα (*exfiltration*)
- $\lambda_{dr} C_{in}$  είναι ο όρος που περιλαμβάνει τόσο την εναπόθεση (*deposition*) όσο και την επαναιώρηση (*resuspension*) των σωματιδίων καθώς δεν είναι δυνατός ο διαχωρισμός του ρυθμού εναπόθεσης και επαναιώρησης.
- $\frac{\lambda_{fan}}{V} C_0$  είναι ο όρος που δείχνει τα εισερχόμενα σωματίδια από τον ανεμιστήρα.
- $\lambda_v C_0$  ο όρος της εισροής (διείσδυσης) αέρα (*infiltration*).

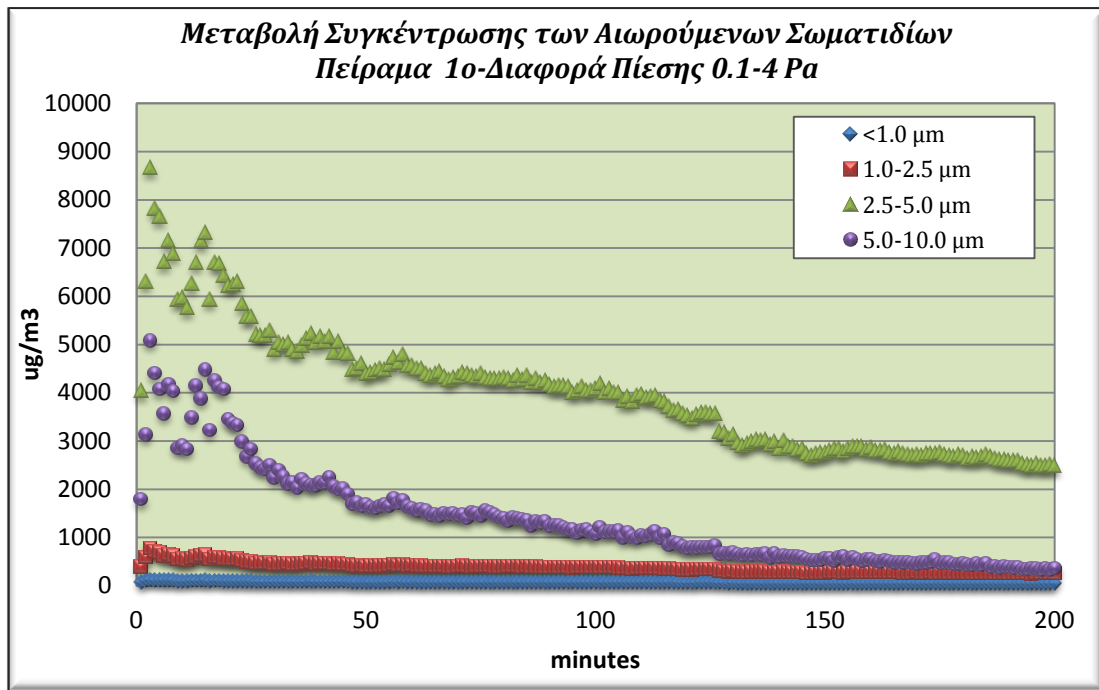
Λύνοντας την παραπάνω εξίσωση ως προς το ρυθμό εναπόθεσης και επαναιώρησης ( $\lambda_{dr}$ ), αυτή παίρνει τη μορφή :

$$\lambda_{dr} = \frac{\lambda_{fan} C_0}{V C_{in}} - \frac{1}{C_{in}} \frac{dC}{dt} - \lambda_v + \frac{\lambda_v C_0}{C_{in}}$$

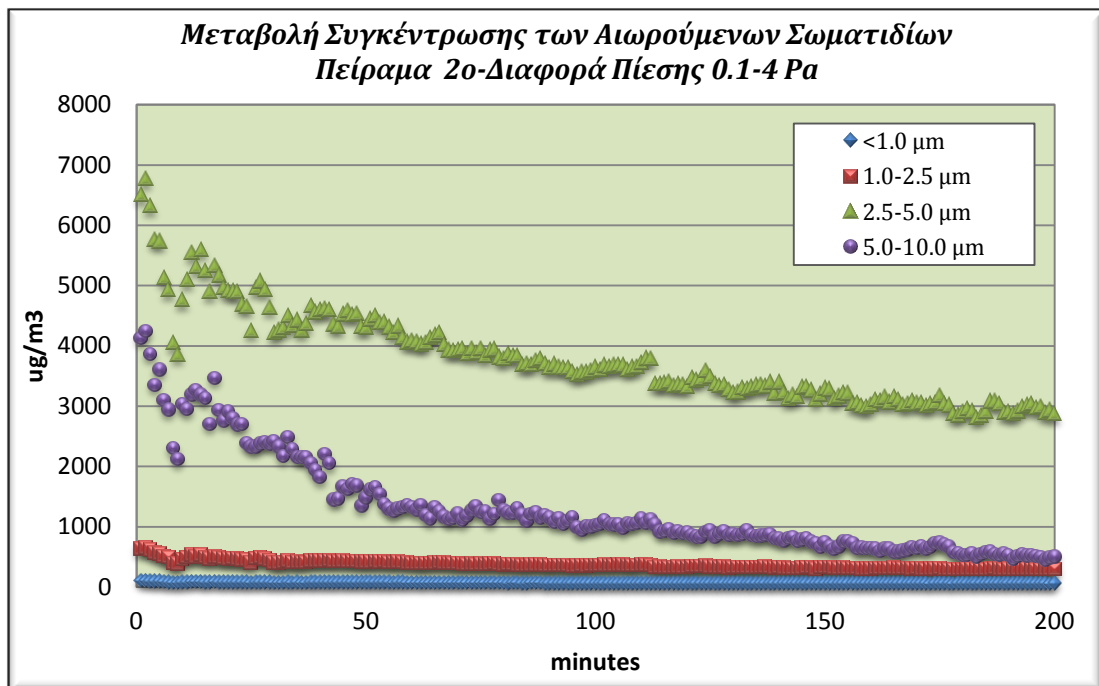
Για κάθε τάξη διαφοράς πίεσης η μέτρηση της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων επαναλήφθηκε από 10 φορές. Η διάρκεια των μετρήσεων κυμαινόταν ανάμεσα σε 3 και 4 ώρες και τα μεγέθη των μετρούμενων σωματιδίων είναι <1.0  $\mu\text{m}$ , 1.0-2.5  $\mu\text{m}$ , 2.5-5.0  $\mu\text{m}$  και 5.0-10.0  $\mu\text{m}$ . Τα παρακάτω 30 διαγράμματα απεικονίζουν τις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων ανά μέγεθος, όταν η διαφορά πίεσης μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος κυμαίνεται από 0.1 έως 12 Pa. Τα δέκα πρώτα αναφέρονται σε διαφορά πίεσης 0.1 - 4 Pa, τα δέκα επόμενα σε 4.1 - 8 Pa και τα δέκα τελευταία σε 8.1 - 12 Pa

Στα διαγράμματα παρατηρείται ότι για κάθε κλάση σωματιδίων υπάρχει συνεχής μείωση της συγκέντρωσης με το χρόνο. Η μείωση αυτή είναι εντονότερη στα σωματίδια μεγαλύτερου μεγέθους ενώ είναι επίσης σημαντική και στα σωματίδια εύρους 5.0-10.0  $\mu\text{m}$ . Στα σωματίδια μικρού μεγέθους, είναι πολύ μικρότερη η μείωση της συγκέντρωσής τους αλλά και δε παρουσιάζουν εξ' αρχής ιδιαίτερα υψηλές τιμές συγκεντρώσεων, οπότε είναι δύσκολο να παρασταθεί από τα διαγράμματα μια εμφανής μείωση στη συγκέντρωσή τους στη διάρκεια του χρόνου.

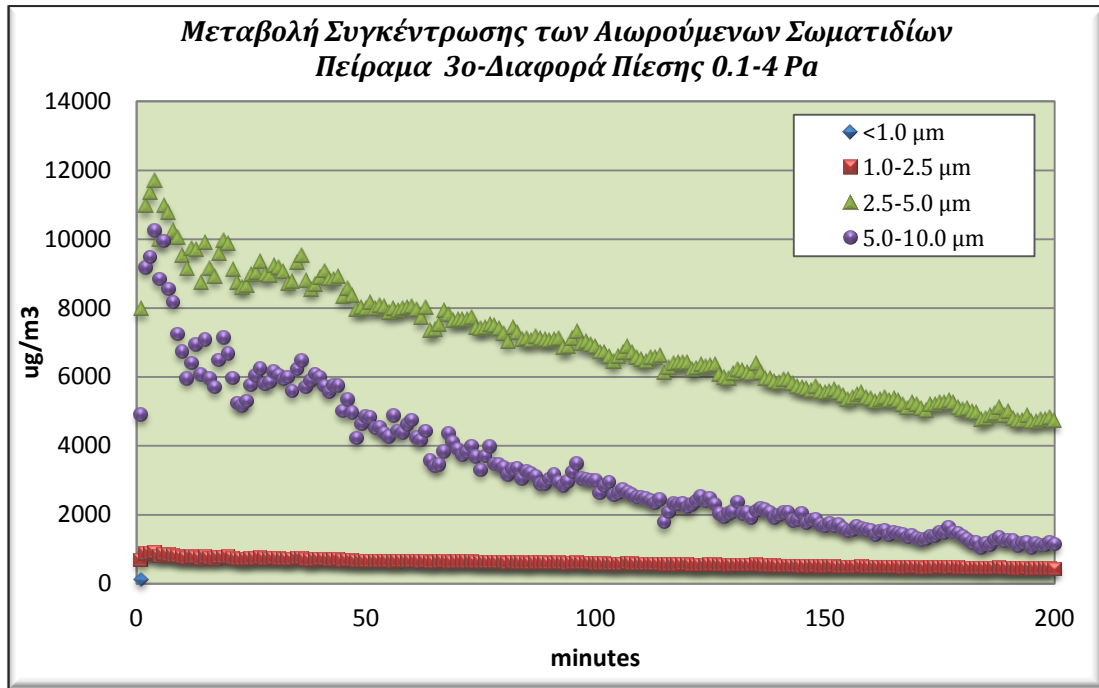
Γενικά, ο ρυθμός μείωσης των σωματιδίων φθίνει με το χρόνο και από κάποιο σημείο και έπειτα μπορεί να θεωρηθεί μηδενικός. Ο απαιτούμενος χρόνος για το μηδενισμό του ρυθμού μείωσης διαφέρει για κάθε εύρος σωματιδίων καθώς εξαρτάται από το μέγεθός τους.



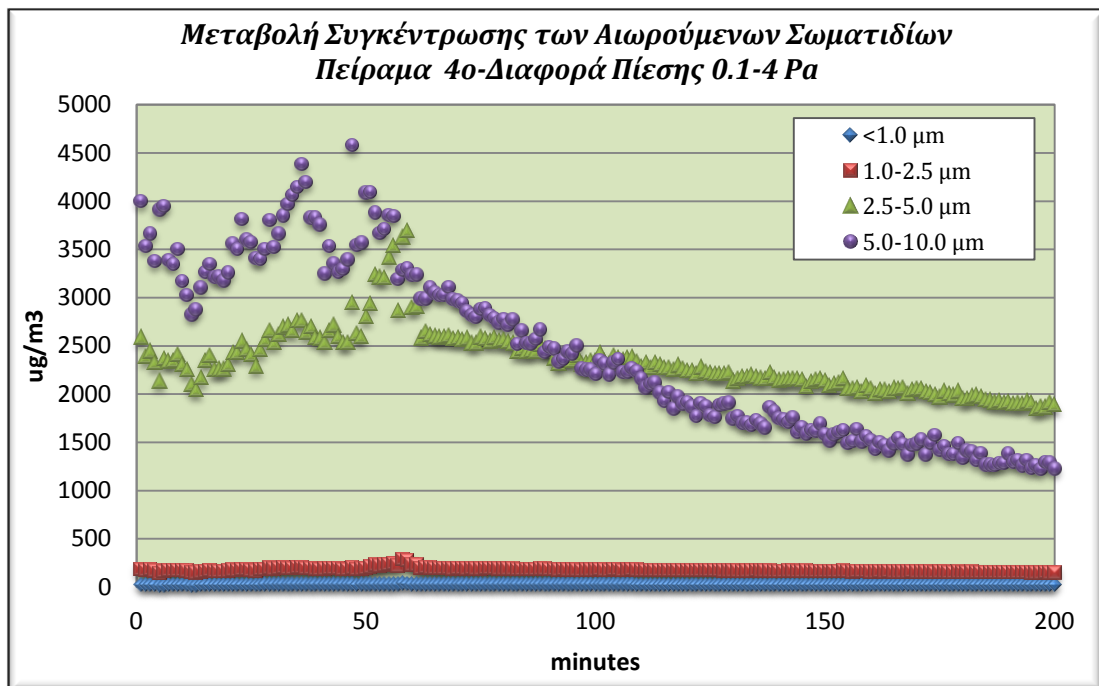
Σχήμα 6.29: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 0.1-4Pa - 1<sup>ο</sup> πείραμα.



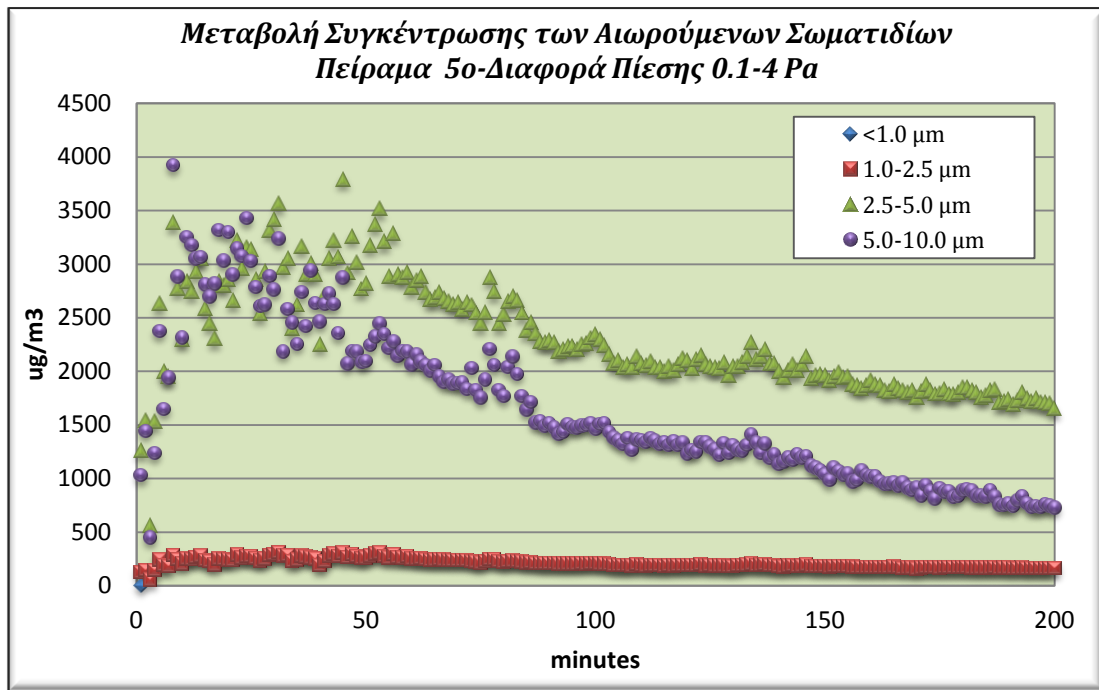
Σχήμα 6.30: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 0.1-4Pa - 2<sup>ο</sup> πείραμα.



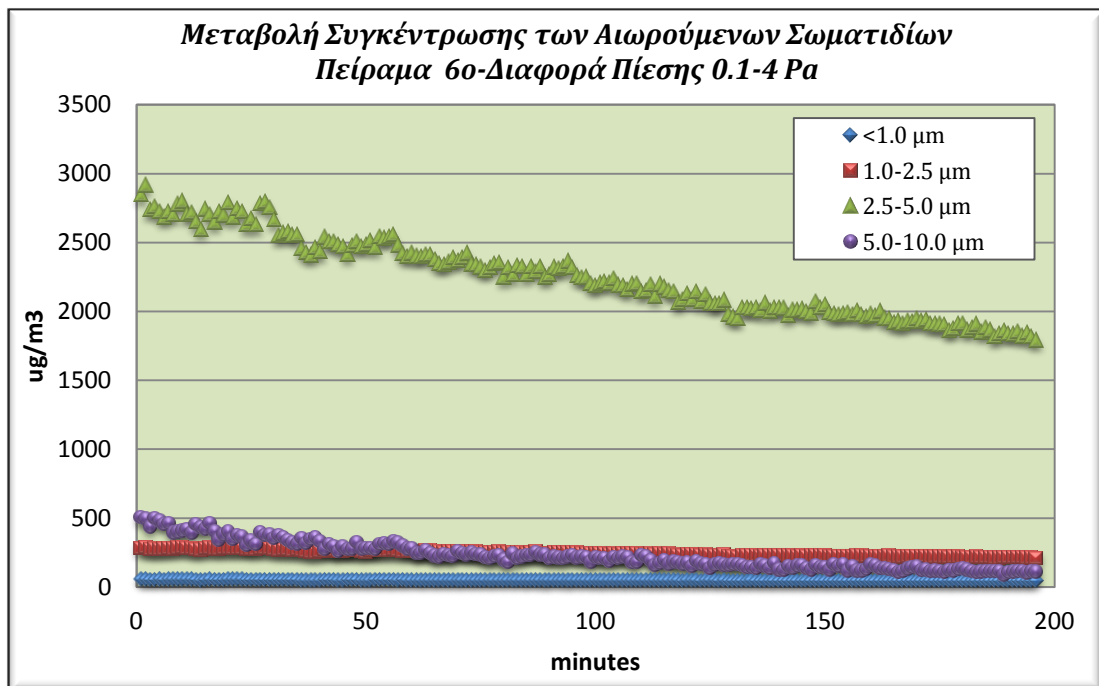
Σχήμα 6.31: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 0.1-4Pa - 3<sup>ο</sup> πείραμα.



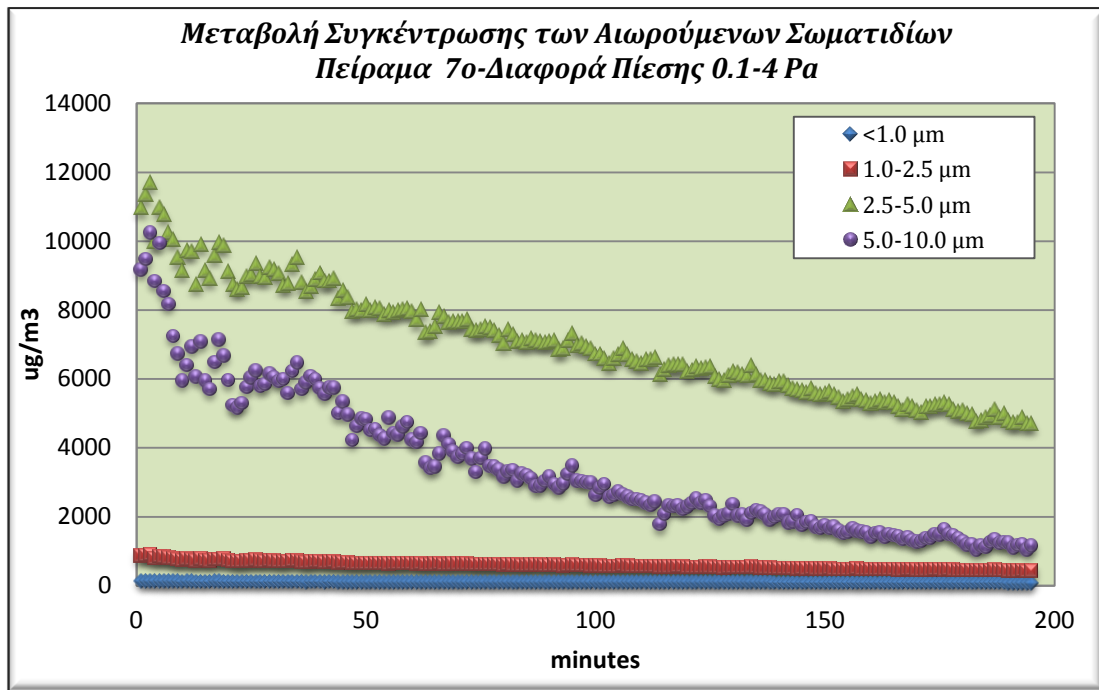
Σχήμα 6.32: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 0.1-4Pa -4<sup>ο</sup> πείραμα.



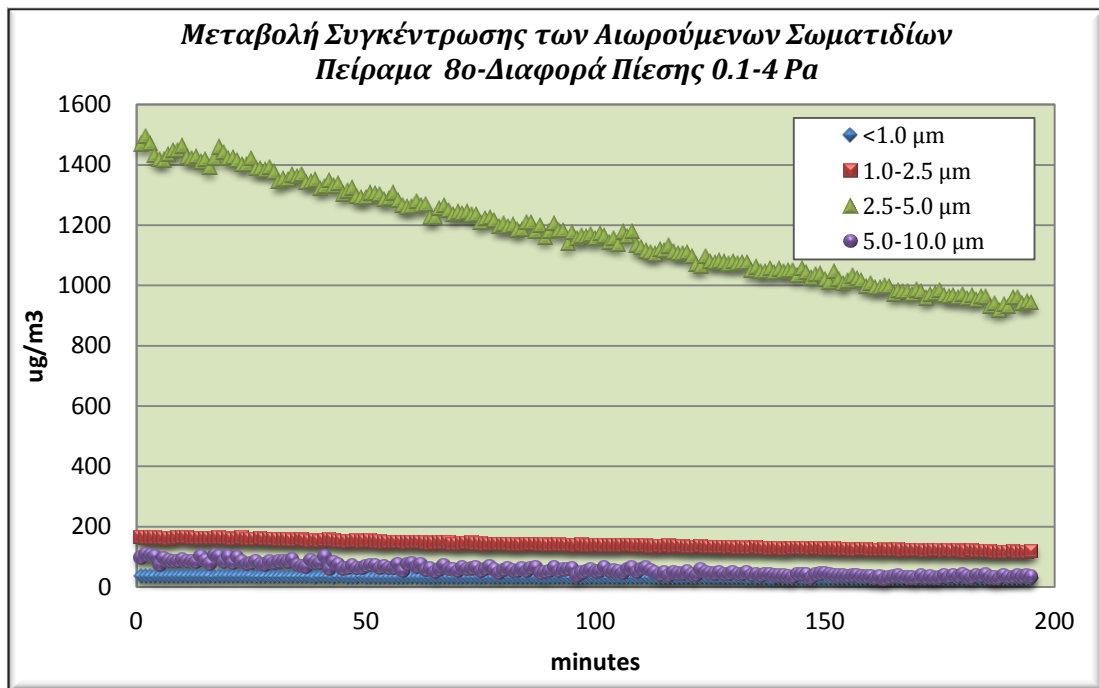
Σχήμα 6.33: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 0.1-4Pa - 5<sup>ο</sup> πείραμα.



Σχήμα 6.34: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 0.1-4Pa - 6<sup>ο</sup> πείραμα.

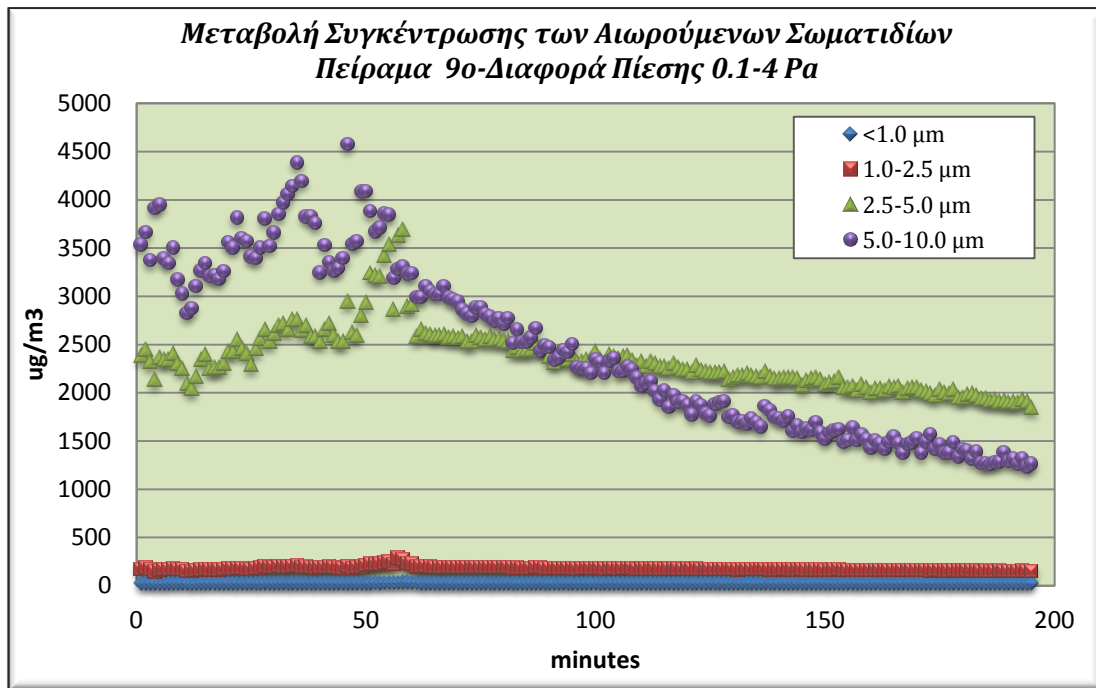


Σχήμα 6.35: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 0.1-4Pa - 7<sup>ο</sup> πείραμα.

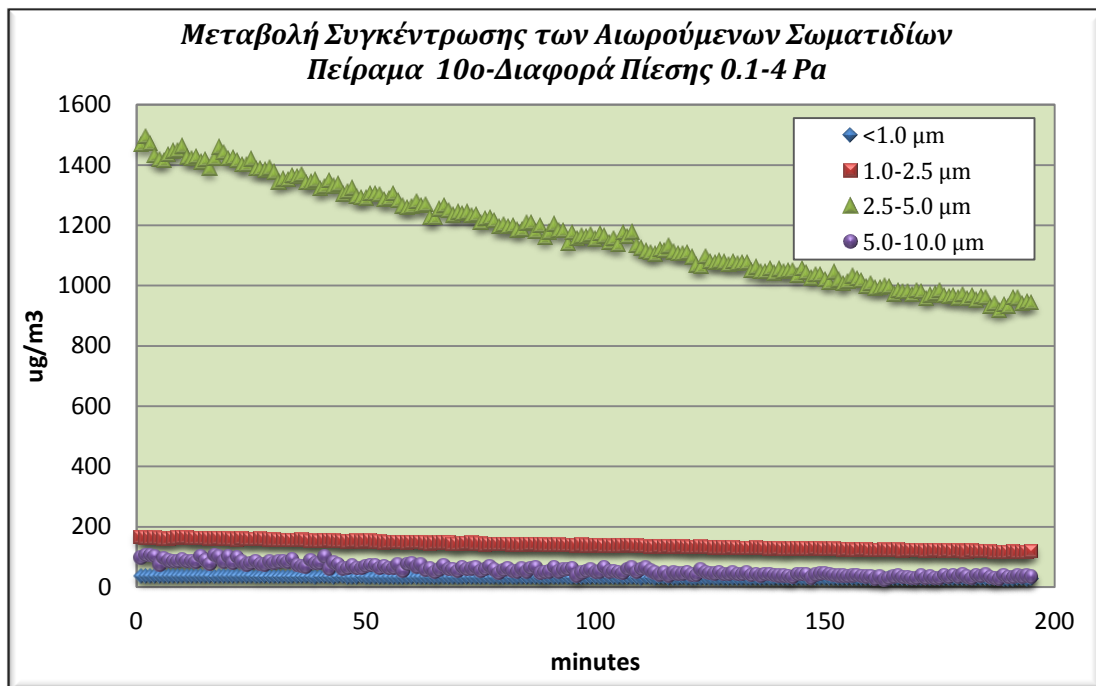


Σχήμα 6.36: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 0.1-4Pa - 8<sup>ο</sup> πείραμα.

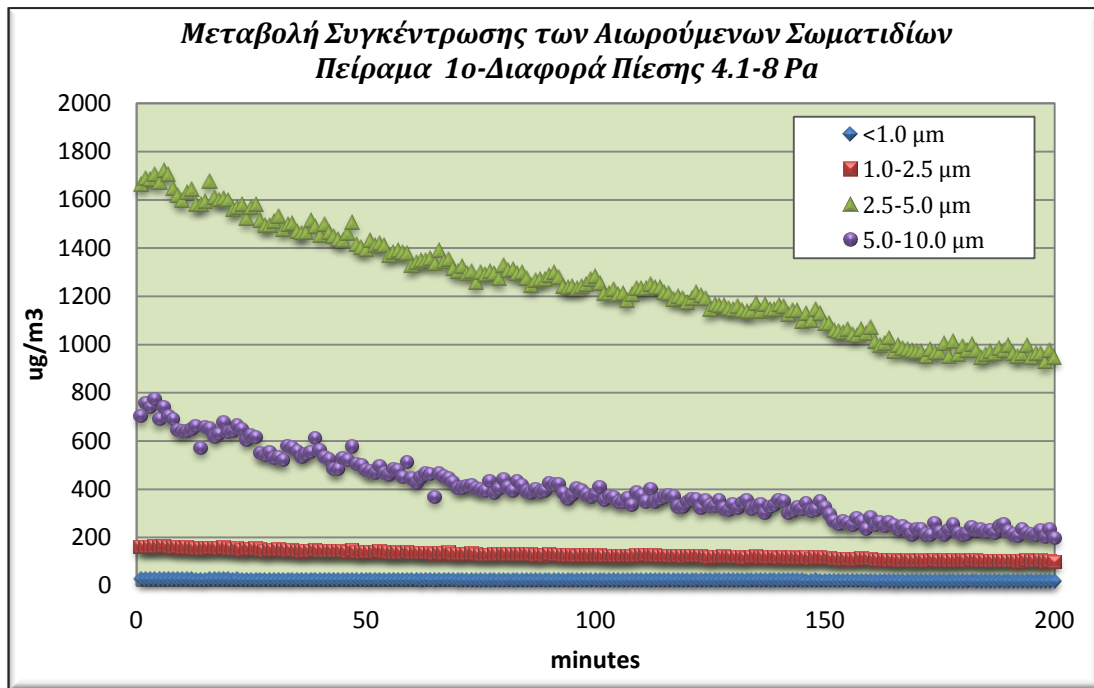




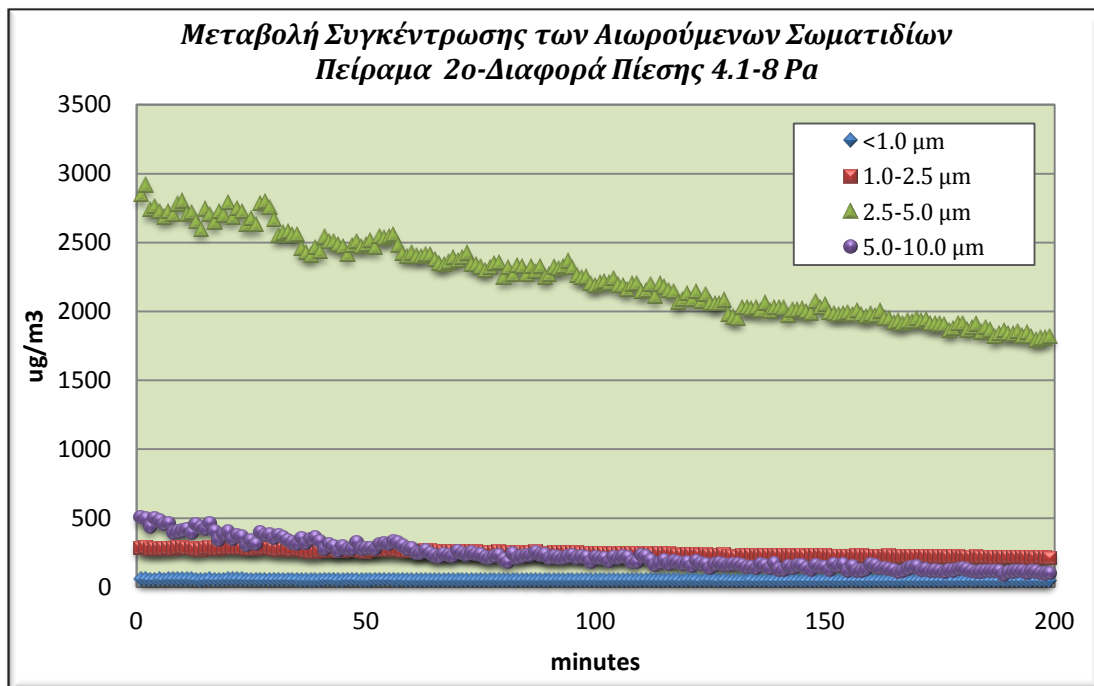
Σχήμα 6.37: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 0.1-4Pa - 9<sup>ο</sup> πείραμα.



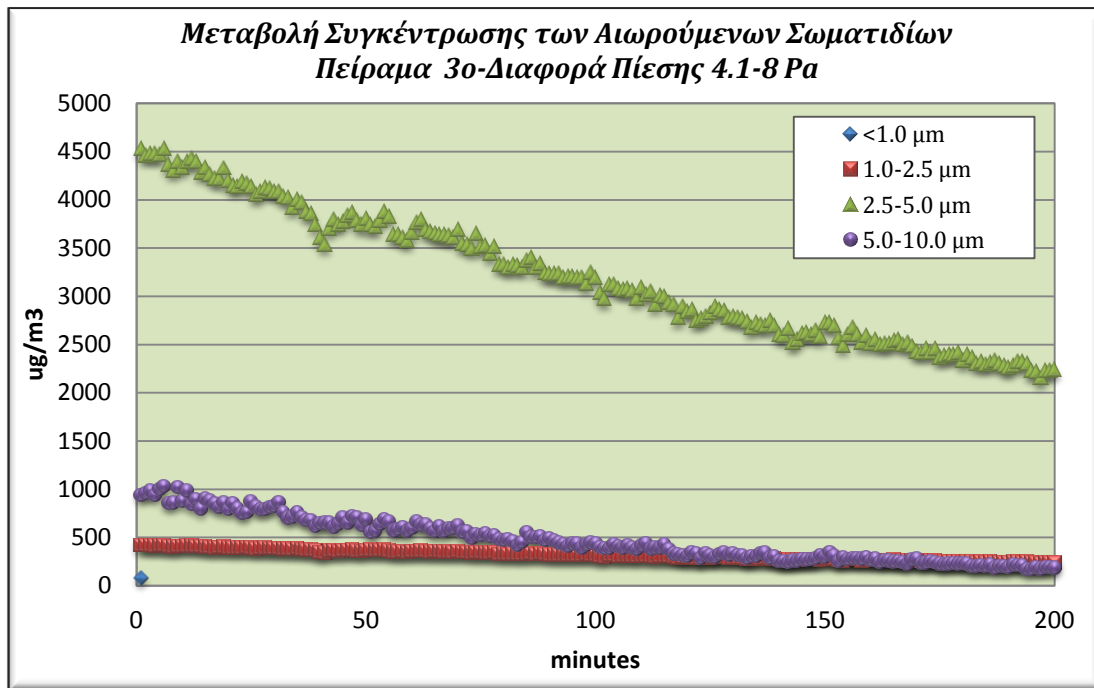
Σχήμα 6.38: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 0.1-4Pa - 10<sup>ο</sup> πείραμα.



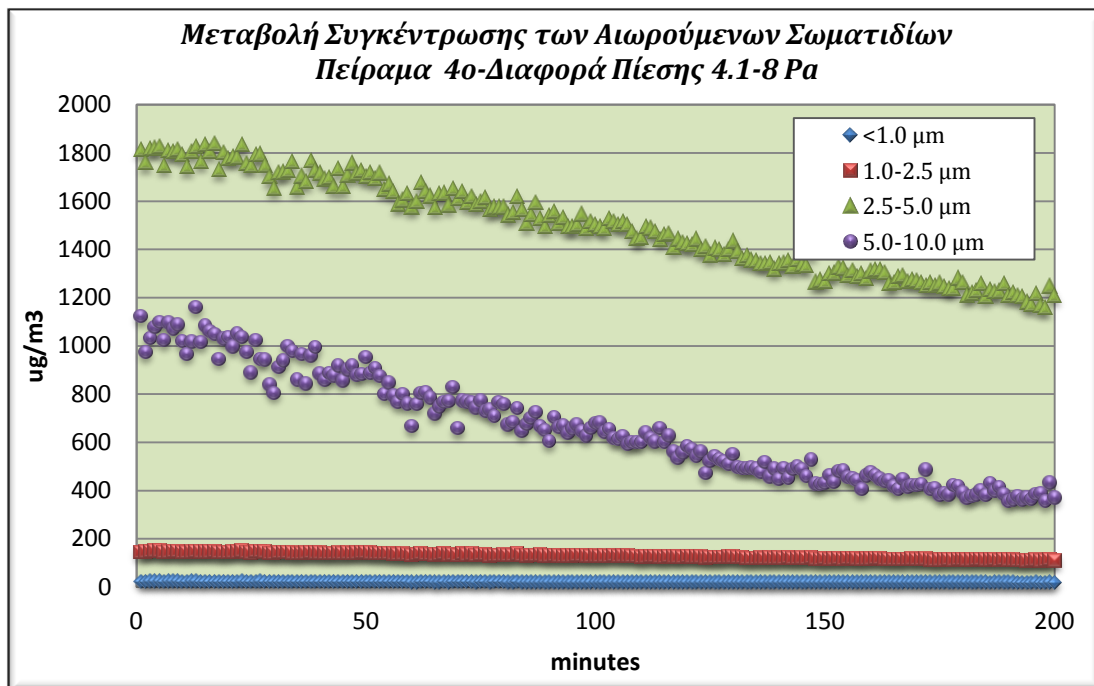
Σχήμα 6.39: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 4.1-8Pa - 1<sup>ο</sup> πείραμα.



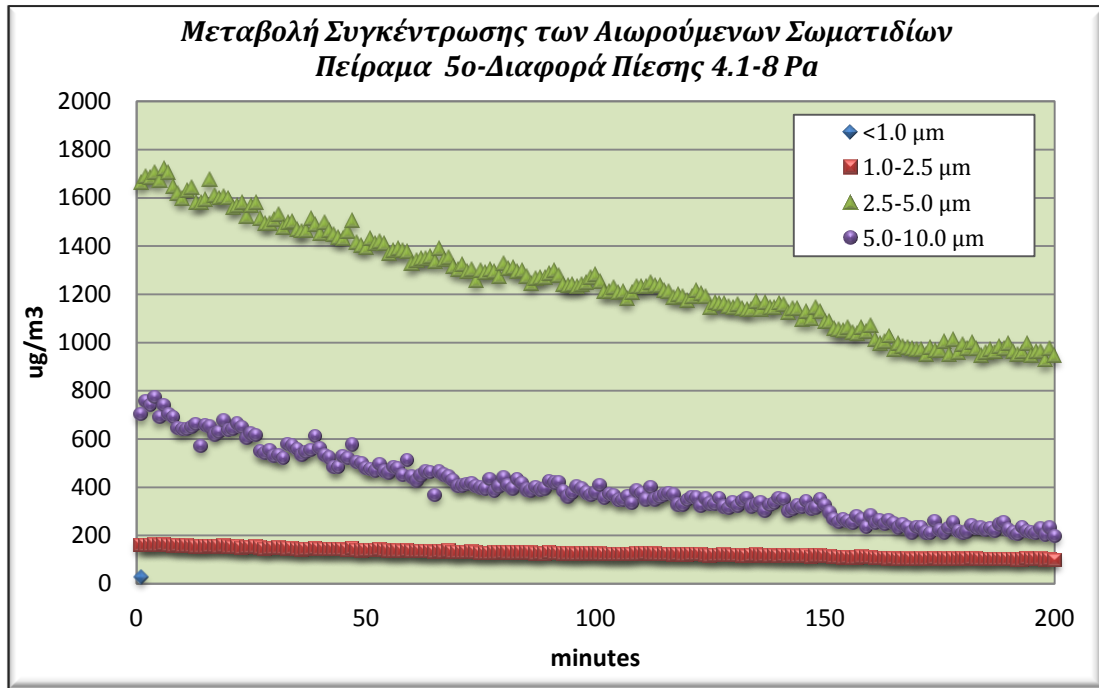
Σχήμα 6.40: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 4.1-8Pa - 2<sup>ο</sup> πείραμα.



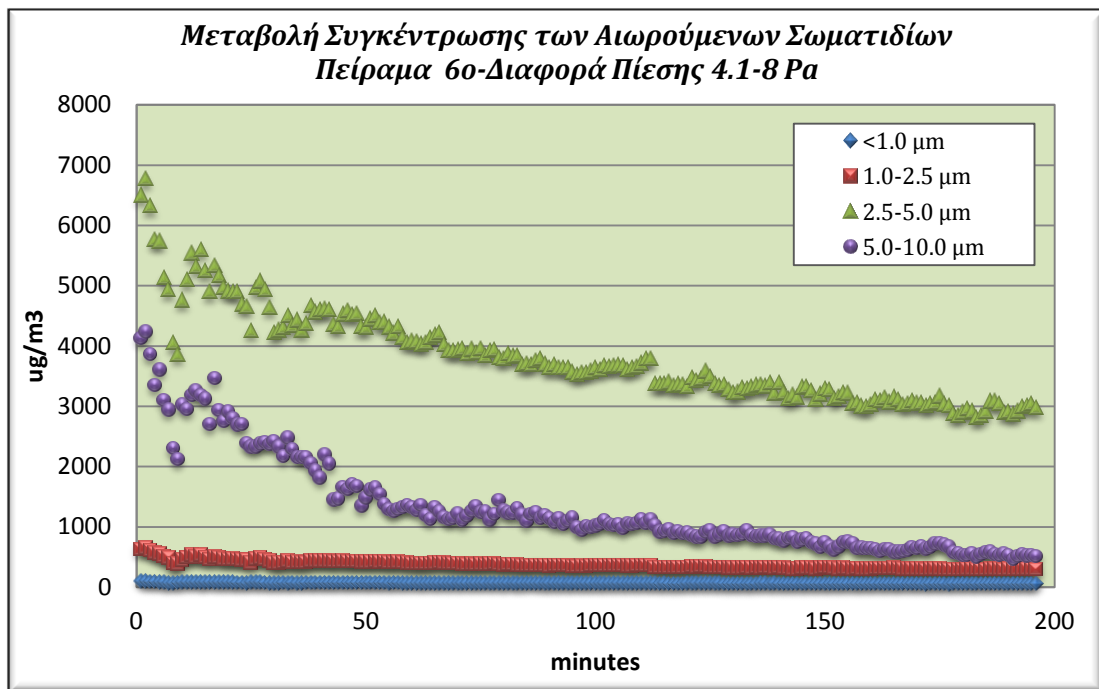
Σχήμα 6.41: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 4.1-8Pa - 3<sup>ο</sup> πείραμα.



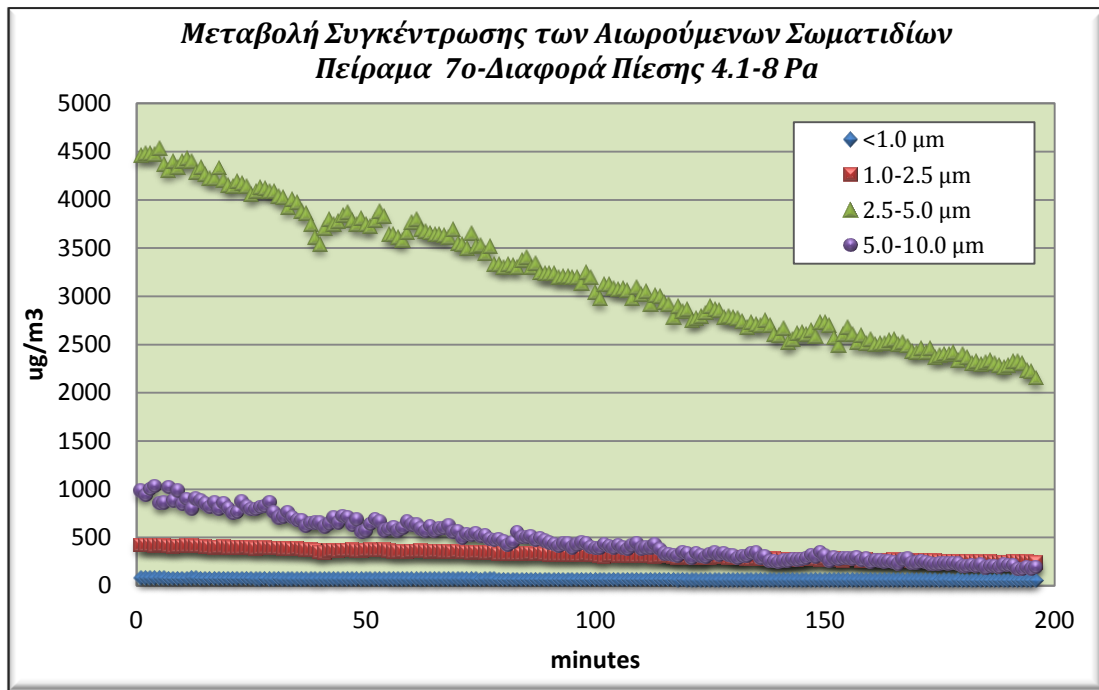
Σχήμα 6.42: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 4.1-8Pa - 4<sup>ο</sup> πείραμα.



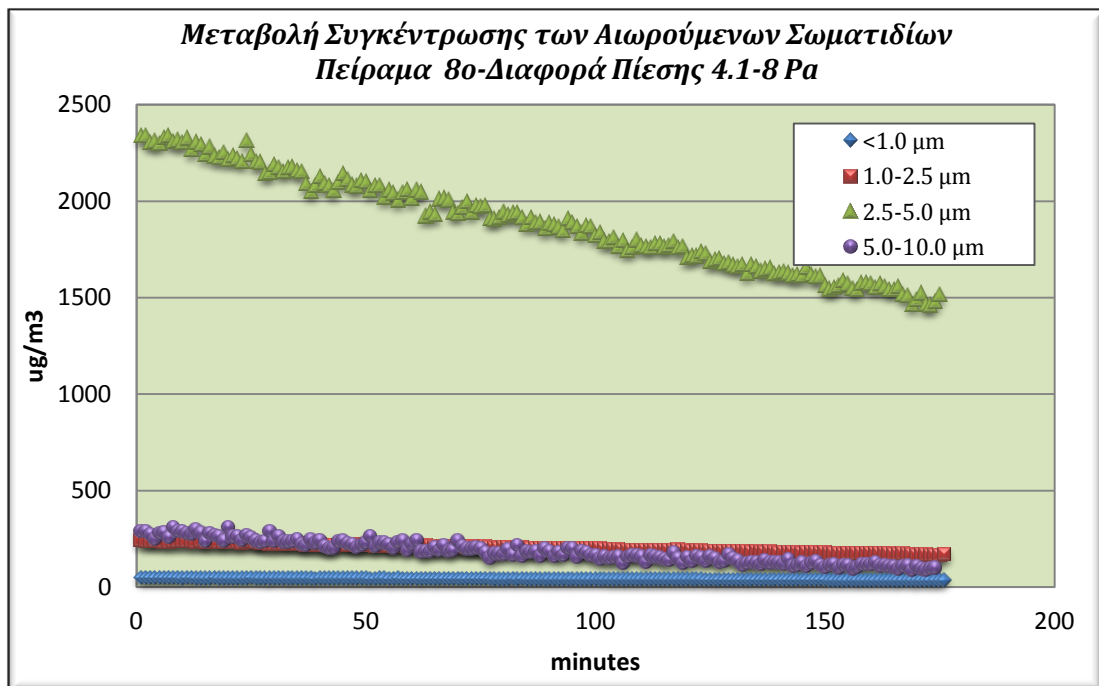
Σχήμα 6.43: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 4.1-8Pa - 5<sup>ο</sup> πείραμα.



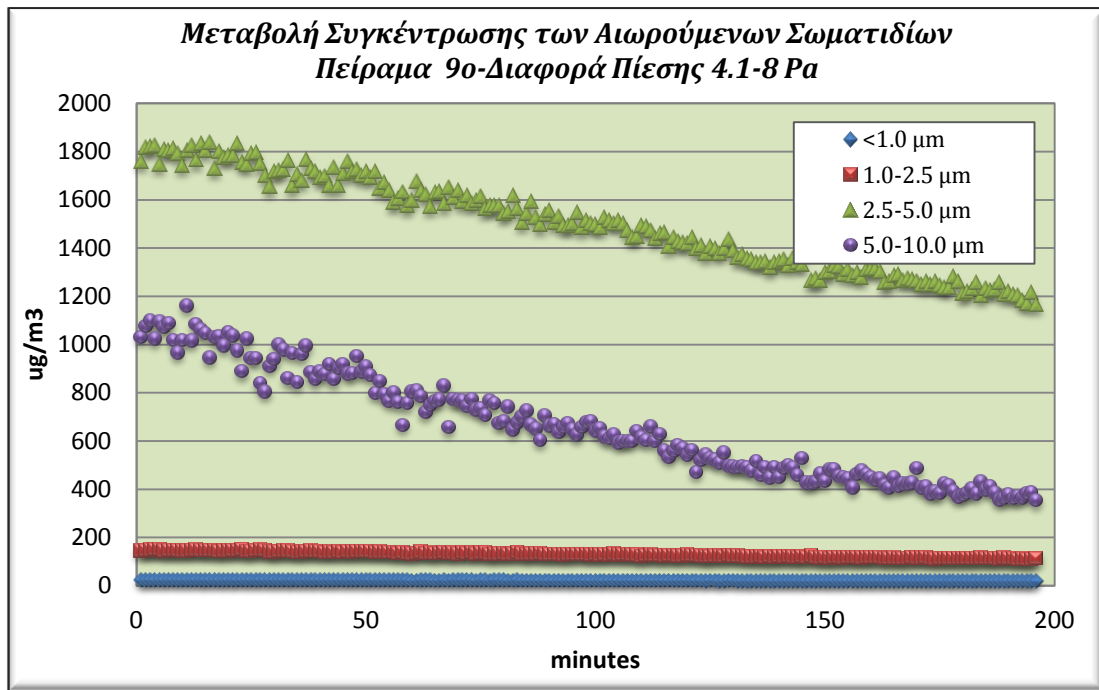
Σχήμα 6.44: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 4.1-8Pa - 6<sup>ο</sup> πείραμα.



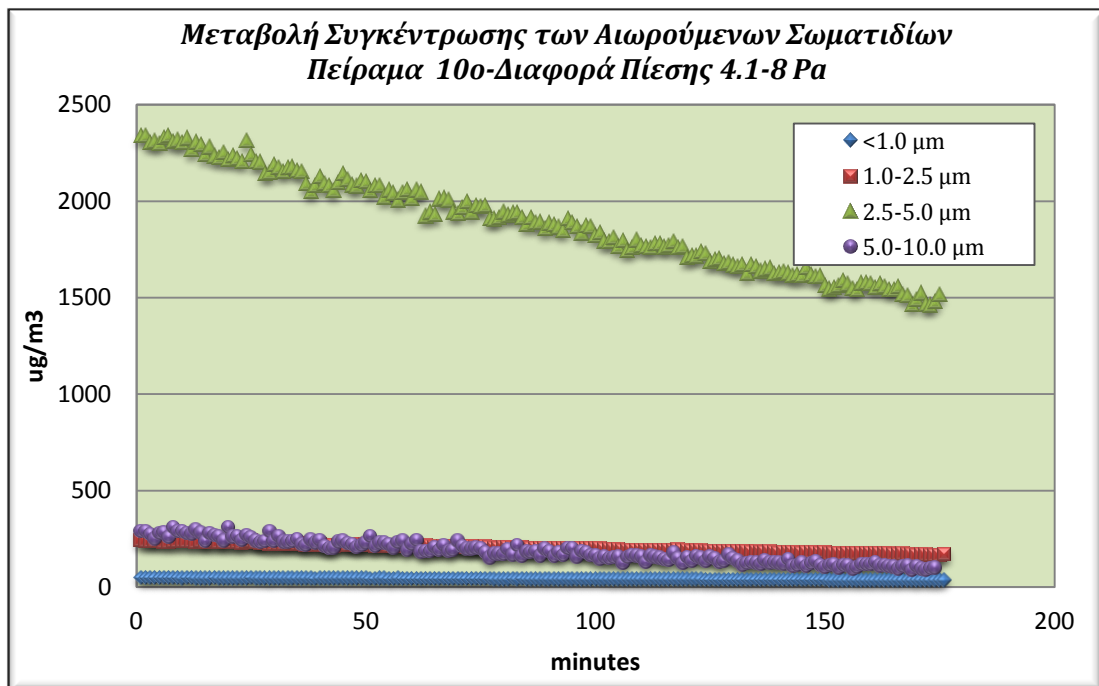
Σχήμα 6.45: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 4.1-8Pa - 7<sup>ο</sup> πείραμα.



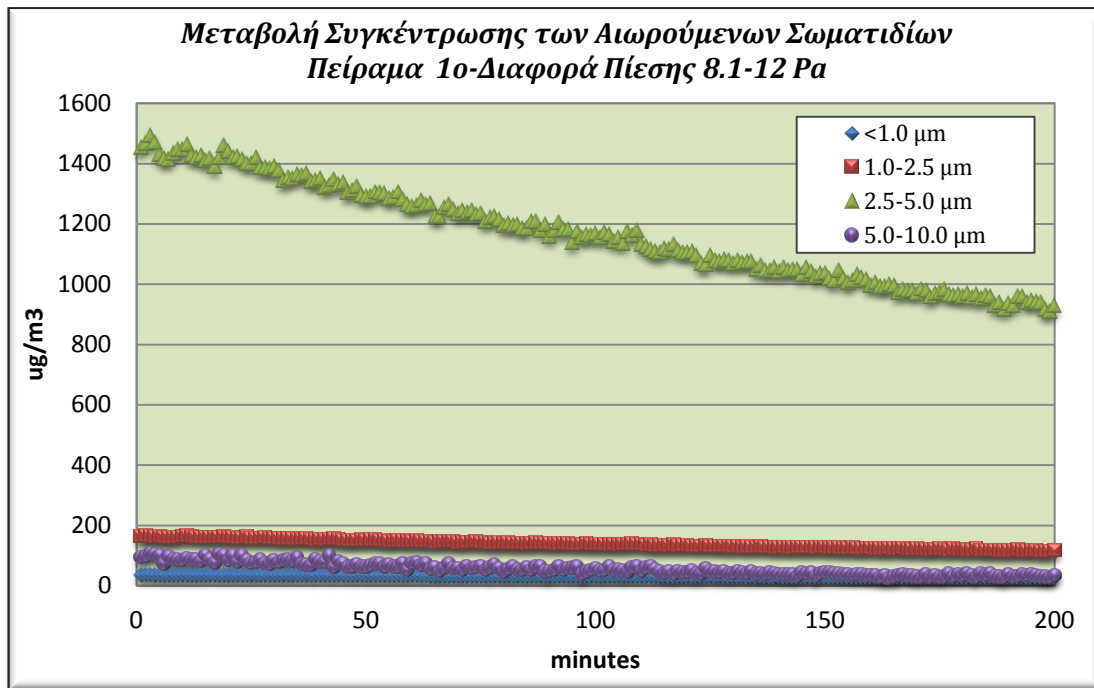
Σχήμα 6.46: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 4.1-8Pa - 8<sup>ο</sup> πείραμα.



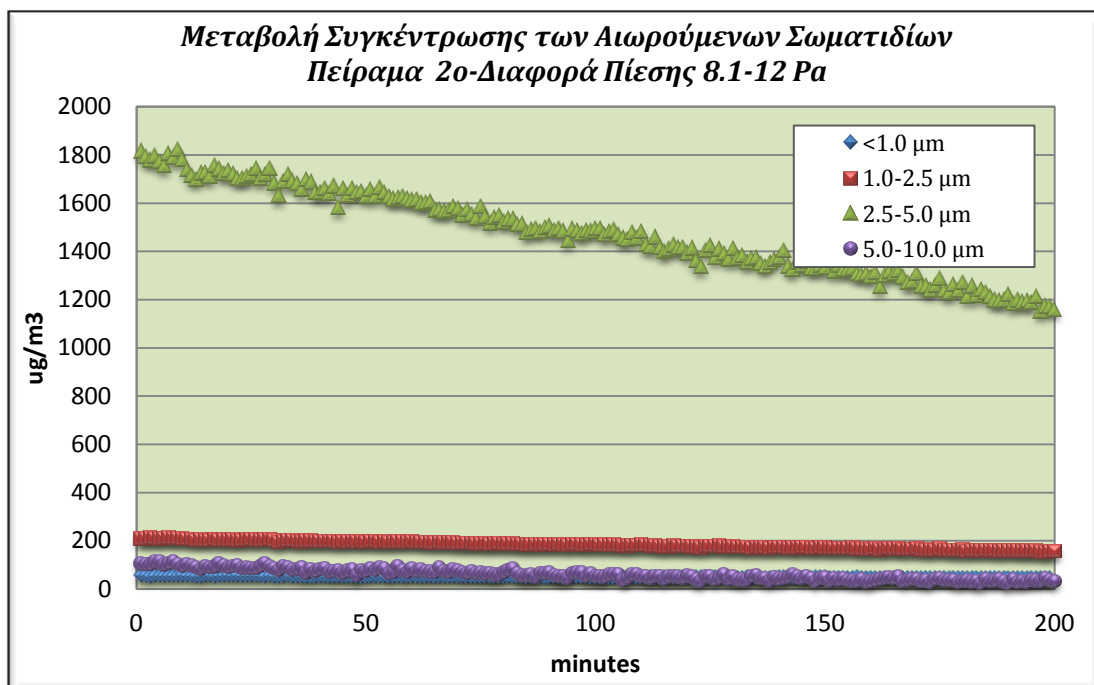
Σχήμα 6.47: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 4.1-8Pa - 9<sup>ο</sup> πείραμα.



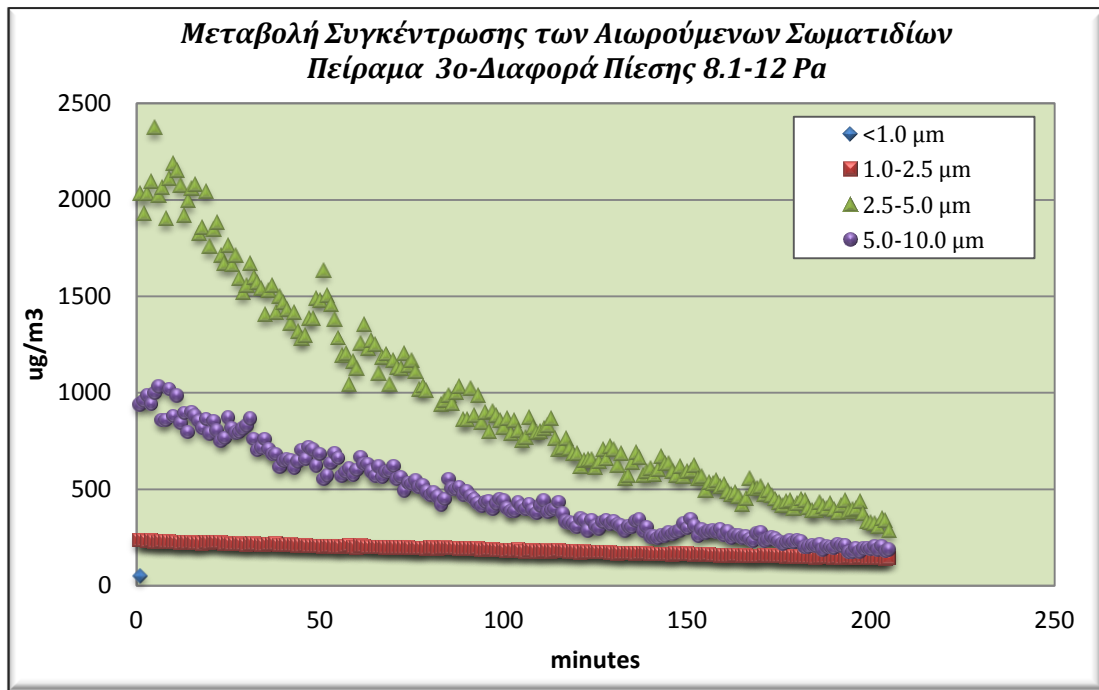
Σχήμα 6.48: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 4.1-8Pa - 10<sup>ο</sup> πείραμα.



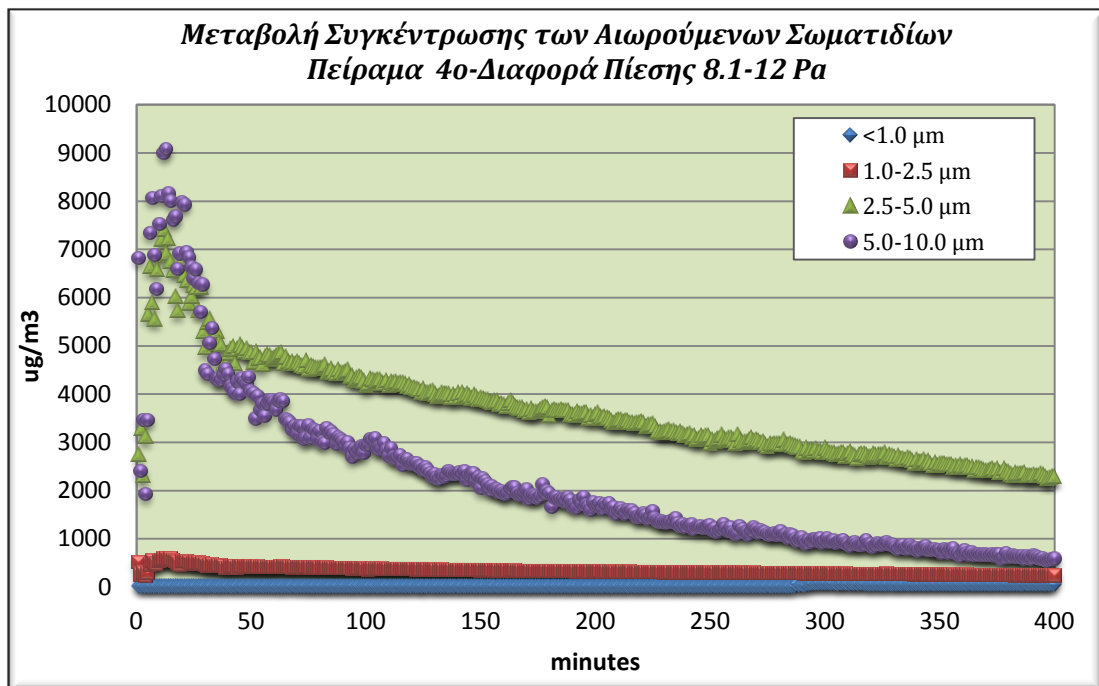
Σχήμα 6.49: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 8.1-12Pa - 1<sup>ο</sup> πείραμα.



Σχήμα 6.50: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 8.1-12Pa - 2<sup>ο</sup> πείραμα.

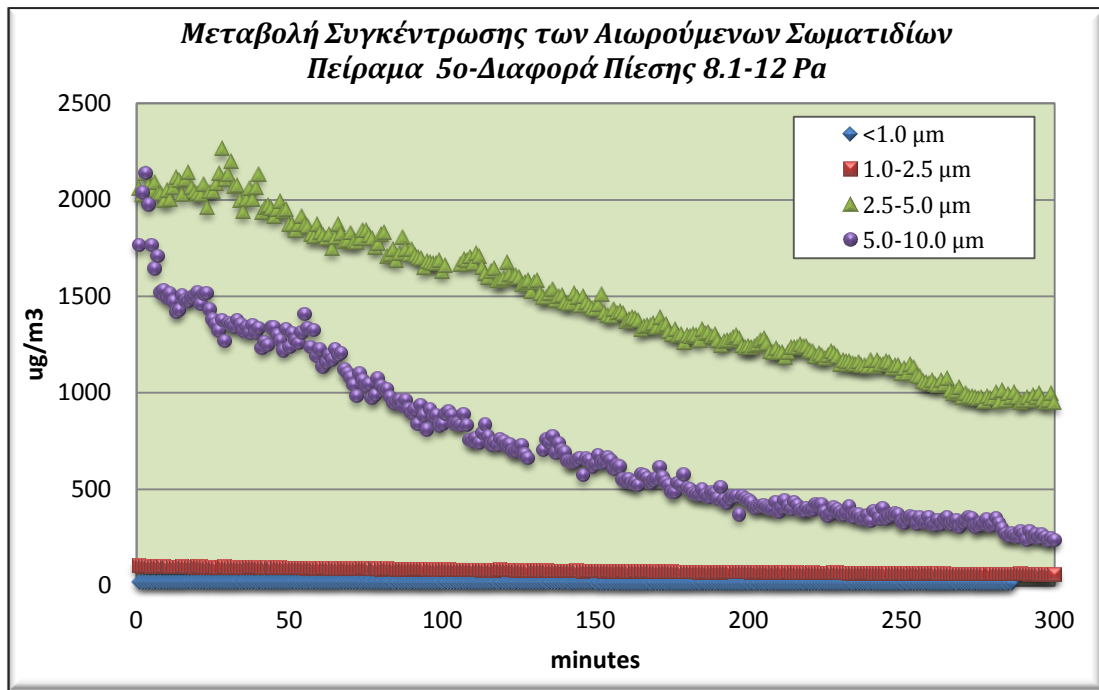


Σχήμα 6.51: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 8.1-12Pa -3<sup>ο</sup> πείραμα.

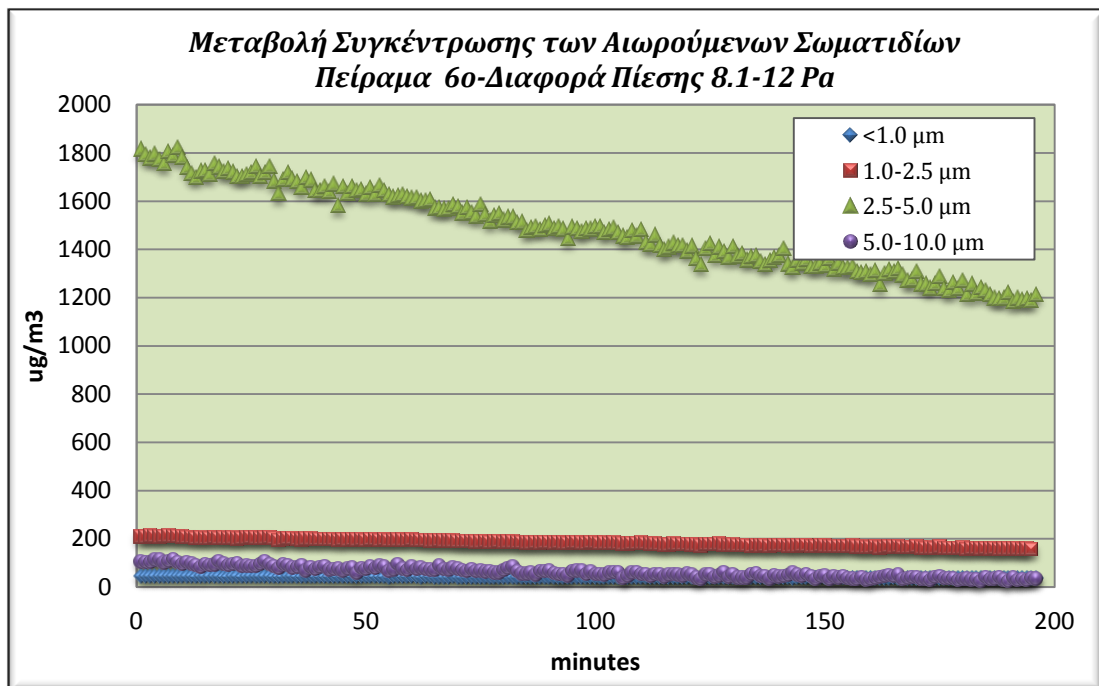


Σχήμα 6.52: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 8.1-12Pa - 4<sup>ο</sup> πείραμα.

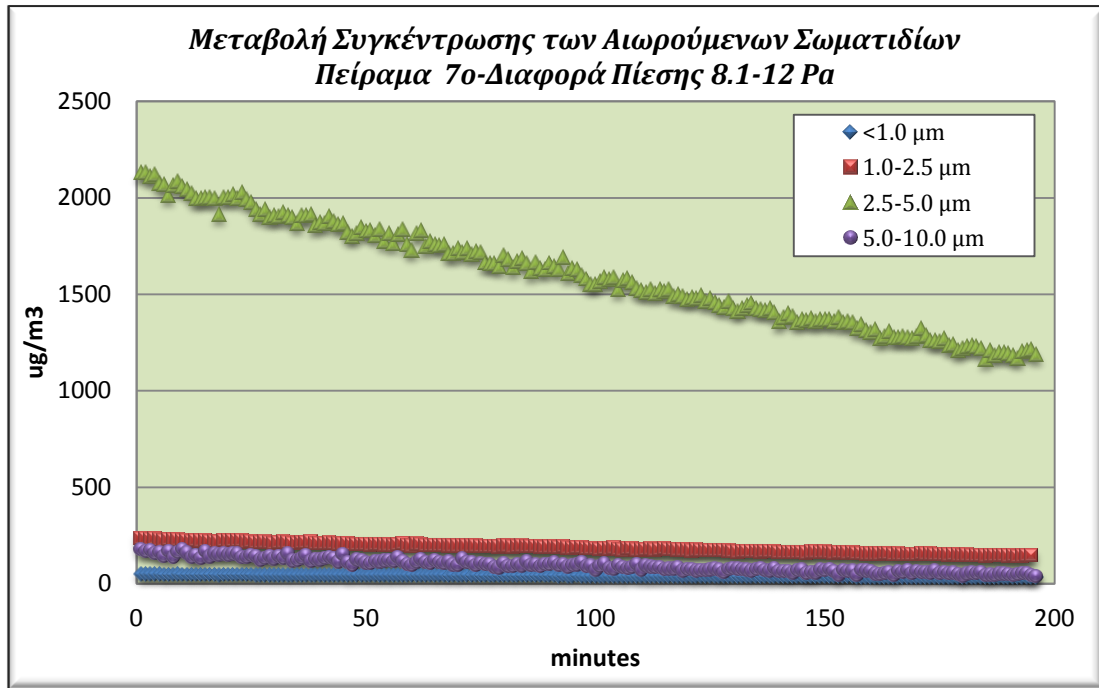




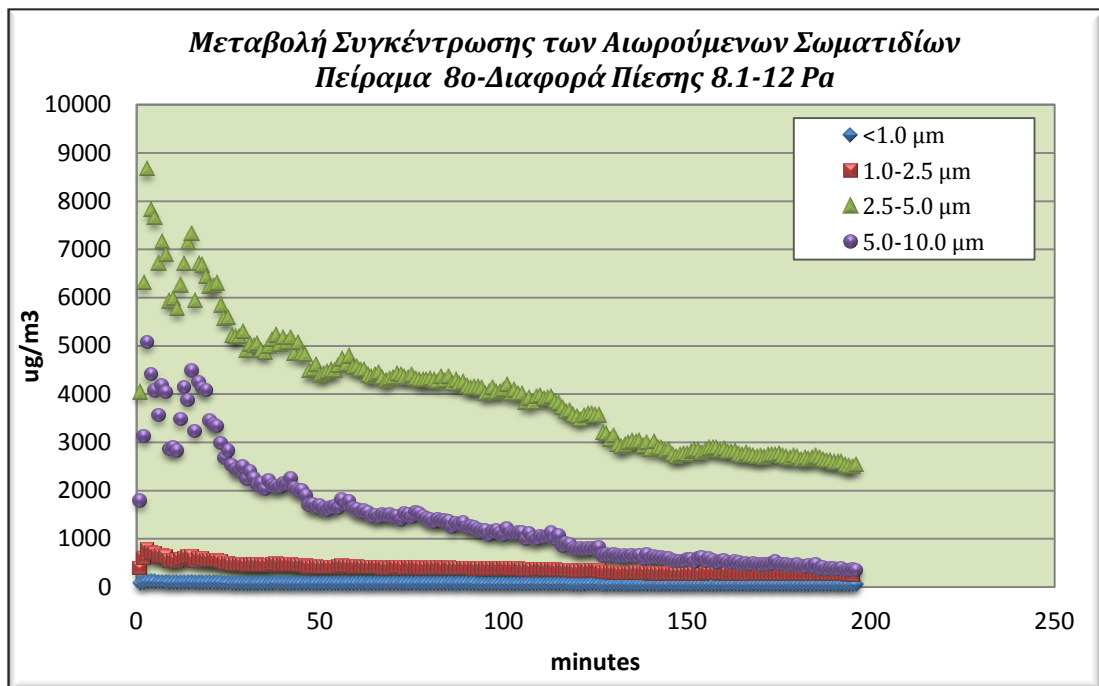
Σχήμα 6.53: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 8.1-12Pa - 5<sup>ο</sup> πείραμα.



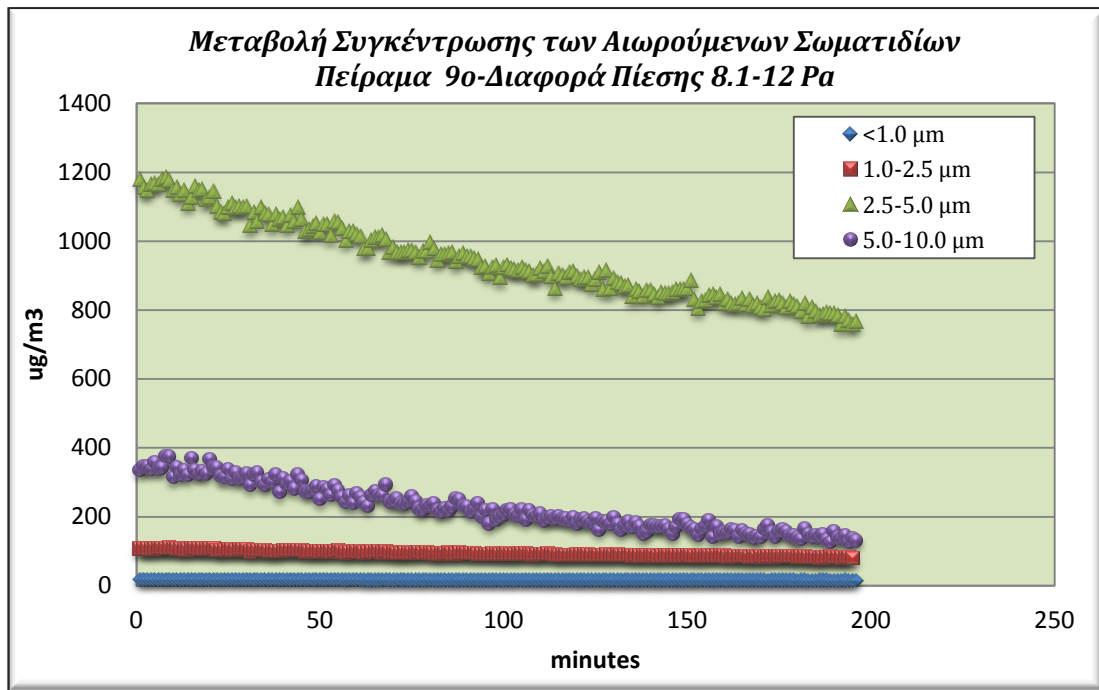
Σχήμα 6.54: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 8.1-12Pa - 6<sup>ο</sup> πείραμα.



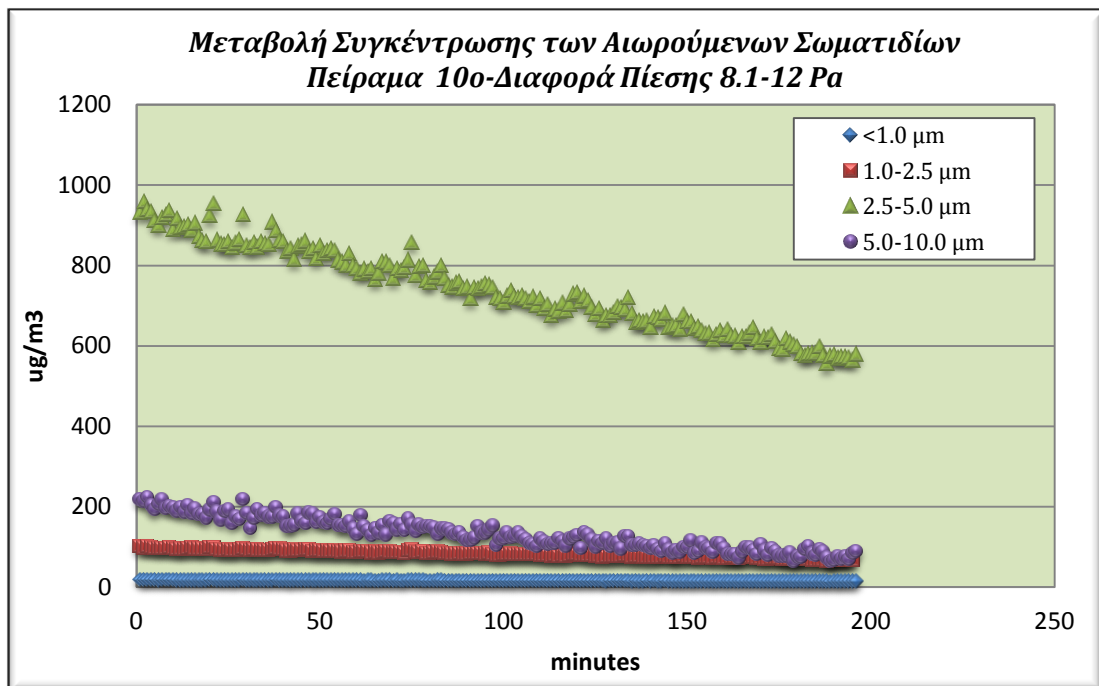
Σχήμα 6.55: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 8.1-12Pa - 7<sup>ο</sup> πείραμα.



Σχήμα 6.56: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 8.1-12Pa - 8<sup>ο</sup> πείραμα.



Σχήμα 6.57: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 8.1-12Pa - 9<sup>ο</sup> πείραμα.

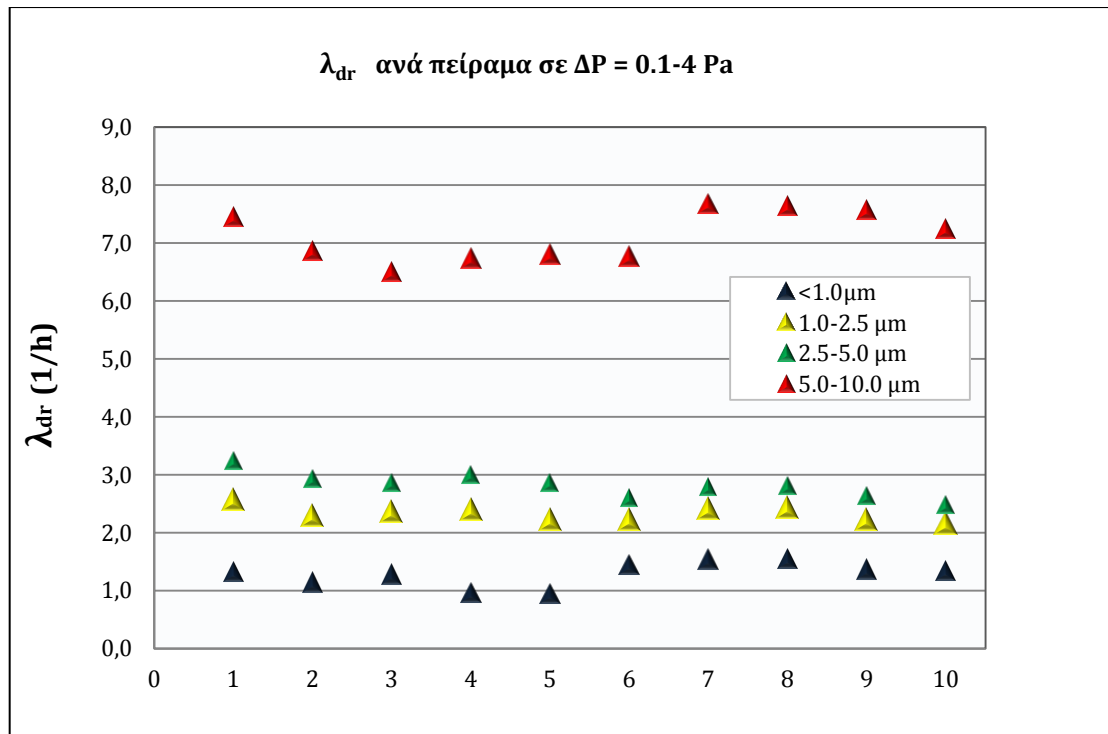


Σχήμα 6.58: Μεταβολή της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων με το χρόνο για διαφορά πίεσης 8.1-12Pa - 10<sup>ο</sup> πείραμα.

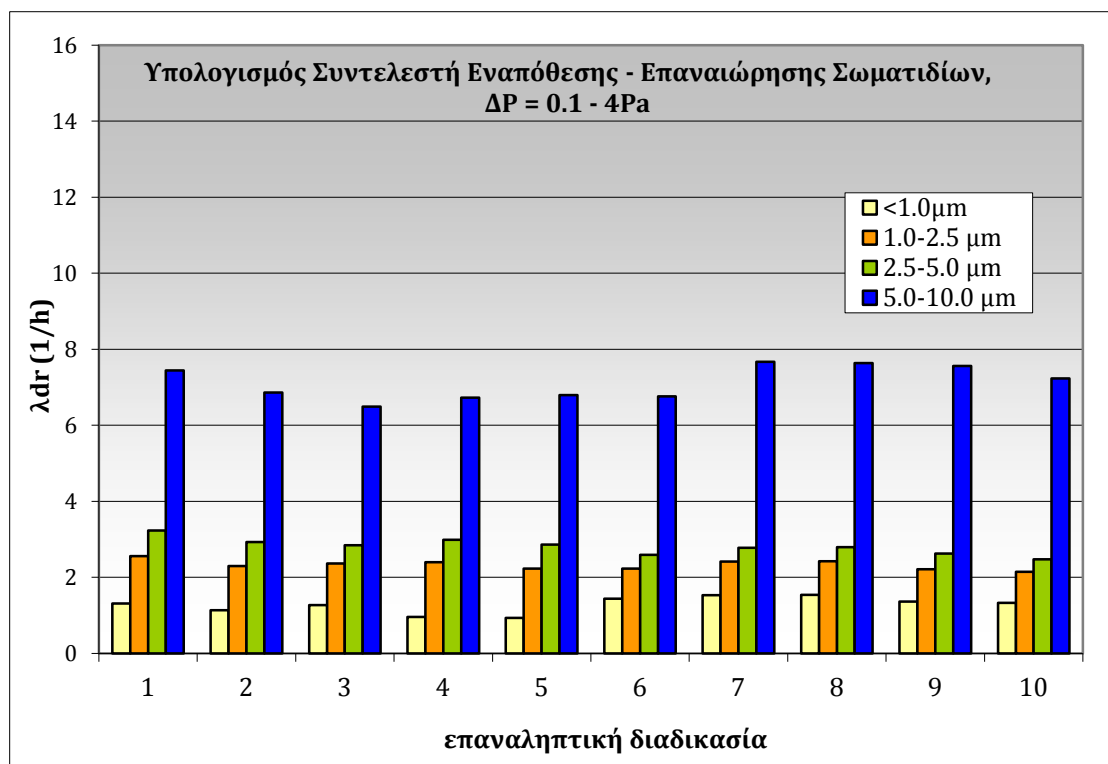
Σε συνθήκες μεταβαλλόμενης πίεσης εναπόθεση και επαναιώρηση έχουν ρυθμούς οι οποίοι πειραματικά δε διαχωρίζονται. Στους επόμενους πίνακες καταγράφονται οι μέσες τιμές του συντελεστή εναπόθεσης-επαναιώρησης  $\lambda_{dr}$  ανά εύρος σωματιδίων και ανά πείραμα. Ο πίνακας 6.5 αναφέρεται σε διαφορά πίεσης 0.1-4 Pa, ο πίνακας 6.6 σε διαφορά πίεσης 4.1-8 Pa και ο πίνακας 6.7 σε 8.1-12 Pa . Οι δύο τελευταίες σειρές κάθε πίνακα δείχνουν την συνολική μέση τιμή του  $\lambda_{dr}$  ανά μέγεθος σωματιδίων καθώς και την τυπική απόκλιση. Μετά από κάθε πίνακα ακολουθούν αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις που δίνουν σαφή εικόνα για το συντελεστή εναπόθεσης – επαναιώρησης και για τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται ανά μέγεθος σωματιδίων.

**Πίνακας 6 .5: Μέσος Ρυθμός Εναπόθεσης  $\lambda_{dr}$  ( $h^{-1}$ ) για κάθε κλάση αιωρούμενων σωματιδίων σε συνθήκες διαφοράς πίεσης  $\Delta P = 0.1-4 Pa$**

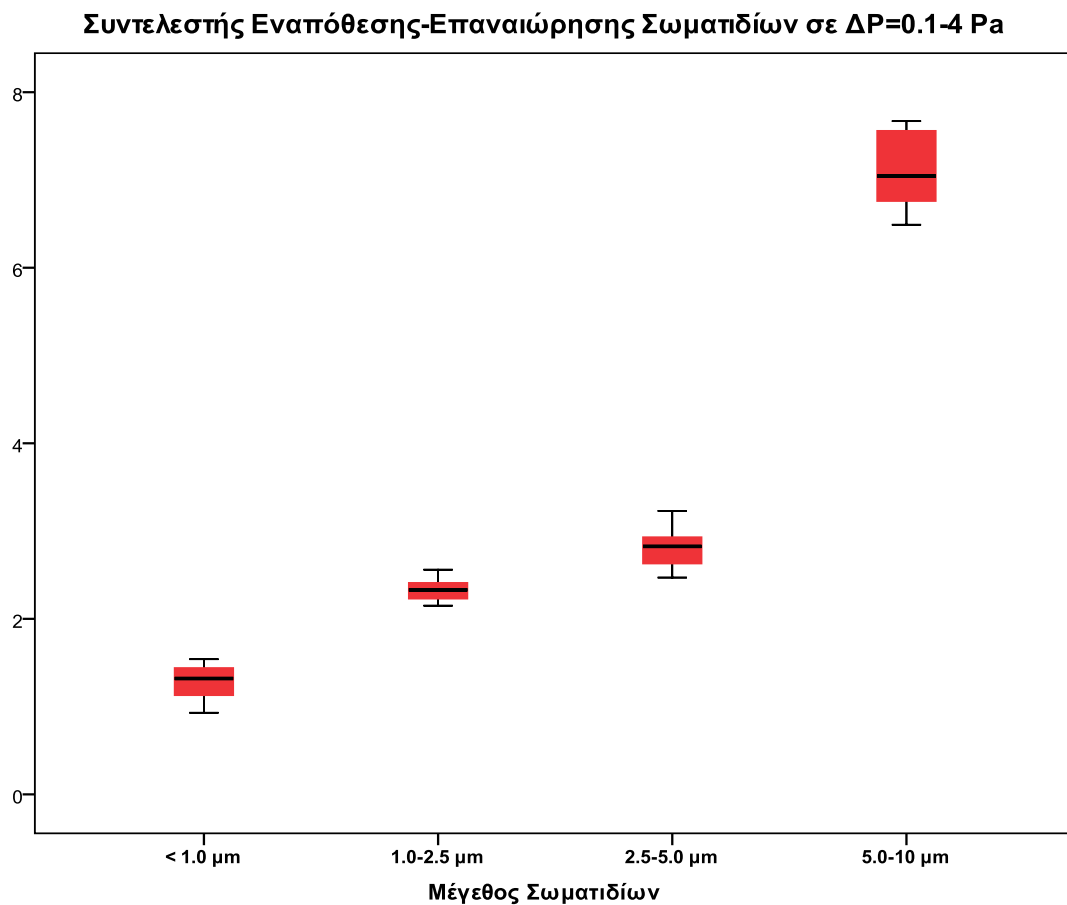
Συντελεστής Εναπόθεσης ( $\lambda_{dr}$ ) Σωματιδίων σε $\Delta P = 0.1-4 Pa$				
κλάση α/α	<1.0 $\mu m$	1.0-2.5 $\mu m$	2.5-5.0 $\mu m$	5.0-10.0 $\mu m$
Πείραμα 1	1,31	2,56	3,23	7,44
Πείραμα 2	1,13	2,29	2,93	6,86
Πείραμα 3	1,27	2,37	2,85	6,49
Πείραμα 4	0,96	2,39	2,98	6,73
Πείραμα 5	0,93	2,23	2,86	6,79
Πείραμα 6	1,44	2,23	2,59	6,76
Πείραμα 7	1,53	2,41	2,78	7,67
Πείραμα 8	1,54	2,42	2,80	7,64
Πείραμα 9	1,36	2,21	2,63	7,56
Πείραμα 10	1,33	2,15	2,47	7,23
Μέση Τιμή	1,28	2,33	2,81	7,12
Τυπική Απόκλιση	0,21	0,13	0,22	0,44



Σχήμα 6.59: Συντελεστής εναπόθεσης-επαναιώρησης για κάθε κλάση σωματιδίων ανά πείραμα σε διαφορά πίεσης 0.1-4Pa



Σχήμα 6.60: Συντελεστής εναπόθεσης-επαναιώρησης όλων των κλάσεων σωματιδίων ανά πείραμα σε διαφορά πίεσης 0.1-4Pa



*Σχήμα 6.61 : Boxplot με τον Ολικό Μέσο Συντελεστή Εναπόθεσης-Επαναιώρησης  $\lambda_{dr}$  για κάθε κλάση σωματιδίων σε  $\Delta P=0.1-4$  Pa*

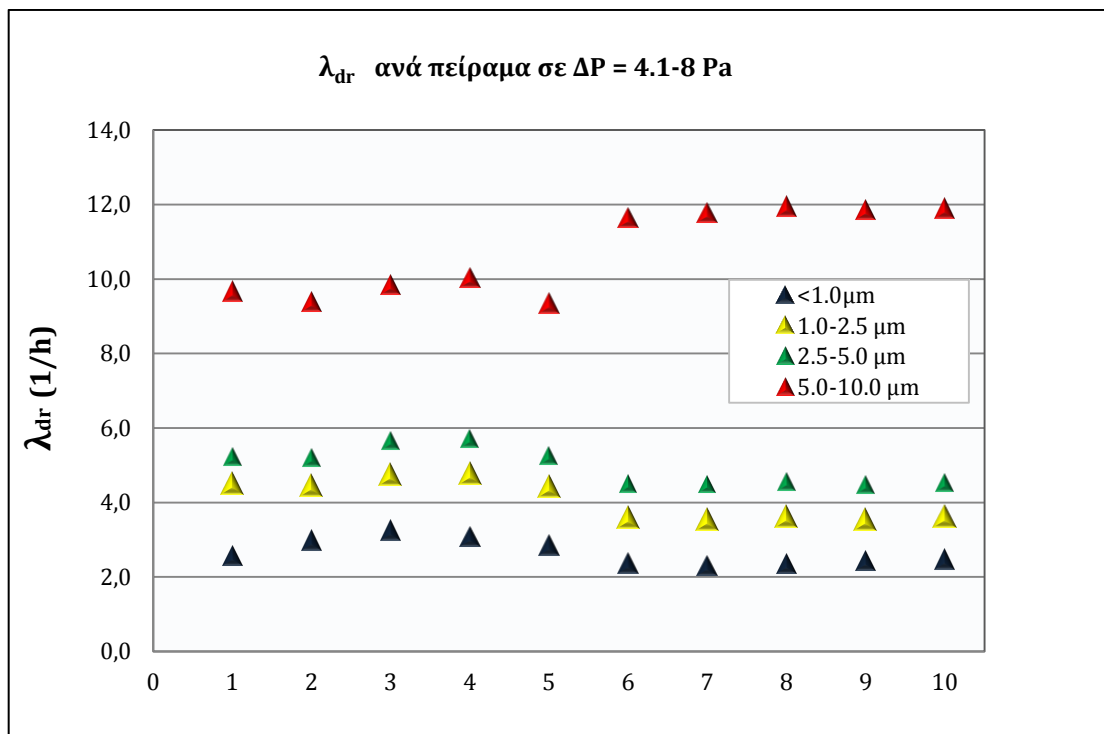
Από τον Πίνακα 6.5 και κυρίως από τα διαγράμματα του συντελεστή Εναπόθεσης – Επαναιώρησης παρατηρείται ότι σε διαφορά πίεσης 0.1 – 4 Pa ο συντελεστής  $\lambda_{dr}$  είναι μεγαλύτερος για μεγαλύτερο μέγεθος σωματιδίων.

Από τα 2 πρώτα διαγράμματα φαίνεται χαρακτηριστικά η παρουσία μεγαλύτερου συντελεστή εναπόθεσης – επαναιώρησης για το μεγαλύτερο μέγεθος σωματιδίων 5.0-10.0 $\mu\text{m}$  σε όλα τα πειράματα ενώ από το τρίτο διάγραμμα που αφορά το σύνολο των μετρήσεων, εύκολα διαπιστώνεται ότι όσο αυξάνεται το μέγεθος των σωματιδίων ο μέσος συντελεστής εναπόθεσης – επαναιώρησης αυξάνεται. Οι ολικές μέσες τιμές που υπολογίστηκαν είναι 1,28  $h^{-1}$  στα μικρά σωματίδια εύρους < 1.0  $\mu\text{m}$  μέχρι 7,12  $h^{-1}$  στα σωματίδια των 5.0-10.0  $\mu\text{m}$ .

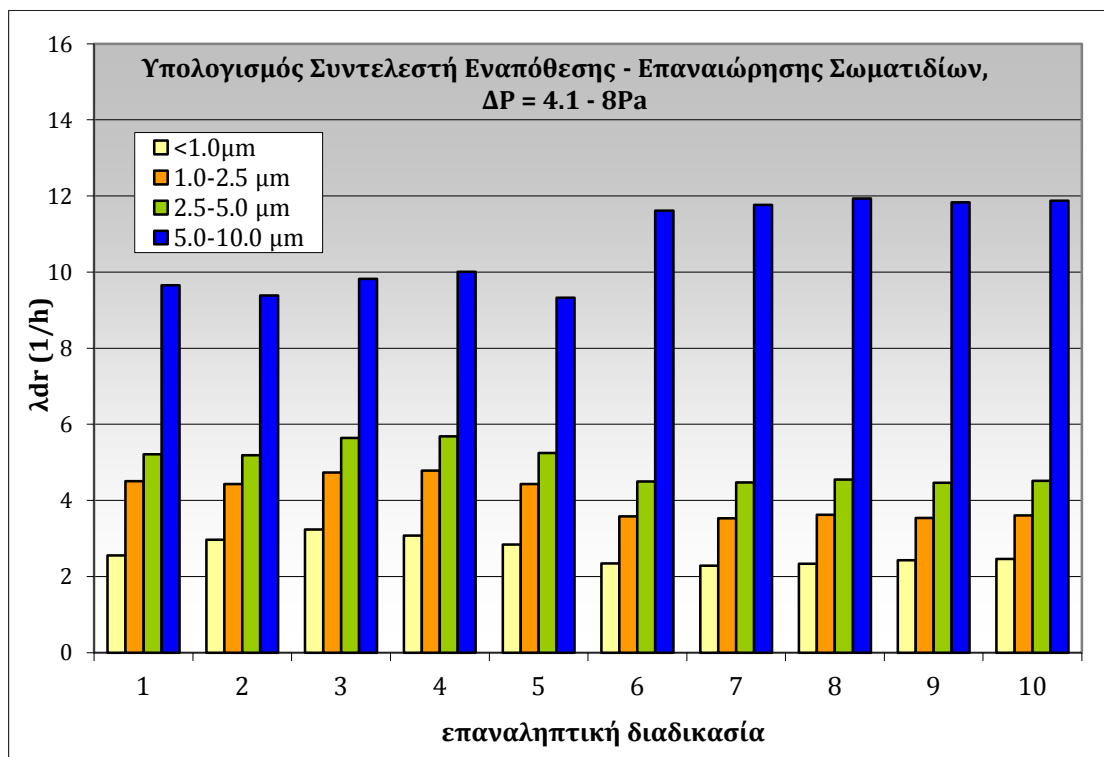
**Πίνακας 6.6: Μέσος Ρυθμός Εναπόθεσης  $\lambda_{dr}$  ( $h^{-1}$ ) για κάθε κλάση αιωρούμενων σωματιδίων σε συνθήκες διαφοράς πίεσης  $\Delta P = 4.1-8 Pa$**

Συντελεστής Εναπόθεσης ( $\lambda_{dr}$ ) Σωματιδίων σε $\Delta P = 4.1-8 Pa$				
κλάση α/α	<1.0 $\mu m$	1.0-2.5 $\mu m$	2.5-5.0 $\mu m$	5.0-10.0 $\mu m$
Πείραμα 1	2,55	4,50	5,22	9,66
Πείραμα 2	2,97	4,43	5,19	9,38
Πείραμα 3	3,23	4,73	5,64	9,82
Πείραμα 4	3,07	4,78	5,68	10,01
Πείραμα 5	2,84	4,43	5,25	9,33
Πείραμα 6	2,35	3,58	4,49	11,62
Πείραμα 7	2,28	3,53	4,47	11,77
Πείραμα 8	2,33	3,62	4,55	11,93
Πείραμα 9	2,43	3,54	4,46	11,83
Πείραμα 10	2,46	3,61	4,51	11,87
Μέση Τιμή	2,65	4,08	4,95	10,72
Τυπική Απόκλιση	0,35	0,54	0,50	1,16

Ομοίως από τον Πίνακα 6.6 και τα διαγράμματα που ακολουθούν παρατηρείται ότι και σε διαφορά πίεσης 4.1 – 8 Pa ο συντελεστής  $\lambda_{dr}$  εξαρτάται από το μέγεθος των σωματιδίων και αυξάνεται όσο μεγαλύτερο γίνεται το μέγεθος σωματιδίων. Οι μέσες τιμές κυμαίνονται μεταξύ 2,65  $h^{-1}$  στα μικρά σωματίδια εύρους < 1.0  $\mu m$  και 10,72  $h^{-1}$  στα 5.0-10.0  $\mu m$ . Τα ίδια ισχύουν και σε διαφορά πίεσης  $\Delta P = 8.1 - 12 Pa$ . Πάλι παρατηρείται αύξηση του συντελεστή όσο αυξάνεται το μέγεθος. Σ αυτή την περίπτωση οι μέσες τιμές του συντελεστή στο σύνολο των μετρήσεων κυμαίνονται από 3,52  $h^{-1}$  στα μικρά σωματίδια εύρους < 1.0  $\mu m$  έως 13,14  $h^{-1}$  στα 5.0-10.0  $\mu m$ . Τα σωματίδια 5.0-10.0  $\mu m$  παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλές τιμές ρυθμού εναπόθεσης-επανιαώρησης σε όλα τα πειράματα και για όλες τις διαφορές πιέσεων.

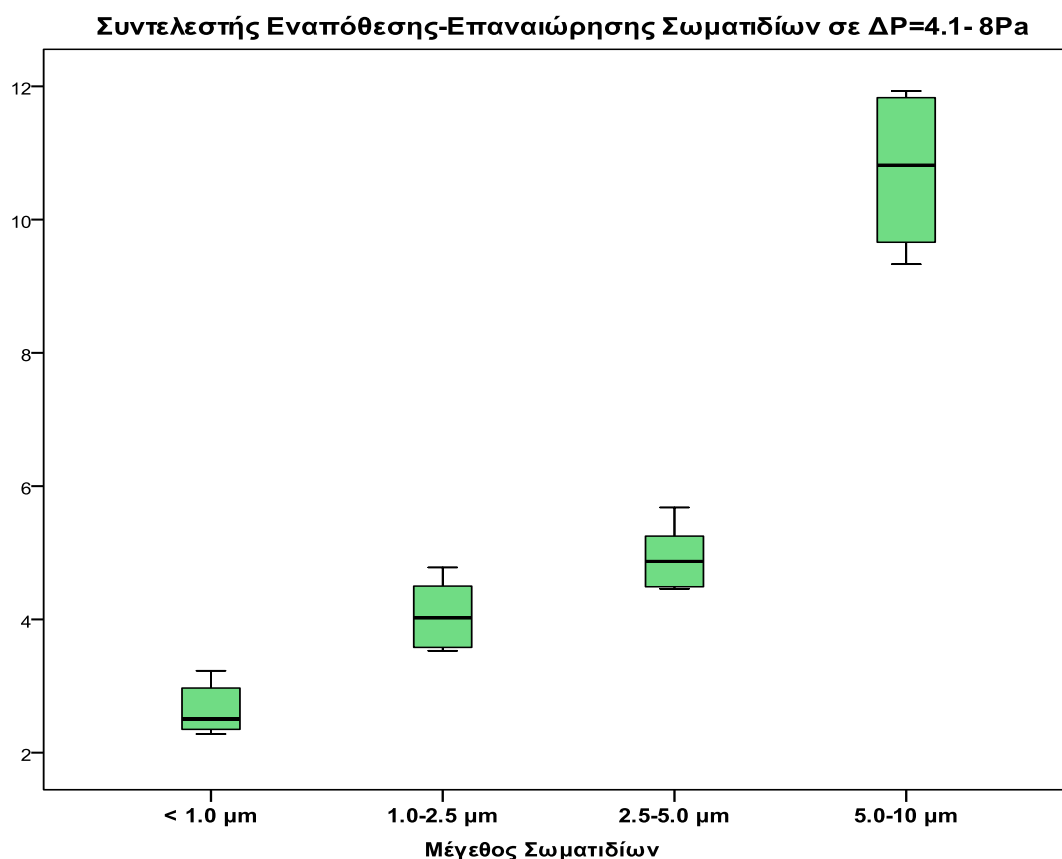


Σχήμα 6.62: Συντελεστής εναπόθεσης-επαναιώρησης για κάθε κλάση σωματιδίων ανά πείραμα σε διαφορά πίεσης 4.1-8Pa



Σχήμα 6.63: Συντελεστής εναπόθεσης-επαναιώρησης όλων των κλάσεων σωματιδίων ανά πείραμα σε διαφορά πίεσης 4.1-8Pa



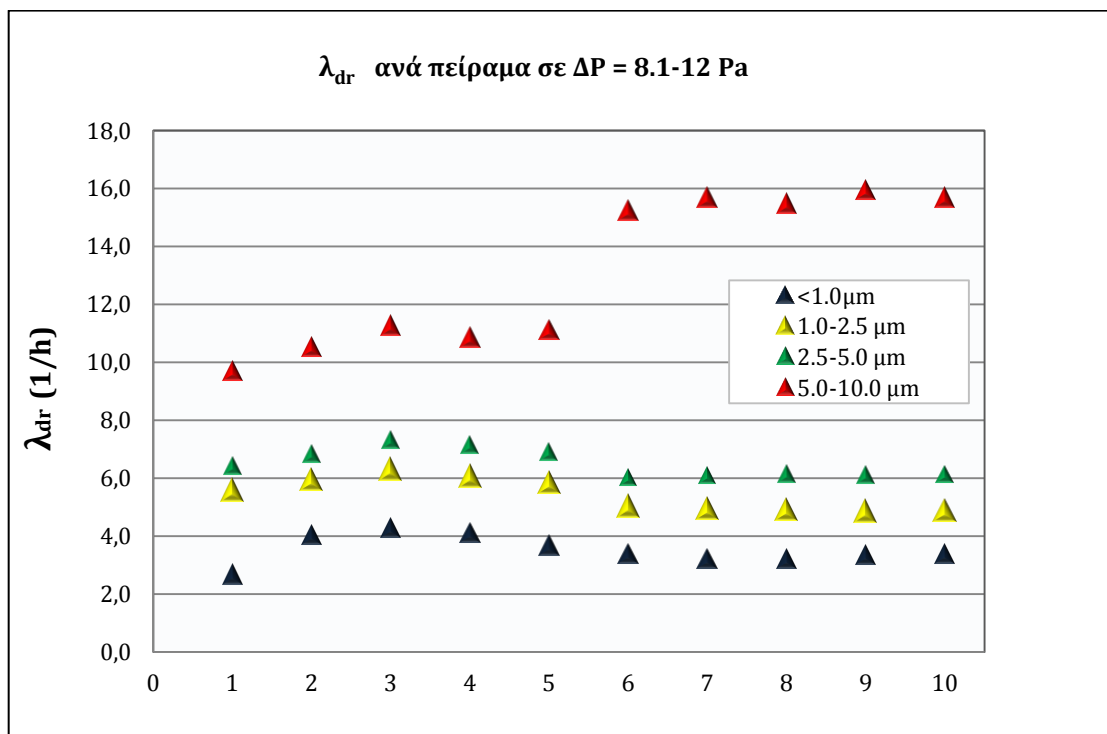


Σχήμα 6.64 : Boxplot με τον Ολικό Μέσο Συντελεστή Εναπόθεσης-Επαναιώρησης  $\lambda_{dr}$  για κάθε κλάση σωματιδίων σε  $\Delta P=4.1-8 Pa$

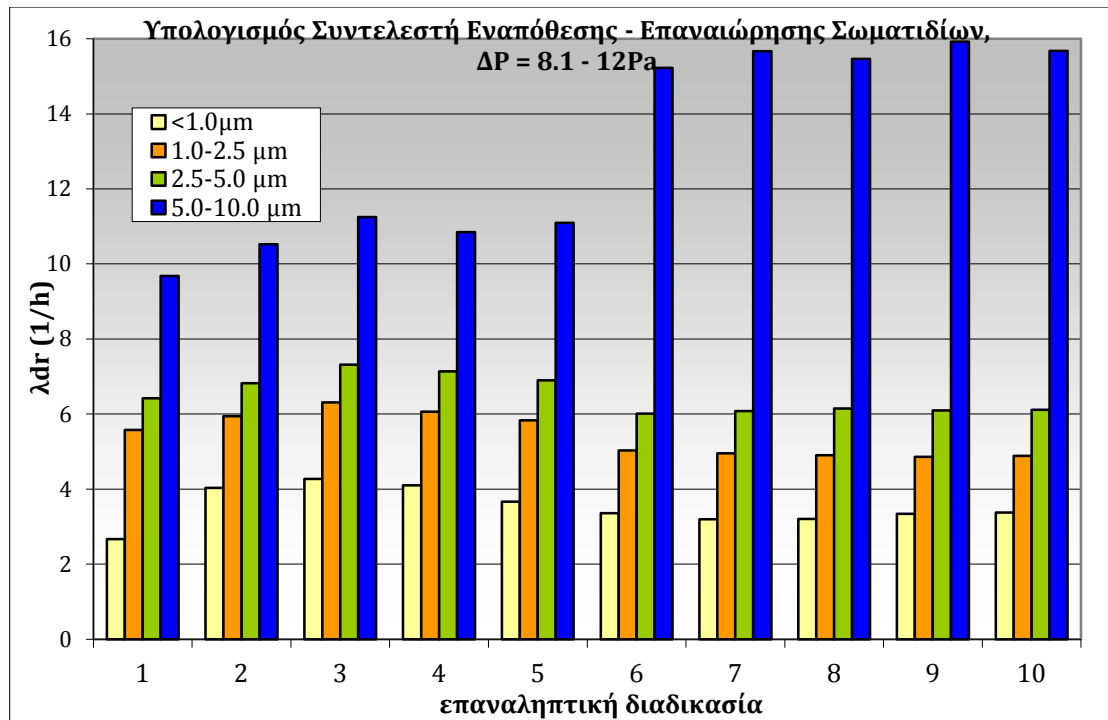
Πίνακας 6.7: Μέσος Ρυθμός Εναπόθεσης  $\lambda_{dr}$  ( $h^{-1}$ ) για κάθε κλάση αιωρούμενων σωματιδίων σε συνθήκες διαφοράς πίεσης  $\Delta P = 8.1-12 Pa$

Συντελεστής Εναπόθεσης ( $\lambda_{dr}$ ) Σωματιδίων σε $\Delta P = 8.1-12 Pa$				
κλάση α/α	<1.0 $\mu m$	1.0-2.5 $\mu m$	2.5-5.0 $\mu m$	5.0-10.0 $\mu m$
Πείραμα 1	2,66	5,58	6,42	9,68
Πείραμα 2	4,03	5,94	6,83	10,52
Πείραμα 3	4,27	6,31	7,31	11,25
Πείραμα 4	4,10	6,07	2,98	6,73
Πείραμα 5	0,93	2,23	7,14	10,85

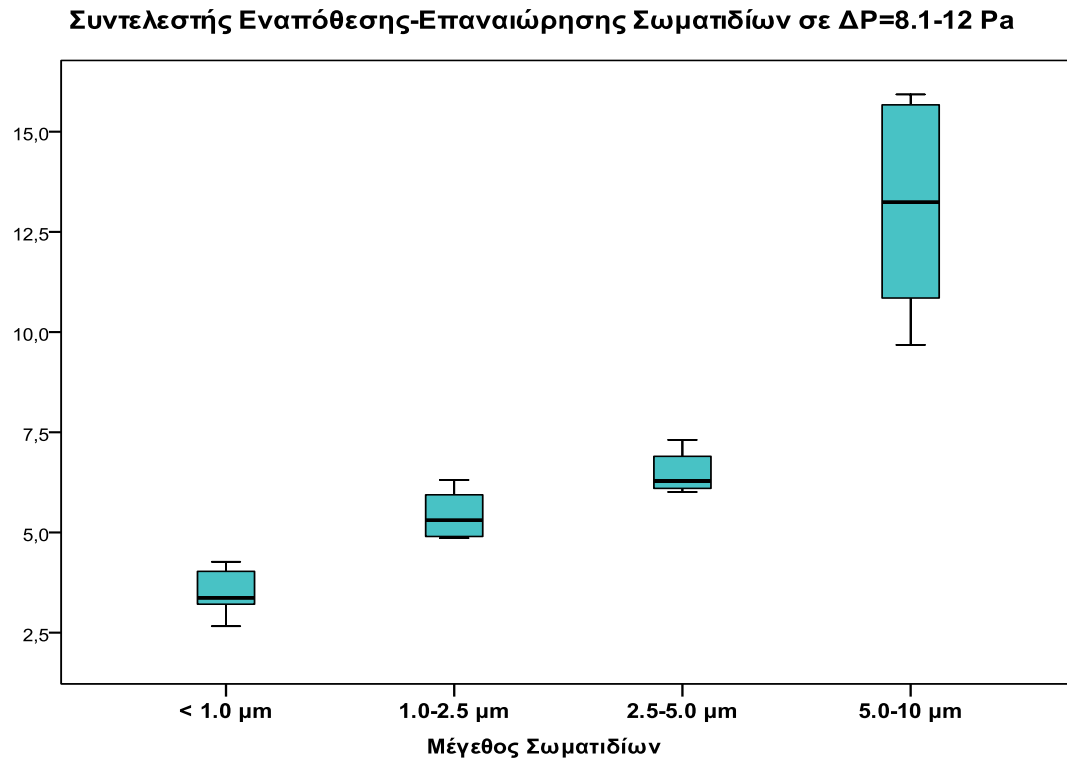
Συντελεστής Εναπόθεσης ( $\lambda_{dr}$ ) Σωματιδίων σε $\Delta P = 8.1-12 Pa$				
κλάση α/α	<1.0 $\mu m$	1.0-2.5 $\mu m$	2.5-5.0 $\mu m$	5.0-10.0 $\mu m$
Πείραμα 6	3,36	5,03	6,01	15,23
Πείραμα 7	3,20	4,96	6,08	15,67
Πείραμα 8	3,21	4,90	6,15	15,47
Πείραμα 9	3,34	4,86	6,10	15,93
Πείραμα 10	3,38	4,89	6,11	15,68
Μέση Τιμή	3,52	5,44	6,50	13,14
Τυπική Απόκλιση	0,49	0,57	0,49	2,63



Σχήμα 6.65: Συντελεστής εναπόθεσης-επαναιώρησης για κάθε κλάση σωματιδίων ανά πείραμα σε διαφορά πίεσης 4.1-8Pa

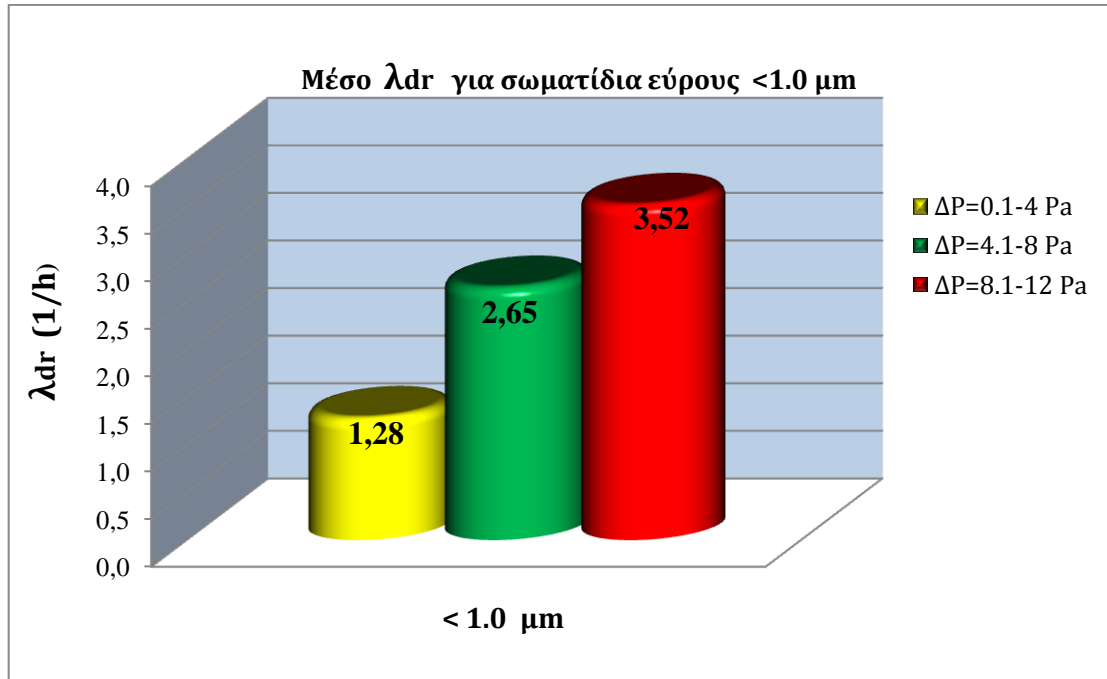


Σχήμα 6.66: Συντελεστής εναπόθεσης-επαναιώρησης όλων των κλάσεων σωματιδίων ανά πείραμα σε διαφορά πίεσης 4.1-8Pa

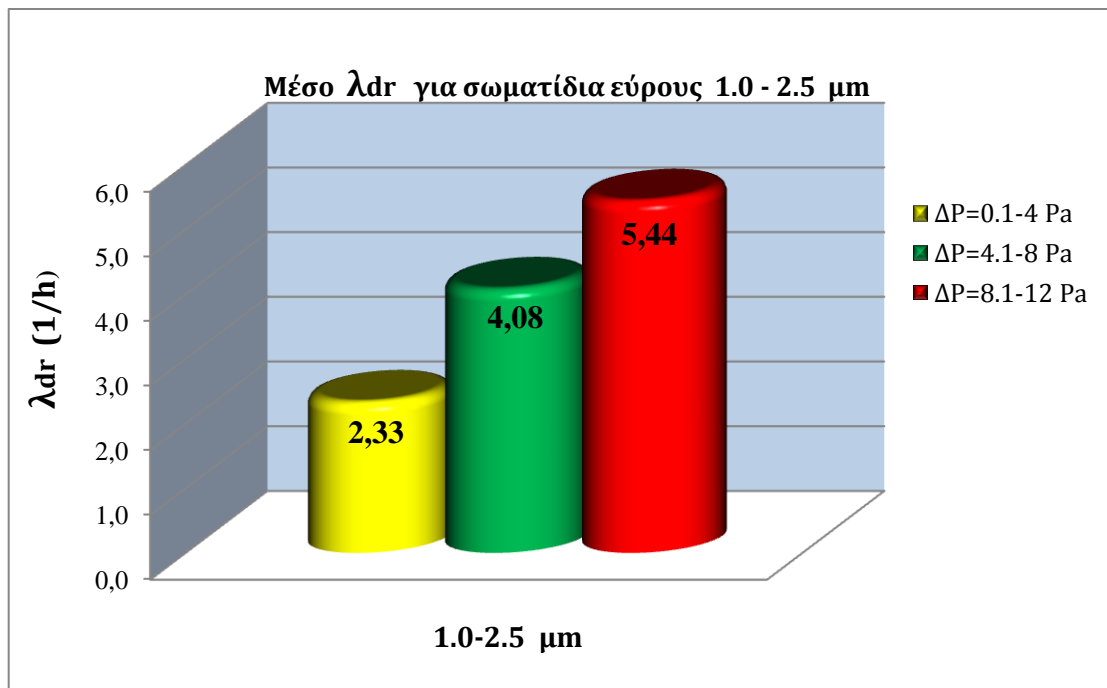


Σχήμα 6.67: Βoxplot με τον Ολικό Μέσο Συντελεστή Εναπόθεσης-Επαναιώρησης  $\lambda_{dr}$  για κάθε κλάση σωματιδίων σε ΔP=8.1-12 Pa

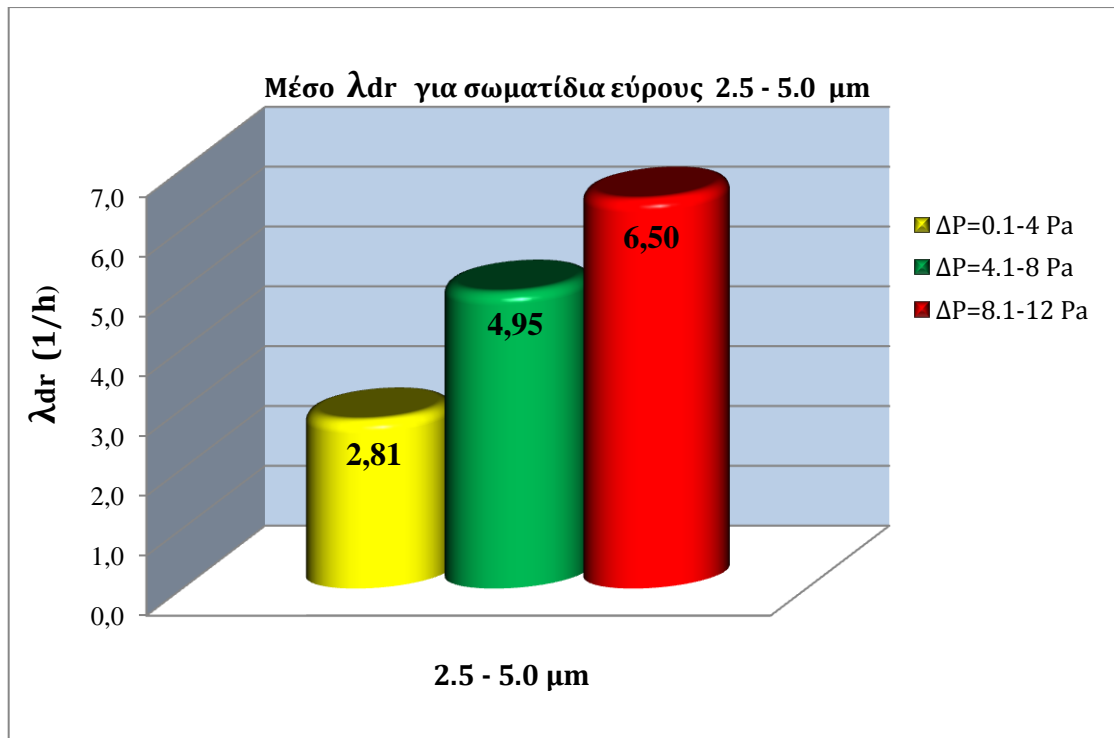
Τα παρακάτω γραφήματα συγκρίνουν την ολική μέση τιμή του συντελεστή  $\lambda_{dr}$  για κάθε τάξη μεγέθους σωματιδίων χωριστά, που υπολογίστηκε για κάθε περίπτωση διαφοράς πίεσης.



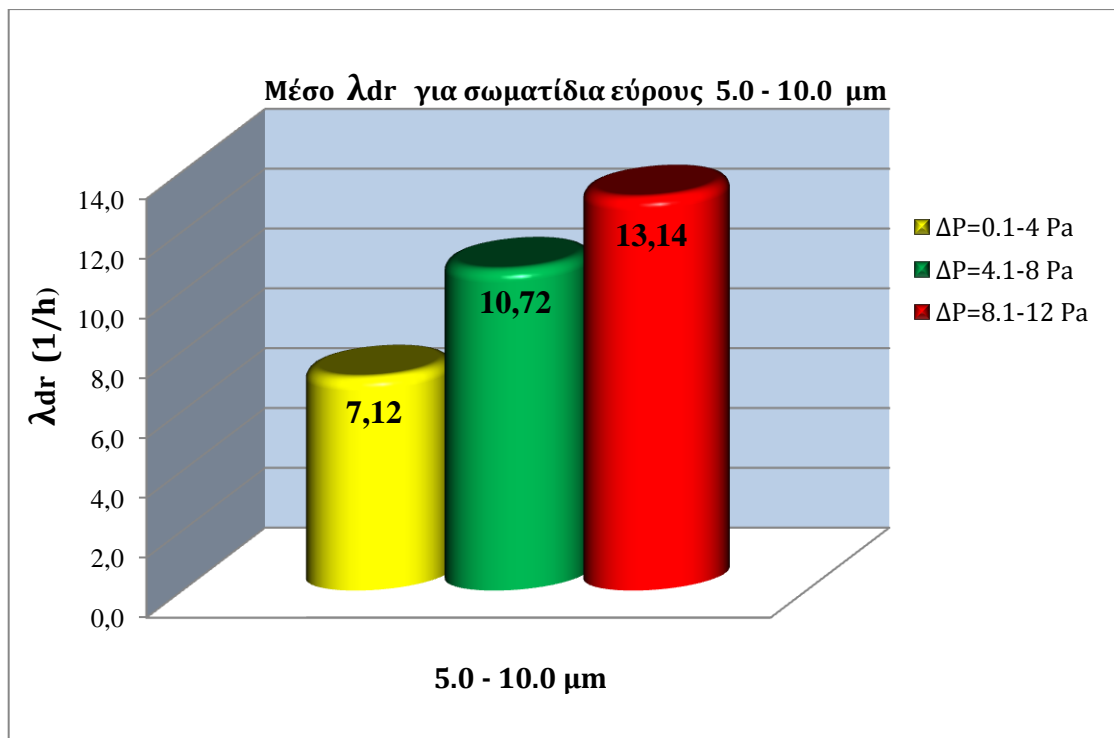
Σχήμα 6.68: Μέσος Συντελεστής εναπόθεσης-επαναιώρησης σωματιδίων εύρους <1.0 $\mu\text{m}$



Σχήμα 6.69: Μέσος Συντελεστής εναπόθεσης-επαναιώρησης σωματιδίων εύρους 1.0-2.5 $\mu\text{m}$



*Σχήμα 6.70: Μέσος Συντελεστής εναπόθεσης-επαναιώρησης σωματιδίων εύρους 2.5-5.0μm*



*Σχήμα 6.71 Μέσος Συντελεστής εναπόθεσης-επαναιώρησης σωματιδίων εύρους 5.0-10.0μm*

Από τα γραφήματα 6.68-6.71 που δίνουν σε όλες τις τάξεις διαφοράς πιέσεων το μέσο συντελεστή εναπόθεσης-επαναιώρησης για κάθε κλάση σωματιδίων παρατηρούμε ότι όσο μεγαλώνει η διαφορά πίεσης, ο ρυθμός  $\lambda_{dr}$  αυξάνει. Άρα ο ρυθμός εναπόθεσης εξαρτάται και από τη διαφορά πίεσης που δημιουργείται. Καθώς ο όρος  $\lambda_{dr}$  περιλαμβάνει τόσο το ρυθμό εναπόθεσης όσο και το ρυθμό επαναιώρησης, η αύξηση του όρου μπορεί να σημαίνει ταυτόχρονη αύξηση και των δύο ρυθμών, δεδομένου ότι τα σωματίδια αιωρούνται προς διάφορες κατευθύνσεις και εναποτίθενται σε όλες τις επιφάνειες του χώρου (δάπεδο, οροφή, τοιχώματα).

Άρα συνοψίζοντας, ο συντελεστής εναπόθεσης – επαναιώρησης σε συνθήκες μεταβαλλόμενης πίεσης έχει ως χαρακτηριστικό (όπως ο συντελεστής εναπόθεσης σε σταθερές συνθήκες) να αυξάνεται όσο αυξάνεται το μέγεθος των αιωρούμενων σωματιδίων. Επιπλέον, ο συντελεστής αυξάνεται όταν αυξάνεται η διαφορά πίεσης εσωτερικού – εξωτερικού περιβάλλοντος.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup>

## ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### ΛΥΣΕΙΣ

#### 7.1 Συμπεράσματα για τη διείσδυση αέρα

---

Με τη μέθοδο αερίων δεικτών, έπειτα από αποδέσμευση εξαφθοριούχου θείου SF<sub>6</sub> (Sulfur Hexafluoride), ομογενοποίηση του αέρα του χώρου και μελέτη της μεταβολής της συγκέντρωσής του SF<sub>6</sub> με το χρόνο διαπιστώνονται τα εξής :

- Τα διαγράμματα μεταβολής της συγκέντρωσης έχουν παρόμοια μορφή με αυτή που αναφέρεται στη βιβλιογραφία. Οι συγκεντρώσεις του SF<sub>6</sub> μειώνονται εκθετικά με το πέρασμα του χρόνου και ύστερα από πεπερασμένο χρονικό διάστημα τείνουν να σταθεροποιηθούν γύρω από μια τιμή.
- Ο ρυθμός διείσδυσης αέρα στο κτίριο παρουσιάζει μικρές αποκλίσεις κατά τις διάφορες ημέρες διεξαγωγής πειραμάτων.
- Η μέση τιμή του ρυθμού διείσδυσης του αέρα στο κτίριο υπολογίζεται περίπου ίση με 0,18 ACH. Το test cell είναι ένα κτίριο κατάλληλα σχεδιασμένο, μονωμένο και στεγανοποιημένο σύμφωνα με κάποια πρότυπα κατασκευής για το κτιριακό κέλυφος.
- Η διείσδυση του αέρα στο κτίριο δεν εξαρτάται μόνο από την ταχύτητα του ανέμου στην περιοχή αλλά και από τη διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού – εξωτερικού περιβάλλοντος καθώς και από τα δομικά υλικά κατασκευής του κελύφους.

## 7.2 Συμπεράσματα για το Ισοζύγιο Συγκεντρώσεων των σωματιδίων σε Σταθερές συνθήκες

---

Σε σταθερές συνθήκες, έπειτα από «τεχνητή» αύξηση της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων στο χώρο, από τη μελέτη του ισοζυγίου των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων προκύπτει ότι:

- Στην πλειοψηφία των πειραμάτων, για τα μικρά σωματίδια  $<1.0\mu\text{m}$  τα αποτελέσματα δίνουν συνολικά συντελεστή εναπόθεσης με σχεδόν μηδενικό μέσο όρο. Σε αυτή την περίπτωση τα σωματίδια λόγω διάχυσης μένουν στον αέρα και δεν εναποτίθενται.
- Ο ρυθμός μείωσης της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων είναι μεγαλύτερος στα σωματίδια μεγαλύτερου μεγέθους.
- Ο συντελεστής εναπόθεσης των αιωρούμενων σωματιδίων εξαρτάται από το μέγεθός τους και αυξάνεται όσο αυτό αυξάνεται.
- Η ταχύτητα εναπόθεσης των αιωρούμενων σωματιδίων εξαρτάται από το μέγεθός τους, δηλαδή, αυξάνεται όσο αυξάνεται η αεροδυναμική διάμετρος των αιωρούμενων σωματιδίων. Αυτό συμβαίνει λόγω της δύναμης βαρύτητας η οποία είναι μεγαλύτερη σε σωματίδια μεγαλύτερου μεγέθους. Οι τιμές κυμαίνονται από  $0\text{m/h}$  για αιωρούμενα σωματίδια  $< 1\mu\text{m}$ , έως  $3,43\text{ m/h}$  για αιωρούμενα σωματίδια εύρους  $5$  έως  $10\mu\text{m}$ .
- Η εναπόθεση σε διάφορες επιφάνειες είναι κύρια διεργασία των περισσότερων κλάσεων σωματιδίων κατά την κίνηση τους εντός του χώρου.
- Η γενική συμπεριφορά των σωματιδίων είναι με μικρές διαφορές πανομοιότυπη σε όλα τα πειράματα και σε σχετική συμφωνία με αυτή που αναφέρεται στη βιβλιογραφία.



### 7.3 Συμπεράσματα για το Ισοζύγιο Συγκεντρώσεων των σωματιδίων σε συνθήκες διαφοράς πίεσης

---

Σε μεταβλητές συνθήκες πίεσης με χρήση της μεθόδου υπερπίεσης, έπειτα από «τεχνητή» αύξηση της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων και τη μελέτη του ισοζυγίου των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων σημειώνονται τα εξής :

- Η μεταβολή της συγκέντρωσης των σωματιδίων εξαρτάται και από νέες παραμέτρους (διείσδυση σωματιδίων μέσα από τον ανεμιστήρα, επαναιώρηση) σε σχέση με αυτές σε σταθερές συνθήκες οπότε το ισοζύγιο των συγκεντρώσεων μεταβάλλεται.
- Ο ρυθμός μείωσης της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων είναι μεγαλύτερος στα σωματίδια μεγαλύτερου μεγέθους.
- Ο συντελεστής εναπόθεσης - επαναιώρησης των αιωρούμενων σωματιδίων αυξάνεται κατά μέση τιμή όσο αυξάνεται η αεροδυναμική διάμετρος των αιωρούμενων σωματιδίων. Σωματίδια διαμέτρου  $<1.0\mu\text{m}$  παρουσιάζουν στα πειράματα ρυθμούς που ξεκινούν από  $0,93\text{ h}^{-1}$  και φτάνουν έως  $4,27\text{ h}^{-1}$  ενώ τα σωματίδια εύρους  $5.0\text{-}10.0\mu\text{m}$  ο ελάχιστος ρυθμός που παρουσίασαν σε πείραμα ήταν  $6,49\text{ h}^{-1}$ .
- Ο Μέσος συντελεστής εναπόθεσης - επαναιώρησης των αιωρούμενων σωματιδίων αυξάνεται, όταν αυξάνεται η διαφορά πίεσης στο άνοιγμα εισόδου. Για παράδειγμα, στα μεγάλα σωματίδια για διαφορά πίεσης  $0.1 - 4\text{ Pa}$  έχει τιμή  $7,12\text{ h}^{-1}$ , για διαφορά πίεσης  $4.1 - 8\text{ Pa}$  είναι  $10,72\text{ h}^{-1}$  ενώ για  $8.1 - 12\text{ Pa}$  φτάνει σε  $13,14\text{ h}^{-1}$ .
- Το φαινόμενο της εναπόθεσης δε μπορεί να διαχωριστεί από αυτό της επαναιώρησης.

## 7.4 Λύσεις

---

Η βελτίωση της ποιότητας του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων μαζί με την εξοικονόμηση ενέργειας αποτελούν δύο βασικά ζητήματα που πρέπει να επιλύονται στα κτίρια γιατί επηρεάζουν τη διαβίωση του ανθρώπου μέσα σε αυτά και την υγεία του. Όσον αφορά τη διαχείριση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα, αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με μεθόδους περιορισμού της εσωτερικής ρύπανσης στο κτίριο είτε με τεχνικές σχεδιασμού και δόμησης του κτιρίου.

Οι μέθοδοι επίλυσης προβλημάτων ποιότητας εσωτερικού αέρα διακρίνονται σε 4 βασικές κατηγορίες :

- Η πρώτη αναφέρεται στην απομάκρυνση των πηγών και την εξάλειψη των αιτιών που προκαλούν ρύπανση του αέρα στο εσωτερικό περιβάλλον. Αν και η απομάκρυνση όλων των πηγών ρύπανσης από ένα εσωτερικό χώρο είναι αδύνατη, η απομάκρυνση μερικών από αυτές είναι εφικτή, όπως για παράδειγμα, η απαγόρευση του καπνίσματος μέσα στο σπίτι ή η αποφυγή ανάμματος του τζακιού αν υπάρχει κεντρική πηγή θέρμανσης. Ο περιορισμός των ρύπων που εκπέμπουν οι πηγές ρύπανσης είναι δυνατός για όλες τις πηγές. Αυτός ο περιορισμός συνίσταται στον περιορισμό του χρόνου λειτουργίας των πηγών, στην καλή λειτουργία των πηγών και κατά συνέπεια στον περιορισμό του όγκου των εκπεμπόμενων ρύπων.

- Η δεύτερη αναφέρεται στον αερισμό του χώρου με φρέσκο αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον ώστε να απομακρυνθεί η ρύπανση από τον εσωτερικό αέρα. Ίσως η πλέον σημαντική μέθοδος βελτίωσης της ποιότητας του εσωτερικού αέρα αποτελεί ο αερισμός των χώρων. Ο αερισμός επιτυγχάνεται είτε μέσω των ανοιγμάτων του κτιρίου, (φυσικός αερισμός), είτε μέσω μηχανικών συστημάτων (μηχανικός εξαερισμός) είτε με συνδυασμό των δύο παραπάνω τεχνικών, (υβριδικός αερισμός). Για τη βελτίωση του αερισμού χρειάζεται κυκλοφορία του αέρα μέσα στους εσωτερικούς χώρους και συγκεκριμένα είσοδος εξωτερικού αέρα στο χώρο για την ανανέωση του ήδη υπάρχοντος. Βέβαια, για να θεωρηθεί ο αερισμός ως μέθοδος περιορισμού της ρύπανσης, πρέπει ο εξωτερικός αέρας να είναι καθαρότερος, κάτι

που αρκετές φορές δεν συμβαίνει στις περιοχές των μεγάλων αστικών κέντρων ή στους συγκοινωνιακούς κόμβους.

- Η τρίτη είναι ο λεγόμενος Αεροκαθαρισμός : Είναι ο καθαρισμός του αέρα από τους ρύπους με συσκευές που ονομάζονται αεροκαθαριστές. Οι αεροκαθαριστές, ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιούν για την απομάκρυνση των ρύπων από τον αέρα, διακρίνονται σε ηλεκτρονικούς, σε καθαριστές με μηχανικά φίλτρα, σε γεννήτριες ιόντων (ιονιστές), γεννήτριες όζοντος, συσκευές θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού (HVAC) που διαθέτουν διατάξεις αεροκαθαρισμού, συσκευές ύγρανσης και ξήρανσης και υβριδικές συσκευές στις οποίες χρησιμοποιούνται δυο ή περισσότερες μέθοδοι καθαρισμού του αέρα. Να σημειωθεί , όμως, ότι για να είναι αποτελεσματικός ο καθαρισμός του αέρα πρέπει να συνδυάζεται και με άλλες μεθόδους.

- Η οικολογική δόμηση και η βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι ένας νέος τρόπος κατασκευής ο οποίος έχει ως στόχο το κατασκευαστικό αποτέλεσμα να είναι λειτουργικό και συμβατικό , με οικολογικά υλικά, φιλικά προς το περιβάλλον και σχεδιασμό που να εκμεταλλεύεται με τον καλύτερο τρόπο τη θέση του κτιρίου σε σχέση με τις κλιματολογικές παραμέτρους της περιοχής. Θεωρείται επιβεβλημένη η επιλογή περιβαλλοντικών κριτηρίων όπως η μέγιστη αξιοποίηση της διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας για θέρμανση και των δροσερών ανέμων για φυσική ψύξη. Το μέγεθος, η θέση , το σχήμα των ανοιγμάτων είναι επίσης σημαντικά για τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα. Τα τελευταία χρόνια υποστηρίζεται και προωθείται από οικολόγους, αρχιτέκτονες , φυσικούς και μηχανικούς ο **βιοκλιματικός σχεδιασμός** (βιοκλιματική αρχιτεκτονική) των κτιρίων.



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1 : Συγκέντρωση αέριου δείκτη με τη μέθοδο tracer gas

ΣΥΤΚΕΝΤΡΩΣΗ (ppm) Πείραμα 1	ΣΥΤΚΕΝΤΡΩΣΗ (ppm) Πείραμα 2	ΣΥΤΚΕΝΤΡΩΣΗ (ppm) Πείραμα 3	ΣΥΤΚΕΝΤΡΩΣΗ (ppm) Πείραμα 4
608,33	735,15	459,24	249,3
606,18	737,9	454,05	251,18
605,78	732,19	455,64	245,59
605,31	729,43	457,19	250,72
601,32	729,2	458,22	246,59
599,52	725,89	457,7	249,6
599,07	721,52	455,45	249,6
598,76	718,83	458,21	249,04
599,52	712,86	456,4	245,01
595,94	714,15	457,42	246,2
593,99	709,7	457,22	245,42
587,81	710,04	456,09	244,27
586,6	706,09	455,8	244,64
590,72	702,65	455,68	246,07
584,92	701,36	454,98	239,89
584,23	704,47	454,25	240,95
587,82	694,81	454,73	241,02
578,99	690,83	452,96	243,79
578,73	692,71	452,37	241,14
582,71	686,24	452,35	241,03
575,72	684,62	451,96	239,45
570,64	678,97	452,14	241,61
579,1	674,74	450,37	238,94
573,68	670,73	450,11	238,74
572,06	666,74	450,52	234,3
564,72	666,3	450,93	239,36
564,36	657,72	450,76	238,53
564,14	656,76	450,64	237,81
557,05	654,5	446,81	236,44
554,73	650,23	445,77	234,83
551,1	647,69	445,01	236,17
540,9	640,79	447,62	236,01
542,26	637,06	446,64	236,68
540,21	633,93	446,28	230,01
542,67	629,42	443,21	232,06
529,91	621,66	448,64	232,93
531,9	620,39	447,21	227,64
526,2	612,73	446,01	233,43
523,09	608,67	445,19	233,05
513,79	602,96	444,87	231,24
515,98	595,24	444,12	230,36
513,67	588,67	441,16	227,39
513,6	584,52	439,43	228,9
501,87	579,17	443	229,66
504,74	574,29	443,89	227,59
501,03	572,74	441,93	229
495,78	566,23	437,76	228,41
489,76	565,26	439,6	228,58
490,33	558,1	442,56	228,96
490,57	556,85	439,13	228,53
488,13	551	436,52	226,95
486,26	544,62	437,18	225,78
479,74	540,25	438,65	225,8
478,9	535,54	438,11	224,07
477,73	531,04	438,15	223,47
468,01	528,63	437,7	223,58
463,21	520,45	437,22	221,56
463,61	516,34	436,8	222,01

464,24	510,95	435,98	220,79
453,87	503,38	433,98	220,88
463,21	497	427,75	220,01
453,39	495,1	433,53	219,13
457,54	489,16	433,14	217,15
454,86	484,33	433,65	216,55
453,58	480,92	431,23	214,81
451,7	473,14	429,38	213,89
439,7	470,31	430,12	214,63
443,05	461,99	431,2	212,74
440,7	457,04	428,87	212,58
436,33	449,89	429,53	213,21
429,2	445,1	427,32	210,22
439,7	442,79	429,24	208,96
427,53	437,56	428,62	208,74
418,1	431,71	428,51	206,96
421,27	424,72	424,99	204,23
414,8	418,18	426,46	207,05
414,19	414	424,43	206,35
411,91	408,83	423,58	202,85
403,8	407,18	424,91	203,43
405,47	399,28	425,59	204,21
406,48	392,87	425,29	203,59
379,78	390,38	423,7	201,86
397,97	381,12	423,86	199,71
391,33	378,18	419,47	199,88
385,08	369,5	422,81	199,38
368,72	365,25	422,75	198,51
371,43	363,35	423,8	199,31
352,91	360,05	421,77	198,67
361,62	354,07	419,12	199,39
357,03	350,53	420,39	197,68
354,92	346,33	418,74	195,75
354,39	343,04	419,44	197,42
345,01	336,64	417,78	195,96
343,24	332,6	415,25	197,44
340,43	323,79	417,96	197,35
335,74	319,46	416,23	195,79
332,46	317,22	414,86	196,15
326,13	314,36	414,75	195,33
324,92	309,61	414,44	194,05
316,4	304,93	414,51	193,79
312,17	301,41	411,48	194,85
299,45	297,5	414,11	195,24
299,05	294,29	413,96	192,75
280,02	290,38	411,86	193,62
290,08	285,46	414,42	192,84
290,11	281,28	412,34	193,14
273,34	278,76	413,72	192,77
277,73	273,12	413,44	191,31
278,84	269,38	411,08	192,01
277,18	265,53	410,7	188,55
272,1	261,95	410,76	188,57
262,43	259,4	412	189,57
269,86	250,92	409,16	186,47
259,86	250,09	410,63	185,2
262,03	246,16	405,91	187,45
257,33	243,32	409,24	185,47
253,03	238,47	405,73	186,04
248,04	236,86	404,86	186,47
250,16	232,08	406,74	181,36
248,19	230,21	402,63	179,34
247,1	229,2	402,23	177,93
243,75	227,81	403,7	175,04
243,69	223,4	400,49	180,75
237,73	220,09	396,66	176,83

235,84	216,88	401,08	172,41
230,18	212,22	402,91	175,36
219,67	210,44	402,54	177,5
231,62	207,93	398,47	175,25
226,23	205,11	397,85	175,03
224,15	204,15	396,31	168,55
224,23	199,32	396,15	171,24
217,56	197,32	391,51	174,01
215,71	194,6	396,27	166,81
214,48	191,98	395,53	166,71
215,83	187,5	392,78	166,14
211,67	184,56	395,22	168,3
201,23	181,4	392,01	165,1
199,21	178,9	392,73	168,74
203,34	177,84	392,13	164,3
202,67	175,06	392,22	162,76
195,87	171,96	393,65	160,7
198,83	170,63	392,36	163,23
194,92	168,65	389,27	166,62
194,33	167,46	390,31	165,23
193,69	165,37	386,81	163,56
189,74	161,82	389,33	159,96
189,78	158,82	392,82	160,37
182,91	155,7	389,42	160,4
175,72	153,93	387,35	161,12
173,54	150,38	386,64	158,2
176,3	148,91	384,31	156,67
173,73	146,08	385,24	160,45
168,27	144,98	389,16	156,64
169,03	143,74	381,05	162,14
164,37	142,7	386,08	154,5
159,22	139,98	380,44	157,06
157,08	137,97	382,69	156,41
158,98	135,54	379,8	153,66
148,85	133,1	376,78	153,86
156,21	131,42	381,49	151,92
152,28	128,48	379,3	154,92
144,91	128,19	373,53	153,79
137,03	125,91	371,49	150,59
141,79	124,58	375,11	151,4
138,33	122,26	374,97	149,08
134,08	120,8	374,42	150,37
135,62	120,35	374,34	150,02
137,26	118,95	372,48	146,44
125,69	116,87	373,89	146,93
129,07	113,74	375,02	149,06
126,55	114,23	370,68	146,36
125,14	111,07	374,04	147,62
122,81	110,13	377,02	145,69
116,77	107,96	366,52	143,58
120,48	104,7	370,2	146,48
115,51	104,77	368,37	146,77
113,67	101,5	364,94	145,88
111,08	97,014	367,35	144,9
113,25	93,352	367,51	142,07
111,6	94,995	362,86	140,12
107,74	90,974	369,61	143,68
108,52	91,934	368,66	142,39
105,29	88,818	359,33	141
105,76	83,498	364,08	140,34
103,31	83,614	363,21	141,5
103,33	80,486	361,12	140,57
100,07	79,498	363,27	139,89
98,304	78,896	364,49	139,31
102,42	76,602	361,04	138,18
98,185	75,063	358,66	139,86

92,708	73,148	363,05	135,71
92,966	73,438	360,57	137,24
93,265	70,577	351,6	135,65
92,36	65,329	360,58	135,91
86,838	66,858	359,61	131,63
88,761	64,927	352,75	132,11
84,739	63,916	355,9	129,84
88,074	62,037	356,59	127,54
85,422	62,075	356,89	132,29
81,992	59,19	348,4	130,68
81,145	55,931	351,02	130,2
79,227	55,053	352,05	129,53
75,728	51,891	350,75	130,32
77,279	52,954	353,96	126,44
74,095	52,878	352,5	129,33
76,807	48,248	348,44	129,36
72,474	50,359	346,74	128,69
71,13	48,993	348,68	124,9
72,213	46,15	350,68	125,22
70,109	47,696	348,78	126,16
67,753	45,05	348,45	126,16
68,855	46,11	342,88	125,49
63,586	42,937	345,2	125,16
64,007	40,116	347,99	127,23
63,23	41,69	349,1	125,12
63,137	41,481	342,97	125,36
61,365	40,161	344,38	122,89
60,028	39,996	340,3	124,28
57,916	40,417	345,34	123,52
57,424	37,994	345,02	125,76
58,06	37,735	347,7	123,55
56,6	35,799	335,36	123,65
55,908	36,172	339,3	123,24
54,127	35,17	340,19	122,32
54,644	34,187	345,85	121,29
52,68	33,27	340,89	121,76
50,905	33,881	336,72	120,3
50,786	31,886	320,8	122,11
49,411	31,626	334,98	120,87
49,191	32,122	341,34	121,13
46,668	30,516	338,36	120,79
46,593	30,169	337,68	120,02
46,036	29,252	335,72	119,25
44,287	28,983	336,83	117,17
44,985	28,835	334	117,7
43,955	26,756	329,32	118,4
43,706	26,463	331,96	118,24
42,104	26,844	331,22	118,22
42,225	26,181	327,56	114,33
39,454	25,164	332,02	117,52
40,63	24,293	325,06	112,12
39,837	25,249	331,26	116,12
39,735	24,019	332,9	110,6
39,317	22,885	327,16	111,07
37,815	23,328	324,16	112,39
39,338	22,316	332,79	113,68
38,954	22,405	327,66	108,92
38,384	21,277	325,44	112,04
35,36	20,036	325,66	111,29
35,659	20,718	328,99	107,47
35,774	21,054	331,47	107,44
34,389	19,895	331,86	105,47
33,285	20,322	330,67	109,66
34,368	18,927	322,98	107,17
33,694	19,27	328,28	107,21
33,653	18,069	323,57	106,76



32,421	18,243	327,52	106,16
31,311	17,98	328,01	106,2
31,691	18,284	326,32	104,43
30,778	17,759	324,69	104,69
30,111	17,355	327,99	101,97
29,929	16,952	322,44	103,45
28,445	17,236	322,45	103,48
28,79	16,659	324,55	98,974
27,284	16,281	326,22	99,423
27,982	16,364	324,03	101,48
27,859	15,776	326,25	98,64
27,732	15,658	324,01	99,196
25,61	15,257	325,94	100,61
25,201	14,963	325,02	96,504
26,101	14,81	324	97,322
25,207	14,128	324,67	97,376
24,662	14,043	323,22	95,511
24,805	13,983	321,95	96,467
23,354	13,557	317,51	94,313
23,921	13,373	322,18	92,081
23,394	12,832	321,19	92,471
22,965	13,118	319,17	92,983
22,888	12,433	321,54	93,623
21,422	12,464	314,41	92,706
21,455	11,926	315,19	93,798
21,503	11,343	314,71	92,807
21,034	11,863	316,69	89,669
21,462	11,651	317,89	90,678
20,2	11,454	313,58	91,506
20,678	11,045	313,56	90,239
19,911	10,804	308,45	90,716
19,953	10,917	313,84	89,284
18,417	10,356	312,19	90,904
18,642	10,548	313,3	90,372
18,395	9,9459	309,62	90,266
16,979	10,196	308,45	88,178
18,082	9,7081	305,09	88,845
17,288		305,44	88,824
17,3		306,79	89,413
15,765		309,37	88,523
16,518		305,48	88,407
15,871		300,77	87,688
15,817		308,85	88,877
15,806		304,87	88,173
15,418		296,12	88,546
15,111		298,96	87,542
15,205		299,22	86,685
14,468		306,23	87,48
14,433		300,68	86,584
13,709		300,48	86,503
13,961		301,33	84,726
13,789		299,54	85,956
13,289		300,44	85,542
13,119		296,3	84,46
12,925		297,32	85,686
12,684		296,69	84,659
12,252		294,77	83,518
11,963		295,17	81,488
11,833		295,13	81,68
12,082		292,81	82,653
11,197		292,41	81,841
11,337		293,62	82,301
11,372		286,33	81,482
10,94		289,08	79,683
10,847		292,1	80,506
10,553		288,99	79,798
10,26		284,81	79,548

10,297	287,65	80,222
9,9942	286.22	79.754
9,9418	283.34	78,957
9,7874	286.61	79,433
9,5473	280.93	79,375
9,5222	285.62	80,168
8,9092	283.07	79,083
8,8292	280.13	77,866
9,0231	282.64	78,889
8,8491	279.38	76,403
8,4992	281.57	78,186
8,2243	280.95	78,555
8,0071	276.81	78,262
8,054	275.76	78,142
7,6732	275.52	78,08
7,88	277.94	77,229
7,6957	275.83	77,169
7,4332	273.58	76,522
7,4901	274.73	76,234
7,3027	272.31	76,292
7,1566	268.12	75,875
7,0295	270.43	76,345
6,6552	272.14	75,228
6,6615	273.53	74,99
6,4035	273.83	75,437
6,4074	270.45	75,294
6,2073	268.42	75,488
6,2546	268.38	75,607
6,384	268.15	74,361
6,1123	269.12	73,496
5,9929	267.06	74,786
5,9094	269.37	74,432
5,8743	268.76	74,197
5,4544	266.27	73,466
5,5096	267.55	73,966
5,4037	268.31	73,068
5,3578	267.96	72,913
5,3221	267.27	72,431
5,1263	267.05	72,434
5,1198	263.61	73,024
4,9518	265.93	71,192
4,9508	264.86	72,3
4,9067	264.06	72,583
4,7993	256.22	72,355
4,4872	262.55	72,118
4,5292	262.27	71,721
4,4372	262.9	70,761
4,4634	261.01	71,245
4,2618	260.36	70,338
4,2137	260.23	71,197
4,107	260.36	71,506
4,1878	259.83	70,699
	259.66	70,767
	257.11	70,474
	256.38	70,966
	259.72	70,952
	254.98	70,984
	253.07	70,245
	252.11	70,487
	254.12	69,701
	254.45	70,07
	255.51	69,356
	255.74	69,283
	254.37	68,525
	253.63	67,645
	249.94	68,547
	253.06	68,928
	249.45	66,939
	251.11	68,198
	250.12	67,876
	249.85	67,448
	249.38	67,701
	249.55	67,353
	249.81	67,522
	243.99	67,233
	245.34	67,645
	246.65	67,361
	245.77	67,042
	245.04	67,575
	245.1	67,192
	244.19	67,376

243.71	67.023
240.52	66.832
241.99	66.347
238.81	66.749
241.32	66.568
235.64	65.996
240.1	66.174
239.28	66.199
238.43	66.542
237.71	66.454
232.72	66.007
236.83	66.072
236.66	66.006
238.44	65.666
234.61	65.661
235.22	65.824
234.3	64.918
235.37	65.234
231.24	65.803
233.36	64.379
233.76	64.478
231.62	64.208
234.33	65.555
233.06	64.611
232.93	63.531
231.7	64.28
228.34	63.656
226.41	64.645
226.6	64.491
228.09	64.001
225.68	64.545
223.69	64.217
225.27	63.886
221.14	64.136
216.31	64.269
210.23	64.321
212.82	63.737
212.14	63.504
209	64.193
209.78	63.598
207.18	63.479
207.73	63.26
200.97	63.268
200.05	63.401
201.9	62.834
198.13	62.779
194.79	62.649
196.43	62.712
195.13	62.591
193.62	62.044
191.83	61.84
192.32	61.848
194.32	61.426
193.75	61.471
191.83	61.026
191.73	61.272
191.11	61.259
192.14	60.937
189.36	61.425
188.85	61.098
187.09	60.205
186.3	59.53
185.45	61.198
187.49	60.211
185.1	60.391
179.97	60.323
181.67	60.112
178.53	57.913
179.11	59.134
178.44	60.201
178.58	58.329
179.22	59.245
176.9	58.626
177.93	58.161
176.07	58.435
176.09	58.581
175.38	58.56
176.37	58.797
174.01	58.888
173.66	58.217
172.37	57.942
172.31	58.878

171.88	58.591
171.53	58.628
170.8	58.248
169.18	58.822
169.16	58.678
166.33	57.88
168.97	58.143
168.13	57.926
165.77	57.397
168.22	57.387
165.38	57.156
166	57.122
164.85	57.063
164.85	57.087
160.97	57.57
161.63	56.473
162.81	55.91
161.45	56.52
162.86	55.798
161	56.765
160.77	56.664
161.19	56.325
159.09	55.814
158.63	56.468
155.88	55.987
156.58	56.075
152.84	55.645
155.64	54.764
154.27	55.149
153.86	55.178
152.66	55.074
152.24	54.931
151.78	54.417
148.78	54.192
147.46	53.897
149.72	53.395
148.6	52.413
144.97	52.38
147.87	51.587
145.56	51.41
146.34	50.405
145.98	50.264
144.15	49.165
145.87	51.329
145.01	49.127
145.28	50.635
143.63	50.221
142.25	50.255
141.93	49.698
140.92	49.629
142.9	50.172
140.62	49.961
142.31	50.025
137.97	49.668
135.38	49.676
134	49.101
135.26	49.759
131.09	49.728
132.83	49.84
131.36	49.625
132.59	49.728
127.45	49.553
130	49.339
131.72	49.457
126.45	49.364
126.51	49.552
127.69	49.399
122.94	49.481
125.71	48.987
124.93	
122.51	
121.17	
117.61	
122.02	
122.43	
119.13	
120.98	
118.21	
115.76	
114.19	
118	
110.99	

115.62  
112.49  
113.25  
112.39  
110.92  
110.98  
108.91  
110.4  
109.51  
109.21  
108.87  
109  
108.79  
106.41  
107.03  
107  
107.17  
104.29  
104.48  
105.91  
104.31  
104.14  
102.76  
102.56  
101.64  
100.32  
98.362  
99.289  
100.43  
99.883  
99.601  
95.922  
97.061  
96.115  
95.687  
95.683  
95.03  
95.458  
91.811  
92.209  
91.606  
89.957  
89.238  
89.805  
90.211  
87.773  
88.779  
88.754  
88.085  
87.379  
87.747  
84.108  
86.847  
83.741  
82.668  
82.214  
83.613  
82.716  
81.675  
80.854  
81.377  
80.476  
80.474  
79.8  
79.848  
79.216  
78.388  
78.505  
78.123  
77.628  
77.843  
75.99  
75.81  
76.732  
74.748  
74.491  
75.511  
71.807  
74.585  
72.247  
73.161  
70.965

71.509  
71.042  
71.009  
71.373  
69.483  
69.973  
68.774  
69.105  
66.674  
67.687  
67.549  
68.019  
67.102  
67.318  
66.414  
66.101  
65.834  
63.293  
65.214  
63.672  
63.04  
63.618  
63.745  
62.577  
63.428  
61.147  
62.042  
57.87  
58.165  
59.16  
59.31  
59.524  
56.888  
57.953  
57.575  
57.477  
57.696  
57.457  
57.62  
56.63  
56.427  
55.979  
55.607  
55.821  
55.373  
55.267  
55.587  
53.935  
54.146  
52.164  
51.804  
52.118  
52.966  
52.429  
52.486  
51.764  
50.854  
49.298  
50.085  
49.958  
48.617  
48.466  
47.424  
48.697  
46.887  
46.565  
46.495  
47.127  
46.581  
45.996  
45.801  
43.492  
44.873  
43.69  
43.904  
43.472  
42.529  
42.213  
41.807  
41.945  
41.503  
40.05

40.631  
39.865  
39.272  
38.454  
38.879  
36.832  
37.728  
36.726  
36.958  
35.889  
35.409  
34.98  
33.806  
34.426  
34.8  
34.374  
32.373  
32.71  
32.437  
30.856  
30.97  
30.054  
30.724  
29.547  
29.277  
28.925  
28.822  
28.014  
27.759  
27.093  
27.077  
26.423  
25.853  
25.453  
25.512  
23.993  
23.844  
23.718  
22.925  
22.24  
21.898  
22.072  
21.623  
21.522  
20.81  
20.364  
19.825  
19.153  
18.806  
19.693  
18.685  
18.041  
18.179  
17.826  
17.958  
16.76  
17.139  
17.132  
16.264  
16.366  
16.061  
15.725  
15.307  
14.841  
15.403  
15.26  
14.744  
14.599  
14.335  
13.938  
14.031  
13.779  
13.426  
13.323  
13.113  
13.067  
13.305  
13.097  
12.905

**Πίνακας 2 : Συγκεντρώσεις Αιωρούμενων Σωματιδίων σε σταθερές συνθήκες**

**Πείραμα 1**

**Πείραμα 2**

PM1.0	PM2.5	PM5.0	PM10.0	PM1.0	PM2.5	PM5.0	PM10.0
(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )
73,08	622,19	7853,48	20549,62	71,01	642,89	8473,24	23996,97
64,25	493,76	5925,91	12531,96	69,85	544,98	6500,06	13495,59
65,58	501,27	6040,49	12057,22	69,39	530,23	6300,62	12047,80
63,70	476,85	5710,09	10834,15	67,68	503,91	5935,42	10855,14
63,06	467,76	5597,21	10272,72	66,95	491,35	5785,82	10237,96
62,14	454,49	5405,29	9512,05	66,52	482,36	5679,10	9768,45
61,21	444,08	5254,95	8960,91	64,83	463,65	5436,59	9037,70
60,62	433,42	5106,52	8393,77	63,62	447,80	5198,56	8302,52
59,47	421,31	4925,90	7871,24	62,88	437,13	5028,84	7806,19
58,91	414,07	4792,75	7407,80	61,45	421,07	4811,35	7302,84
57,93	400,45	4599,41	6920,22	60,95	413,16	4674,17	6926,68
57,69	395,72	4520,59	6632,68	59,22	395,36	4430,63	6374,46
56,28	381,90	4298,11	6131,06	57,78	381,63	4230,75	5945,28
55,48	371,23	4146,37	5795,14	56,79	371,13	4063,62	5575,88
54,23	359,29	3976,82	5437,55	55,33	355,75	3871,51	5210,16
53,39	350,73	3824,84	5152,53	52,90	335,01	3598,34	4752,85
52,56	342,24	3694,32	4891,15	51,04	318,72	3370,45	4387,01
52,05	336,66	3602,24	4679,64	50,43	312,72	3271,35	4182,94
51,03	327,00	3467,56	4444,76	49,92	306,62	3181,81	4012,56
49,91	315,88	3320,00	4221,14	48,50	295,15	3025,13	3771,42
49,04	308,15	3197,17	3991,33	47,09	283,59	2877,09	3549,09
48,22	300,31	3082,40	3797,11	46,49	277,85	2784,83	3393,56
47,83	296,04	2997,33	3643,55	45,68	269,35	2684,55	3242,38
47,06	288,98	2895,46	3486,64	44,78	263,30	2588,10	3096,16

**Πείραμα 3**

**Πείραμα 4**

PM1.0	PM2.5	PM5.0	PM10.0	PM1.0	PM2.5	PM5.0	PM10.0
(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )	(ug/m <sup>3</sup> )
50,84	422,78	5175,49	13685,90	36,07	244,69	2855,49	7206,09
59,70	489,12	5994,33	15021,00	52,11	373,92	4438,92	10607,07
54,21	421,01	5074,55	11954,20	51,97	364,34	4145,60	8821,46
53,83	410,35	4965,81	11132,24	45,44	307,54	3483,17	7541,25
52,64	391,75	4667,25	9676,94	46,79	318,56	3636,75	7566,51
51,21	372,47	4413,33	8763,82	46,09	306,58	3364,21	6314,97
50,45	362,83	4261,12	8049,33	45,11	298,34	3287,80	6077,28
49,44	349,95	4083,58	7355,62	44,07	288,09	3137,64	5549,21
48,78	340,63	3930,98	6736,10	43,20	278,97	2980,25	5059,66
47,88	330,29	3783,81	6285,51	42,13	269,18	2853,23	4712,62
46,59	318,19	3613,90	5840,13	41,47	261,52	2736,21	4355,10



45,75	309,32	3489,06	5482,90	40,66	253,46	2628,42	4048,08
44,94	301,79	3374,18	5156,81	39,55	243,40	2488,50	3753,55
43,83	289,58	3208,38	4745,13	38,88	237,81	2388,29	3471,35
42,91	280,64	3072,51	4427,97	37,89	229,27	2278,66	3236,63
42,13	273,05	2948,05	4152,91	37,15	223,42	2193,50	3042,31
41,06	264,21	2817,44	3891,06	36,48	216,84	2095,89	2849,91
40,50	258,64	2721,65	3677,90	35,89	211,78	2022,97	2703,00
39,82	252,77	2642,44	3529,12	35,15	205,58	1939,02	2552,90
38,77	243,26	2521,17	3308,00	34,82	202,61	1894,40	2441,04
37,90	235,93	2403,05	3095,79	34,29	197,27	1814,00	2300,61
37,29	229,50	2317,05	2932,41	33,41	190,04	1733,49	2169,55
36,77	225,03	2246,64	2823,39	32,82	185,22	1663,49	2054,86
36,18	220,22	2172,54	2699,21	32,23	180,43	1602,25	1958,59

### Πείραμα 5

### Πείραμα 6

PM1.0 (ug/m <sup>3</sup> )	PM2.5 (ug/m <sup>3</sup> )	PM5.0 (ug/m <sup>3</sup> )	PM10.0 (ug/m <sup>3</sup> )	PM1.0 (ug/m <sup>3</sup> )	PM2.5 (ug/m <sup>3</sup> )	PM5.0 (ug/m <sup>3</sup> )	PM10.0 (ug/m <sup>3</sup> )
81,03	638,38	7988,99	19620,84	181,71	301,12	459,32	484,56
86,16	661,36	7980,27	16501,09	147,12	216,92	324,70	344,25
81,13	604,92	7178,90	14329,79	181,49	304,15	475,56	501,47
77,94	570,38	6685,98	12951,36	235,96	465,43	746,41	773,65
76,77	553,94	6413,74	11913,75	240,87	479,10	765,66	790,06
74,94	533,36	6102,57	10984,72	258,04	523,37	814,31	840,89
73,92	520,05	5884,23	10141,11	281,98	605,27	919,93	943,67
72,51	503,02	5624,78	9399,03	280,45	604,31	928,08	947,80
71,73	494,16	5486,83	8945,69	294,98	676,70	1041,02	1056,07
70,37	480,76	5291,29	8431,25	287,78	630,21	964,34	985,57
69,46	470,15	5107,66	7891,17	282,74	605,74	930,80	950,53
68,54	459,50	4943,29	7470,16	279,11	585,38	903,19	919,24
67,04	444,01	4701,11	6869,29	267,19	539,46	837,90	852,45
65,65	428,30	4461,92	6349,97	263,87	523,37	807,63	823,68
64,32	415,47	4256,53	5922,08	264,71	523,36	808,55	821,93
63,46	406,19	4132,34	5651,70	264,23	519,28	803,56	816,77
62,25	396,88	4004,65	5426,11	263,70	518,54	802,32	815,86
61,44	387,20	3859,02	5137,68	263,67	517,06	799,12	813,83
60,20	377,44	3727,00	4904,95	260,94	506,90	784,03	794,56
59,29	368,89	3591,79	4641,39	259,22	498,61	767,82	779,02
58,60	361,58	3491,43	4475,38	258,90	496,37	765,23	778,27
57,26	350,14	3356,47	4253,76	258,11	491,36	750,04	761,58
56,20	340,08	3210,86	3986,22	257,86	491,08	753,66	763,53
55,40	332,32	3101,35	3822,34	258,25	488,94	751,94	763,98
				258,32	487,53	749,60	759,63
				256,88	481,89	737,00	743,69
				255,62	475,96	729,71	738,40

256,65	475,60	725,25	736,12
255,26	470,78	718,32	727,01
256,22	472,54	723,15	731,51
254,83	469,58	717,79	727,99
254,14	466,45	711,84	720,53
255,52	467,64	716,02	725,88
254,09	463,90	703,35	710,20
254,10	461,98	697,90	707,43
253,00	459,22	695,08	703,77
253,12	457,87	697,12	705,64
253,00	456,06	693,84	702,87
253,69	456,28	690,18	698,04
251,92	450,71	681,02	687,04
251,97	450,23	673,14	681,00
251,66	448,37	672,51	679,87
249,81	444,01	664,10	671,12
249,82	442,00	667,75	675,27
251,20	444,40	668,06	675,75
250,68	442,78	663,45	668,80
251,04	441,77	665,20	672,39
249,29	436,56	649,48	656,67
248,91	434,20	648,08	654,77
246,92	429,33	644,22	651,40
245,50	423,83	633,12	640,14
245,95	425,79	635,01	641,53
245,23	423,14	624,96	629,98
245,11	423,01	627,80	633,82
246,24	422,97	624,42	631,11
246,23	420,38	618,97	624,65
246,36	421,54	621,21	628,57
246,94	421,04	623,68	630,54
246,43	420,89	620,69	626,88
245,60	417,95	609,64	614,49
245,17	416,27	612,73	618,24
245,67	416,21	613,27	617,79
245,29	414,32	606,89	611,24
244,36	412,48	607,91	612,43
244,36	411,81	601,30	605,82
243,78	409,21	600,48	605,50
245,29	412,73	603,89	608,91
245,04	412,66	600,46	604,47
244,24	408,86	596,54	601,55
245,71	411,53	596,59	601,11
244,01	406,04	591,28	596,13

244,21	407,59	594,95	599,97
244,76	407,06	589,56	593,57
245,22	408,52	596,43	601,78
244,44	406,86	588,67	593,01
244,45	405,98	590,92	595,27
243,73	402,28	582,33	585,34
243,36	401,35	576,55	581,73
244,01	401,57	573,31	578,49
244,05	401,58	578,31	582,33
244,65	401,41	576,51	580,02
245,54	403,35	581,25	585,43
244,82	399,90	572,87	576,88
244,82	399,73	570,02	575,21
244,64	399,92	569,19	573,70
244,77	399,51	568,63	572,64
244,86	398,09	570,24	573,92
244,71	399,05	569,63	573,81
243,66	395,03	562,17	566,35
243,12	394,49	559,71	563,22
243,80	393,16	558,23	561,40
243,27	392,87	556,14	559,98
242,55	391,27	555,09	558,43
242,29	390,75	554,94	559,12
241,59	389,66	552,23	555,57
241,62	388,52	547,97	552,32
239,04	382,34	536,94	539,95
238,53	379,85	534,87	539,21
239,47	382,92	535,87	540,05
239,62	381,82	537,47	541,14
238,59	380,00	530,82	535,67
238,14	377,73	527,19	531,04
238,66	377,94	528,87	533,88
239,31	379,61	529,03	533,71
238,45	376,79	523,82	526,33
237,76	375,33	524,14	527,48
236,44	372,32	519,09	522,77
236,20	370,74	516,21	520,05
235,70	369,85	517,95	521,46
236,32	370,24	516,04	519,05
235,73	369,92	511,86	516,71
235,25	368,77	511,76	515,44
235,62	367,77	511,90	514,57
235,29	367,45	510,97	514,99
235,28	367,22	509,41	510,91

Πείραμα 7

Πείραμα 8

PM1.0 (ug/m <sup>3</sup> )	PM2.5 (ug/m <sup>3</sup> )	PM5.0 (ug/m <sup>3</sup> )	PM10.0 (ug/m <sup>3</sup> )	PM1.0 (ug/m <sup>3</sup> )	PM2.5 (ug/m <sup>3</sup> )	PM5.0 (ug/m <sup>3</sup> )	PM10.0 (ug/m <sup>3</sup> )
12,66	16,20	35,84	51,72	202,95	320,38	444,20	469,28
94,02	140,14	212,75	225,96	222,39	361,25	511,34	556,81
222,49	424,60	645,19	665,08	216,34	338,87	474,81	517,44
156,83	236,14	360,30	409,11	205,55	313,23	438,66	484,63
160,48	244,09	374,78	428,61	210,44	323,63	455,22	496,84
196,75	321,74	494,69	541,49	211,13	325,75	464,06	501,83
182,33	286,61	435,46	485,28	219,01	346,19	494,59	533,04
178,13	273,93	419,36	460,48	230,69	379,02	542,96	585,08
195,22	313,92	483,27	528,24	258,56	457,39	655,31	689,41
234,57	434,54	672,45	716,25	282,98	530,64	761,23	793,33
210,46	349,93	534,51	575,80	283,65	530,73	760,12	795,05
228,77	405,36	634,04	678,67	291,13	562,69	799,68	838,62
244,78	455,67	724,82	763,94	284,45	533,97	760,30	795,40
249,09	466,37	744,65	782,60	295,54	576,00	827,89	861,15
258,68	500,86	807,20	846,15	302,25	602,05	870,84	901,93
264,18	527,78	874,41	905,67	301,72	596,34	864,00	890,58
282,29	607,50	1053,27	1091,05	320,11	675,65	976,83	1005,42
295,42	672,34	1173,57	1206,00	317,36	661,87	959,22	987,97
299,21	681,66	1184,29	1212,70	324,03	690,78	997,81	1023,56
295,33	662,01	1150,01	1181,60	321,99	678,94	978,66	1003,73
290,34	635,85	1100,72	1128,97	320,12	664,36	959,13	981,19
290,56	634,57	1103,24	1134,50	320,67	664,69	952,45	975,86
288,09	626,79	1081,94	1109,02	321,61	662,29	953,65	974,54
289,20	628,95	1089,09	1114,33	321,13	660,12	950,37	969,26
286,67	619,73	1078,19	1103,60	319,96	655,53	940,65	964,72
286,06	614,77	1066,83	1094,08	317,66	643,04	923,70	939,25
287,03	613,87	1063,93	1086,66	310,79	619,69	892,64	910,36
286,34	610,00	1051,57	1073,63	311,46	619,11	887,84	908,23
285,65	606,21	1041,52	1066,42	306,42	599,86	850,03	866,41
286,21	604,70	1044,64	1063,36	306,79	598,30	848,77	865,82
284,64	601,03	1032,89	1053,78	307,23	594,78	843,70	856,07
284,02	595,51	1026,56	1048,12	304,73	586,07	833,24	851,29
286,00	597,54	1029,25	1048,81	303,65	582,73	822,33	837,21
286,69	598,54	1025,71	1044,77	303,46	577,32	816,58	831,13
285,57	593,02	1013,63	1027,67	303,27	572,76	810,36	822,06
286,53	593,06	1013,47	1028,68	301,51	567,01	797,65	811,19
285,95	588,71	1004,45	1021,84	299,21	558,52	781,91	793,44
284,82	584,93	999,38	1013,42	297,66	551,43	775,97	787,50
285,44	584,25	994,02	1006,06	298,79	551,29	774,11	785,15
285,06	581,05	983,09	996,30	298,08	548,90	769,49	781,69
288,53	589,15	1001,72	1013,93	297,69	544,04	758,72	771,59
287,47	585,52	992,93	1005,80	296,77	542,28	759,26	770,62
286,68	583,72	989,12	1003,66	293,47	532,84	743,82	755,35
287,08	580,61	978,35	989,55	293,99	533,14	748,67	758,20
287,29	577,20	972,01	984,21	291,80	525,62	729,70	740,40
286,33	574,66	966,42	976,28	289,29	518,53	721,59	731,45
286,13	572,55	964,68	977,05	288,31	513,71	714,03	721,55
285,35	567,89	953,09	964,12	287,06	508,71	704,87	713,56
283,88	562,61	939,87	950,57	285,43	502,52	697,03	703,05
284,28	565,64	945,18	956,71	285,37	500,71	689,22	696,25
284,37	563,69	946,51	956,20	285,87	501,90	692,53	700,22
284,19	560,17	934,23	944,26	285,68	498,72	690,12	696,81

283,78	558,42	935,38	944,07	285,87	498,82	683,36	691,89
284,59	557,09	926,62	934,64	285,39	496,09	679,02	687,88
285,38	559,21	935,33	941,19	283,66	490,91	669,38	675,73
285,99	559,89	932,30	942,66	282,07	486,90	667,83	674,85
285,02	557,18	922,66	930,85	283,11	489,50	672,29	680,48
285,69	558,53	929,98	941,51	279,53	479,60	649,31	655,33
284,74	556,25	927,20	935,05	276,60	471,28	642,37	648,89
284,92	552,12	910,34	919,04	274,14	464,02	630,91	636,59
285,48	551,91	911,90	919,59	272,56	459,42	623,53	628,38
285,16	551,20	911,03	919,23	271,77	454,44	613,15	621,34
284,93	548,85	905,63	913,32	270,62	452,94	611,68	616,86
285,09	549,51	904,98	913,00	267,13	443,23	602,20	609,22
285,77	548,74	901,84	910,37	262,47	430,44	581,81	587,32
286,15	548,49	899,59	906,44	260,03	425,45	568,99	575,85
284,74	545,09	893,41	900,09	257,84	419,31	564,88	571,07
285,10	544,75	890,98	898,50	258,79	421,15	564,83	570,51
283,40	540,39	881,58	887,93	260,95	426,03	571,78	577,46
282,63	536,17	874,02	882,04	254,21	409,03	547,63	555,98
281,43	531,09	859,12	863,80	253,76	408,31	547,01	551,86
281,93	531,55	866,01	871,69	251,22	403,44	537,52	542,54
281,95	531,73	863,91	868,76	249,24	396,31	523,96	528,97
280,20	526,99	857,30	863,65	251,38	401,12	535,50	540,68
280,74	526,98	849,33	854,51	250,98	399,77	534,60	540,12
279,44	523,89	844,77	849,96	252,22	402,38	535,15	540,33
280,05	521,72	845,01	850,36	247,00	390,01	517,53	521,54
279,81	521,66	835,14	842,00	247,23	390,72	519,47	524,32
279,19	518,50	836,54	842,89	249,26	393,96	522,96	528,98
280,10	518,78	832,94	838,12	252,08	399,90	529,56	535,74
278,64	516,74	825,30	831,15	250,49	396,43	524,99	530,51
278,75	516,75	827,12	833,98	246,30	387,62	512,07	515,25
278,77	513,96	822,58	826,09	248,71	391,26	520,16	524,34
278,06	512,18	817,23	822,08	249,78	393,50	522,43	527,61
277,94	509,48	810,04	815,72	248,25	389,02	515,79	520,47
277,20	506,20	810,36	816,21	249,54	390,16	515,91	518,42
276,60	504,87	806,51	810,52	250,12	391,64	515,57	520,92
275,64	501,43	798,45	802,97	247,21	386,97	509,71	514,39
275,16	500,11	793,97	798,65	247,70	389,09	512,83	519,18
274,40	496,82	783,87	788,05	244,43	380,88	500,65	503,15
274,04	496,50	785,61	790,79	244,16	379,28	499,68	504,19
274,22	495,87	780,50	784,51	240,83	372,20	486,22	491,91
274,25	494,21	783,36	787,54	239,39	368,55	482,18	484,35
273,67	492,28	768,78	774,47	240,49	370,26	484,49	487,17
272,51	489,34	765,57	769,08	235,15	359,71	468,79	472,30
271,85	486,34	763,01	767,35	237,55	364,72	473,79	478,64
270,66	483,30	757,94	763,62	227,43	342,90	446,20	450,22
270,48	481,69	753,51	758,36	230,03	348,98	453,43	456,10
270,35	480,52	750,86	754,70	232,52	352,63	455,40	460,41
268,10	475,13	737,80	740,48	232,10	352,32	455,96	459,81
267,12	472,26	735,44	738,61	231,17	350,06	454,47	458,65
265,98	467,43	724,84	727,85	230,92	349,55	452,57	455,41
264,31	462,38	714,71	717,55	230,42	348,44	451,02	454,19
263,06	459,39	716,13	720,14	226,26	339,92	439,48	442,15
262,53	458,35	705,56	709,41	228,52	343,58	445,36	448,36
263,24	458,19	707,09	710,10	223,93	333,26	429,55	432,06
263,44	457,05	698,61	702,29	223,82	333,58	429,00	432,18
262,06	454,10	697,92	701,10	221,76	329,49	422,83	424,67
262,10	451,59	689,92	693,93	220,14	325,48	417,54	420,22
261,49	451,18	688,56	691,07	222,24	329,16	422,23	424,91

262,17	451,00	685,46	690,47	223,64	332,69	428,05	430,56
262,10	450,97	686,06	689,90	222,13	328,83	422,92	425,60
260,44	446,16	682,12	685,97	214,40	314,44	404,08	405,92
260,50	445,81	680,54	683,72	217,60	321,11	408,39	410,73
261,32	447,29	680,16	683,17	218,07	321,06	411,18	413,35
258,43	441,11	670,33	673,51	212,24	310,77	396,50	398,84
258,52	439,15	665,52	667,86	213,58	312,58	399,95	401,78
259,05	439,88	665,33	668,01	209,65	305,42	387,83	390,17
257,74	436,58	660,14	663,65	210,65	307,25	390,41	393,25
256,96	433,83	653,06	654,56	210,14	306,25	389,56	391,07
255,79	432,16	650,12	654,13	208,35	302,03	385,45	388,46
255,84	430,67	654,26	657,10	207,15	299,94	381,49	383,16
254,36	426,97	640,33	643,00	208,01	301,54	383,22	384,56
255,76	430,16	646,86	650,38	205,68	297,40	375,81	377,65
255,42	428,09	643,81	646,49	202,05	290,30	368,64	371,31
254,69	426,96	641,81	644,65	206,46	296,90	375,17	377,51
253,85	424,30	634,17	636,51	205,09	295,62	376,15	377,65
254,39	424,05	635,52	638,36	203,33	291,94	369,59	371,43
254,98	425,37	634,86	637,37	194,98	277,16	350,36	353,03
255,00	425,42	635,16	637,84	200,32	285,99	362,32	365,66
253,71	422,32	627,63	631,81	198,41	282,40	353,86	355,36
254,86	425,44	632,78	634,45	198,54	283,39	356,65	359,32
252,28	418,46	621,78	623,62	198,24	281,68	356,86	358,03
252,88	418,78	621,31	622,99	195,45	276,39	348,87	350,88
252,72	418,62	620,76	622,93	191,95	272,03	340,15	341,65
251,60	415,70	612,63	614,64	189,71	267,45	334,15	336,82
252,79	417,71	618,99	620,16	187,75	263,47	328,01	330,18
251,32	414,81	612,26	616,27	193,59	273,00	342,96	345,13
248,61	408,90	602,72	605,89	190,01	267,53	334,56	336,40
250,36	412,01	607,40	608,74	189,79	267,18	332,90	333,90
250,29	411,51	606,38	608,72	188,97	265,05	332,35	334,19
248,04	405,18	595,65	597,66	189,10	265,61	332,22	333,72
249,33	408,39	598,35	601,19	187,21	261,54	323,72	323,89
248,21	405,31	591,55	593,89	183,15	254,99	316,61	317,95
246,92	402,57	588,37	590,88	183,68	256,06	318,33	319,50
241,59	390,11	573,00	577,35	183,36	255,98	319,02	321,53
241,14	387,89	567,48	568,82	181,40	252,10	312,99	315,00
240,06	386,82	558,82	561,50	182,89	254,64	315,22	316,55
236,48	378,08	549,17	551,51	180,43	250,30	310,37	311,21
235,70	376,93	546,47	550,15	177,81	245,88	303,88	304,88
236,97	378,04	549,94	553,62	175,27	241,88	299,93	301,43
236,26	376,57	548,24	551,42	171,38	235,53	289,83	291,84
237,25	379,15	547,56	549,90	173,81	239,33	296,75	298,76
236,52	377,01	546,84	549,18	172,31	236,41	291,93	293,60
236,88	376,63	545,06	549,41	171,33	234,71	291,90	293,57
235,55	374,80	539,85	542,53	170,33	233,94	286,97	287,81
235,33	373,73	542,59	544,76				
233,51	368,95	531,57	534,91				
232,91	367,58	530,60	532,44				
228,75	359,94	523,00	529,19				
227,63	356,98	518,98	522,16				
226,25	354,04	512,46	515,97				
225,24	350,93	505,05	507,89				
223,62	348,22	503,20	506,20				
219,54	338,86	486,61	489,95				

**Πείραμα 9**

**Πείραμα 10**

PM1.0 (ug/m <sup>3</sup> )	PM2.5 (ug/m <sup>3</sup> )	PM5.0 (ug/m <sup>3</sup> )	PM10.0 (ug/m <sup>3</sup> )	PM1.0 (ug/m <sup>3</sup> )	PM2.5 (ug/m <sup>3</sup> )	PM5.0 (ug/m <sup>3</sup> )	PM10.0 (ug/m <sup>3</sup> )
63,61	181,81	415,96	453,74	181,71	301,12	459,32	484,56
99,29	132,80	220,93	243,00	147,12	216,92	324,70	344,25
91,63	121,87	211,61	228,83	181,49	304,15	475,56	501,47
129,49	186,30	310,06	329,95	235,96	465,43	746,41	773,65
142,10	213,52	362,58	380,13	240,87	479,10	765,66	790,06
148,18	225,24	378,51	397,23	258,04	523,37	814,31	840,89
202,24	360,45	613,52	637,76	281,98	605,27	919,93	943,67
259,13	541,34	944,07	969,48	280,45	604,31	928,08	947,80
289,64	796,22	1513,54	1550,65	294,98	676,70	1041,02	1056,07
268,47	585,31	1036,45	1072,89	287,78	630,21	964,34	985,57
267,84	574,93	1018,39	1047,64	282,74	605,74	930,80	950,53
281,23	612,98	1061,68	1090,10	279,11	585,38	903,19	919,24
282,13	618,39	1083,98	1111,39	267,19	539,46	837,90	852,45
290,27	639,13	1093,36	1117,93	263,87	523,37	807,63	823,68
301,57	693,30	1179,42	1201,48	264,71	523,36	808,55	821,93
294,35	677,48	1169,16	1191,56	264,23	519,28	803,56	816,77
288,84	640,95	1118,02	1141,93	263,70	518,54	802,32	815,86
290,63	645,89	1117,95	1144,03	263,67	517,06	799,12	813,83
290,57	644,38	1114,98	1136,21	260,94	506,90	784,03	794,56
292,18	648,69	1124,32	1147,39	259,22	498,61	767,82	779,02
289,42	638,39	1098,51	1119,41	258,90	496,37	765,23	778,27
290,87	642,57	1098,69	1122,26	258,11	491,36	750,04	761,58
291,13	637,75	1095,97	1117,03	257,86	491,08	753,66	763,53
288,91	625,94	1075,12	1098,19	258,25	488,94	751,94	763,98
291,95	634,92	1089,70	1112,09	258,32	487,53	749,60	759,63
288,13	625,04	1071,77	1089,66	256,88	481,89	737,00	743,69
288,27	622,83	1071,70	1090,92	255,62	475,96	729,71	738,40
287,38	617,37	1061,79	1081,34	256,65	475,60	725,25	736,12
290,69	624,91	1075,13	1097,53	255,26	470,78	718,32	727,01
286,89	610,26	1048,20	1065,75	256,22	472,54	723,15	731,51
283,46	599,73	1025,61	1046,00	254,83	469,58	717,79	727,99
287,51	608,83	1039,60	1057,32	254,14	466,45	711,84	720,53
286,20	600,43	1027,10	1045,82	255,52	467,64	716,02	725,88
284,75	596,00	1014,63	1032,69	254,09	463,90	703,35	710,20
284,38	592,47	1013,52	1027,90	254,10	461,98	697,90	707,43
282,12	584,41	990,69	1002,90	253,00	459,22	695,08	703,77
281,63	581,15	980,81	996,19	253,12	457,87	697,12	705,64
280,80	580,18	977,83	990,87	253,00	456,06	693,84	702,87
282,35	581,76	986,18	999,05	253,69	456,28	690,18	698,04
284,10	585,02	990,86	1008,08	251,92	450,71	681,02	687,04
284,00	585,29	987,02	1000,56	251,97	450,23	673,14	681,00
283,93	582,44	976,64	993,19	251,66	448,37	672,51	679,87

283,98	578,36	971,31	984,18	249,81	444,01	664,10	671,12
283,33	576,34	973,64	986,01	249,82	442,00	667,75	675,27
283,17	576,62	963,17	978,39	251,20	444,40	668,06	675,75
284,06	576,38	965,84	978,21	250,68	442,78	663,45	668,80
283,01	570,80	952,95	965,15	251,04	441,77	665,20	672,39
281,02	565,53	943,08	953,95	249,29	436,56	649,48	656,67
283,73	570,76	952,89	967,26	248,91	434,20	648,08	654,77
283,12	567,13	948,17	962,04	246,92	429,33	644,22	651,40
284,28	569,33	943,33	956,04	245,50	423,83	633,12	640,14
285,68	573,01	949,89	960,59	245,95	425,79	635,01	641,53
285,79	574,49	955,28	967,15	245,23	423,14	624,96	629,98
283,67	566,19	935,91	947,78	245,11	423,01	627,80	633,82
282,69	560,27	926,01	936,88	246,24	422,97	624,42	631,11
283,74	563,65	932,32	942,68	246,23	420,38	618,97	624,65
284,13	563,95	929,15	939,35	246,36	421,54	621,21	628,57
284,63	564,68	927,34	937,37	246,94	421,04	623,68	630,54
285,55	566,41	928,71	940,41	246,43	420,89	620,69	626,88
283,61	559,39	919,49	930,03	245,60	417,95	609,64	614,49
283,48	558,90	914,36	925,73	245,17	416,27	612,73	618,24
283,83	556,93	908,30	918,50	245,67	416,21	613,27	617,79
284,33	556,41	904,17	915,37	245,29	414,32	606,89	611,24
284,15	554,88	907,25	918,28	244,36	412,48	607,91	612,43
284,69	555,62	901,48	908,50	244,36	411,81	601,30	605,82
286,56	558,97	906,93	915,12	243,78	409,21	600,48	605,50
283,77	552,58	893,99	901,68	245,29	412,73	603,89	608,91
282,37	550,23	893,99	904,86	245,04	412,66	600,46	604,47
283,15	548,07	885,81	895,17	244,24	408,86	596,54	601,55
282,11	543,70	876,35	886,88	245,71	411,53	596,59	601,11
282,44	546,74	881,46	888,31	244,01	406,04	591,28	596,13
283,59	546,73	884,21	892,40	244,21	407,59	594,95	599,97
284,15	547,94	881,71	887,56	244,76	407,06	589,56	593,57
284,94	547,19	874,55	881,74	245,22	408,52	596,43	601,78
284,74	549,01	882,83	891,52	244,44	406,86	588,67	593,01
283,83	543,72	868,49	872,84	244,45	405,98	590,92	595,27
283,37	541,92	862,53	870,22	243,73	402,28	582,33	585,34
282,24	537,96	860,14	868,33	243,36	401,35	576,55	581,73
283,60	539,51	861,08	866,43	244,01	401,57	573,31	578,49
281,72	535,22	850,32	860,01	244,05	401,58	578,31	582,33
282,35	537,46	856,07	862,42	244,65	401,41	576,51	580,02
279,93	528,00	834,88	841,73	245,54	403,35	581,25	585,43
281,16	533,36	845,28	853,30	244,82	399,90	572,87	576,88
280,93	530,54	836,57	842,76	244,82	399,73	570,02	575,21
282,64	534,27	849,40	858,10	244,64	399,92	569,19	573,70
279,88	525,13	829,02	836,21	244,77	399,51	568,63	572,64
282,62	531,96	833,93	839,62	244,86	398,09	570,24	573,92
280,74	526,93	826,12	831,47	244,71	399,05	569,63	573,81



280,81	525,47	826,17	831,52	243,66	395,03	562,17	566,35
280,00	521,72	815,38	822,57	243,12	394,49	559,71	563,22
279,48	521,77	815,11	819,12	243,80	393,16	558,23	561,40
279,60	519,38	811,30	816,15	243,27	392,87	556,14	559,98
279,36	517,18	809,54	815,90	242,55	391,27	555,09	558,43
278,34	513,10	796,41	800,09	242,29	390,75	554,94	559,12
281,43	521,44	811,13	814,97	241,59	389,66	552,23	555,57
279,57	517,09	803,25	809,27	241,62	388,52	547,97	552,32
279,68	514,37	800,57	804,75	239,04	382,34	536,94	539,95
278,98	514,86	793,89	798,40	238,53	379,85	534,87	539,21
280,19	516,00	799,57	805,08	239,47	382,92	535,87	540,05
279,33	514,32	792,74	798,26	239,62	381,82	537,47	541,14
278,16	509,08	784,23	788,74	238,59	380,00	530,82	535,67
276,88	505,08	775,55	779,06	238,14	377,73	527,19	531,04
280,55	515,93	795,13	799,81	238,66	377,94	528,87	533,88
278,88	511,12	784,95	788,62	239,31	379,61	529,03	533,71
279,70	511,20	783,10	786,28	238,45	376,79	523,82	526,33
278,13	507,82	772,14	776,65	237,76	375,33	524,14	527,48
278,42	505,80	771,73	776,24	236,44	372,32	519,09	522,77
275,23	497,23	753,88	757,56	236,20	370,74	516,21	520,05
278,22	504,18	769,08	774,43	235,70	369,85	517,95	521,46
280,07	507,98	775,94	780,11	236,32	370,24	516,04	519,05
274,10	492,39	748,69	751,87	235,73	369,92	511,86	516,71
277,14	499,17	753,69	757,54	235,25	368,77	511,76	515,44
273,99	490,30	739,05	743,73	235,62	367,77	511,90	514,57
274,86	491,45	742,61	745,78	235,29	367,45	510,97	514,99
278,37	500,47	755,63	759,48	235,28	367,22	509,41	510,91
275,56	493,60	746,07	747,91	234,60	364,37	503,45	506,96
273,74	488,50	735,96	739,97	232,96	360,26	501,05	503,56
276,01	494,09	743,95	749,80	232,12	358,97	494,23	497,74
274,99	490,32	734,27	737,78	233,02	359,34	493,71	496,55
274,17	487,93	733,63	737,48	232,43	359,15	491,86	494,87
272,01	482,90	720,83	724,01	233,17	359,30	494,28	496,79
270,48	476,08	713,86	717,88	231,39	355,27	489,58	493,26
272,29	481,13	719,91	722,75	230,96	355,71	488,04	491,55
272,41	482,02	721,27	724,78	230,21	353,85	483,94	486,28
269,15	473,04	705,06	707,57	229,35	351,90	482,73	486,91
270,46	476,51	710,87	715,38	229,29	350,87	480,71	485,05
271,67	477,89	711,22	714,73	228,38	348,63	479,68	482,02
270,77	476,90	709,77	713,78	228,85	350,55	478,91	482,92
270,68	475,57	706,02	709,03	227,56	347,39	475,18	477,86
269,45	471,65	702,07	706,25	227,29	347,53	476,01	480,19
268,91	468,67	694,78	697,79	226,26	344,56	470,01	473,69
269,04	468,32	691,50	693,67	226,43	345,16	470,42	473,43
268,99	468,69	691,91	695,75	226,99	346,52	471,70	475,05
268,45	466,15	691,92	694,43	226,37	343,74	468,65	471,83

266,93	464,02	679,11	681,29	226,34	343,72	465,95	469,46
266,31	459,94	677,87	679,71	225,22	340,93	464,00	466,51
265,57	460,64	678,12	681,46	226,79	344,54	464,85	466,86
265,71	460,76	674,85	678,70	226,81	344,22	463,95	466,96
266,14	460,29	674,44	677,78	226,22	343,73	464,94	467,44
266,14	459,11	673,24	676,41	226,47	343,96	466,74	469,25
266,08	456,98	670,07	673,74	226,19	342,32	463,22	466,23
266,38	458,87	667,74	669,74	226,71	343,65	464,47	466,64
265,73	457,21	667,00	669,50	226,39	341,49	458,71	461,22
266,37	457,11	665,87	668,38	226,22	342,02	458,45	460,46
265,61	455,08	664,99	667,83	225,81	340,80	460,59	462,42
264,55	452,32	657,89	658,89	226,65	342,95	460,09	463,26
262,85	448,41	648,15	651,66	227,11	341,83	463,33	466,34
262,66	447,17	645,79	648,47	226,70	341,56	460,10	462,27
263,56	448,21	650,74	651,74	226,34	340,26	456,89	459,57
264,36	449,87	655,29	658,30	226,17	340,61	454,21	456,55
263,69	449,40	648,04	650,55	225,61	339,76	456,44	458,61
263,88	448,68	647,16	649,50				
263,46	448,28	642,77	644,11				
263,24	446,08	646,65	649,49				
263,09	444,59	641,65	644,33				
263,62	447,59	643,12	645,46				

**Πίνακας 3 : Συγκεντρώσεις Αιωρούμενων Σωματιδίων σε συνθήκες διαφοράς πίεσης  $\Delta P = 0.1 - 4 Pa$**

**Πείραμα 1**

**Πείραμα 2**

< 1 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	1 - 2.5 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	2.5 - 5 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	5 - 10 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	< 1 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	1 - 2.5 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	2.5 - 5 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	5 - 10 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )
70,93	391,29	4025,20	1784,43	98,24	632,26	6491,49	4128,31
102,14	593,01	6298,70	3127,87	100,79	654,14	6765,92	4237,28
120,57	771,59	8653,01	5077,57	97,09	614,06	6313,05	3865,04
113,55	710,58	7802,66	4405,49	91,89	568,89	5756,69	3350,19
112,56	695,37	7639,03	4067,61	88,97	552,28	5726,71	3603,22
103,81	623,32	6703,03	3563,73	83,88	509,34	5124,28	3103,00
106,17	646,67	7140,54	4171,46	81,26	488,77	4920,06	2941,38
102,45	620,74	6880,83	4038,36	69,24	397,58	4038,64	2300,01
93,67	542,42	5910,82	2852,89	67,27	387,11	3851,14	2120,83
95,21	556,90	5969,60	2899,69	74,89	454,17	4751,04	3028,41
91,67	535,67	5751,67	2827,29	80,64	491,50	5087,08	2947,96
96,23	570,65	6245,58	3475,97	86,78	537,26	5534,46	3185,64
98,24	595,37	6697,91	4142,21	82,55	505,63	5311,23	3261,70
102,22	628,34	7135,24	3873,81	86,07	534,49	5592,79	3186,37
103,59	645,18	7309,57	4479,35	80,88	493,84	5241,66	3127,13
92,20	541,24	5927,18	3228,06	78,04	469,24	4892,73	2702,24
96,32	591,58	6699,09	4248,98	82,45	505,65	5317,72	3466,47
96,33	586,67	6663,44	4117,34	80,15	491,68	5163,04	2931,87
92,47	558,72	6416,80	4077,12	78,40	474,04	4960,47	2756,35
93,88	559,79	6209,57	3444,53	78,08	468,73	4898,67	2912,13
91,85	551,94	6232,24	3364,81	77,69	470,86	4893,09	2803,16
93,41	558,97	6285,26	3330,44	77,35	465,62	4889,71	2690,53
89,86	527,53	5836,41	2985,26	76,07	450,56	4683,20	2701,50
86,10	497,77	5560,43	2675,18	75,31	453,06	4648,38	2387,04
85,09	498,01	5572,86	2825,10	69,93	404,09	4250,26	2325,60
81,90	472,58	5198,51	2528,18	78,80	474,12	4955,07	2327,80
81,71	474,55	5177,21	2443,35	80,71	488,92	5063,49	2378,99
82,14	473,61	5183,16	2409,71	77,34	469,43	4926,74	2404,59
82,16	479,18	5281,70	2494,54	74,80	439,28	4632,38	2373,87
78,62	447,16	4887,61	2239,31	68,21	400,85	4212,32	2419,21
79,82	454,10	5027,20	2387,04	69,13	403,64	4253,92	2326,34
79,53	454,92	4993,29	2259,05	69,92	406,65	4290,12	2165,45
80,22	461,89	5037,26	2112,06	72,37	432,62	4494,25	2477,72
78,35	443,76	4889,80	2152,28	70,73	410,43	4320,74	2289,77
77,73	442,38	4849,22	2033,81	71,30	417,32	4416,55	2147,89
79,25	453,68	4975,64	2201,28	70,20	409,18	4251,27	2148,62
81,51	468,46	5117,88	2109,86	71,19	414,51	4357,13	2147,89
83,01	480,88	5209,67	2081,34	72,89	433,29	4660,90	2054,28
80,59	460,07	5024,73	2071,84	73,17	433,56	4552,21	1932,15
81,04	467,61	5158,75	2136,92	73,09	435,09	4584,93	1817,34
80,07	464,08	5060,66	2124,49	73,23	436,59	4601,57	2196,16
81,72	468,99	5165,51	2242,23	74,66	439,27	4591,88	2046,97
77,52	440,95	4832,76	2048,43	73,84	429,68	4346,61	1447,29
79,64	453,25	5057,82	2004,55	73,51	428,75	4315,99	1463,38
76,97	441,46	4830,20	2010,40	73,08	434,17	4516,37	1663,03
77,35	439,37	4801,31	1889,01	74,11	431,33	4570,40	1622,80
73,93	416,76	4466,37	1693,74	72,64	428,85	4513,36	1705,44
72,75	414,24	4492,42	1719,34	72,64	424,14	4522,68	1676,19
74,74	419,22	4601,39	1650,59	72,01	419,56	4305,84	1346,36
72,00	402,17	4380,53	1682,77	72,91	417,79	4300,72	1478,73

72,68	409,32	4411,24	1626,46	72,14	420,51	4434,46	1611,83
72,02	404,04	4461,07	1600,86	72,51	424,11	4498,09	1648,40
72,83	408,49	4489,59	1647,67	71,47	419,35	4374,86	1540,90
72,69	409,29	4469,84	1678,38	72,69	424,18	4384,19	1376,35
74,40	418,64	4572,14	1645,48	71,86	414,34	4298,71	1293,71
76,70	435,58	4712,55	1813,68	70,62	410,58	4207,48	1257,87
74,45	423,21	4605,78	1714,22	72,02	420,69	4315,99	1297,37
76,29	433,69	4772,33	1769,80	71,60	411,84	4132,70	1322,96
73,61	411,49	4549,10	1631,58	70,04	402,52	4050,34	1358,07
74,50	416,89	4550,47	1603,79	68,76	397,05	4070,17	1322,23
73,88	412,66	4502,02	1554,79	69,57	395,78	4059,02	1281,28
72,91	412,37	4503,03	1580,39	68,56	391,67	4018,25	1360,26
71,52	403,74	4380,80	1553,33	69,15	394,19	4040,56	1194,25
72,10	404,78	4355,02	1472,15	69,05	397,10	4123,01	1132,09
71,91	403,06	4384,55	1488,97	69,52	402,28	4165,89	1328,81
71,71	405,18	4428,80	1447,29	71,21	408,25	4210,50	1247,64
70,63	394,55	4325,68	1496,29	70,68	401,66	4014,05	1163,53
70,48	390,99	4260,59	1484,58	69,79	395,57	3920,53	1124,04
71,06	394,41	4311,42	1496,29	69,37	391,84	3912,30	1143,06
71,49	397,81	4331,07	1450,21	68,94	392,78	3921,17	1213,99
72,23	408,48	4413,26	1472,88	68,45	388,36	3942,47	1105,76
71,56	402,18	4393,42	1393,90	68,10	383,11	3865,22	1179,62
71,25	391,79	4340,95	1518,96	67,68	389,28	3937,35	1264,46
71,75	399,27	4330,80	1508,72	67,44	381,64	3876,56	1335,39
71,28	400,67	4377,42	1443,63	68,32	389,78	3944,48	1239,59
70,77	399,47	4315,44	1555,52	67,08	377,55	3827,74	1249,10
70,60	394,87	4289,84	1528,46	67,84	385,18	3917,88	1120,39
70,27	393,00	4283,99	1469,96	68,42	390,92	3934,15	1207,41
70,47	392,61	4289,30	1420,23	66,50	376,34	3802,14	1439,24
70,65	393,62	4309,96	1391,71	66,45	371,54	3776,55	1269,58
70,90	397,95	4276,86	1341,98	65,93	376,40	3863,39	1230,08
70,59	395,48	4242,31	1404,14	67,23	377,44	3822,07	1219,11
71,25	397,76	4356,49	1383,66	66,63	372,32	3832,68	1306,14
69,88	390,28	4259,22	1371,96	64,91	361,55	3679,19	1197,91
71,30	396,86	4353,47	1360,26	64,66	362,78	3700,86	1094,06
70,48	390,78	4205,47	1241,05	66,28	368,45	3679,92	1203,03
69,70	389,72	4272,38	1325,89	66,36	366,42	3750,13	1237,40
69,55	386,71	4206,20	1301,75	66,02	365,91	3779,56	1148,18
69,59	383,85	4232,16	1333,93	64,54	362,62	3687,51	1192,79
69,22	386,97	4156,84	1231,55	64,45	356,46	3628,91	1148,91
69,25	382,78	4117,89	1249,83	65,44	362,39	3684,58	1072,12
69,23	375,82	4134,26	1243,25	64,85	359,64	3639,33	1139,40
68,79	380,76	4137,82	1203,76	65,49	361,02	3630,19	1047,98
68,61	382,19	4109,30	1167,19	65,05	360,60	3628,55	1091,86
67,91	371,82	4001,80	1172,31	63,07	346,32	3559,89	1151,10
68,47	375,48	4030,68	1080,16	62,35	348,81	3514,55	993,14
68,80	380,59	4113,14	1148,91	62,66	352,96	3549,56	942,67
67,87	377,67	4028,58	1170,85	63,20	348,39	3552,22	1006,30
68,32	375,48	4043,85	1109,42	64,87	359,05	3573,79	996,06
68,74	380,19	4075,93	1067,00	65,04	360,39	3635,49	1018,73
68,86	383,47	4179,05	1208,88	65,41	360,56	3598,65	1037,75
68,84	379,21	3995,30	1105,03	65,85	366,00	3666,30	1103,57
68,43	379,90	4070,45	1116,73	65,38	360,38	3641,16	1044,33
67,50	378,39	3993,39	1124,04	65,51	363,29	3670,60	1029,70
67,67	374,44	3995,12	1131,36	65,39	364,39	3673,98	1042,87
66,06	357,19	3820,06	994,60	65,75	364,97	3671,15	976,32
66,31	364,02	3902,24	1107,95	64,75	354,50	3601,85	1050,91
64,93	354,53	3810,01	1015,81	64,63	355,40	3637,96	1042,13

66,49	362,34	3929,76	989,48	65,33	358,78	3642,53	1053,84
66,47	365,92	3963,13	1047,25	65,45	365,01	3706,98	1131,36
65,93	362,47	3888,81	1025,31	65,31	365,03	3787,79	1060,42
65,80	360,92	3903,98	1052,37	64,97	358,10	3779,93	1115,27
65,67	362,89	3933,05	1127,70	60,68	329,48	3364,54	1029,70
65,13	361,07	3827,92	988,75	61,18	332,75	3362,44	916,35
64,58	354,10	3801,60	1061,88	60,52	329,51	3369,75	925,85
64,42	350,47	3704,60	845,41	60,81	330,42	3394,25	960,23
63,92	345,53	3621,42	905,38	60,17	326,83	3333,73	892,94
63,64	343,49	3650,94	884,90	60,35	331,59	3353,84	925,12
61,84	332,59	3552,76	812,50	60,40	330,10	3347,08	893,68
62,09	332,70	3522,51	778,86	60,38	326,43	3319,11	900,99
61,50	331,21	3462,45	796,41	62,30	342,44	3468,94	861,50
62,26	335,80	3538,14	781,78	62,56	341,00	3419,75	831,51
62,74	339,07	3567,57	796,41	62,62	343,79	3453,03	827,13
62,77	341,34	3582,29	805,19	63,23	347,48	3572,69	911,23
62,86	340,79	3550,30	793,48	62,01	336,43	3484,84	938,29
62,57	335,73	3551,12	830,05	61,18	332,55	3368,29	833,71
57,78	309,13	3187,19	652,34	60,77	329,52	3327,79	872,47
57,87	302,63	3165,35	672,82	61,40	332,58	3345,34	921,47
55,82	291,51	3046,78	661,85	58,90	318,33	3265,99	852,72
56,76	302,58	3121,74	680,13	58,93	321,04	3218,09	869,54
54,47	287,44	2944,67	650,15	59,48	324,34	3223,67	858,57
54,05	279,68	2891,83	634,79	59,81	323,89	3296,16	876,12
53,85	281,44	2924,28	647,22	59,96	328,28	3280,71	936,82
54,83	284,11	2977,76	636,98	60,48	325,98	3305,21	858,57
55,71	288,13	3015,97	655,26	59,96	327,19	3339,49	840,29
54,94	290,94	2998,88	642,10	59,85	323,64	3349,82	849,07
55,40	288,50	3011,40	664,04	61,30	334,71	3325,51	855,65
53,83	279,11	2908,65	579,94	60,71	326,21	3389,86	868,08
54,38	281,21	2976,48	669,89	58,97	316,34	3207,31	811,04
53,25	272,30	2838,44	596,76	60,76	328,80	3389,31	799,34
54,49	285,34	3000,34	623,82	59,33	315,84	3209,96	770,81
53,23	274,69	2879,22	612,12	58,47	312,16	3112,32	807,38
52,82	271,99	2866,23	600,42	57,74	307,79	3173,57	825,66
52,30	272,80	2805,17	594,56	57,16	306,68	3141,58	751,80
53,13	273,08	2837,35	583,60	58,94	320,84	3307,95	787,63
51,47	261,44	2729,39	545,57	59,31	321,06	3313,62	808,84
50,24	258,79	2692,73	527,28	59,24	322,88	3252,46	748,14
50,82	263,06	2725,82	533,13	57,05	304,78	3101,45	724,01
51,60	267,04	2747,21	530,94	60,38	323,63	3190,85	658,92
51,47	268,12	2741,54	563,85	60,41	326,25	3288,57	743,75
52,13	271,72	2785,70	573,36	60,40	328,55	3271,39	669,16
52,93	274,37	2833,78	513,39	59,65	317,77	3117,44	619,43
52,76	270,96	2828,02	590,18	57,69	308,25	3154,56	666,97
51,89	266,91	2769,06	607,00	58,71	319,25	3216,45	748,14
53,02	275,62	2825,83	535,33	57,53	313,89	3204,75	754,72
52,79	279,63	2867,79	580,67	57,26	304,92	3032,15	726,93
53,76	285,70	2870,71	543,37	58,52	310,54	3055,01	639,91
53,56	279,75	2876,84	501,69	57,10	302,03	2995,31	650,15
53,06	273,64	2814,59	533,87	57,21	302,50	2984,53	646,49
53,79	275,64	2856,64	552,88	56,93	302,92	3013,60	647,22
52,49	274,11	2799,78	508,27	58,76	313,86	3098,43	631,86
53,06	274,52	2791,00	496,57	58,64	310,22	3080,88	595,30
52,68	271,65	2805,54	525,82	58,87	315,43	3137,65	629,67
51,90	270,41	2739,99	512,66	58,61	310,64	3060,49	634,06
52,20	270,22	2720,43	477,55	59,10	317,03	3143,31	585,06
52,11	271,58	2758,18	483,40	58,92	314,76	3093,13	581,40

52,13	267,88	2723,17	479,75	58,29	309,95	3018,72	599,68
51,71	266,18	2706,99	491,45	57,48	305,90	3032,61	616,50
51,58	262,04	2686,06	468,78	57,49	304,11	3084,08	659,65
51,76	269,16	2703,42	455,61	57,45	306,35	3043,31	646,49
51,57	265,60	2678,83	480,48	56,77	303,94	3055,10	674,28
51,93	266,67	2718,60	474,63	56,18	298,38	2999,52	637,71
51,89	268,57	2724,27	482,67	55,01	299,61	3031,24	661,85
51,41	264,60	2725,00	536,06	56,65	301,91	3045,50	721,08
51,54	265,62	2744,29	473,17	56,64	306,65	3160,32	730,59
51,11	263,73	2702,42	479,02	56,70	299,25	3024,20	699,14
51,79	265,77	2679,66	474,63	56,28	298,88	3006,10	669,89
51,53	264,82	2664,12	445,38	55,04	288,98	2866,69	571,89
51,28	263,75	2716,41	444,64	55,89	293,99	2840,27	557,27
51,10	261,77	2682,40	463,66	56,34	290,98	2894,30	525,82
50,58	259,99	2635,96	429,29	56,97	301,22	2949,24	524,36
51,25	259,40	2672,62	416,12	57,04	299,99	2910,57	555,07
51,06	259,60	2640,44	447,57	55,77	294,71	2804,90	502,42
50,88	262,56	2661,74	419,05	55,90	291,31	2836,89	541,91
51,69	266,56	2701,69	468,05	56,23	293,77	2902,25	576,28
52,12	264,25	2670,15	375,17	56,64	300,85	3074,20	585,06
51,02	259,24	2630,02	405,88	58,45	310,17	3072,74	546,30
51,31	260,31	2603,60	374,44	56,67	302,94	3034,71	525,09
51,04	256,90	2608,26	389,06	57,36	298,14	2886,35	552,88
50,91	258,88	2574,71	380,29	57,07	299,95	2906,18	528,01
50,61	257,21	2573,16	372,97	56,99	298,40	2862,94	463,66
50,20	258,57	2576,91	385,41	56,68	300,26	2911,49	509,00
50,44	256,86	2513,28	345,18	57,20	303,60	2981,33	538,98
49,62	253,36	2494,08	342,26	56,51	304,20	3007,20	518,51
49,20	247,71	2487,41	362,00	56,13	299,83	3034,53	530,21
50,79	258,64	2526,90	349,57	56,48	297,92	2970,17	511,19
49,10	251,61	2478,27	329,83	56,40	297,36	2981,78	492,18
49,42	249,64	2482,84	356,89	56,35	295,11	2883,33	451,96
49,33	249,83	2496,83	329,83	55,00	290,12	2925,38	481,21
49,25	249,82	2476,17	362,74	55,45	290,86	2865,23	498,03
49,53	252,35	2478,63	313,01	55,84	290,88	2888,54	440,99
49,46	249,56	2481,29	360,54	54,79	285,66	2867,24	496,57
49,29	248,59	2483,30	360,54	55,81	286,77	2797,22	450,49
49,26	250,13	2472,97	373,71	55,41	291,43	2796,48	440,99
49,18	248,82	2491,07	351,77	55,17	286,57	2809,56	487,79
49,04	246,04	2434,94	323,98	55,94	290,13	2782,77	530,21
49,10	247,74	2455,41	308,62	55,34	290,00	2787,43	449,76
48,59	245,28	2396,82	323,24				
48,44	247,37	2438,41	310,81				
48,99	247,59	2492,25	314,47				
48,89	245,31	2361,62	302,04				
48,98	247,21	2453,49	334,95				
48,47	242,92	2431,10	347,38				
47,89	241,47	2391,15	305,69				
48,63	244,06	2439,87	334,21				
48,33	239,43	2380,45	308,62				
48,28	243,04	2384,11	315,20				
47,99	241,04	2377,25	325,44				

### Πείραμα 3

< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )
110,9862	690,0706	7963,185	4910,098
125,6192	874,4034	10951,83	9169,319
127,0709	889,5748	11325,53	9470,623
128,2827	910,6085	11689,55	10237,78
118,2512	794,4586	9962,072	8840,224
121,8317	848,5665	10964,53	9942,326
122,0299	838,3841	10762,23	8551,351
119,1536	809,5278	10246,92	8174,72
118,1202	798,4443	10042,06	7249,598
116,338	769,5136	9495,763	6728,896
114,2479	743,6861	9126,81	5947,113
117,1534	779,9376	9712,051	6396,876
116,0747	772,6074	9694,591	6935,129
111,6663	720,8686	8737,29	6066,318
115,0567	778,8506	9884,277	7076,274
114,4651	742,8592	9138,877	5943,456
112,6682	726,6473	8905,22	5694,075
115,4634	770,5728	9567,615	6483,172
115,5496	773,4807	9947,994	7136,243
115,3281	779,7982	9856,487	6672,584
112,3538	738,9665	9106,242	5953,695
110,9248	718,1186	8716,63	5234,805
109,9982	706,3011	8585,906	5170,448
109,6398	708,9582	8646,423	5285,997
111,2612	725,198	8959,429	5755,506
110,0677	719,6144	9013,364	6031,946
113,3257	755,262	9350,412	6230,134
110,7814	721,6861	8959,886	5791,341
109,7203	718,323	8934,564	5847,653
111,5939	740,1928	9218,866	6152,614
111,2122	728,0408	9164,199	6053,886
109,5689	715,4987	9038,686	5928,83
108,0799	705,6972	8707,854	5985,873
108,1728	705,1769	8753,196	5582,914
110,6929	742,1717	9307,721	6214,777
109,6003	744,1041	9517,885	6467,814
106,6363	697,3264	8770,839	5693,344
104,8636	681,7277	8528,863	5887,144
106,3613	691,8451	8661,507	6072,9
107,7793	704,8239	8881,269	5982,947
107,8101	716,8086	9064,191	5726,985
105,6124	690,6745	8831,539	5550,005
106,9647	698,6922	8827,517	5746,73
107,051	706,9142	8899,918	5741,611
104,0467	671,4152	8318,516	5001,513
104,8285	676,2277	8543,307	5346,697
105,0142	676,0791	8335,428	4962,022
103,311	653,2709	7956,786	4224,117
103,3453	656,0209	7994,449	4624,151
102,372	649,5082	7977,903	4842,816

### Πείραμα 4

< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )
24,18	186,63	2585,68	3998,14
23,02	172,91	2379,17	3535,21
24,24	184,73	2439,87	3663,92
22,88	169,74	2315,73	3375,78
18,36	143,53	2127,60	3911,84
21,02	163,34	2360,80	3948,41
23,28	173,62	2334,75	3389,68
23,22	170,72	2338,22	3345,80
23,91	177,26	2400,11	3503,76
23,22	172,31	2298,91	3173,94
22,74	169,02	2246,16	3027,67
20,85	152,45	2090,85	2819,98
20,34	149,75	2036,28	2872,63
21,35	158,74	2164,17	3103,73
22,75	166,38	2343,52	3266,09
23,03	171,55	2392,61	3346,53
22,62	165,87	2246,35	3208,31
22,68	164,14	2254,03	3217,09
22,16	164,87	2252,02	3175,40
22,70	169,80	2297,81	3258,04
23,74	178,49	2424,15	3558,61
23,55	175,40	2423,14	3503,03
23,61	181,34	2541,89	3814,58
24,41	180,82	2451,76	3600,30
22,64	171,08	2407,51	3571,05
22,64	170,29	2284,19	3407,23
24,49	180,65	2450,84	3394,80
24,88	184,61	2555,88	3504,50
26,09	199,14	2650,31	3802,88
25,35	188,28	2530,01	3519,85
26,08	193,48	2608,08	3661,73
26,53	202,70	2687,52	3848,95
25,10	197,00	2707,81	3967,42
25,93	195,74	2652,32	4059,57
26,69	203,42	2757,08	4142,21
25,97	205,66	2753,52	4384,28
25,03	190,81	2634,13	4195,60
25,72	194,28	2693,73	3827,74
25,01	188,98	2581,29	3829,93
24,97	186,57	2574,25	3756,80
25,38	188,77	2526,72	3246,34
25,75	192,07	2654,33	3530,09
26,02	196,79	2707,63	3350,92
26,16	193,45	2588,88	3263,16
25,05	185,53	2526,26	3292,41
24,95	183,33	2527,54	3391,14
25,44	199,98	2941,29	4577,35
24,44	183,71	2617,40	3540,33
25,25	188,66	2590,07	3566,66
26,05	195,54	2797,03	4085,90

102,8173	659,2261	8146,016	4834,771	27,12	207,19	2933,97	4091,75
101,9566	649,3038	7979,549	4514,452	29,11	229,08	3236,56	3878,20
103,3051	659,4491	8053,961	4532,004	27,42	218,48	3205,29	3669,78
103,3161	657,0335	8016,206	4368,188	28,65	227,44	3197,62	3710,73
102,5577	647,9196	7859,612	4265,803	30,57	238,40	3416,10	3854,80
100,921	640,5986	7974,978	4877,188	30,56	248,00	3532,47	3847,49
101,735	646,0057	7904,222	4428,156	29,83	219,67	2859,93	3188,57
102,1504	649,7777	7959,163	4388,665	36,39	289,45	3619,77	3282,91
102,1665	650,2329	8002,585	4617,569	33,75	275,62	3688,52	3305,58
102,5884	655,3891	8018,674	4752,132	30,87	230,65	2888,91	3233,18
101,7657	651,357	7949,016	4235,819	30,47	228,69	2904,81	3236,10
101,1623	631,2431	7703,474	4161,224	26,17	194,39	2574,53	2991,11
101,7372	649,787	7989,056	4422,306	27,19	200,69	2645,74	2985,99
99,32088	618,4965	7317,976	3568,853	27,03	197,85	2612,83	3102,27
99,75236	616,6849	7353,537	3407,23	26,12	194,08	2595,65	3050,35
99,74358	629,0784	7512,965	3455,498	26,02	191,79	2584,68	3024,75
101,0161	652,1932	7911,079	3829,203	26,36	193,68	2587,51	3023,29
98,37235	620,9121	7796,352	4346,98	26,25	193,46	2598,02	3107,39
98,92231	623,7457	7621,749	4099,061	26,22	189,54	2563,92	2983,79
99,76186	626,9695	7665,171	3902,336	26,03	192,69	2582,21	2966,24
100,4288	629,4872	7665,994	3729,744	25,92	192,07	2561,64	2945,03
100,6234	636,0463	7643,14	3818,965	25,85	189,98	2575,08	2860,20
100,4932	637,0218	7714,261	3996,676	25,89	191,35	2523,43	2817,78
99,88546	619,7972	7427,217	3677,088	25,81	190,10	2522,70	2795,11
99,77503	623,6063	7391,748	3293,875	26,03	190,12	2585,41	2881,41
98,28167	616,0067	7409,392	3698,297	26,45	192,29	2569,41	2886,53
98,18733	615,9045	7498,156	3980,587	26,12	192,81	2542,99	2814,13
98,98081	619,4256	7490,294	3465,736	26,30	190,78	2580,74	2788,53
97,43992	608,0819	7385,898	3443,797	25,86	189,63	2543,81	2740,26
97,79973	609,7542	7249,141	3367,739	25,73	189,66	2555,33	2773,91
96,1623	592,1394	7027,733	3162,969	25,65	189,54	2539,33	2712,47
98,55811	611,8724	7433,617	3303,383	25,61	189,43	2520,87	2772,44
96,96309	603,1022	7281,776	3342,874	25,50	184,97	2431,10	2516,48
97,2527	598,9307	7071,155	3047,42	25,58	184,77	2462,54	2654,70
96,73492	593,821	7090,626	3249,265	25,40	183,34	2431,74	2526,72
96,63839	585,8404	7037,788	3206,117	25,33	183,09	2443,99	2522,33
97,96062	603,5667	7152,515	3116,895	25,18	183,71	2437,50	2566,94
97,13788	599,7483	7097,208	2882,141	25,70	190,48	2504,60	2668,59
97,11667	599,8877	7083,862	2896,767	25,67	187,56	2464,56	2430,92
96,59158	591,3962	7039,891	3031,331	25,67	180,75	2448,28	2485,03
96,8278	595,1588	7082,765	3158,581	25,31	180,92	2365,64	2467,48
97,65931	605,2762	7101,231	2943,572	24,72	178,97	2310,06	2335,11
95,40757	584,0102	6825,431	2841,187	25,42	182,54	2413,18	2362,17
95,47851	578,8633	6855,415	2950,154	24,87	179,46	2345,17	2440,42
95,78347	593,9046	7098,762	3230,25	24,67	178,32	2341,79	2419,95
96,63254	600,2314	7302,436	3480,363	24,63	180,18	2392,16	2501,12
95,49021	587,8565	6951,949	3049,614	24,68	177,23	2302,48	2262,71
95,469	587,7171	7017,22	3038,644	24,71	178,28	2321,77	2251,74
94,61409	584,0195	6908,71	3010,122	24,76	177,67	2338,59	2253,20
94,82105	579,0769	6865,013	2980,87	24,81	178,68	2342,33	2202,74
94,73549	578,5474	6710,156	2616,671	25,40	180,87	2426,07	2350,47
94,38591	575,1006	6712,716	2829,486	25,11	177,33	2337,40	2312,44
92,72801	562,0939	6574,861	2949,423	24,78	174,66	2308,14	2199,09
92,83917	556,6404	6432,619	2570,598	24,90	181,94	2393,98	2326,34



93,97637	560,8861	6583,089	2623,984	25,16	183,17	2368,57	2359,25
94,36836	566,3211	6701,289	2721,981	24,75	175,73	2344,89	2223,22
94,5139	584,8092	6865,013	2658,356	24,85	177,70	2372,68	2224,68
94,29304	577,5254	6699,552	2578,642	25,10	181,03	2375,15	2270,76
94,09265	564,8532	6542,775	2504,779	24,55	177,41	2331,00	2237,85
92,18098	558,8422	6493,41	2506,241	24,55	173,83	2279,53	2158,13
91,97036	553,9369	6430,791	2475,526	24,14	175,51	2321,40	2068,91
92,63001	558,7865	6548,442	2406,05	24,43	174,53	2270,85	2099,63
93,1434	563,1437	6557,95	2335,112	24,51	175,04	2320,03	2117,91
93,55586	560,0314	6592,962	2431,647	24,31	174,45	2297,63	2014,06
92,29872	551,1869	6104,073	1778,576	24,56	175,65	2269,93	1929,23
91,99961	549,5517	6260,027	2071,105	24,50	173,21	2266,37	2022,11
91,8219	549,431	6385,723	2319,754	24,53	174,81	2245,98	1848,78
91,04597	544,0146	6403,092	2302,934	24,42	174,65	2293,52	1972,38
91,92721	554,2341	6393,493	2340,963	24,36	175,93	2259,24	1902,90
91,92867	554,5872	6389,563	2212,981	24,48	171,57	2238,39	1913,14
90,11572	538,1058	6196,402	2297,815	24,27	174,50	2240,22	1867,80
89,43706	541,3761	6242,018	2396,543	24,35	172,89	2203,02	1771,99
90,35633	539,8617	6354,916	2518,674	24,42	175,53	2271,58	1908,75
90,60059	542,8626	6281,693	2398,006	24,15	171,76	2228,98	1872,92
89,99579	545,2874	6316,705	2471,138	24,38	171,16	2215,08	1781,50
90,55305	544,4512	6338,187	2301,471	24,20	172,64	2206,95	1761,02
89,17597	529,8001	6046,298	2027,225	23,98	172,33	2207,50	1880,96
88,87979	524,9133	5955,249	1927,034	23,71	170,50	2204,02	1902,17
88,15578	519,6549	5926,361	2027,225	23,57	167,44	2213,35	1910,21
89,55187	532,3457	6083,047	2094,507	23,71	168,91	2125,59	1746,40
89,7976	535,7275	6197,865	2371,678	23,67	170,26	2156,67	1767,61
89,68205	531,7604	6179,125	2021,375	23,81	167,24	2173,58	1695,21
88,66771	530,2647	6120,71	2060,866	23,80	167,50	2172,21	1703,25
90,7527	531,6768	6087,161	1898,513	23,96	170,01	2188,66	1680,58
91,34873	543,7359	6375,028	2109,133	24,03	171,16	2174,04	1728,85
88,2333	528,4251	6117,511	2186,654	24,20	170,61	2161,33	1690,82
87,77037	516,2267	5924,807	2150,087	23,89	167,84	2156,30	1647,67
87,5912	522,0611	5934,223	2071,836	23,79	168,63	2216,27	1860,48
87,71552	516,589	5867,399	1916,796	23,53	165,29	2163,71	1818,80
87,20799	511,8509	5818,309	1991,391	23,50	164,33	2135,92	1747,86
87,09536	511,0147	5907,347	2053,553	23,55	164,39	2139,39	1735,43
86,78089	511,182	5918,043	2076,955	24,10	168,13	2148,72	1710,56
86,90595	510,7639	5784,668	1823,918	23,77	169,15	2156,58	1755,17
85,75851	501,8357	5695,995	1853,902	23,52	164,63	2148,99	1603,79
85,36067	495,2023	5673,415	2041,852	23,86	165,45	2139,30	1655,71
86,0386	499,4388	5653,67	1754,442	23,94	168,11	2072,02	1588,43
85,47475	496,0849	5600,557	1841,469	23,37	165,66	2118,91	1625,00
84,97745	500,6001	5705,593	1879,498	23,65	167,12	2144,05	1615,49
84,58839	492,3966	5559,329	1709,831	23,51	165,16	2152,65	1693,01
84,49332	490,362	5539,949	1665,221	23,60	164,11	2134,46	1585,51
83,72177	494,9979	5578,8	1758,099	23,69	163,93	2079,97	1516,76
85,20636	501,8915	5624,874	1663,758	23,41	163,71	2103,83	1578,92
83,20985	482,8831	5517,644	1708,369	23,70	165,64	2114,07	1607,45
83,8227	484,2767	5452,282	1591,357	23,73	169,72	2152,92	1621,34
83,40292	481,5731	5346,149	1516,031	23,34	162,04	2049,99	1488,24
83,87901	484,0537	5381,252	1553,328	23,10	160,21	2049,62	1510,18
84,23443	484,9363	5475,227	1665,952	23,19	161,20	2065,35	1637,43
84,01138	496,4751	5519,746	1595,014	23,19	161,66	2017,63	1507,99

83,92142	481,9262	5381,983	1567,955	23,20	160,73	2084,27	1564,30
83,31589	483,9236	5354,65	1537,971	22,83	160,28	2046,70	1518,23
83,05408	477,2438	5264,149	1400,482	22,90	160,21	2000,17	1428,27
83,204	480,5419	5343,315	1524,076	23,03	162,21	2037,19	1504,33
83,50676	477,2438	5378,967	1555,522	23,09	159,95	2034,36	1469,96
82,2935	474,5031	5302,086	1414,377	22,97	161,40	2021,92	1412,18
82,59846	476,1568	5372,476	1496,285	23,05	159,86	2054,47	1486,05
83,29322	481,1086	5304,555	1467,032	22,74	157,65	2048,53	1544,55
81,89712	468,5293	5194,308	1429,735	23,22	159,03	2062,88	1478,00
82,0858	465,3612	5082,69	1354,409	22,89	159,19	1997,06	1371,23
81,93369	470,8705	5226,852	1413,646	23,06	161,37	2036,18	1467,03
82,22183	469,5977	5182,972	1313,455	22,93	159,64	2045,87	1484,58
81,12485	461,7751	5066,966	1276,889	22,97	159,70	2047,34	1527,73
80,68825	458,1146	5017,419	1292,978	22,67	158,31	2019,46	1369,77
81,39617	465,1104	5175,019	1383,662	22,66	157,85	2011,87	1494,09
81,46199	464,9153	5191,84	1383,662	22,80	157,17	1988,83	1573,07
81,88323	474,373	5248,243	1487,509	22,75	157,56	1959,76	1418,03
81,21699	469,4769	5240,015	1475,077	23,00	158,02	2024,21	1461,18
80,33941	460,14	5294,133	1631,58	22,83	156,99	1997,24	1374,89
81,60971	469,3097	5227,034	1499,942	22,92	157,07	1984,44	1376,35
80,19826	459,2574	5093,111	1456,794	22,81	158,46	2024,67	1488,97
80,316	459,1459	5032,686	1376,348	22,66	154,73	1948,61	1336,86
80,49006	457,5386	5062,67	1280,545	22,93	156,57	1946,96	1415,11
79,98837	454,8444	4990,817	1189,861	22,64	158,14	1970,55	1399,02
78,96891	445,9719	4961,107	1201,562	22,72	155,25	1983,25	1311,99
79,20001	444,151	4744,819	1038,478	22,56	155,86	1962,96	1387,32
78,43139	443,9094	4785,407	1158,414	22,31	152,65	1935,72	1266,65
79,00182	444,8849	4862,836	1124,042	22,44	154,57	1931,79	1268,11
79,85893	454,0361	4916,68	1252,024	22,13	152,25	1909,76	1261,53
79,82748	459,4432	5102,618	1352,215	22,60	153,18	1924,84	1280,55
78,97183	445,1451	4882,216	1227,159	22,45	154,11	1903,36	1283,47
78,49794	445,9534	4971,712	1267,381	22,49	151,85	1916,43	1380,01
76,51313	432,0641	4772,609	1245,442	22,48	152,89	1898,42	1292,25
77,96042	437,0809	4733,849	1097,715	22,22	151,45	1900,80	1314,19
77,80611	434,0151	4732,478	1181,085	22,45	152,07	1895,13	1256,41
77,93921	443,4078	4856,163	1197,906	22,05	154,32	1920,18	1314,19
77,13037	426,8521	4696,917	1040,672	22,09	149,21	1904,36	1231,55
77,35269	431,5438	4690,061	1162,802	21,71	148,02	1842,84	1264,46
77,80611	438,874	4758,988	1127,699	21,76	147,22	1861,49	1222,04
77,39803	440,6206	4761,274	1125,505	21,90	150,90	1858,11	1292,25
76,28349	433,0767	4797,2	1200,831	22,25	149,85	1907,93	1288,59
76,5358	427,7904	4706,059	1140,131	22,04	149,82	1883,15	1225,70
76,72156	435,2507	4712,275	1165,728	21,84	149,03	1869,53	1267,38
76,85319	425,2634	4662,362	1104,297	22,55	156,83	1943,31	1264,46
76,14162	423,619	4604,679	1015,807	22,60	151,41	1928,86	1222,77
76,37418	429,6299	4658,34	1031,896	22,36	150,67	1873,37	1151,83
76,43049	429,76	4558,149	1009,956	22,04	152,57	1883,25	1066,27
				22,41	150,67	1863,68	1077,24
				21,75	145,73	1765,69	1080,16
				21,73	148,58	1778,76	1012,88
				21,70	147,65	1782,42	1037,75
				21,81	147,97	1853,08	1152,56
				21,77	147,82	1827,57	1140,86
				21,78	147,13	1804,81	1089,67

22,08	150,60	1861,31	1119,65
21,64	148,69	1803,81	1003,37
21,69	147,79	1778,48	1037,01
21,38	145,16	1795,21	1112,34
21,65	146,84	1806,55	1094,06
21,65	145,25	1785,43	1126,97
21,28	143,47	1738,72	1042,87
21,20	144,01	1748,04	1042,87
21,86	147,96	1850,79	1142,33

### Πείραμα 5

### Πείραμα 6

< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )	< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )
20,64	123,82	1257,09	1028,14	98,24	632,26	6491,49	4128,31
22,33	144,49	1537,92	1443,92	100,79	654,14	6765,92	4237,28
9,74	54,75	551,22	447,76	97,09	614,06	6313,05	3865,04
22,13	142,29	1522,22	1234,86	91,89	568,89	5756,69	3350,19
37,02	243,06	2624,86	2375,33	88,97	552,28	5726,71	3603,22
29,79	189,56	1994,95	1648,30	83,88	509,34	5124,28	3103,00
27,89	178,83	1943,85	1940,83	81,26	488,77	4920,06	2941,38
39,60	286,87	3381,54	3920,67	69,24	397,58	4038,64	2300,01
36,50	246,06	2772,69	2881,60	67,27	387,11	3851,14	2120,83
32,09	205,58	2287,48	2310,59	74,89	454,17	4751,04	3028,41
36,74	249,57	2832,95	3251,36	80,64	491,50	5087,08	2947,96
36,49	243,77	2734,95	3175,69	86,78	537,26	5534,46	3185,64
39,18	263,95	2929,58	3050,88	82,55	505,63	5311,23	3261,70
40,39	276,25	3047,66	3064,14	86,07	534,49	5592,79	3186,37
36,81	238,96	2583,52	2807,50	80,88	493,84	5241,66	3127,13
34,97	226,73	2442,32	2694,39	78,04	469,24	4892,73	2702,24
30,39	195,08	2298,89	2816,08	82,45	505,65	5317,72	3466,47
36,62	250,06	2832,75	3316,89	80,15	491,68	5163,04	2931,87
36,73	249,06	2791,41	3032,16	78,40	474,04	4960,47	2756,35
35,81	240,60	2850,30	3296,61	78,08	468,73	4898,67	2912,13
36,15	238,66	2650,80	2901,11	77,69	470,86	4893,09	2803,16
41,97	289,01	3215,28	3145,27	77,35	465,62	4889,71	2690,53
38,52	260,22	2957,08	3075,84	76,07	450,56	4683,20	2701,50
39,36	270,54	3146,64	3425,32	75,31	453,06	4648,38	2387,04
39,83	272,24	3130,25	3029,82	69,93	404,09	4250,26	2325,60
37,63	253,67	2849,04	2784,88	78,80	474,12	4955,07	2327,80
36,32	232,31	2533,69	2604,68	80,71	488,92	5063,49	2378,99
37,19	251,43	2928,31	2618,72	77,34	469,43	4926,74	2404,59
41,32	283,78	3308,70	2889,41	74,80	439,28	4632,38	2373,87
40,62	291,39	3408,16	2759,91	68,21	400,85	4212,32	2419,21
44,86	313,90	3555,79	3238,10	69,13	403,64	4253,92	2326,34
42,50	281,21	2966,63	2181,88	69,92	406,65	4290,12	2165,45
42,96	285,61	3048,25	2579,71	72,37	432,62	4494,25	2477,72
39,19	226,59	2391,81	2452,56	70,73	410,43	4320,74	2289,77
37,41	241,95	2612,28	2254,42	71,30	417,32	4416,55	2147,89
40,86	276,24	3162,14	2737,29	70,20	409,18	4251,27	2148,62
40,29	268,00	2897,40	2422,92	71,19	414,51	4357,13	2147,89
37,82	258,40	3003,20	2937,77	72,89	433,29	4660,90	2054,28
37,28	251,53	2899,16	2635,88	73,17	433,56	4552,21	1932,15
29,61	189,23	2248,57	2461,14	73,09	435,09	4584,93	1817,34
34,40	227,47	2702,58	2628,86	73,23	436,59	4601,57	2196,16
40,79	277,86	3042,40	2724,03	74,66	439,27	4591,88	2046,97

43,61	297,87	3220,16	2626,52	73,84	429,68	4346,61	1447,29
40,43	273,55	3060,44	2353,49	73,51	428,75	4315,99	1463,38
43,12	307,10	3788,64	2874,58	73,08	434,17	4516,37	1663,03
39,12	262,82	2912,71	2070,32	74,11	431,33	4570,40	1622,80
42,49	292,16	3254,09	2185,00	72,64	428,85	4513,36	1705,44
40,72	273,75	3007,49	2184,22	72,64	424,14	4522,68	1676,19
38,22	252,33	2763,62	2081,25	72,01	419,56	4305,84	1346,36
38,96	260,27	2816,47	2092,95	72,91	417,79	4300,72	1478,73
40,27	276,79	3172,38	2241,94	72,14	420,51	4434,46	1611,83
43,13	297,22	3364,57	2324,63	72,51	424,11	4498,09	1648,40
43,31	307,77	3508,98	2443,20	71,47	419,35	4374,86	1540,90
40,49	275,66	3202,31	2348,03	72,69	424,18	4384,19	1376,35
38,33	259,24	2878,09	2216,98	71,86	414,34	4298,71	1293,71
42,49	294,79	3280,22	2277,04	70,62	410,58	4207,48	1257,87
39,27	262,26	2893,70	2142,87	72,02	420,69	4315,99	1297,37
38,51	258,66	2866,20	2185,78	71,60	411,84	4132,70	1322,96
41,16	271,18	2914,66	2184,22	70,04	402,52	4050,34	1358,07
37,69	251,42	2781,36	2059,40	68,76	397,05	4070,17	1322,23
37,41	249,56	2844,26	2153,01	69,57	395,78	4059,02	1281,28
37,57	255,46	2878,58	2089,83	68,56	391,67	4018,25	1360,26
36,99	243,42	2733,88	2057,06	69,15	394,19	4040,56	1194,25
36,38	237,94	2664,84	2003,24	69,05	397,10	4123,01	1132,09
36,86	242,43	2679,56	2053,94	69,52	402,28	4165,89	1328,81
37,52	243,70	2728,51	1949,41	71,21	408,25	4210,50	1247,64
36,97	241,55	2672,06	1895,59	70,68	401,66	4014,05	1163,53
36,50	238,80	2648,85	1920,55	69,79	395,57	3920,53	1124,04
36,93	238,54	2621,45	1885,45	69,37	391,84	3912,30	1143,06
36,44	239,50	2639,49	1886,23	68,94	392,78	3921,17	1213,99
36,53	237,44	2568,89	1894,03	68,45	388,36	3942,47	1105,76
36,43	238,02	2641,44	1830,84	68,10	383,11	3865,22	1179,62
35,58	230,42	2612,87	2031,32	67,68	389,28	3937,35	1264,46
34,89	222,87	2537,79	1820,70	67,44	381,64	3876,56	1335,39
34,28	215,32	2438,52	1752,05	68,32	389,78	3944,48	1239,59
35,16	231,24	2545,20	1918,99	67,08	377,55	3827,74	1249,10
36,54	249,02	2873,41	2204,50	67,84	385,18	3917,88	1120,39
37,19	245,04	2735,73	2057,06	68,42	390,92	3934,15	1207,41
34,71	225,70	2436,28	1821,48	66,50	376,34	3802,14	1439,24
34,29	221,17	2526,38	1763,75	66,45	371,54	3776,55	1269,58
33,92	225,43	2641,73	2036,78	65,93	376,40	3863,39	1230,08
35,93	233,68	2695,46	2136,63	67,23	377,44	3822,07	1219,11
34,23	230,13	2658,02	1974,38	66,63	372,32	3832,68	1306,14
34,68	225,18	2539,64	1764,53	64,91	361,55	3679,19	1197,91
33,28	214,47	2373,29	1642,84	64,66	362,78	3700,86	1094,06
34,13	219,58	2447,59	1707,59	66,28	368,45	3679,92	1203,03
32,91	212,48	2351,54	1518,81	66,36	366,42	3750,13	1237,40
32,83	209,38	2276,07	1531,29	66,02	365,91	3779,56	1148,18
32,75	207,61	2266,12	1487,61	64,54	362,62	3687,51	1192,79
32,86	207,76	2280,07	1513,35	64,45	356,46	3628,91	1148,91
32,79	208,00	2263,20	1471,23	65,44	362,39	3684,58	1072,12
32,01	203,97	2181,97	1416,62	64,85	359,64	3639,33	1139,40
31,98	203,01	2202,06	1429,10	65,49	361,02	3630,19	1047,98
32,16	205,06	2224,97	1503,99	65,05	360,60	3628,55	1091,86
31,95	203,35	2232,19	1476,69	63,07	346,32	3559,89	1151,10
31,73	201,91	2201,96	1473,57	62,35	348,81	3514,55	993,14
32,56	208,06	2244,57	1492,29	62,66	352,96	3549,56	942,67
32,49	204,95	2256,37	1500,09	63,20	348,39	3552,22	1006,30
33,05	211,40	2304,64	1518,03	64,87	359,05	3573,79	996,06
33,05	209,94	2334,58	1458,74	65,04	360,39	3635,49	1018,73

32,68	205,29	2288,45	1509,45	65,41	360,56	3598,65	1037,75
32,00	202,05	2241,26	1514,13	65,85	366,00	3666,30	1103,57
31,44	196,87	2149,60	1430,66	65,38	360,38	3641,16	1044,33
30,77	189,69	2062,52	1378,40	65,51	363,29	3670,60	1029,70
30,54	191,87	2101,04	1354,21	65,39	364,39	3673,98	1042,87
30,27	188,11	2031,91	1320,67	65,75	364,97	3671,15	976,32
30,10	189,13	2054,24	1376,06	64,75	354,50	3601,85	1050,91
30,11	186,28	2026,45	1266,07	64,63	355,40	3637,96	1042,13
31,04	195,59	2132,34	1361,23	65,33	358,78	3642,53	1053,84
30,52	191,70	2069,54	1354,99	65,45	365,01	3706,98	1131,36
29,71	185,73	2047,12	1341,73	65,31	365,03	3787,79	1060,42
29,88	188,04	2088,17	1375,28	64,97	358,10	3779,93	1115,27
29,94	186,90	2028,49	1351,87	60,68	329,48	3364,54	1029,70
29,83	186,86	2027,62	1319,89	61,18	332,75	3362,44	916,35
29,67	182,03	1993,49	1340,95	60,52	329,51	3369,75	925,85
30,05	188,63	2043,61	1307,41	60,81	330,42	3394,25	960,23
30,19	185,42	1999,14	1348,75	60,17	326,83	3333,73	892,94
30,27	188,33	2061,26	1311,31	60,35	331,59	3353,84	925,12
30,74	190,76	2111,67	1336,27	60,40	330,10	3347,08	893,68
30,65	191,99	2099,19	1229,40	60,38	326,43	3319,11	900,99
30,14	187,33	2026,06	1262,94	62,30	342,44	3468,94	861,50
30,65	190,20	2102,41	1247,34	62,56	341,00	3419,75	831,51
30,85	197,08	2138,09	1337,83	62,62	343,79	3453,03	827,13
30,03	185,94	2059,99	1340,95	63,23	347,48	3572,69	911,23
29,91	187,49	2036,98	1297,27	62,01	336,43	3484,84	938,29
29,03	184,06	2028,01	1269,97	61,18	332,55	3368,29	833,71
29,67	183,48	2024,89	1217,70	60,77	329,52	3327,79	872,47
29,38	185,08	2073,64	1328,47	61,40	332,58	3345,34	921,47
29,12	180,09	1956,63	1235,64	58,90	318,33	3265,99	852,72
29,20	180,53	2038,24	1308,19	58,93	321,04	3218,09	869,54
29,62	188,69	2040,58	1269,19	59,48	324,34	3223,67	858,57
30,34	188,82	2079,00	1257,48	59,81	323,89	3296,16	876,12
30,97	192,52	2136,24	1311,31	59,96	328,28	3280,71	936,82
31,83	201,51	2261,05	1406,48	60,48	325,98	3305,21	858,57
30,56	191,46	2101,72	1336,27	59,96	327,19	3339,49	840,29
30,76	193,50	2128,15	1234,08	59,85	323,64	3349,82	849,07
31,50	198,17	2194,06	1323,01	61,30	334,71	3325,51	855,65
30,41	187,51	2066,23	1187,28	60,71	326,21	3389,86	868,08
30,37	188,09	2069,64	1222,38	58,97	316,34	3207,31	811,04
29,34	180,62	1992,71	1135,01	60,76	328,80	3389,31	799,34
28,77	176,44	1937,42	1155,29	59,33	315,84	3209,96	770,81
30,02	185,69	1999,34	1195,08	58,47	312,16	3112,32	807,38
30,13	188,37	2058,04	1171,68	57,74	307,79	3173,57	825,66
29,41	183,29	1999,44	1224,72	57,16	306,68	3141,58	751,80
29,50	183,59	2060,09	1195,08	58,94	320,84	3307,95	787,63
30,61	192,48	2129,81	1206,78	59,31	321,06	3313,62	808,84
29,18	178,29	1929,52	1119,41	59,24	322,88	3252,46	748,14
29,50	180,46	1957,51	1099,91	57,05	304,78	3101,45	724,01
28,92	180,07	1969,11	1076,51	60,38	323,63	3190,85	658,92
29,30	179,44	1952,24	1040,62	60,41	326,25	3288,57	743,75
28,53	175,09	1910,90	982,90	60,40	328,55	3271,39	669,16
29,25	181,36	1947,95	1098,35	59,65	317,77	3117,44	619,43
29,05	181,57	1987,15	1064,81	57,69	308,25	3154,56	666,97
29,18	178,49	1936,25	1033,60	58,71	319,25	3216,45	748,14
29,09	179,30	1945,41	1045,30	57,53	313,89	3204,75	754,72
28,01	174,68	1869,65	971,20	57,26	304,92	3032,15	726,93
27,72	170,15	1867,80	985,24	58,52	310,54	3055,01	639,91
27,76	168,55	1836,40	1072,61	57,10	302,03	2995,31	650,15

28,54	173,17	1867,60	1031,26	57,21	302,50	2984,53	646,49
28,50	173,20	1907,68	1014,88	56,93	302,92	3013,60	647,22
28,09	172,31	1868,67	1018,78	58,76	313,86	3098,43	631,86
27,95	171,06	1859,31	977,44	58,64	310,22	3080,88	595,30
27,57	169,41	1816,31	945,45	58,87	315,43	3137,65	629,67
27,72	170,60	1805,68	950,91	58,61	310,64	3060,49	634,06
28,28	176,33	1868,87	961,84	59,10	317,03	3143,31	585,06
27,41	171,73	1830,65	932,97	58,92	314,76	3093,13	581,40
26,68	164,50	1813,87	960,27	58,29	309,95	3018,72	599,68
27,61	168,38	1796,81	914,25	57,48	305,90	3032,61	616,50
27,37	167,72	1816,12	892,41	57,49	304,11	3084,08	659,65
26,35	158,99	1746,20	912,69	57,45	306,35	3043,31	646,49
27,37	168,12	1803,64	837,80	56,77	303,94	3055,10	674,28
28,20	171,59	1869,06	933,75	56,18	298,38	2999,52	637,71
27,47	170,13	1819,72	881,49	55,01	299,61	3031,24	661,85
27,71	169,41	1781,50	808,16	56,65	301,91	3045,50	721,08
27,14	166,07	1788,03	911,13	56,64	306,65	3160,32	730,59
27,70	168,78	1825,87	874,47	56,70	299,25	3024,20	699,14
27,71	168,89	1782,87	882,27	56,28	298,88	3006,10	669,89
28,00	169,55	1777,89	827,66	55,04	288,98	2866,69	571,89
28,19	170,00	1796,42	836,24	55,89	293,99	2840,27	557,27
28,20	171,37	1839,03	887,73	56,34	290,98	2894,30	525,82
28,11	169,63	1840,20	900,99	56,97	301,22	2949,24	524,36
27,39	167,15	1813,97	884,61	57,04	299,99	2910,57	555,07
27,63	167,57	1799,15	837,80	55,77	294,71	2804,90	502,42
27,41	166,34	1753,03	839,36	55,90	291,31	2836,89	541,91
27,23	168,10	1769,51	831,56	56,23	293,77	2902,25	576,28
27,60	168,21	1815,14	890,07	56,64	300,85	3074,20	585,06
27,64	170,83	1828,89	830,78	58,45	310,17	3072,74	546,30
26,83	162,95	1703,69	754,33	56,67	302,94	3034,71	525,09
27,40	165,71	1716,27	748,87	57,36	298,14	2886,35	552,88
27,49	167,57	1736,65	763,70	57,07	299,95	2906,18	528,01
26,89	161,54	1682,14	740,29	56,99	298,40	2862,94	463,66
27,17	164,45	1720,85	791,78	56,68	300,26	2911,49	509,00
27,77	167,43	1799,83	833,90	57,20	303,60	2981,33	538,98
26,86	162,17	1740,16	771,50	56,51	304,20	3007,20	518,51
27,13	159,78	1714,71	730,15	56,13	299,83	3034,53	530,21
27,38	164,46	1736,94	739,51	56,48	297,92	2970,17	511,19
27,08	159,61	1709,44	728,59	56,40	297,36	2981,78	492,18
26,97	161,28	1699,79	759,80	56,35	295,11	2883,33	451,96
27,43	163,31	1690,33	747,31	55,00	290,12	2925,38	481,21
27,11	159,61	1646,45	725,47	55,45	290,86	2865,23	498,03
27,22	161,51	1678,14	732,49	55,84	290,88	2888,54	440,99
26,39	158,42	1673,07	696,61	54,79	285,66	2867,24	496,57
26,23	158,03	1668,78	695,05	55,81	286,77	2797,22	450,49
26,36	158,89	1668,29	704,41	55,41	291,43	2796,48	440,99
26,53	159,80	1682,82	727,81	55,17	286,57	2809,56	487,79
26,68	159,17	1626,46	681,01	55,94	290,13	2782,77	530,21
26,60	158,05	1656,49	659,95	55,34	290,00	2787,43	449,76
				26,81	115,82	931,16	37,30
				26,48	114,09	900,44	27,06
				26,46	112,87	913,33	21,94
				26,11	110,98	909,67	34,37
				26,59	114,08	933,26	35,83
				26,32	115,26	913,33	29,25
				26,99	115,68	922,11	33,64
				26,64	114,13	892,76	22,67
				26,20	112,56	896,14	27,79

Πείραμα 7

< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )
125,619	874,403405	10951,82513	9169,3185
127,071	889,574794	11325,53081	9470,6233
128,283	910,608489	11689,54646	10237,78
118,251	794,458641	9962,071863	8840,2235
121,832	848,566521	10964,53185	9942,3262
122,03	838,384131	10762,22983	8551,3512
119,154	809,527834	10246,92188	8174,7203
118,12	798,444266	10042,06024	7249,5976
116,338	769,513645	9495,762505	6728,8961
114,248	743,686051	9126,810424	5947,1126
117,153	779,937587	9712,051064	6396,8758
116,075	772,607382	9694,590745	6935,129
111,666	720,86858	8737,289903	6066,3182
115,057	778,850599	9884,277457	7076,2742
114,465	742,859196	9138,877241	5943,456
112,668	726,647272	8905,219778	5694,0751
115,463	770,572762	9567,614917	6483,1719
115,55	773,480689	9947,993909	7136,2426
115,328	779,79823	9856,487211	6672,5843
112,354	738,966476	9106,241985	5953,6945
110,925	718,118591	8716,63005	5234,8048
109,998	706,301074	8585,906195	5170,4484
109,64	708,958157	8646,423112	5285,9973
111,261	725,197953	8959,429041	5755,5062
110,068	719,614362	9013,364058	6031,946
113,326	755,262016	9350,412205	6230,1344
110,781	721,686144	8959,886117	5791,341
109,72	718,322982	8934,564084	5847,6528
111,594	740,192823	9218,865613	6152,6142
111,212	728,040847	9164,199274	6053,8857
109,569	715,49867	9038,686091	5928,8296
108,08	705,697191	8707,854182	5985,8727
108,173	705,176923	8753,196163	5582,9142
110,693	742,171699	9307,721268	6214,7766
109,6	744,104124	9517,885004	6467,8141
106,636	697,326449	8770,839312	5693,3438
104,864	681,727698	8528,863059	5887,1442
106,361	691,845054	8661,506634	6072,9001
107,779	704,823884	8881,268974	5982,9474
107,81	716,808631	9064,190955	5726,9846
105,612	690,67445	8831,53906	5550,0047
106,965	698,692153	8827,516788	5746,7303
107,051	706,914247	8899,917692	5741,6111
104,047	671,415241	8318,516493	5001,513
104,828	676,227721	8543,306673	5346,6971
105,014	676,079073	8335,42832	4962,0216
103,311	653,270892	7956,786219	4224,1174
103,345	656,02088	7994,449315	4624,1507
102,372	649,508239	7977,903149	4842,816
102,817	659,226103	8146,015854	4834,7715
101,957	649,303848	7979,548624	4514,4523
103,305	659,449075	8053,960664	4532,0041
103,316	657,033545	8016,206152	4368,1879
102,558	647,919563	7859,611773	4265,8028
100,921	640,598648	7974,97786	4877,1882
101,735	646,00572	7904,222431	4428,1563
102,15	649,777664	7959,163016	4388,6649
102,166	650,232898	8002,585275	4617,5688
102,588	655,389126	8018,674365	4752,1321
101,766	651,357049	7949,015919	4235,8185
101,162	631,243113	7703,47447	4161,2237
101,737	649,786954	7989,055813	4422,3057

Πείραμα 8

< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )
26,74	161,04	1662,05	702,07
26,77	158,96	1685,65	756,67
27,07	160,06	1683,02	740,29
26,94	161,61	1701,45	773,84
26,58	158,78	1669,95	688,81
27,27	164,31	1717,34	738,73
26,93	160,61	1702,23	702,85
26,46	157,30	1645,28	688,81
26,35	159,29	1614,76	643,56
26,44	154,04	1594,67	639,66
26,36	156,91	1626,17	640,44
26,31	155,62	1640,99	647,46
25,75	152,85	1577,02	661,51
25,65	151,92	1579,17	570,24
25,75	153,15	1588,33	656,82
26,56	155,18	1674,24	649,80
26,24	155,66	1608,23	617,82
26,00	152,74	1596,43	628,74
26,33	156,30	1605,01	675,55
25,93	152,24	1596,82	637,32
25,71	150,59	1556,94	641,22
25,86	152,95	1566,69	663,07
25,62	146,86	1579,56	649,02
25,29	149,90	1520,86	603,00
25,50	150,09	1567,47	621,72
25,47	153,09	1578,58	614,70
24,93	148,36	1510,91	548,39
25,07	143,72	1490,34	539,81
25,09	146,49	1491,99	552,29
25,15	146,14	1509,94	528,89
25,32	148,11	1531,19	533,57
24,97	145,67	1474,44	518,75
24,95	144,76	1494,43	578,82
25,06	145,67	1501,55	572,58
24,62	143,47	1464,89	556,98
24,59	140,51	1459,82	532,79
24,55	142,30	1462,45	543,71
24,51	142,37	1510,13	553,85
24,86	145,78	1488,00	611,58
24,91	142,79	1449,29	561,66
24,67	142,88	1494,53	533,57
24,37	142,17	1464,50	521,09
24,41	142,60	1447,53	483,65
24,20	142,00	1431,64	482,87
24,21	143,31	1428,52	528,89
24,45	139,42	1456,31	519,53
24,58	145,58	1504,38	575,70
23,73	137,51	1412,33	503,93
23,72	136,19	1398,68	500,03
23,92	137,98	1392,34	477,41
24,14	139,89	1431,05	473,51
23,71	137,93	1410,38	468,05
23,97	142,08	1417,21	496,91
23,74	137,66	1406,58	467,27
23,48	136,09	1368,94	459,47
23,66	133,54	1377,81	481,31
23,48	136,35	1385,61	479,75
23,77	133,77	1380,44	450,10
23,70	138,19	1374,11	510,95
23,30	134,92	1323,69	443,08
23,49	135,39	1339,00	425,92
23,12	134,50	1346,12	446,98

99,3209	618,496546	7317,976222	3568,8526	23,41	133,37	1344,46	464,93
99,7524	616,684898	7353,536767	3407,2304	23,41	133,56	1353,24	462,59
99,7436	629,078427	7512,96502	3455,4977	22,82	130,30	1335,20	368,20
101,016	652,193194	7911,078577	3829,2034	23,59	135,04	1386,68	464,15
98,3724	620,912076	7796,352397	4346,9795	23,15	132,43	1341,34	450,88
98,9223	623,745679	7621,749207	4099,0613	23,50	136,30	1349,44	443,08
99,7619	626,969483	7665,171466	3902,3356	23,14	130,29	1314,72	429,82
100,429	629,487209	7665,994204	3729,7435	22,93	129,83	1300,10	403,30
100,623	636,046303	7643,140383	3818,9649	22,64	130,34	1322,33	406,42
100,493	637,021805	7714,261473	3996,6762	22,77	131,53	1293,37	412,66
99,8855	619,797216	7427,217485	3677,0883	22,89	132,18	1300,19	417,34
99,775	623,606321	7391,748355	3293,8755	22,16	129,58	1256,02	404,08
98,2817	616,006691	7409,391505	3698,2967	22,40	127,35	1295,71	397,84
98,1873	615,904496	7498,155745	3980,5871	22,27	127,52	1289,27	394,72
98,9808	619,425596	7490,29403	3465,7362	22,51	126,98	1300,49	432,16
97,4399	608,081894	7385,897777	3443,7965	22,67	128,65	1292,30	383,80
97,7997	609,754184	7249,140514	3367,739	22,42	128,94	1269,87	402,52
96,1623	592,139393	7027,732699	3162,9688	22,83	131,87	1325,16	439,96
98,5581	611,872418	7433,616555	3303,3827	22,50	128,35	1305,36	407,98
96,9631	603,102185	7281,77577	3342,8741	22,46	128,95	1310,33	394,72
97,2527	598,93075	7071,154958	3047,4199	22,67	128,18	1290,25	432,16
96,7349	593,820974	7090,626414	3249,2648	22,56	128,55	1297,17	417,34
96,6384	585,840433	7037,78838	3206,1168	22,31	128,64	1269,77	389,26
97,9606	603,56671	7152,51456	3116,8955	22,12	128,96	1243,05	385,36
97,1379	599,748314	7097,208314	2882,141	22,02	125,03	1262,46	399,40
97,1167	599,887671	7083,861683	2896,7675	21,91	126,04	1267,53	389,26
96,5916	591,396153	7039,890932	3031,3308	22,25	124,56	1269,58	393,16
96,8278	595,158806	7082,764699	3158,5809	22,59	130,03	1284,79	422,80
97,6593	605,276162	7101,230586	2943,5721	22,35	126,74	1296,10	418,12
95,4076	584,010205	6825,430678	2841,187	22,03	125,88	1277,38	419,68
95,4785	578,863267	6855,414891	2950,154	22,06	125,07	1239,64	382,24
95,7835	593,904589	7098,762374	3230,2504	22,00	123,31	1232,72	360,40
96,6325	600,23142	7302,435624	3480,3626	21,98	123,78	1240,03	373,66
95,4902	587,856472	6951,94943	3049,6138	21,69	121,69	1230,38	402,52
95,469	587,717115	7017,219941	3038,644	21,89	124,96	1240,13	393,16
94,6141	584,019495	6908,710001	3010,1224	22,13	122,84	1245,39	377,56
94,8211	579,076948	6865,013496	2980,8695	21,96	124,43	1268,11	367,42
94,7355	578,54739	6710,156006	2616,6711	21,78	124,28	1279,42	377,56
94,3859	575,100614	6712,715634	2829,4858	21,82	123,91	1251,05	408,76
92,728	562,093912	6574,861388	2949,4227	21,52	121,58	1209,90	353,37
92,8392	556,640388	6432,619208	2570,5978	21,60	121,59	1208,14	370,54
93,9764	560,886147	6583,088763	2623,9843	21,42	121,23	1226,87	366,64
94,3684	566,32109	6701,288724	2721,9815	21,57	122,30	1206,78	346,35
94,5139	584,809188	6865,013496	2658,3564	21,45	120,44	1208,05	344,79
94,293	577,525435	6699,551834	2578,6423	21,49	122,20	1178,31	364,30
94,0927	564,853191	6542,774624	2504,7787	21,58	120,25	1205,90	334,65
92,181	558,842236	6493,410371	2506,2414	21,99	124,60	1230,18	385,36
91,9704	553,936852	6430,790902	2475,5259	21,69	123,75	1230,28	376,00
92,63	558,786493	6548,442371	2406,0502	21,58	125,43	1228,91	347,13
93,1434	563,143739	6557,94956	2335,112	21,78	125,19	1247,83	400,18
93,5559	560,031421	6592,961614	2431,6465	21,79	123,74	1236,03	347,13
92,2987	551,186863	6104,072681	1778,5757	21,51	120,35	1235,06	357,28
91,9996	549,551735	6260,027154	2071,1046	21,44	121,76	1213,80	368,98
91,8219	549,430959	6385,723168	2319,7542	21,31	121,65	1211,17	376,00
91,046	544,014596	6403,092071	2302,9338	21,17	119,41	1185,33	368,98
91,9272	554,234148	6393,493467	2340,9626	21,12	121,76	1199,08	327,63
91,9287	554,587187	6389,562609	2212,9812	21,20	119,91	1187,28	324,51
90,1157	538,105837	6196,402117	2297,8145	21,10	119,94	1173,33	346,35
89,4371	541,376094	6242,018343	2396,5431	21,23	120,28	1187,67	357,28
90,3563	539,861742	6354,916217	2518,6739	21,54	122,11	1213,21	355,72
90,6006	542,862574	6281,692576	2398,0057	21,45	120,84	1203,27	320,61
89,9958	545,287395	6316,704629	2471,1379	21,42	118,61	1186,30	351,81
90,5531	544,45125	6338,187221	2301,4712	20,84	115,59	1141,84	332,31
89,176	529,800129	6046,298222	2027,2253	20,98	117,30	1163,19	329,97
88,8798	524,913326	5955,248601	1927,0342	20,57	117,50	1157,83	354,15
88,1558	519,654902	5926,361371	2027,2253	20,73	119,80	1158,32	319,05



89,5519	532,345727	6083,047166	2094,507	20,75	117,14	1148,18	311,25
89,7976	535,727469	6197,864761	2371,6781	20,93	118,42	1142,52	337,77
89,682	531,760425	6179,124628	2021,3747	20,83	117,63	1155,78	320,61
88,6677	530,264654	6120,710263	2060,8661	20,65	115,42	1139,99	341,67
90,7527	531,676811	6087,160854	1898,5126	20,56	112,71	1136,38	354,94
91,3487	543,735881	6375,02758	2109,1334	20,81	117,93	1133,65	318,27
88,2333	528,425135	6117,510728	2186,6536	20,75	119,06	1166,61	327,63
87,7704	516,226707	5924,807312	2150,0875	20,74	115,99	1134,62	338,55
87,5912	522,061142	5934,223086	2071,836	20,91	117,48	1165,14	301,11
87,7155	516,589036	5867,398514	1916,7957	20,77	114,78	1144,08	324,51
87,208	511,850881	5818,308507	1991,3905	21,14	117,84	1142,42	333,87
87,0954	511,014736	5907,346993	2053,5529	20,60	114,65	1162,02	354,15
86,7809	511,181965	5918,042581	2076,9552	20,59	116,31	1153,05	349,47
86,9059	510,763892	5784,667683	1823,9177	20,58	112,49	1120,97	301,89
85,7585	501,83572	5695,994859	1853,9019	20,84	115,97	1140,18	308,13
85,3607	495,202302	5673,415284	2041,8518	20,87	114,44	1138,13	322,17
86,0386	499,438771	5653,669583	1754,4421	20,47	112,68	1094,84	316,71
85,4748	496,0849	5600,557303	1841,4695	20,33	115,00	1124,77	341,67
84,9775	500,600084	5705,593463	1879,4982	20,12	110,19	1095,81	308,91
84,5884	492,396571	5559,329011	1709,8315	20,71	115,57	1141,74	314,37
84,4933	490,361951	5539,948971	1665,2208	20,32	115,24	1127,02	348,69
83,7218	494,997911	5578,800466	1758,0987	20,33	113,69	1084,79	323,73
85,2064	501,891463	5624,873769	1663,7581	20,15	112,41	1084,21	294,87
83,2098	482,883098	5517,643642	1708,3688	19,87	108,97	1054,96	267,57
83,8227	484,276673	5452,281715	1591,3572	19,61	109,42	1051,35	255,09
83,4029	481,573137	5346,148571	1516,0311	19,91	107,85	1046,28	268,35
83,879	484,053701	5381,25204	1553,3285	19,85	110,41	1058,76	258,99
84,2344	484,936298	5475,226951	1665,9521	19,53	106,60	1037,89	250,40
84,0114	496,475101	5519,746193	1595,0139	19,20	106,88	1035,84	278,49
83,9214	481,926176	5381,983362	1567,9549	19,95	111,28	1059,83	265,23
83,3159	483,923634	5354,650192	1537,9707	19,54	108,87	1042,28	234,80
83,0541	477,243763	5264,149062	1400,4821	19,31	108,22	1068,41	281,61
83,204	480,541891	5343,314697	1524,0756	18,96	104,90	1010,69	249,62
83,5068	477,243763	5378,966658	1555,5225	19,05	105,52	993,04	263,67
82,2935	474,503065	5302,086405	1414,3773	19,35	105,81	1003,08	246,50
82,5985	476,156775	5372,476173	1496,2853	18,98	103,63	1024,73	263,67
83,2932	481,108612	5304,554617	1467,0325	18,95	104,53	970,12	249,62
81,8971	468,529273	5194,307786	1429,735	18,96	101,62	993,92	232,46
82,0858	465,361212	5082,689726	1354,4088	18,92	102,72	979,00	246,50
81,9337	470,870479	5226,851627	1413,6459	18,63	103,47	975,00	233,24
82,2218	469,597681	5182,972291	1313,4548	18,70	102,15	972,46	211,40
81,1248	461,775078	5066,966297	1276,8887	18,85	101,27	968,37	234,80
80,6882	458,114621	5017,419214	1292,9778	18,58	103,69	970,12	233,24
81,3962	465,110368	5175,019162	1383,6617	18,56	101,97	949,35	210,62
81,462	464,915268	5191,839574	1383,6617	18,74	101,78	977,73	209,06
81,8832	474,372998	5248,242803	1487,5095	18,91	104,49	965,93	258,99
81,217	469,476904	5240,015428	1475,077	18,54	101,10	966,52	221,54
80,3394	460,13995	5294,133275	1631,58	18,85	103,44	1000,64	211,40
81,6097	469,309675	5227,034458	1499,942	18,53	100,62	949,35	230,90
80,1983	459,257353	5093,111068	1456,7939	18,92	102,98	1009,52	252,74
80,316	459,145867	5032,685566	1376,3485	18,73	102,04	957,45	217,64
80,4901	457,53861	5062,669779	1280,5453	18,83	103,23	989,82	208,28
79,9884	454,844364	4990,817367	1189,8613	19,04	102,73	974,71	214,52
78,9689	445,971936	4961,1074	1201,5625	19,33	105,65	998,89	242,60
79,2	444,150997	4744,818841	1038,4776	18,82	102,99	973,34	230,12
78,4314	443,909444	4785,407226	1158,4145	18,71	101,41	945,65	232,46
79,0018	444,884947	4862,835971	1124,0423	18,75	102,49	954,91	223,10
79,8589	454,036091	4916,679572	1252,0237	18,75	100,97	970,12	230,12
79,8275	459,443163	5102,618258	1352,2149	18,52	102,56	958,52	216,08
78,9718	445,145081	4882,216011	1227,1588	18,89	102,35	980,95	244,16
78,4979	445,953355	4971,711573	1267,3815	18,68	102,40	971,78	255,09
76,5131	432,064055	4772,609087	1245,4418	18,93	102,57	993,82	222,32
77,9604	437,080926	4733,849007	1097,7147	18,66	102,21	960,57	211,40
77,8061	434,01506	4732,477777	1181,0855	18,49	99,58	947,79	205,94
77,9392	443,407757	4856,162655	1197,9059	18,62	99,22	959,01	233,24
77,1304	426,852084	4696,917232	1040,6716	19,09	105,38	994,99	217,64

77,3527	431,543787	4690,061086	1162,8024	18,68	102,36	945,55	212,18
77,8061	438,873993	4758,988209	1127,6989	18,40	101,37	961,64	209,06
77,398	440,620607	4761,273592	1125,505	18,60	103,70	962,81	228,56
76,2835	433,07672	4797,199798	1200,8312	18,44	99,57	925,66	203,60
76,5358	427,790425	4706,058761	1140,1314	18,57	100,65	972,46	232,46
76,7216	435,250697	4712,275	1165,7277	18,04	98,72	943,89	197,36
76,8532	425,263408	4662,362255	1104,2966	18,07	97,23	913,28	209,06
76,1416	423,618989	4604,679212	1015,8066	18,03	99,23	920,49	192,68
76,3742	429,629944	4658,339983	1031,8957	18,04	97,30	906,94	200,48
76,4305	429,760011	4558,148833	1009,956	18,08	97,75	928,19	177,86
				17,82	98,91	902,06	215,30
				18,15	101,17	955,30	224,66
				17,78	111,98	1209,15	353,96
				18,04	113,26	1207,60	380,29
				17,53	108,39	1172,22	356,89
				17,54	106,80	1187,12	359,08
				17,34	108,67	1163,90	333,48
				17,58	109,57	1218,84	393,45

### Πείραμα 9

### Πείραμα 10

< 1 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1 - 2.5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.5 - 5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5 - 10 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	< 1 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1 - 2.5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.5 - 5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5 - 10 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
24,18	186,63	2585,68	3998,14	35,42	163,00	1451,22	93,61
23,02	172,91	2379,17	3535,21	35,58	165,45	1466,12	96,53
24,24	184,73	2439,87	3663,92	35,56	163,94	1491,62	106,04
22,88	169,74	2315,73	3375,78	35,43	162,43	1468,50	105,31
18,36	143,53	2127,60	3911,84	34,81	163,92	1428,91	102,39
21,02	163,34	2360,80	3948,41	34,74	161,67	1415,11	73,13
23,28	173,62	2334,75	3389,68	34,93	159,91	1413,55	95,07
23,22	170,72	2338,22	3345,80	34,92	159,66	1433,03	87,03
23,91	177,26	2400,11	3503,76	35,04	161,53	1444,27	85,56
23,22	172,31	2298,91	3173,94	34,81	163,69	1445,82	84,83
22,74	169,02	2246,16	3027,67	35,43	165,53	1460,63	89,95
20,85	152,45	2090,85	2819,98	34,96	164,10	1424,07	86,30
20,34	149,75	2036,28	2872,63	34,94	161,25	1418,67	85,56
21,35	158,74	2164,17	3103,73	34,74	160,91	1425,71	81,91
22,75	166,38	2343,52	3266,09	34,52	161,05	1407,61	101,65
23,03	171,55	2392,61	3346,53	34,87	161,33	1415,84	87,76
22,62	165,87	2246,35	3208,31	34,20	160,08	1387,96	76,06
22,68	164,14	2254,03	3217,09	34,76	159,84	1419,68	104,58
22,16	164,87	2252,02	3175,40	35,23	161,95	1456,61	100,92
22,70	169,80	2297,81	3258,04	34,63	160,25	1438,15	84,10
23,74	178,49	2424,15	3558,61	35,13	160,21	1419,41	100,19
23,55	175,40	2423,14	3503,03	34,81	157,98	1423,43	78,98
23,61	181,34	2541,89	3814,58	34,51	157,52	1411,18	98,73
24,41	180,82	2451,76	3600,30	34,49	161,89	1398,84	83,37
22,64	171,08	2407,51	3571,05	34,60	158,05	1400,12	73,86
22,64	170,29	2284,19	3407,23	34,00	157,87	1417,76	78,25
24,49	180,65	2450,84	3394,80	34,26	158,34	1385,12	86,30
24,88	184,61	2555,88	3504,50	34,42	159,86	1385,86	75,33
26,09	199,14	2650,31	3802,88	34,42	158,03	1380,65	73,13
25,35	188,28	2530,01	3519,85	34,19	156,84	1387,96	83,37
26,08	193,48	2608,08	3661,73	33,95	156,83	1374,25	78,98
26,53	202,70	2687,52	3848,95	33,47	155,59	1340,79	83,37
25,10	197,00	2707,81	3967,42	33,98	156,17	1350,48	85,56
25,93	195,74	2652,32	4059,57	33,69	156,50	1349,84	82,64
26,69	203,42	2757,08	4142,21	33,85	155,31	1363,28	92,15
25,97	205,66	2753,52	4384,28	33,75	154,85	1358,43	70,94
25,03	190,81	2634,13	4195,60	33,79	156,72	1367,21	69,48
25,72	194,28	2693,73	3827,74	33,48	154,68	1340,61	66,55
25,01	188,98	2581,29	3829,93	33,26	152,22	1341,43	87,76
24,97	186,57	2574,25	3756,80	33,52	153,75	1347,19	79,71
25,38	188,77	2526,72	3246,34	33,69	151,39	1320,31	78,25

25,75	192,07	2654,33	3530,09	33,57	154,34	1325,16	99,46
26,02	196,79	2707,63	3350,92	33,17	155,57	1345,54	60,70
26,16	193,45	2588,88	3263,16	33,40	153,63	1327,35	80,45
25,05	185,53	2526,26	3292,41	33,57	150,74	1334,48	75,33
24,95	183,33	2527,54	3391,14	33,29	150,44	1300,57	59,97
25,44	199,98	2941,29	4577,35	32,96	149,98	1310,44	62,89
24,44	183,71	2617,40	3540,33	32,88	151,02	1321,04	70,21
25,25	188,66	2590,07	3566,66	33,50	152,73	1292,70	62,89
26,05	195,54	2797,03	4085,90	32,75	149,44	1288,86	62,16
27,12	207,19	2933,97	4091,75	32,94	151,84	1288,32	68,01
29,11	229,08	3236,56	3878,20	32,97	152,65	1304,59	72,40
27,42	218,48	3205,29	3669,78	32,80	149,94	1302,39	71,67
28,65	227,44	3197,62	3710,73	32,74	149,49	1298,65	62,89
30,57	238,40	3416,10	3854,80	32,39	146,92	1282,56	69,48
30,56	248,00	3532,47	3847,49	32,67	147,36	1285,94	62,16
29,83	219,67	2859,93	3188,57	32,72	149,12	1303,86	62,16
36,39	289,45	3619,77	3282,91	32,82	149,06	1279,91	74,59
33,75	275,62	3688,52	3305,58	32,66	147,91	1261,81	51,92
30,87	230,65	2888,91	3233,18	32,53	146,27	1256,96	75,33
30,47	228,69	2904,81	3236,10	32,40	148,71	1259,06	78,25
26,17	194,39	2574,53	2991,11	32,46	147,67	1275,24	67,28
27,19	200,69	2645,74	2985,99	32,68	147,18	1262,81	73,86
27,03	197,85	2612,83	3102,27	32,14	146,39	1267,20	54,85
26,12	194,08	2595,65	3050,35	32,11	143,75	1223,50	60,70
26,02	191,79	2584,68	3024,75	31,84	145,10	1224,32	48,27
26,36	193,68	2587,51	3023,29	31,97	146,26	1252,39	57,04
26,25	193,46	2598,02	3107,39	32,20	146,69	1263,63	72,40
26,22	189,54	2563,92	2983,79	32,07	146,54	1246,72	58,51
26,03	192,69	2582,21	2966,24	31,72	141,90	1232,37	58,51
25,92	192,07	2561,64	2945,03	31,92	142,38	1241,42	51,92
25,85	189,98	2575,08	2860,20	32,00	143,73	1237,49	65,09
25,89	191,35	2523,43	2817,78	32,12	144,24	1241,51	58,51
25,81	190,10	2522,70	2795,11	32,02	145,97	1230,91	59,97
26,03	190,12	2585,41	2881,41	31,75	143,65	1233,01	65,09
26,45	192,29	2569,41	2886,53	31,53	142,88	1206,04	51,92
26,12	192,81	2542,99	2814,13	31,07	140,33	1218,84	59,24
26,30	190,78	2580,74	2788,53	31,77	140,81	1222,41	69,48
25,86	189,63	2543,81	2740,26	31,35	141,88	1214,27	57,77
25,73	189,66	2555,33	2773,91	31,74	140,85	1192,15	46,07
25,65	189,54	2539,33	2712,47	31,59	141,82	1201,11	54,85
25,61	189,43	2520,87	2772,44	31,13	141,30	1192,51	62,89
25,50	184,97	2431,10	2516,48	31,27	140,53	1197,63	53,39
25,58	184,77	2462,54	2654,70	31,31	139,79	1182,00	51,19
25,40	183,34	2431,74	2526,72	31,22	138,80	1183,74	60,70
25,33	183,09	2443,99	2522,33	31,28	139,89	1204,94	51,19
25,18	183,71	2437,50	2566,94	31,60	142,41	1207,60	62,16
25,70	190,48	2504,60	2668,59	31,24	141,05	1176,61	64,36
25,67	187,56	2464,56	2430,92	30,79	140,27	1196,08	46,07
25,67	180,75	2448,28	2485,03	30,90	139,61	1157,87	48,27
25,31	180,92	2365,64	2467,48	30,86	138,54	1175,14	50,46
24,72	178,97	2310,06	2335,11	31,65	138,81	1202,02	64,36
25,42	182,54	2413,18	2362,17	31,32	140,28	1180,45	51,19
24,87	179,46	2345,17	2440,42	31,04	139,43	1179,99	57,04
24,67	178,32	2341,79	2419,95	30,87	137,92	1136,57	59,24
24,63	180,18	2392,16	2501,12	30,80	138,08	1173,04	62,16
24,68	177,23	2302,48	2262,71	30,40	137,26	1153,48	36,57
24,71	178,28	2321,77	2251,74	30,94	139,71	1161,71	46,80
24,76	177,67	2338,59	2253,20	30,61	136,77	1159,51	51,92
24,81	178,68	2342,33	2202,74	30,50	137,38	1167,19	57,04
25,40	180,87	2426,07	2350,47	30,82	137,10	1152,20	49,73
25,11	177,33	2337,40	2312,44	30,69	137,85	1168,93	50,46
24,78	174,66	2308,14	2199,09	30,42	135,75	1161,98	65,09
24,90	181,94	2393,98	2326,34	30,36	137,30	1140,68	51,19
25,16	183,17	2368,57	2359,25	30,31	136,10	1153,20	53,39
24,75	175,73	2344,89	2223,22	30,77	136,43	1133,82	49,73
24,85	177,70	2372,68	2224,68	30,51	136,74	1174,23	46,07

25,10	181,03	2375,15	2270,76	30,67	139,23	1159,88	59,24
24,55	177,41	2331,00	2237,85	30,83	137,70	1175,14	63,63
24,55	173,83	2279,53	2158,13	30,03	136,99	1129,71	49,00
24,14	175,51	2321,40	2068,91	30,48	134,45	1122,03	59,24
24,43	174,53	2270,85	2099,63	30,46	135,99	1111,98	63,63
24,51	175,04	2320,03	2117,91	29,89	132,60	1106,03	54,12
24,31	174,45	2297,63	2014,06	30,42	132,29	1102,19	46,80
24,56	175,65	2269,93	1929,23	30,43	134,28	1117,28	40,22
24,50	173,21	2266,37	2022,11	29,83	132,71	1113,07	46,80
24,53	174,81	2245,98	1848,78	30,03	136,14	1128,43	37,30
24,42	174,65	2293,52	1972,38	29,92	132,53	1108,32	47,54
24,36	175,93	2259,24	1902,90	30,35	134,15	1104,11	43,88
24,48	171,57	2238,39	1913,14	29,73	134,44	1104,48	43,15
24,27	174,50	2240,22	1867,80	29,95	132,07	1107,86	49,73
24,35	172,89	2203,02	1771,99	29,75	131,70	1092,60	40,22
24,42	175,53	2271,58	1908,75	29,62	131,23	1065,81	38,76
24,15	171,76	2228,98	1872,92	29,66	133,70	1062,34	57,77
24,38	171,16	2215,08	1781,50	29,45	132,11	1094,15	49,00
24,20	172,64	2206,95	1761,02	29,48	131,40	1077,88	46,07
23,98	172,33	2207,50	1880,96	29,58	130,09	1074,50	43,88
23,71	170,50	2204,02	1902,17	29,74	131,00	1078,70	49,00
23,57	167,44	2213,35	1910,21	29,62	130,67	1076,14	40,95
23,71	168,91	2125,59	1746,40	29,29	129,15	1068,74	41,69
23,67	170,26	2156,67	1767,61	29,76	132,05	1077,05	47,54
23,81	167,24	2173,58	1695,21	29,37	128,93	1069,92	42,42
23,80	167,50	2172,21	1703,25	29,04	129,08	1073,76	40,95
23,96	170,01	2188,66	1680,58	29,17	128,54	1075,14	47,54
24,03	171,16	2174,04	1728,85	28,75	128,05	1046,80	38,76
24,20	170,61	2161,33	1690,82	29,15	130,20	1058,68	40,95
23,89	167,84	2156,30	1647,67	28,85	128,52	1044,05	36,57
23,79	168,63	2216,27	1860,48	29,07	128,02	1044,24	42,42
23,53	165,29	2163,71	1818,80	29,09	125,83	1053,10	40,95
23,50	164,33	2135,92	1747,86	29,26	125,86	1039,94	38,03
23,55	164,39	2139,39	1735,43	28,84	128,49	1052,74	37,30
24,10	168,13	2148,72	1710,56	28,45	125,59	1043,60	36,57
23,77	169,15	2156,58	1755,17	28,74	125,11	1047,07	35,83
23,52	164,63	2148,99	1603,79	28,82	127,32	1046,80	32,18
23,86	165,45	2139,30	1655,71	28,97	127,23	1030,07	42,42
23,94	168,11	2072,02	1588,43	28,68	127,87	1054,84	41,69
23,37	165,66	2118,91	1625,00	29,00	127,13	1040,40	42,42
23,65	167,12	2144,05	1615,49	28,82	125,39	1022,39	30,72
23,51	165,16	2152,65	1693,01	29,03	128,35	1034,00	40,22
23,60	164,11	2134,46	1585,51	28,57	127,24	1035,64	43,15
23,69	163,93	2079,97	1516,76	28,73	124,54	1017,27	44,61
23,41	163,71	2103,83	1578,92	28,41	124,72	1008,58	40,95
23,70	165,64	2114,07	1607,45	28,57	125,95	1043,23	38,76
23,73	169,72	2152,92	1621,34	28,34	124,45	1016,72	36,57
23,34	162,04	2049,99	1488,24	28,23	123,48	1003,56	36,57
23,10	160,21	2049,62	1510,18	28,45	125,42	1011,60	35,10
23,19	161,20	2065,35	1637,43	28,60	123,42	1028,51	36,57
23,19	161,66	2017,63	1507,99	28,73	122,55	1020,47	38,03
23,20	160,73	2084,27	1564,30	28,44	123,96	1013,98	35,10
22,83	160,28	2046,70	1518,23	28,41	123,91	994,69	33,64
22,90	160,21	2000,17	1428,27	28,16	122,05	1003,83	35,10
23,03	162,21	2037,19	1504,33	27,96	121,67	990,03	27,06
23,09	159,95	2034,36	1469,96	27,68	121,19	992,04	33,64
22,97	161,40	2021,92	1412,18	28,36	123,45	996,34	24,13
23,05	159,86	2054,47	1486,05	28,23	121,61	995,06	29,25
22,74	157,65	2048,53	1544,55	27,76	121,64	969,64	33,64
23,22	159,03	2062,88	1478,00	27,72	122,69	980,89	36,57
22,89	159,19	1997,06	1371,23	27,58	119,65	976,68	32,91
23,06	161,37	2036,18	1467,03	27,61	121,04	978,51	32,91
22,93	159,64	2045,87	1484,58	27,69	121,59	967,72	29,98
22,97	159,70	2047,34	1527,73	27,84	121,19	982,53	28,52
22,67	158,31	2019,46	1369,77	27,91	121,03	976,86	37,30
22,66	157,85	2011,87	1494,09	27,49	119,25	955,75	29,25

22,80	157,17	1988,83	1573,07	27,49	120,09	966,17	33,64
22,75	157,56	1959,76	1418,03	27,52	121,90	971,47	28,52
23,00	158,02	2024,21	1461,18	27,79	120,96	979,97	29,25
22,83	156,99	1997,24	1374,89	27,69	117,27	964,80	39,49
22,92	157,07	1984,44	1376,35	27,42	121,70	960,77	32,18
22,81	158,46	2024,67	1488,97	27,73	118,75	965,16	38,03
22,66	154,73	1948,61	1336,86	27,49	120,75	956,84	33,64
22,93	156,57	1946,96	1415,11	27,43	118,68	967,91	41,69
22,64	158,14	1970,55	1399,02	27,19	117,25	953,46	33,64
22,72	155,25	1983,25	1311,99	27,32	121,90	964,43	29,98
22,56	155,86	1962,96	1387,32	27,01	117,28	949,80	38,76
22,31	152,65	1935,72	1266,65	27,39	117,37	960,68	35,83
22,44	154,57	1931,79	1268,11	27,17	118,31	958,85	40,22
22,13	152,25	1909,76	1261,53	27,06	117,63	926,95	31,45
22,60	153,18	1924,84	1280,55	27,11	115,64	937,83	29,98
22,45	154,11	1903,36	1283,47	26,73	115,88	914,88	27,79
22,49	151,85	1916,43	1380,01	26,69	115,77	934,54	38,03
22,48	152,89	1898,42	1292,25	26,42	115,61	927,68	32,18
22,22	151,45	1900,80	1314,19	27,05	118,60	957,67	31,45
22,45	152,07	1895,13	1256,41	27,03	115,62	956,66	37,30
22,05	154,32	1920,18	1314,19	26,81	115,96	938,01	34,37
22,09	149,21	1904,36	1231,55	27,01	116,10	944,14	37,30
21,71	148,02	1842,84	1264,46	26,99	117,45	942,31	33,64
21,76	147,22	1861,49	1222,04	26,68	115,04	936,46	30,72
21,90	150,90	1858,11	1292,25	26,39	113,42	913,42	29,98
22,25	149,85	1907,93	1288,59	26,63	113,59	909,22	27,79
22,04	149,82	1883,15	1225,70	26,85	116,42	925,67	35,10
21,84	149,03	1869,53	1267,38	26,94	118,16	932,80	32,91
22,55	156,83	1943,31	1264,46	26,89	115,73	900,44	29,98
22,60	151,41	1928,86	1222,77	26,74	117,39	920,09	32,18
22,36	150,67	1873,37	1151,83	26,89	115,14	936,00	38,76
22,04	152,57	1883,25	1066,27	26,67	114,34	913,79	27,06
				26,74	115,38	921,10	19,75
				26,86	116,31	933,44	26,33
				26,81	115,82	931,16	37,30
				26,48	114,09	900,44	27,06
				26,46	112,87	913,33	21,94
				26,11	110,98	909,67	34,37
				26,59	114,08	933,26	35,83
				26,32	115,26	913,33	29,25
				26,99	115,68	922,11	33,64
				26,64	114,13	892,76	22,67
				26,20	112,56	896,14	27,79
				26,47	112,04	905,93	20,48
				26,11	112,15	894,32	25,60
				26,17	113,19	890,75	19,01
				26,02	112,39	879,96	25,60
				25,93	112,08	875,85	32,91
				26,14	109,27	873,47	23,40
				26,04	112,15	895,32	21,21
				26,15	113,18	884,99	33,64
				25,67	112,40	883,44	33,64
				26,05	112,57	896,05	22,67
				25,93	111,31	875,67	25,60

**Πίνακας 4 : Συγκεντρώσεις Αιωρούμενων Σωματιδίων σε συνθήκες διαφοράς πίεσης  $\Delta P = 4.1 - 8 Pa$**

**Πείραμα 1**

**Πείραμα 2**

< 1 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	1 - 2.5 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	2.5 - 5 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	5 - 10 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	< 1 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	1 - 2.5 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	2.5 - 5 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	5 - 10 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )
48,00	241,93	2373,69	342,26	55,44	282,54	2842,56	503,15
47,88	239,74	2338,68	313,01	55,02	287,31	2912,67	493,64
47,16	237,98	2336,85	291,07	53,20	271,23	2732,13	435,87
47,57	238,82	2301,65	289,60	54,27	278,23	2756,99	496,57
47,55	239,31	2308,24	271,32	54,45	273,91	2717,14	480,48
47,35	234,33	2295,71	250,11	54,14	278,62	2680,02	457,81
47,65	234,30	2327,07	279,37	54,44	281,43	2716,95	464,39
47,30	237,77	2336,39	285,95	54,41	279,11	2699,40	394,91
47,54	236,41	2304,85	258,16	54,73	285,29	2773,36	400,76
47,15	239,82	2313,54	310,81	56,16	288,57	2796,67	408,81
47,26	236,81	2299,00	288,14	54,75	283,62	2702,05	419,05
47,40	235,26	2323,32	291,07	54,89	279,81	2711,29	394,91
47,03	232,18	2263,44	279,37	53,26	271,49	2645,10	454,88
46,78	238,40	2303,85	275,71	51,78	268,96	2590,71	434,41
47,06	234,49	2290,59	297,65	54,39	284,05	2739,62	422,70
46,47	232,53	2236,66	282,29	55,04	285,33	2698,12	462,93
47,26	235,37	2276,42	236,22	53,34	275,97	2643,82	403,69
46,60	231,62	2230,35	276,44	54,02	279,05	2719,79	343,72
46,30	231,71	2221,12	267,66	53,69	280,65	2693,73	379,56
46,59	233,63	2249,09	263,28	55,07	285,40	2788,35	401,50
46,35	230,26	2212,71	239,87	54,64	281,82	2680,75	346,65
45,96	231,00	2232,45	307,89	55,03	281,98	2741,36	374,44
46,09	228,54	2218,37	261,08	54,63	283,30	2717,59	363,47
46,44	231,05	2203,75	262,54	54,22	279,16	2625,08	302,04
47,94	240,46	2310,25	242,80	54,35	278,63	2666,77	334,21
46,49	230,65	2238,85	266,93	54,25	274,86	2624,53	310,08
46,00	228,46	2202,29	257,43	53,88	285,98	2775,37	398,57
45,41	226,48	2198,63	239,14	53,58	281,98	2795,11	374,44
45,49	222,58	2140,49	231,10	54,35	284,28	2747,39	377,36
45,09	220,58	2146,07	236,95	52,52	271,49	2659,45	356,15
45,90	224,24	2185,28	288,14	52,72	269,00	2546,56	375,90
45,28	224,48	2172,58	236,95	53,04	271,31	2564,47	362,74
45,49	224,11	2148,99	263,28	53,74	273,95	2574,80	339,33
45,18	224,81	2170,75	234,02	52,41	267,76	2548,38	321,05
45,44	223,51	2173,67	233,29	53,21	273,22	2550,67	314,47
45,40	223,57	2154,93	236,95	51,75	265,14	2452,12	354,69
45,20	219,41	2150,45	249,38	50,09	256,82	2423,88	316,66
44,55	220,48	2087,56	222,32	50,46	254,68	2404,50	346,65
43,43	215,75	2046,97	216,47	50,27	253,34	2460,17	360,54
44,72	218,90	2076,86	244,99	51,54	258,87	2429,09	332,02
44,73	216,32	2126,14	228,90	53,04	271,95	2535,04	274,25
44,56	217,61	2087,56	243,53	52,21	262,37	2498,84	308,62
44,15	214,02	2076,41	211,35	52,27	265,23	2501,85	295,45
44,33	217,70	2050,81	202,58	52,04	261,35	2479,64	261,08
44,53	222,06	2093,50	203,31	51,81	263,13	2464,46	293,26
44,24	219,41	2138,93	233,29	52,24	264,02	2409,34	272,78
44,18	220,25	2109,50	239,87	52,48	267,10	2473,24	278,63
44,67	218,66	2080,89	225,98	52,24	263,79	2502,68	323,24
44,19	216,54	2074,30	221,59	50,63	257,44	2466,02	275,71
44,30	218,70	2102,64	206,96	50,65	255,90	2478,27	282,29

43,78	215,61	2097,16	215,01	51,74	265,53	2510,17	283,02
43,66	214,55	2051,08	228,90	52,30	266,84	2463,37	272,05
43,95	215,96	2079,79	261,81	52,49	267,87	2536,23	312,27
44,07	218,05	2075,58	212,81	52,16	265,16	2526,35	318,86
43,41	214,23	2017,35	228,17	52,44	264,63	2539,33	308,62
43,82	213,63	2053,74	229,64	53,10	271,82	2551,58	329,10
43,84	213,52	2038,47	223,05	51,56	265,40	2476,90	319,59
43,48	212,33	2002,09	204,04	52,09	258,91	2416,20	300,57
43,26	212,84	2043,41	232,56	51,18	261,45	2395,08	275,71
43,29	213,41	2055,84	239,14	51,72	256,59	2418,39	282,29
43,62	213,95	2009,76	192,34	51,54	258,19	2397,18	242,80
43,54	211,20	2053,74	222,32	51,74	258,90	2394,62	247,19
43,17	213,43	2043,95	244,26	51,63	261,37	2409,80	264,74
42,68	208,27	1920,00	182,83	51,93	261,52	2409,71	242,80
42,84	207,29	1940,29	185,02	51,51	256,83	2370,86	227,44
42,60	205,25	1925,94	184,29	51,36	256,69	2341,97	217,20
43,33	210,48	2007,94	206,96	51,18	254,05	2337,40	239,14
43,18	210,18	2013,24	190,88	50,61	255,43	2354,22	229,64
42,78	210,14	2003,09	217,93	51,26	259,89	2383,65	223,78
42,81	208,23	1939,92	185,76	51,10	256,11	2362,72	256,69
42,20	205,86	1933,62	190,88	51,47	258,91	2388,22	244,99
42,60	209,11	1965,06	238,41	51,08	255,21	2417,39	234,02
42,73	209,82	1995,78	212,08	50,93	254,29	2338,68	248,65
42,26	207,41	1939,19	196,73	50,56	254,57	2337,12	236,95
42,55	207,73	1973,84	198,19	50,62	252,68	2315,18	234,75
42,50	209,67	1967,71	204,04	50,37	251,94	2292,70	215,74
42,32	206,34	1972,28	201,84	50,40	252,41	2313,72	206,96
41,29	201,89	1908,57	181,37	51,26	251,97	2343,61	223,78
41,89	202,51	1902,99	150,65	50,97	256,10	2347,45	229,64
41,53	204,02	1912,41	171,86	49,90	250,43	2243,61	196,73
42,17	205,54	1939,28	172,59	50,09	247,80	2314,54	179,91
42,20	200,00	1925,30	171,13	50,09	248,88	2259,51	241,34
42,03	202,05	1934,90	194,53	51,16	253,63	2327,62	208,43
42,39	206,70	1937,64	167,47	50,07	252,66	2320,03	219,40
41,60	202,15	1912,41	216,47	49,57	245,50	2263,17	232,56
41,83	200,93	1877,12	160,89	49,80	251,10	2319,11	230,37
41,83	202,62	1910,21	182,83	50,45	254,82	2285,02	253,77
41,38	200,56	1885,17	179,17	49,04	242,97	2317,38	234,75
41,40	200,71	1888,27	184,29	48,94	241,58	2245,16	234,02
41,06	198,38	1853,63	162,35	49,15	241,71	2265,36	207,70
41,54	198,80	1882,88	198,92	50,35	252,26	2316,10	217,20
41,26	198,82	1876,30	183,56	50,59	251,59	2305,68	211,35
41,23	198,98	1861,12	160,89	49,64	251,38	2318,38	206,96
41,29	200,28	1845,31	179,17	49,71	248,79	2359,43	221,59
41,60	198,40	1905,55	164,55	49,63	250,18	2311,16	229,64
40,86	198,78	1886,99	202,58	50,07	247,77	2256,04	212,08
41,24	199,21	1864,96	201,84	49,72	243,82	2241,14	220,13
40,90	197,40	1832,05	155,77	49,85	245,15	2244,70	213,55
41,60	198,76	1869,99	183,56	49,31	242,97	2197,90	183,56
40,98	198,53	1867,43	179,17	49,24	241,63	2180,16	216,47
40,95	197,93	1818,07	163,82	49,16	245,07	2199,36	209,89
40,67	195,22	1835,80	163,82	48,63	243,60	2213,26	209,89
40,48	192,77	1790,00	145,53	48,47	238,13	2198,99	187,95
40,28	192,85	1789,27	157,97	49,20	240,99	2235,74	215,74
40,39	192,05	1807,28	147,73	48,57	240,23	2185,92	205,50
39,52	189,89	1761,94	152,12	49,26	243,06	2183,45	219,40
40,11	190,77	1791,47	155,77	48,36	241,82	2154,11	215,01
39,45	187,34	1741,46	125,06	48,86	241,95	2193,69	181,37

39,61	190,28	1756,18	153,58	48,78	243,21	2194,33	179,91
39,85	190,14	1795,12	163,82	48,49	238,50	2139,85	230,37
39,65	190,33	1767,15	162,35	47,84	234,96	2149,90	224,52
39,89	191,45	1762,67	157,23	48,83	240,74	2189,30	193,07
39,49	187,41	1757,18	128,71	48,33	237,45	2106,94	155,77
39,43	189,43	1774,92	162,35	49,44	240,94	2192,23	172,59
39,72	190,15	1774,64	155,77	48,76	239,67	2171,02	192,34
39,87	188,74	1758,56	151,38	49,17	240,67	2145,06	169,67
39,84	190,07	1765,59	144,07	48,45	235,07	2137,56	183,56
39,75	191,81	1785,43	139,68	47,47	231,60	2058,58	178,44
39,85	189,67	1755,63	176,98	47,41	230,40	2084,18	168,94
39,79	189,54	1760,75	147,00	48,42	236,67	2125,04	175,52
39,60	186,02	1703,89	124,32	48,05	236,69	2078,05	149,19
39,84	188,06	1716,50	152,85	48,36	238,12	2136,83	187,22
39,35	187,95	1712,57	134,56	47,23	231,92	2064,16	170,40
38,84	183,73	1733,51	160,16	48,00	235,18	2116,17	167,47
38,57	182,21	1723,54	150,65	47,45	232,24	2055,02	136,03
38,18	183,39	1682,04	133,83	48,14	230,94	2050,90	163,08
38,76	183,58	1693,47	155,04	47,16	230,67	2052,00	172,59
38,73	184,89	1698,13	149,19	47,85	234,29	2076,96	162,35
38,81	184,96	1673,45	129,44	46,64	225,76	1973,38	155,04
38,69	185,32	1677,01	133,83	45,28	218,51	1953,18	166,01
38,58	182,13	1666,23	166,74	44,64	216,05	1943,76	168,20
38,49	182,96	1658,55	149,19	46,58	227,12	2021,19	157,23
38,67	182,05	1668,33	136,03	47,25	226,69	2023,48	143,34
37,97	178,71	1624,18	115,55	47,53	228,69	2016,62	144,80
38,15	181,58	1669,24	124,32	47,01	229,30	2021,19	135,29
38,29	180,41	1658,73	129,44	46,54	224,93	1999,25	166,74
37,69	181,08	1633,68	125,79	46,90	228,17	2056,20	153,58
37,89	183,10	1644,84	119,21	46,58	228,83	1997,24	133,83
38,25	180,96	1649,41	139,68	46,67	227,10	2022,11	171,13
37,63	175,83	1622,07	126,52	47,07	229,19	2020,09	125,79
37,85	178,44	1626,19	127,98	47,05	227,69	2019,36	123,59
37,28	177,85	1631,58	125,79	47,27	227,06	1968,17	148,46
37,49	178,54	1624,18	121,40	46,94	228,48	2005,10	138,22
37,56	177,76	1611,19	141,88	46,94	226,04	2004,28	153,58
37,41	175,79	1617,78	105,31	46,35	230,26	2011,96	157,23
37,64	177,38	1611,65	111,89	46,83	223,94	1996,33	134,56
37,75	178,52	1650,87	126,52	46,61	227,59	1984,08	124,32
37,68	178,09	1618,14	107,50	47,39	232,79	2066,99	157,97
37,28	176,34	1605,62	122,13	47,25	230,76	2024,57	144,80
37,63	178,78	1607,35	134,56	47,34	229,62	2043,22	142,61
36,51	171,69	1559,00	113,35	46,99	226,24	1989,01	125,06
36,89	172,13	1540,90	102,39	46,37	224,72	1979,69	168,20
36,71	172,85	1548,85	111,16	46,31	224,38	1973,38	148,46
36,80	171,17	1557,99	119,21	46,43	225,60	1980,51	166,01
37,11	174,34	1585,51	98,73	46,50	224,97	1987,19	117,74
36,97	173,83	1565,76	112,62	46,71	224,64	1975,03	150,65
36,95	172,17	1544,28	110,43	47,12	227,43	2002,91	118,47
36,93	172,57	1539,62	94,34	46,72	226,44	1969,45	119,21
36,98	174,90	1570,79	102,39	46,52	222,58	1958,02	126,52
37,19	174,96	1573,17	119,21	46,57	223,49	1977,95	160,89
36,96	174,60	1568,50	117,01	46,18	219,95	1967,71	152,12
36,94	172,93	1547,39	117,74	46,10	221,46	1998,06	136,76
36,93	173,85	1570,15	127,25	46,44	225,61	1946,23	133,83
36,87	172,88	1553,33	108,97	46,56	226,55	1945,04	130,91
36,54	169,23	1538,06	112,62	45,81	219,68	1913,87	122,86
36,68	170,24	1540,07	106,77	45,64	219,05	1926,58	108,24



36,60	171,80	1554,88	103,85	46,07	220,30	1903,91	112,62
36,28	170,29	1513,84	95,07	45,72	222,15	1925,85	132,37
35,93	167,98	1507,90	108,24	45,89	222,18	1923,65	141,88
35,52	165,88	1462,10	109,70	46,00	223,06	1942,94	145,53
35,83	167,98	1489,15	87,03	45,59	223,61	1926,58	120,67
36,19	168,30	1520,51	106,04	46,50	225,07	1935,81	124,32
35,60	165,75	1463,19	95,07	45,51	219,27	1904,18	113,35
35,48	163,49	1458,81	89,22	45,73	217,66	1904,73	119,21
35,75	165,70	1476,36	96,53	45,37	218,13	1901,62	113,35
35,57	168,57	1513,75	100,19	46,00	220,20	1899,98	108,97
				45,05	216,39	1857,83	119,94
				45,70	218,66	1869,17	119,21
				45,32	217,68	1904,91	126,52
				45,41	216,49	1903,91	136,76
				44,83	216,45	1860,48	124,32
				45,15	215,63	1879,32	117,01
				45,21	217,48	1903,08	106,04
				45,42	217,01	1844,67	111,16
				44,88	214,14	1877,49	117,01
				45,28	214,30	1861,22	113,35
				44,01	211,47	1812,58	116,28
				44,57	211,32	1835,98	114,09
				45,45	216,79	1855,18	88,49
				45,22	213,81	1834,06	106,77
				44,51	213,28	1829,95	111,89
				44,78	212,87	1847,69	116,28
				44,92	212,51	1816,70	114,82
				44,82	212,06	1841,01	102,39
				44,83	210,27	1811,76	115,55
				44,79	209,43	1787,08	110,43
				44,34	212,78	1802,34	96,53
				44,60	212,20	1802,62	94,34
				44,27	209,27	1813,50	98,00

### Πείραμα 3

< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )
75,47246	420,7668	4525,696	937,5551
74,60145	416,456	4458,049	956,5695
74,53344	418,2212	4475,784	984,3598
74,89325	415,7406	4475,052	940,4804
74,81719	417,9146	4461,523	998,2549
74,83548	416,5489	4528,256	1029,702
74,11293	409,2466	4361,423	857,1097
73,87159	404,8708	4301,272	858,5723
74,08002	408,0667	4389,762	1018,001
73,82333	412,1081	4332,353	879,0494
74,33745	414,4028	4388,573	984,3598
75,11484	413,0836	4421,483	842,4832
74,55392	410,7238	4395,43	894,4071
73,47449	408,364	4277,321	797,1413
73,00059	405,0194	4335,096	898,7951
73,36771	397,2897	4260,958	880,512
72,29047	394,2331	4216,713	850,5278

### Πείραμα 4

< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )
21,69	145,23	1811,67	1121,85
21,50	145,31	1757,64	973,39
21,97	147,92	1815,87	1031,90
21,87	149,42	1817,52	1076,51
21,85	149,70	1824,19	1098,45
21,58	144,71	1745,30	1023,85
21,89	146,22	1806,18	1095,52
22,08	147,44	1803,17	1071,39
21,88	147,66	1811,03	1086,74
21,42	145,03	1789,27	1018,73
21,63	144,28	1740,91	966,08
22,19	146,47	1804,45	1017,27
22,01	148,56	1823,37	1160,61
21,50	146,09	1762,21	1015,08
21,78	145,40	1831,32	1083,09
21,66	146,31	1803,53	1061,15
21,35	147,30	1835,98	1047,25

72,30803	398,3581	4214,245	813,9617	21,21	143,58	1728,75	944,87
72,69782	404,4898	4324,126	860,7663	21,55	144,18	1798,78	1029,70
71,46481	391,9012	4190,751	788,3654	21,78	145,20	1774,19	1034,82
71,15912	391,2788	4146,597	851,2591	21,64	145,36	1783,33	996,06
72,17858	395,3015	4133,433	803,7232	21,51	146,37	1780,31	1050,18
72,01989	392,3286	4183,072	748,874	22,10	150,07	1830,32	1036,28
72,15884	396,5279	4162,321	763,5004	21,66	143,84	1753,99	974,12
71,42898	393,2948	4131,331	868,8108	21,39	141,45	1745,21	888,56
70,35393	381,9511	4045,401	814,693	21,50	146,80	1791,28	1023,12
71,06405	386,9494	4078,767	793,4847	21,84	148,03	1792,20	944,14
71,32659	390,1732	4117,893	794,216	21,60	145,44	1746,40	942,67
70,3415	385,5372	4109,3	813,2304	21,29	140,78	1697,67	838,83
70,56236	387,5254	4085,532	827,1255	21,18	140,57	1650,78	803,72
71,27101	386,1225	4081,235	863,6916	21,30	143,81	1715,32	910,50
70,3415	380,3717	4030,408	758,3812	21,44	144,01	1717,51	939,02
70,29323	379,8514	4016,696	702,8007	21,12	144,71	1724,00	999,72
70,29031	379,4334	3920,893	714,5019	21,38	141,60	1761,12	978,51
70,43218	383,642	3999,784	760,5752	20,86	139,53	1655,17	859,30
69,64528	377,2501	3967,149	708,6513	21,14	140,98	1701,79	965,35
69,31472	371,202	3868,695	679,3984	21,20	141,35	1679,30	843,21
68,71797	372,7256	3854,343	679,3984	21,49	144,23	1764,41	958,03
67,55004	365,1353	3740,896	612,8481	21,36	142,24	1725,46	994,60
65,62008	345,9783	3605,145	645,7576	21,22	142,59	1714,31	883,44
64,50043	341,491	3534,755	652,3395	20,74	139,62	1688,81	855,65
68,0393	361,8557	3697,108	650,1455	21,31	140,77	1695,84	887,09
67,94203	365,4605	3790,9	609,1914	20,85	139,26	1658,27	876,12
67,08053	359,4588	3743,456	642,8323	21,07	141,72	1732,14	917,81
67,41694	366,1387	3774,446	704,2633	20,98	139,48	1657,54	854,18
68,45688	367,8946	3837,431	653,0708	21,18	142,07	1705,53	901,72
69,05803	371,9731	3865,404	716,6958	21,10	140,23	1755,08	917,81
67,99834	362,4782	3778,742	705,726	21,36	141,76	1714,31	879,05
67,58734	359,561	3733,492	622,3552	21,48	143,01	1722,54	881,97
68,1468	366,8633	3801,687	682,3237	21,39	142,62	1697,22	951,45
69,14798	372,354	3734,406	552,8796	21,18	141,74	1715,22	887,09
68,17606	366,0736	3715,391	568,2374	21,28	138,93	1691,09	908,30
67,89669	367,2164	3780,936	634,7877	21,18	140,63	1713,49	873,93
68,41227	370,8397	3874,454	685,9803	20,78	139,45	1646,30	798,60
67,80016	361,8372	3821,89	661,8466	20,69	139,00	1668,42	846,87
66,26877	351,6733	3631,198	566,0434	21,24	137,50	1638,53	792,02
65,71296	352,7603	3636,5	587,2518	20,57	135,48	1584,87	765,69
66,33385	353,9867	3607,156	605,5348	20,56	137,44	1602,78	800,80
64,91582	349,0163	3575,892	570,4314	20,66	135,95	1630,57	759,11
66,86991	356,1607	3653,595	597,4903	20,20	132,69	1573,35	666,23
67,50251	358,474	3763,293	664,7719	20,30	134,98	1595,20	756,19
67,42791	361,6235	3786,695	630,3998	21,06	140,62	1673,54	803,72
66,75144	353,5407	3689,247	631,1311	20,83	135,60	1637,98	808,11
66,42161	351,0137	3668,495	590,9084	20,69	136,39	1618,05	783,98
66,41503	356,746	3649,847	565,3121	20,21	134,15	1571,79	718,16
65,96088	355,436	3631,106	615,7733	20,35	135,14	1627,56	747,41
66,60152	353,1691	3631,381	562,3868	20,91	138,94	1631,76	766,43
65,69541	351,6083	3620,319	589,4457	20,33	133,47	1581,03	770,81
66,50791	349,3972	3605,327	593,1024	20,78	137,08	1649,50	827,86
66,12689	356,3651	3688,332	620,8926	20,62	132,99	1609,46	656,73
66,17735	349,648	3536,949	552,8796	21,07	139,43	1638,16	772,28

65,95576	347,9107	3529,635	562,3868	20,61	134,56	1590,53	768,62
65,29172	342,5872	3495,812	492,9112	20,64	137,61	1616,22	767,16
64,84488	345,969	3646,738	530,2086	20,37	132,38	1583,68	743,75
64,34685	344,4268	3513,912	523,6267	20,68	136,23	1595,47	772,28
64,93557	341,9834	3516,929	543,3724	20,62	137,28	1611,74	729,13
64,52164	341,6117	3435,935	510,4629	20,36	130,41	1560,55	734,98
64,77248	346,192	3506,142	519,2388	20,73	133,13	1572,53	707,92
61,88083	328,5214	3328,43	485,598	20,63	132,55	1573,35	767,16
63,35225	331,6244	3328,705	468,7776	20,48	133,83	1572,71	756,19
63,27766	327,5366	3291,59	480,4787	20,02	131,52	1539,80	672,82
63,53728	331,2714	3328,705	460,733	20,35	132,52	1550,95	681,59
62,75549	329,6734	3315,449	419,779	20,63	138,21	1616,50	741,56
62,35912	323,8204	3291,316	447,5692	20,45	133,26	1562,65	646,49
63,14895	332,5628	3365,271	551,417	20,26	130,08	1503,42	675,01
63,87222	336,5391	3397,632	503,1497	20,21	132,24	1541,90	700,61
62,58217	329,6084	3287,294	500,2244	20,30	132,35	1591,63	724,74
63,53435	334,0771	3335,469	511,1943	20,14	133,52	1523,89	667,70
62,26331	328,3449	3234,821	470,9715	20,08	129,72	1492,99	650,15
61,76528	320,1414	3228,879	489,9859	20,02	130,27	1537,61	604,07
61,64608	320,7638	3225,04	463,6583	20,22	131,77	1554,97	704,26
62,07098	323,2909	3226,502	446,1066	19,80	129,74	1505,79	663,31
61,2987	322,817	3187,011	428,5548	20,02	129,14	1530,47	669,16
61,20436	323,1422	3201,546	411,7344	19,83	130,34	1492,35	637,71
61,44058	322,4919	3198,986	432,9428	19,94	130,52	1490,53	655,26
61,34843	318,1253	3185,457	435,8681	19,91	131,12	1499,94	673,55
61,37183	318,5527	3187,194	394,1827	20,18	131,89	1543,36	645,76
61,24824	325,3255	3127,408	424,8982	20,08	129,39	1482,57	626,01
61,44277	322,9657	3243,414	446,1066	19,90	128,77	1511,37	657,46
61,26872	318,8407	3185,64	439,5247	19,92	129,78	1501,13	677,94
60,02839	305,7318	3030,051	401,4959	19,94	128,87	1492,99	680,86
58,53869	298,7454	2970,357	385,4068	19,70	129,37	1484,58	642,83
61,04274	314,5021	3112,965	384,6755	19,96	128,78	1524,90	653,07
60,47231	317,0662	3115,616	429,2862	19,79	132,05	1513,93	617,24
60,1337	306,0384	3073,016	409,5405	20,05	128,13	1499,48	612,12
59,98232	311,1389	3067,897	395,6453	19,99	130,60	1511,55	624,55
59,79656	310,2749	3074,387	421,2416	19,89	130,35	1499,76	592,37
60,06569	311,9843	3052,082	391,9887	19,87	129,27	1471,15	599,68
58,82829	303,0562	2973,556	376,631	19,99	129,24	1441,44	599,68
58,62645	308,0823	3090,385	414,6597	19,50	121,48	1447,20	600,42
59,54133	307,0882	3009,574	438,7934	19,83	126,65	1491,26	639,91
59,28976	305,0629	3039,192	381,7502	19,75	128,16	1486,05	616,50
58,99138	299,2935	2912,765	390,5261	19,75	126,72	1470,23	602,61
59,38922	305,546	3007,38	394,914	19,72	125,56	1439,33	658,92
58,94384	303,2141	2992,571	431,4801	19,71	123,76	1459,26	600,42
58,56575	303,4742	2928,854	373,7057	19,59	127,64	1462,19	627,47
58,15182	297,0824	2912,582	332,0203	19,35	125,72	1405,14	559,46
56,62482	289,9287	2771,529	324,7071	19,53	124,96	1440,80	533,13
57,9668	291,8332	2891,374	319,5878	19,43	123,34	1424,89	555,80
57,14918	290,802	2836,708	301,3048	19,80	129,19	1420,68	582,86
57,73643	289,6964	2852,614	345,9154	19,50	125,48	1417,67	571,16
56,10997	283,1187	2747,669	336,4082	19,53	126,00	1440,43	541,18
56,32425	284,8932	2761,016	285,2157	19,32	124,69	1394,81	561,66
56,31035	286,8071	2783,595	339,3335	19,01	120,93	1408,07	471,70
56,97659	289,0275	2819,522	307,1554	19,29	121,87	1373,42	520,70

57,32177	293,5427	2887,809	295,4542	19,21	123,04	1402,68	543,37
57,60187	292,7065	2853,711	328,3637	19,03	123,49	1398,29	529,48
56,9839	290,3746	2843,472	340,0649	19,11	121,92	1375,89	521,43
56,28402	285,2648	2779,207	322,5131	19,33	126,40	1397,56	509,73
56,56485	287,4109	2786,795	334,2143	19,38	124,68	1431,93	550,69
56,89687	288,8324	2771,529	318,1252	18,96	122,83	1387,41	495,84
55,82329	282,0132	2767,049	309,3493	19,07	121,88	1357,43	492,91
55,74577	279,5512	2737,339	284,4844	18,71	118,78	1372,51	490,72
55,03639	276,5225	2668,412	304,9614	18,70	120,02	1352,58	495,11
55,79258	280,3502	2719,056	304,2301	18,90	119,76	1351,94	489,99
55,43276	277,5351	2705,344	334,9456	18,73	121,13	1338,78	476,82
55,6624	281,0748	2688,249	342,2588	18,66	118,70	1339,78	516,31
55,78599	281,1677	2741,453	285,2157	18,73	120,63	1343,44	456,35
55,5176	278,6314	2691,814	302,7674	18,64	118,39	1315,47	489,99
54,42866	275,2776	2596,925	253,0375	18,72	120,22	1339,14	447,57
54,36723	269,6382	2584,401	253,0375	18,72	119,81	1340,42	490,72
54,64732	273,1314	2660,55	245,7243	19,14	121,71	1351,39	450,49
52,80805	262,6146	2510,446	258,8881	18,92	119,88	1325,89	487,06
53,25416	267,5386	2546,373	258,1568	18,68	118,29	1353,31	499,49
54,45206	273,6331	2604,787	273,5145	18,84	121,07	1337,04	487,79
53,59568	271,3291	2619,962	266,9326	18,73	118,44	1329,54	458,54
53,6849	273,9397	2599,576	274,9772	19,12	123,30	1388,60	528,01
55,07734	274,8037	2638,976	284,4844	18,12	116,92	1262,54	427,82
53,80557	268,3004	2583,03	319,5878	18,26	115,46	1270,76	426,36
55,64485	280,601	2719,696	299,1108	18,32	117,39	1265,00	431,48
55,43203	279,9693	2721,707	345,1841	18,27	114,60	1298,28	464,39
54,87696	278,6407	2688,341	310,0806	18,40	116,44	1299,29	434,41
53,93136	269,0901	2561,73	256,6941	18,51	118,46	1323,05	480,48
51,86611	259,4001	2487,776	289,6036	18,42	115,80	1319,58	481,94
53,88821	270,8831	2602,502	274,2458	18,46	118,23	1289,05	454,15
54,26192	272,8899	2668,869	282,2904	18,60	118,10	1310,16	450,49
53,49476	270,3164	2600,399	285,2157	18,38	116,08	1284,57	443,91
52,64277	259,9947	2511,086	280,0964	18,41	115,13	1297,00	405,88
53,82678	267,1019	2583,579	291,7976	18,39	116,10	1276,71	462,20
53,27317	265,3088	2508,527	260,3507	18,34	116,55	1307,51	476,82
53,50354	266,1078	2545,916	277,9025	18,66	118,14	1312,91	463,66
52,82926	261,6577	2495,18	244,993	18,72	117,92	1312,17	449,03
53,04207	263,9431	2508,344	260,3507	18,60	114,38	1300,84	437,33
52,84096	265,9871	2501,122	258,1568	18,37	113,41	1254,58	443,91
53,06547	268,6999	2536,226	248,6496	18,35	114,91	1257,87	416,85
53,02452	264,0082	2544,727	255,9628	18,29	114,49	1284,93	406,62
52,87094	263,5622	2496,003	241,3363	18,21	114,43	1288,13	446,84
52,80586	262,9212	2513,372	228,1725	18,39	114,49	1265,19	412,47
52,0504	259,2607	2478,085	268,3953	18,34	116,73	1272,59	421,97
51,98824	257,8393	2425,339	277,1711	18,31	115,66	1269,21	422,70
51,92607	256,8824	2411,261	231,0978	18,12	115,38	1261,26	425,63
52,10891	258,3224	2451,301	238,4111	18,24	116,13	1246,63	485,60
52,027	257,4584	2415,466	252,3062	18,08	112,41	1258,88	406,62
52,00359	258,6011	2450,478	244,2616	17,84	111,96	1248,37	410,27
50,97974	252,3579	2360,617	229,6352	18,14	113,26	1256,41	380,29
51,3827	251,4288	2379,174	217,2027	18,01	112,81	1242,97	388,33
51,21742	253,0268	2395,629	223,7846	18,05	113,94	1236,39	382,48
51,1399	253,6493	2385,847	232,5605	18,21	112,10	1235,39	421,97
51,27374	255,656	2410,073	225,2473	18,27	113,96	1278,08	416,85

50,70404	246,3469	2327,067	233,2918	18,05	113,66	1258,15	389,79
50,90369	252,9432	2384,659	230,3665	17,96	112,58	1208,14	367,86
51,02289	255,0893	2362,628	200,3823	17,94	112,39	1216,10	375,90
50,34276	245,0834	2299,734	202,5763	18,10	113,52	1228,16	382,48
50,35446	247,1924	2316,28	211,3521	18,01	115,30	1254,22	401,50
50,255	245,7523	2288,856	203,3076	17,95	112,21	1203,12	380,29
50,82324	253,0825	2308,784	215,7401	17,74	112,39	1230,91	431,48
50,10508	246,6814	2329,718	185,7559	17,90	113,48	1223,05	398,57
49,5405	244,3681	2299,094	202,5763	17,91	111,07	1223,23	412,47
50,01367	245,5015	2279,897	200,3823	18,48	115,76	1255,86	385,41
49,53684	244,3495	2252,747	191,6064	18,14	113,27	1207,14	356,15
50,08022	247,1924	2277,063	214,2774	18,19	112,90	1218,47	362,74
50,911	248,2979	2316,646	207,6955	17,82	110,19	1206,41	376,63
50,3274	246,189	2320,486	208,4268	17,68	111,16	1200,83	362,00
50,35739	248,2701	2293,061	172,5921	17,71	108,23	1178,62	370,05
49,47615	243,8199	2219,563	173,3234	17,72	110,50	1168,20	364,93
49,03808	239,7785	2215,267	191,6064	17,98	112,58	1214,18	383,21
48,59271	232,8943	2147,436	176,2487	17,64	108,49	1163,53	386,87
48,87719	241,0513	2220,02	190,1438	17,58	111,28	1155,76	353,96
49,64142	238,0134	2224,865	192,3378	18,06	113,62	1244,53	432,21
49,52222	239,3605	2239,035	187,2185	17,48	108,80	1206,50	370,78
49,19312	240,113	2244,519	203,3076	17,52	108,37	1199,55	376,63
48,85452	235,4956	2179,889	185,7559	17,85	112,15	1227,07	342,26
48,31407	237,8183	2214,261	206,2329	17,68	109,06	1180,99	339,33
48,63074	234,1206	2156,212	179,174	17,59	109,55	1165,27	396,38
48,11004	234,7059	2140,489	185,0245	17,52	108,21	1197,45	370,78
48,24021	235,923	2170,107	188,6811	17,68	111,20	1236,03	402,96
48,80699	238,4779	2157,766	179,174	17,78	111,98	1209,15	353,96
48,06616	233,2566	2155,024	174,786	18,04	113,26	1207,60	380,29
48,51226	234,0277	2170,747	186,4872	17,53	108,39	1172,22	356,89
				17,54	106,80	1187,12	359,08
				17,34	108,67	1163,90	333,48
				17,58	109,57	1218,84	393,45

#### Πείραμα 5

< 1 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1 - 2.5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.5 - 5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5 - 10 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
26,74	161,04	1662,05	702,07
26,77	158,96	1685,65	756,67
27,07	160,06	1683,02	740,29
26,94	161,61	1701,45	773,84
26,58	158,78	1669,95	688,81
27,27	164,31	1717,34	738,73
26,93	160,61	1702,23	702,85
26,46	157,30	1645,28	688,81
26,35	159,29	1614,76	643,56
26,44	154,04	1594,67	639,66
26,36	156,91	1626,17	640,44
26,31	155,62	1640,99	647,46
25,75	152,85	1577,02	661,51
25,65	151,92	1579,17	570,24
25,75	153,15	1588,33	656,82
26,56	155,18	1674,24	649,80
26,24	155,66	1608,23	617,82

#### Πείραμα 6

< 1 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1 - 2.5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.5 - 5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5 - 10 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
100,79	654,14	6765,92	4237,28
97,09	614,06	6313,05	3865,04
91,89	568,89	5756,69	3350,19
88,97	552,28	5726,71	3603,22
83,88	509,34	5124,28	3103,00
81,26	488,77	4920,06	2941,38
69,24	397,58	4038,64	2300,01
67,27	387,11	3851,14	2120,83
74,89	454,17	4751,04	3028,41
80,64	491,50	5087,08	2947,96
86,78	537,26	5534,46	3185,64
82,55	505,63	5311,23	3261,70
86,07	534,49	5592,79	3186,37
80,88	493,84	5241,66	3127,13
78,04	469,24	4892,73	2702,24
82,45	505,65	5317,72	3466,47
80,15	491,68	5163,04	2931,87

26,00	152,74	1596,43	628,74	78,40	474,04	4960,47	2756,35
26,33	156,30	1605,01	675,55	78,08	468,73	4898,67	2912,13
25,93	152,24	1596,82	637,32	77,69	470,86	4893,09	2803,16
25,71	150,59	1556,94	641,22	77,35	465,62	4889,71	2690,53
25,86	152,95	1566,69	663,07	76,07	450,56	4683,20	2701,50
25,62	146,86	1579,56	649,02	75,31	453,06	4648,38	2387,04
25,29	149,90	1520,86	603,00	69,93	404,09	4250,26	2325,60
25,50	150,09	1567,47	621,72	78,80	474,12	4955,07	2327,80
25,47	153,09	1578,58	614,70	80,71	488,92	5063,49	2378,99
24,93	148,36	1510,91	548,39	77,34	469,43	4926,74	2404,59
25,07	143,72	1490,34	539,81	74,80	439,28	4632,38	2373,87
25,09	146,49	1491,99	552,29	68,21	400,85	4212,32	2419,21
25,15	146,14	1509,94	528,89	69,13	403,64	4253,92	2326,34
25,32	148,11	1531,19	533,57	69,92	406,65	4290,12	2165,45
24,97	145,67	1474,44	518,75	72,37	432,62	4494,25	2477,72
24,95	144,76	1494,43	578,82	70,73	410,43	4320,74	2289,77
25,06	145,67	1501,55	572,58	71,30	417,32	4416,55	2147,89
24,62	143,47	1464,89	556,98	70,20	409,18	4251,27	2148,62
24,59	140,51	1459,82	532,79	71,19	414,51	4357,13	2147,89
24,55	142,30	1462,45	543,71	72,89	433,29	4660,90	2054,28
24,51	142,37	1510,13	553,85	73,17	433,56	4552,21	1932,15
24,86	145,78	1488,00	611,58	73,09	435,09	4584,93	1817,34
24,91	142,79	1449,29	561,66	73,23	436,59	4601,57	2196,16
24,67	142,88	1494,53	533,57	74,66	439,27	4591,88	2046,97
24,37	142,17	1464,50	521,09	73,84	429,68	4346,61	1447,29
24,41	142,60	1447,53	483,65	73,51	428,75	4315,99	1463,38
24,20	142,00	1431,64	482,87	73,08	434,17	4516,37	1663,03
24,21	143,31	1428,52	528,89	74,11	431,33	4570,40	1622,80
24,45	139,42	1456,31	519,53	72,64	428,85	4513,36	1705,44
24,58	145,58	1504,38	575,70	72,64	424,14	4522,68	1676,19
23,73	137,51	1412,33	503,93	72,01	419,56	4305,84	1346,36
23,72	136,19	1398,68	500,03	72,91	417,79	4300,72	1478,73
23,92	137,98	1392,34	477,41	72,14	420,51	4434,46	1611,83
24,14	139,89	1431,05	473,51	72,51	424,11	4498,09	1648,40
23,71	137,93	1410,38	468,05	71,47	419,35	4374,86	1540,90
23,97	142,08	1417,21	496,91	72,69	424,18	4384,19	1376,35
23,74	137,66	1406,58	467,27	71,86	414,34	4298,71	1293,71
23,48	136,09	1368,94	459,47	70,62	410,58	4207,48	1257,87
23,66	133,54	1377,81	481,31	72,02	420,69	4315,99	1297,37
23,48	136,35	1385,61	479,75	71,60	411,84	4132,70	1322,96
23,77	133,77	1380,44	450,10	70,04	402,52	4050,34	1358,07
23,70	138,19	1374,11	510,95	68,76	397,05	4070,17	1322,23
23,30	134,92	1323,69	443,08	69,57	395,78	4059,02	1281,28
23,49	135,39	1339,00	425,92	68,56	391,67	4018,25	1360,26
23,12	134,50	1346,12	446,98	69,15	394,19	4040,56	1194,25
23,41	133,37	1344,46	464,93	69,05	397,10	4123,01	1132,09
23,41	133,56	1353,24	462,59	69,52	402,28	4165,89	1328,81
22,82	130,30	1335,20	368,20	71,21	408,25	4210,50	1247,64
23,59	135,04	1386,68	464,15	70,68	401,66	4014,05	1163,53
23,15	132,43	1341,34	450,88	69,79	395,57	3920,53	1124,04
23,50	136,30	1349,44	443,08	69,37	391,84	3912,30	1143,06
23,14	130,29	1314,72	429,82	68,94	392,78	3921,17	1213,99
22,93	129,83	1300,10	403,30	68,45	388,36	3942,47	1105,76
22,64	130,34	1322,33	406,42	68,10	383,11	3865,22	1179,62
22,77	131,53	1293,37	412,66	67,68	389,28	3937,35	1264,46
22,89	132,18	1300,19	417,34	67,44	381,64	3876,56	1335,39
22,16	129,58	1256,02	404,08	68,32	389,78	3944,48	1239,59
22,40	127,35	1295,71	397,84	67,08	377,55	3827,74	1249,10

22,27	127,52	1289,27	394,72	67,84	385,18	3917,88	1120,39
22,51	126,98	1300,49	432,16	68,42	390,92	3934,15	1207,41
22,67	128,65	1292,30	383,80	66,50	376,34	3802,14	1439,24
22,42	128,94	1269,87	402,52	66,45	371,54	3776,55	1269,58
22,83	131,87	1325,16	439,96	65,93	376,40	3863,39	1230,08
22,50	128,35	1305,36	407,98	67,23	377,44	3822,07	1219,11
22,46	128,95	1310,33	394,72	66,63	372,32	3832,68	1306,14
22,67	128,18	1290,25	432,16	64,91	361,55	3679,19	1197,91
22,56	128,55	1297,17	417,34	64,66	362,78	3700,86	1094,06
22,31	128,64	1269,77	389,26	66,28	368,45	3679,92	1203,03
22,12	128,96	1243,05	385,36	66,36	366,42	3750,13	1237,40
22,02	125,03	1262,46	399,40	66,02	365,91	3779,56	1148,18
21,91	126,04	1267,53	389,26	64,54	362,62	3687,51	1192,79
22,25	124,56	1269,58	393,16	64,45	356,46	3628,91	1148,91
22,59	130,03	1284,79	422,80	65,44	362,39	3684,58	1072,12
22,35	126,74	1296,10	418,12	64,85	359,64	3639,33	1139,40
22,03	125,88	1277,38	419,68	65,49	361,02	3630,19	1047,98
22,06	125,07	1239,64	382,24	65,05	360,60	3628,55	1091,86
22,00	123,31	1232,72	360,40	63,07	346,32	3559,89	1151,10
21,98	123,78	1240,03	373,66	62,35	348,81	3514,55	993,14
21,69	121,69	1230,38	402,52	62,66	352,96	3549,56	942,67
21,89	124,96	1240,13	393,16	63,20	348,39	3552,22	1006,30
22,13	122,84	1245,39	377,56	64,87	359,05	3573,79	996,06
21,96	124,43	1268,11	367,42	65,04	360,39	3635,49	1018,73
21,78	124,28	1279,42	377,56	65,41	360,56	3598,65	1037,75
21,82	123,91	1251,05	408,76	65,85	366,00	3666,30	1103,57
21,52	121,58	1209,90	353,37	65,38	360,38	3641,16	1044,33
21,60	121,59	1208,14	370,54	65,51	363,29	3670,60	1029,70
21,42	121,23	1226,87	366,64	65,39	364,39	3673,98	1042,87
21,57	122,30	1206,78	346,35	65,75	364,97	3671,15	976,32
21,45	120,44	1208,05	344,79	64,75	354,50	3601,85	1050,91
21,49	122,20	1178,31	364,30	64,63	355,40	3637,96	1042,13
21,58	120,25	1205,90	334,65	65,33	358,78	3642,53	1053,84
21,99	124,60	1230,18	385,36	65,45	365,01	3706,98	1131,36
21,69	123,75	1230,28	376,00	65,31	365,03	3787,79	1060,42
21,58	125,43	1228,91	347,13	64,97	358,10	3779,93	1115,27
21,78	125,19	1247,83	400,18	60,68	329,48	3364,54	1029,70
21,79	123,74	1236,03	347,13	61,18	332,75	3362,44	916,35
21,51	120,35	1235,06	357,28	60,52	329,51	3369,75	925,85
21,44	121,76	1213,80	368,98	60,81	330,42	3394,25	960,23
21,31	121,65	1211,17	376,00	60,17	326,83	3333,73	892,94
21,17	119,41	1185,33	368,98	60,35	331,59	3353,84	925,12
21,12	121,76	1199,08	327,63	60,40	330,10	3347,08	893,68
21,20	119,91	1187,28	324,51	60,38	326,43	3319,11	900,99
21,10	119,94	1173,33	346,35	62,30	342,44	3468,94	861,50
21,23	120,28	1187,67	357,28	62,56	341,00	3419,75	831,51
21,54	122,11	1213,21	355,72	62,62	343,79	3453,03	827,13
21,45	120,84	1203,27	320,61	63,23	347,48	3572,69	911,23
21,42	118,61	1186,30	351,81	62,01	336,43	3484,84	938,29
20,84	115,59	1141,84	332,31	61,18	332,55	3368,29	833,71
20,98	117,30	1163,19	329,97	60,77	329,52	3327,79	872,47
20,57	117,50	1157,83	354,15	61,40	332,58	3345,34	921,47
20,73	119,80	1158,32	319,05	58,90	318,33	3265,99	852,72
20,75	117,14	1148,18	311,25	58,93	321,04	3218,09	869,54
20,93	118,42	1142,52	337,77	59,48	324,34	3223,67	858,57
20,83	117,63	1155,78	320,61	59,81	323,89	3296,16	876,12
20,65	115,42	1139,99	341,67	59,96	328,28	3280,71	936,82
20,56	112,71	1136,38	354,94	60,48	325,98	3305,21	858,57

20,81	117,93	1133,65	318,27	59,96	327,19	3339,49	840,29
20,75	119,06	1166,61	327,63	59,85	323,64	3349,82	849,07
20,74	115,99	1134,62	338,55	61,30	334,71	3325,51	855,65
20,91	117,48	1165,14	301,11	60,71	326,21	3389,86	868,08
20,77	114,78	1144,08	324,51	58,97	316,34	3207,31	811,04
21,14	117,84	1142,42	333,87	60,76	328,80	3389,31	799,34
20,60	114,65	1162,02	354,15	59,33	315,84	3209,96	770,81
20,59	116,31	1153,05	349,47	58,47	312,16	3112,32	807,38
20,58	112,49	1120,97	301,89	57,74	307,79	3173,57	825,66
20,84	115,97	1140,18	308,13	57,16	306,68	3141,58	751,80
20,87	114,44	1138,13	322,17	58,94	320,84	3307,95	787,63
20,47	112,68	1094,84	316,71	59,31	321,06	3313,62	808,84
20,33	115,00	1124,77	341,67	59,24	322,88	3252,46	748,14
20,12	110,19	1095,81	308,91	57,05	304,78	3101,45	724,01
20,71	115,57	1141,74	314,37	60,38	323,63	3190,85	658,92
20,32	115,24	1127,02	348,69	60,41	326,25	3288,57	743,75
20,33	113,69	1084,79	323,73	60,40	328,55	3271,39	669,16
20,15	112,41	1084,21	294,87	59,65	317,77	3117,44	619,43
19,87	108,97	1054,96	267,57	57,69	308,25	3154,56	666,97
19,61	109,42	1051,35	255,09	58,71	319,25	3216,45	748,14
19,91	107,85	1046,28	268,35	57,53	313,89	3204,75	754,72
19,85	110,41	1058,76	258,99	57,26	304,92	3032,15	726,93
19,53	106,60	1037,89	250,40	58,52	310,54	3055,01	639,91
19,20	106,88	1035,84	278,49	57,10	302,03	2995,31	650,15
19,95	111,28	1059,83	265,23	57,21	302,50	2984,53	646,49
19,54	108,87	1042,28	234,80	56,93	302,92	3013,60	647,22
19,31	108,22	1068,41	281,61	58,76	313,86	3098,43	631,86
18,96	104,90	1010,69	249,62	58,64	310,22	3080,88	595,30
19,05	105,52	993,04	263,67	58,87	315,43	3137,65	629,67
19,35	105,81	1003,08	246,50	58,61	310,64	3060,49	634,06
18,98	103,63	1024,73	263,67	59,10	317,03	3143,31	585,06
18,95	104,53	970,12	249,62	58,92	314,76	3093,13	581,40
18,96	101,62	993,92	232,46	58,29	309,95	3018,72	599,68
18,92	102,72	979,00	246,50	57,48	305,90	3032,61	616,50
18,63	103,47	975,00	233,24	57,49	304,11	3084,08	659,65
18,70	102,15	972,46	211,40	57,45	306,35	3043,31	646,49
18,85	101,27	968,37	234,80	56,77	303,94	3055,10	674,28
18,58	103,69	970,12	233,24	56,18	298,38	2999,52	637,71
18,56	101,97	949,35	210,62	55,01	299,61	3031,24	661,85
18,74	101,78	977,73	209,06	56,65	301,91	3045,50	721,08
18,91	104,49	965,93	258,99	56,64	306,65	3160,32	730,59
18,54	101,10	966,52	221,54	56,70	299,25	3024,20	699,14
18,85	103,44	1000,64	211,40	56,28	298,88	3006,10	669,89
18,53	100,62	949,35	230,90	55,04	288,98	2866,69	571,89
18,92	102,98	1009,52	252,74	55,89	293,99	2840,27	557,27
18,73	102,04	957,45	217,64	56,34	290,98	2894,30	525,82
18,83	103,23	989,82	208,28	56,97	301,22	2949,24	524,36
19,04	102,73	974,71	214,52	57,04	299,99	2910,57	555,07
19,33	105,65	998,89	242,60	55,77	294,71	2804,90	502,42
18,82	102,99	973,34	230,12	55,90	291,31	2836,89	541,91
18,71	101,41	945,65	232,46	56,23	293,77	2902,25	576,28
18,75	102,49	954,91	223,10	56,64	300,85	3074,20	585,06
18,75	100,97	970,12	230,12	58,45	310,17	3072,74	546,30
18,52	102,56	958,52	216,08	56,67	302,94	3034,71	525,09
18,89	102,35	980,95	244,16	57,36	298,14	2886,35	552,88
18,68	102,40	971,78	255,09	57,07	299,95	2906,18	528,01
18,93	102,57	993,82	222,32	56,99	298,40	2862,94	463,66
18,66	102,21	960,57	211,40	56,68	300,26	2911,49	509,00



18,49	99,58	947,79	205,94	57,20	303,60	2981,33	538,98
18,62	99,22	959,01	233,24	56,51	304,20	3007,20	518,51
19,09	105,38	994,99	217,64	56,13	299,83	3034,53	530,21
18,68	102,36	945,55	212,18	56,48	297,92	2970,17	511,19
18,40	101,37	961,64	209,06	56,40	297,36	2981,78	492,18
18,60	103,70	962,81	228,56	56,35	295,11	2883,33	451,96
18,44	99,57	925,66	203,60	55,00	290,12	2925,38	481,21
18,57	100,65	972,46	232,46	55,45	290,86	2865,23	498,03
18,04	98,72	943,89	197,36	55,84	290,88	2888,54	440,99
18,07	97,23	913,28	209,06	54,79	285,66	2867,24	496,57
18,03	99,23	920,49	192,68	55,81	286,77	2797,22	450,49
18,04	97,30	906,94	200,48	55,41	291,43	2796,48	440,99
18,08	97,75	928,19	177,86	55,17	286,57	2809,56	487,79
17,82	98,91	902,06	215,30	55,94	290,13	2782,77	530,21
18,15	101,17	955,30	224,66	55,34	290,00	2787,43	449,76
				26,81	115,82	931,16	37,30
				26,48	114,09	900,44	27,06
				26,46	112,87	913,33	21,94
				26,11	110,98	909,67	34,37
				26,59	114,08	933,26	35,83
				26,32	115,26	913,33	29,25
				26,99	115,68	922,11	33,64
				26,64	114,13	892,76	22,67
				26,20	112,56	896,14	27,79
				26,47	112,04	905,93	20,48
				26,11	112,15	894,32	25,60
				26,17	113,19	890,75	19,01
				26,02	112,39	879,96	25,60
				25,93	112,08	875,85	32,91
				26,14	109,27	873,47	23,40
				26,04	112,15	895,32	21,21
				26,15	113,18	884,99	33,64
				25,67	112,40	883,44	33,64
				26,05	112,57	896,05	22,67
				25,93	111,31	875,67	25,60
				25,87	111,46	883,62	25,60
				25,96	110,76	888,37	32,18
				25,83	110,11	894,13	22,67
				25,53	112,39	873,20	29,25
				25,62	111,37	855,65	25,60
				25,63	109,32	854,00	27,06
				25,82	109,88	862,59	24,13
				25,68	108,72	864,33	21,94
				25,56	108,92	862,41	27,79
				25,54	111,89	873,84	30,72
				25,44	109,83	859,85	17,55
				25,13	108,70	862,32	29,98
				25,30	108,00	859,58	23,40
				25,33	108,44	866,71	21,94
				25,38	108,03	832,06	35,10
				25,23	108,17	831,24	18,28
				25,40	108,20	843,85	24,86
				25,11	106,96	841,48	21,21
				25,01	108,03	840,38	18,28
				25,11	108,44	831,60	25,60
				24,81	106,41	829,87	15,36
				24,96	106,49	821,46	19,01
				25,10	105,51	828,13	24,13

25,25	106,88	825,57	21,94
25,14	106,29	818,44	20,48
25,01	105,35	840,20	19,75
24,88	102,98	820,73	27,79
24,76	106,37	808,20	18,28
24,63	104,04	808,39	18,28
24,21	103,45	789,28	21,21
24,32	103,84	811,68	19,01
24,64	104,83	856,65	27,06
24,05	102,97	782,61	19,01
23,95	100,82	773,92	18,28
23,87	101,05	781,05	26,33
24,63	105,47	820,18	25,60
23,58	100,24	772,28	40,95
23,14	97,29	761,76	35,83
22,48	95,43	733,33	36,57
23,15	98,21	735,80	24,86
22,84	94,60	725,93	37,30
22,31	93,97	721,72	27,79
23,14	97,45	750,61	34,37
23,17	96,05	751,07	35,10
22,18	94,56	714,41	32,18

#### Πείραμα 7

< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )
75,4725	420,767	4525,7	937,5551408
74,6015	416,456	4458,05	956,5695197
74,5334	418,221	4475,78	984,3597656
74,8933	415,741	4475,05	940,4804299
74,8172	417,915	4461,52	998,2548886
74,8355	416,549	4528,26	1029,701746
74,1129	409,247	4361,42	857,1096919
73,8716	404,871	4301,27	858,5723364
74,08	408,067	4389,76	1018,00059
73,8233	412,108	4332,35	879,0493598
74,3374	414,403	4388,57	984,3597656
75,1148	413,084	4421,48	842,4832467
74,5539	410,724	4395,43	894,4071273
73,4745	408,364	4277,32	797,1412664
73,0006	405,019	4335,1	898,7950609
73,3677	397,29	4260,96	880,5120043
72,2905	394,233	4216,71	850,5277916
72,308	398,358	4214,24	813,9616784
72,6978	404,49	4324,13	860,7663032
71,4648	391,901	4190,75	788,3653992
71,1591	391,279	4146,6	851,2591138
72,1786	395,302	4133,43	803,7231667
72,0199	392,329	4183,07	748,873997
72,1588	396,528	4162,32	763,5004423
71,429	393,295	4131,33	868,8108481
70,3539	381,951	4045,4	814,6930007
71,064	386,949	4078,77	793,4846551
71,3266	390,173	4117,89	794,2159773
70,3415	385,537	4109,3	813,2303562
70,5624	387,525	4085,53	827,1254792
71,271	386,123	4081,24	863,6915923
70,3415	380,372	4030,41	758,3811865
70,2932	379,851	4016,7	702,8006945
70,2903	379,433	3920,89	714,5018507

#### Πείραμα 8

< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )
0,89	3,19	32,47	49,14
20,64	123,82	1257,09	1028,14
22,33	144,49	1537,92	1443,92
9,74	54,75	551,22	447,76
22,13	142,29	1522,22	1234,86
37,02	243,06	2624,86	2375,33
29,79	189,56	1994,95	1648,30
27,89	178,83	1943,85	1940,83
39,60	286,87	3381,54	3920,67
36,50	246,06	2772,69	2881,60
32,09	205,58	2287,48	2310,59
36,74	249,57	2832,95	3251,36
36,49	243,77	2734,95	3175,69
39,18	263,95	2929,58	3050,88
40,39	276,25	3047,66	3064,14
36,81	238,96	2583,52	2807,50
34,97	226,73	2442,32	2694,39
30,39	195,08	2298,89	2816,08
36,62	250,06	2832,75	3316,89
36,73	249,06	2791,41	3032,16
35,81	240,60	2850,30	3296,61
36,15	238,66	2650,80	2901,11
41,97	289,01	3215,28	3145,27
38,52	260,22	2957,08	3075,84
39,36	270,54	3146,64	3425,32
39,83	272,24	3130,25	3029,82
37,63	253,67	2849,04	2784,88
36,32	232,31	2533,69	2604,68
37,19	251,43	2928,31	2618,72
41,32	283,78	3308,70	2889,41
40,62	291,39	3408,16	2759,91
44,86	313,90	3555,79	3238,10
42,50	281,21	2966,63	2181,88
42,96	285,61	3048,25	2579,71

70,4322	383,642	3999,78	760,5751532	39,19	226,59	2391,81	2452,56
69,6453	377,25	3967,15	708,6512726	37,41	241,95	2612,28	2254,42
69,3147	371,202	3868,69	679,3983821	40,86	276,24	3162,14	2737,29
68,718	372,726	3854,34	679,3983821	40,29	268,00	2897,40	2422,92
67,55	365,135	3740,9	612,8480562	37,82	258,40	3003,20	2937,77
65,6201	345,978	3605,14	645,757558	37,28	251,53	2899,16	2635,88
64,5004	341,491	3534,75	652,3394584	29,61	189,23	2248,57	2461,14
68,0393	361,856	3697,11	650,1454916	34,40	227,47	2702,58	2628,86
67,942	365,46	3790,9	609,1914449	40,79	277,86	3042,40	2724,03
67,0805	359,459	3743,46	642,8322689	43,61	297,87	3220,16	2626,52
67,4169	366,139	3774,45	704,263339	40,43	273,55	3060,44	2353,49
68,4569	367,895	3837,43	653,0707806	43,12	307,10	3788,64	2874,58
69,058	371,973	3865,4	716,6958175	39,12	262,82	2912,71	2070,32
67,9983	362,478	3778,74	705,7259835	42,49	292,16	3254,09	2185,00
67,5873	359,561	3733,49	622,3552456	40,72	273,75	3007,49	2184,22
68,1468	366,863	3801,69	682,3236711	38,22	252,33	2763,62	2081,25
69,148	372,354	3734,41	552,8796306	38,96	260,27	2816,47	2092,95
68,1761	366,074	3715,39	568,2373981	40,27	276,79	3172,38	2241,94
67,8967	367,216	3780,94	634,7877241	43,13	297,22	3364,57	2324,63
68,4123	370,84	3874,45	685,9802824	43,31	307,77	3508,98	2443,20
67,8002	361,837	3821,89	661,8466478	40,49	275,66	3202,31	2348,03
66,2688	351,673	3631,2	566,0434314	38,33	259,24	2878,09	2216,98
65,713	352,76	3636,5	587,251777	42,49	294,79	3280,22	2277,04
66,3339	353,987	3607,16	605,5348335	39,27	262,26	2893,70	2142,87
64,9158	349,016	3575,89	570,4313649	38,51	258,66	2866,20	2185,78
66,8699	356,161	3653,59	597,4902887	41,16	271,18	2914,66	2184,22
67,5025	358,474	3763,29	664,7719368	37,69	251,42	2781,36	2059,40
67,4279	361,623	3786,7	630,3997905	37,41	249,56	2844,26	2153,01
66,7514	353,541	3689,25	631,1311127	37,57	255,46	2878,58	2089,83
66,4216	351,014	3668,5	590,9083883	36,99	243,42	2733,88	2057,06
66,415	356,746	3649,85	565,3121091	36,38	237,94	2664,84	2003,24
65,9609	355,436	3631,11	615,7733452	36,86	242,43	2679,56	2053,94
66,6015	353,169	3631,38	562,38682	37,52	243,70	2728,51	1949,41
65,6954	351,608	3620,32	589,4457438	36,97	241,55	2672,06	1895,59
66,5079	349,397	3605,33	593,1023551	36,50	238,80	2648,85	1920,55
66,1269	356,365	3688,33	620,8926011	36,93	238,54	2621,45	1885,45
66,1774	349,648	3536,95	552,8796306	36,44	239,50	2639,49	1886,23
65,9558	347,911	3529,64	562,38682	36,53	237,44	2568,89	1894,03
65,2917	342,587	3495,81	492,9112051	36,43	238,02	2641,44	1830,84
64,8449	345,969	3646,74	530,2086405	35,58	230,42	2612,87	2031,32
64,3469	344,427	3513,91	523,6267401	34,89	222,87	2537,79	1820,70
64,9356	341,983	3516,93	543,3724412	34,28	215,32	2438,52	1752,05
64,5216	341,612	3435,93	510,4629394	35,16	231,24	2545,20	1918,99
64,7725	346,192	3506,14	519,2388065	36,54	249,02	2873,41	2204,50
61,8808	328,521	3328,43	485,5979825	37,19	245,04	2735,73	2057,06
63,3523	331,624	3328,7	468,7775704	34,71	225,70	2436,28	1821,48
63,2777	327,537	3291,59	480,4787266	34,29	221,17	2526,38	1763,75
63,5373	331,271	3328,7	460,7330255	33,92	225,43	2641,73	2036,78
62,7555	329,673	3315,45	419,7789788	35,93	233,68	2695,46	2136,63
62,3591	323,82	3291,32	447,5692248	34,23	230,13	2658,02	1974,38
63,1489	332,563	3365,27	551,4169861	34,68	225,18	2539,64	1764,53
63,8722	336,539	3397,63	503,1497168	33,28	214,47	2373,29	1642,84
62,5822	329,608	3287,29	500,2244277	34,13	219,58	2447,59	1707,59
63,5344	334,077	3335,47	511,1942617	32,91	212,48	2351,54	1518,81
62,2633	328,345	3234,82	470,9715372	32,83	209,38	2276,07	1531,29
61,7653	320,141	3228,88	489,985916	32,75	207,61	2266,12	1487,61
61,6461	320,764	3225,04	463,6583146	32,86	207,76	2280,07	1513,35
62,071	323,291	3226,5	446,1065803	32,79	208,00	2263,20	1471,23
61,2987	322,817	3187,01	428,554846	32,01	203,97	2181,97	1416,62
61,2044	323,142	3201,55	411,7344339	31,98	203,01	2202,06	1429,10
61,4406	322,492	3198,99	432,9427795	32,16	205,06	2224,97	1503,99
61,3484	318,125	3185,46	435,8680686	31,95	203,35	2232,19	1476,69
61,3718	318,553	3187,19	394,1826996	31,73	201,91	2201,96	1473,57
61,2482	325,325	3127,41	424,8982346	32,56	208,06	2244,57	1492,29
61,4428	322,966	3243,41	446,1065803	32,49	204,95	2256,37	1500,09
61,2687	318,841	3185,64	439,5246799	33,05	211,40	2304,64	1518,03

60,0284	305,732	3030,05	401,4959222	33,05	209,94	2334,58	1458,74
58,5387	298,745	2970,36	385,4068325	32,68	205,29	2288,45	1509,45
61,0427	314,502	3112,96	384,6755102	32,00	202,05	2241,26	1514,13
60,4723	317,066	3115,62	429,2861682	31,44	196,87	2149,60	1430,66
60,1337	306,038	3073,02	409,5404671	30,77	189,69	2062,52	1378,40
59,9823	311,139	3067,9	395,6453441	30,54	191,87	2101,04	1354,21
59,7966	310,275	3074,39	421,2416233	30,27	188,11	2031,91	1320,67
60,0657	311,984	3052,08	391,9887328	30,10	189,13	2054,24	1376,06
58,8283	303,056	2973,56	376,6309653	30,11	186,28	2026,45	1266,07
58,6264	308,082	3090,39	414,659723	31,04	195,59	2132,34	1361,23
59,5413	307,088	3009,57	438,7933576	30,52	191,70	2069,54	1354,99
59,2898	305,063	3039,19	381,7502211	29,71	185,73	2047,12	1341,73
58,9914	299,294	2912,77	390,5260883	29,88	188,04	2088,17	1375,28
59,3892	305,546	3007,38	394,9140219	29,94	186,90	2028,49	1351,87
58,9438	303,214	2992,57	431,480135	29,83	186,86	2027,62	1319,89
58,5657	303,474	2928,85	373,7056763	29,67	182,03	1993,49	1340,95
58,1518	297,082	2912,58	332,0203073	30,05	188,63	2043,61	1307,41
56,6248	289,929	2771,53	324,7070847	30,19	185,42	1999,14	1348,75
57,9668	291,833	2891,37	319,5878288	30,27	188,33	2061,26	1311,31
57,1492	290,802	2836,71	301,3047722	30,74	190,76	2111,67	1336,27
57,7364	289,696	2852,61	345,9154303	30,65	191,99	2099,19	1229,40
56,11	283,119	2747,67	336,4082409	30,14	187,33	2026,06	1262,94
56,3242	284,893	2761,02	285,2156825	30,65	190,20	2102,41	1247,34
56,3104	286,807	2783,6	339,3335299	30,85	197,08	2138,09	1337,83
56,9766	289,027	2819,52	307,1553503	30,03	185,94	2059,99	1340,95
57,3218	293,543	2887,81	295,4541941	29,91	187,49	2036,98	1297,27
57,6019	292,707	2853,71	328,363696	29,03	184,06	2028,01	1269,97
56,9839	290,375	2843,47	340,0648522	29,67	183,48	2024,89	1217,70
56,284	285,265	2779,21	322,5131179	29,38	185,08	2073,64	1328,47
56,5649	287,411	2786,79	334,2142741	29,12	180,09	1956,63	1235,64
56,8969	288,832	2771,53	318,1251843	29,20	180,53	2038,24	1308,19
55,8233	282,013	2767,05	309,3493171	29,62	188,69	2040,58	1269,19
55,7458	279,551	2737,34	284,4843602	30,34	188,82	2079,00	1257,48
55,0364	276,522	2668,41	304,9613836	30,97	192,52	2136,24	1311,31
55,7926	280,35	2719,06	304,2300613	31,83	201,51	2261,05	1406,48
55,4328	277,535	2705,34	334,9455963	30,56	191,46	2101,72	1336,27
55,6624	281,075	2688,25	342,258819	30,76	193,50	2128,15	1234,08
55,786	281,168	2741,45	285,2156825	31,50	198,17	2194,06	1323,01
55,5176	278,631	2691,81	302,7674168	30,41	187,51	2066,23	1187,28
54,4287	275,278	2596,93	253,0375029	30,37	188,09	2069,64	1222,38
54,3672	269,638	2584,4	253,0375029	29,34	180,62	1992,71	1135,01
54,6473	273,131	2660,55	245,7242803	28,77	176,44	1937,42	1155,29
52,808	262,615	2510,45	258,888081	30,02	185,69	1999,34	1195,08
53,2542	267,539	2546,37	258,1567587	30,13	188,37	2058,04	1171,68
54,4521	273,633	2604,79	273,5145263	29,41	183,29	1999,44	1224,72
53,5957	271,329	2619,96	266,9326259	29,50	183,59	2060,09	1195,08
53,6849	273,94	2599,58	274,9771708	30,61	192,48	2129,81	1206,78
55,0773	274,804	2638,98	284,4843602	29,18	178,29	1929,52	1119,41
53,8056	268,3	2583,03	319,5878288	29,50	180,46	1957,51	1099,91
55,6448	280,601	2719,7	299,1108055	28,92	180,07	1969,11	1076,51
55,432	279,969	2721,71	345,184108	29,30	179,44	1952,24	1040,62
54,877	278,641	2688,34	310,0806394	28,53	175,09	1910,90	982,90
53,9314	269,09	2561,73	256,6941142	29,25	181,36	1947,95	1098,35
51,8661	259,4	2487,78	289,603616	29,05	181,57	1987,15	1064,81
53,8882	270,883	2602,5	274,2458485	29,18	178,49	1936,25	1033,60
54,2619	272,89	2668,87	282,2903934	29,09	179,30	1945,41	1045,30
53,4948	270,316	2600,4	285,2156825	28,01	174,68	1869,65	971,20
52,6428	259,995	2511,09	280,0964266	27,72	170,15	1867,80	985,24
53,8268	267,102	2583,58	291,7975828	27,76	168,55	1836,40	1072,61
53,2732	265,309	2508,53	260,3507255	28,54	173,17	1867,60	1031,26
53,5035	266,108	2545,92	277,9024598	28,50	173,20	1907,68	1014,88
52,8293	261,658	2495,18	244,992958	28,09	172,31	1868,67	1018,78
53,0421	263,943	2508,34	260,3507255	27,95	171,06	1859,31	977,44
52,841	265,987	2501,12	258,1567587	27,57	169,41	1816,31	945,45
53,0655	268,7	2536,23	248,6495693	27,72	170,60	1805,68	950,91
53,0245	264,008	2544,73	255,962792	28,28	176,33	1868,87	961,84

52,8709	263,562	2496	241,3363467	27,41	171,73	1830,65	932,97
52,8059	262,921	2513,37	228,172546	26,68	164,50	1813,87	960,27
52,0504	259,261	2478,09	268,3952704	27,61	168,38	1796,81	914,25
51,9882	257,839	2425,34	277,1711376	27,37	167,72	1816,12	892,41
51,9261	256,882	2411,26	231,097835	26,35	158,99	1746,20	912,69
52,1089	258,322	2451,3	238,4110577	27,37	168,12	1803,64	837,80
52,027	257,458	2415,47	252,3061806	28,20	171,59	1869,06	933,75
52,0036	258,601	2450,48	244,2616358	27,47	170,13	1819,72	881,49
50,9797	252,358	2360,62	229,6351905	27,71	169,41	1781,50	808,16
51,3827	251,429	2379,17	217,202712	27,14	166,07	1788,03	911,13
51,2174	253,027	2395,63	223,7846124	27,70	168,78	1825,87	874,47
51,1399	253,649	2385,85	232,5604795	27,71	168,89	1782,87	882,27
51,2737	255,656	2410,07	225,2472569	28,00	169,55	1777,89	827,66
50,704	246,347	2327,07	233,2918018	28,19	170,00	1796,42	836,24
50,9037	252,943	2384,66	230,3665128	28,20	171,37	1839,03	887,73
51,0229	255,089	2362,63	200,3823	28,11	169,63	1840,20	900,99
50,3428	245,083	2299,73	202,5762668	27,39	167,15	1813,97	884,61
50,3545	247,192	2316,28	211,3521339	27,63	167,57	1799,15	837,80
50,255	245,752	2288,86	203,307589	27,41	166,34	1753,03	839,36
50,8232	253,083	2308,78	215,7400675	27,23	168,10	1769,51	831,56
50,1051	246,681	2329,72	185,7558547	27,60	168,21	1815,14	890,07
49,5405	244,368	2299,09	202,5762668	27,64	170,83	1828,89	830,78
50,0137	245,501	2279,9	200,3823	26,83	162,95	1703,69	754,33
49,5368	244,349	2252,75	191,6064328	27,40	165,71	1716,27	748,87
50,0802	247,192	2277,06	214,277423	27,49	167,57	1736,65	763,70
50,911	248,298	2316,65	207,6955226	26,89	161,54	1682,14	740,29
50,3274	246,189	2320,49	208,4268449	27,17	164,45	1720,85	791,78
50,3574	248,27	2293,06	172,592054	27,77	167,43	1799,83	833,90
49,4761	243,82	2219,56	173,3233763	26,86	162,17	1740,16	771,50
49,0381	239,779	2215,27	191,6064328	27,13	159,78	1714,71	730,15
48,5927	232,894	2147,44	176,2486653	27,38	164,46	1736,94	739,51
48,8772	241,051	2220,02	190,1437883	27,08	159,61	1709,44	728,59
49,6414	238,013	2224,87	192,3377551	26,97	161,28	1699,79	759,80
49,5222	239,36	2239,03	187,2184993	27,43	163,31	1690,33	747,31
49,1931	240,113	2244,52	203,307589	27,11	159,61	1646,45	725,47
48,8545	235,496	2179,89	185,7558547	27,22	161,51	1678,14	732,49
48,3141	237,818	2214,26	206,2328781	26,39	158,42	1673,07	696,61
48,6307	234,121	2156,21	179,1739544	26,23	158,03	1668,78	695,05
48,11	234,706	2140,49	185,0245325	26,36	158,89	1668,29	704,41
48,2402	235,923	2170,11	188,6811438	26,53	159,80	1682,82	727,81
48,807	238,478	2157,77	179,1739544	26,68	159,17	1626,46	681,01
48,0662	233,257	2155,02	174,7860208	26,60	158,05	1656,49	659,95
				21,70	147,65	1782,42	1037,75
				21,81	147,97	1853,08	1152,56
				21,77	147,82	1827,57	1140,86
				21,78	147,13	1804,81	1089,67
				22,08	150,60	1861,31	1119,65
				21,64	148,69	1803,81	1003,37
				21,69	147,79	1778,48	1037,01
				21,38	145,16	1795,21	1112,34
				21,65	146,84	1806,55	1094,06
				21,65	145,25	1785,43	1126,97
				21,28	143,47	1738,72	1042,87
				21,20	144,01	1748,04	1042,87
				21,86	147,96	1850,79	1142,33
				26,14	109,27	873,47	23,40
				26,04	112,15	895,32	21,21
				26,15	113,18	884,99	33,64
				25,67	112,40	883,44	33,64
				26,05	112,57	896,05	22,67
				25,93	111,31	875,67	25,60
				25,87	111,46	883,62	25,60
				25,96	110,76	888,37	32,18
				25,83	110,11	894,13	22,67
				25,53	112,39	873,20	29,25
				25,62	111,37	855,65	25,60

25,63	109,32	854,00	27,06
25,82	109,88	862,59	24,13
25,68	108,72	864,33	21,94
25,56	108,92	862,41	27,79
25,54	111,89	873,84	30,72
25,44	109,83	859,85	17,55
25,13	108,70	862,32	29,98
25,30	108,00	859,58	23,40
25,33	108,44	866,71	21,94
25,38	108,03	832,06	35,10
25,23	108,17	831,24	18,28
25,40	108,20	843,85	24,86
25,11	106,96	841,48	21,21
25,01	108,03	840,38	18,28
25,11	108,44	831,60	25,60
24,81	106,41	829,87	15,36
24,96	106,49	821,46	19,01
25,10	105,51	828,13	24,13
25,25	106,88	825,57	21,94
25,14	106,29	818,44	20,48
25,01	105,35	840,20	19,75
24,88	102,98	820,73	27,79
24,76	106,37	808,20	18,28
24,63	104,04	808,39	18,28
24,21	103,45	789,28	21,21
24,32	103,84	811,68	19,01
24,64	104,83	856,65	27,06
24,05	102,97	782,61	19,01
23,95	100,82	773,92	18,28
23,87	101,05	781,05	26,33
24,63	105,47	820,18	25,60
23,58	100,24	772,28	40,95
23,14	97,29	761,76	35,83
22,48	95,43	733,33	36,57
23,15	98,21	735,80	24,86
22,84	94,60	725,93	37,30
22,31	93,97	721,72	27,79
23,14	97,45	750,61	34,37
23,17	96,05	751,07	35,10

### Πείραμα 9

< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )
21,97	147,92	1815,87	1031,90
21,87	149,42	1817,52	1076,51
21,85	149,70	1824,19	1098,45
21,58	144,71	1745,30	1023,85
21,89	146,22	1806,18	1095,52
22,08	147,44	1803,17	1071,39
21,88	147,66	1811,03	1086,74
21,42	145,03	1789,27	1018,73
21,63	144,28	1740,91	966,08
22,19	146,47	1804,45	1017,27
22,01	148,56	1823,37	1160,61
21,50	146,09	1762,21	1015,08
21,78	145,40	1831,32	1083,09
21,66	146,31	1803,53	1061,15
21,35	147,30	1835,98	1047,25
21,21	143,58	1728,75	944,87
21,55	144,18	1798,78	1029,70
21,78	145,20	1774,19	1034,82
21,64	145,36	1783,33	996,06
21,51	146,37	1780,31	1050,18

### Πείραμα 10

< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )
48,00	241,93	2373,69	342,26
47,88	239,74	2338,68	313,01
47,16	237,98	2336,85	291,07
47,57	238,82	2301,65	289,60
47,55	239,31	2308,24	271,32
47,35	234,33	2295,71	250,11
47,65	234,30	2327,07	279,37
47,30	237,77	2336,39	285,95
47,54	236,41	2304,85	258,16
47,15	239,82	2313,54	310,81
47,26	236,81	2299,00	288,14
47,40	235,26	2323,32	291,07
47,03	232,18	2263,44	279,37
46,78	238,40	2303,85	275,71
47,06	234,49	2290,59	297,65
46,47	232,53	2236,66	282,29
47,26	235,37	2276,42	236,22
46,60	231,62	2230,35	276,44
46,30	231,71	2221,12	267,66
46,59	233,63	2249,09	263,28

22,10	150,07	1830,32	1036,28	46,35	230,26	2212,71	239,87
21,66	143,84	1753,99	974,12	45,96	231,00	2232,45	307,89
21,39	141,45	1745,21	888,56	46,09	228,54	2218,37	261,08
21,50	146,80	1791,28	1023,12	46,44	231,05	2203,75	262,54
21,84	148,03	1792,20	944,14	47,94	240,46	2310,25	242,80
21,60	145,44	1746,40	942,67	46,49	230,65	2238,85	266,93
21,29	140,78	1697,67	838,83	46,00	228,46	2202,29	257,43
21,18	140,57	1650,78	803,72	45,41	226,48	2198,63	239,14
21,30	143,81	1715,32	910,50	45,49	222,58	2140,49	231,10
21,44	144,01	1717,51	939,02	45,09	220,58	2146,07	236,95
21,12	144,71	1724,00	999,72	45,90	224,24	2185,28	288,14
21,38	141,60	1761,12	978,51	45,28	224,48	2172,58	236,95
20,86	139,53	1655,17	859,30	45,49	224,11	2148,99	263,28
21,14	140,98	1701,79	965,35	45,18	224,81	2170,75	234,02
21,20	141,35	1679,30	843,21	45,44	223,51	2173,67	233,29
21,49	144,23	1764,41	958,03	45,40	223,57	2154,93	236,95
21,36	142,24	1725,46	994,60	45,20	219,41	2150,45	249,38
21,22	142,59	1714,31	883,44	44,55	220,48	2087,56	222,32
20,74	139,62	1688,81	855,65	43,43	215,75	2046,97	216,47
21,31	140,77	1695,84	887,09	44,72	218,90	2076,86	244,99
20,85	139,26	1658,27	876,12	44,73	216,32	2126,14	228,90
21,07	141,72	1732,14	917,81	44,56	217,61	2087,56	243,53
20,98	139,48	1657,54	854,18	44,15	214,02	2076,41	211,35
21,18	142,07	1705,53	901,72	44,33	217,70	2050,81	202,58
21,10	140,23	1755,08	917,81	44,53	222,06	2093,50	203,31
21,36	141,76	1714,31	879,05	44,24	219,41	2138,93	233,29
21,48	143,01	1722,54	881,97	44,18	220,25	2109,50	239,87
21,39	142,62	1697,22	951,45	44,67	218,66	2080,89	225,98
21,18	141,74	1715,22	887,09	44,19	216,54	2074,30	221,59
21,28	138,93	1691,09	908,30	44,30	218,70	2102,64	206,96
21,18	140,63	1713,49	873,93	43,78	215,61	2097,16	215,01
20,78	139,45	1646,30	798,60	43,66	214,55	2051,08	228,90
20,69	139,00	1668,42	846,87	43,95	215,96	2079,79	261,81
21,24	137,50	1638,53	792,02	44,07	218,05	2075,58	212,81
20,57	135,48	1584,87	765,69	43,41	214,23	2017,35	228,17
20,56	137,44	1602,78	800,80	43,82	213,63	2053,74	229,64
20,66	135,95	1630,57	759,11	43,84	213,52	2038,47	223,05
20,20	132,69	1573,35	666,23	43,48	212,33	2002,09	204,04
20,30	134,98	1595,20	756,19	43,26	212,84	2043,41	232,56
21,06	140,62	1673,54	803,72	43,29	213,41	2055,84	239,14
20,83	135,60	1637,98	808,11	43,62	213,95	2009,76	192,34
20,69	136,39	1618,05	783,98	43,54	211,20	2053,74	222,32
20,21	134,15	1571,79	718,16	43,17	213,43	2043,95	244,26
20,35	135,14	1627,56	747,41	42,68	208,27	1920,00	182,83
20,91	138,94	1631,76	766,43	42,84	207,29	1940,29	185,02
20,33	133,47	1581,03	770,81	42,60	205,25	1925,94	184,29
20,78	137,08	1649,50	827,86	43,33	210,48	2007,94	206,96
20,62	132,99	1609,46	656,73	43,18	210,18	2013,24	190,88
21,07	139,43	1638,16	772,28	42,78	210,14	2003,09	217,93
20,61	134,56	1590,53	768,62	42,81	208,23	1939,92	185,76
20,64	137,61	1616,22	767,16	42,20	205,86	1933,62	190,88
20,37	132,38	1583,68	743,75	42,60	209,11	1965,06	238,41
20,68	136,23	1595,47	772,28	42,73	209,82	1995,78	212,08
20,62	137,28	1611,74	729,13	42,26	207,41	1939,19	196,73
20,36	130,41	1560,55	734,98	42,55	207,73	1973,84	198,19
20,73	133,13	1572,53	707,92	42,50	209,67	1967,71	204,04
20,63	132,55	1573,35	767,16	42,32	206,34	1972,28	201,84
20,48	133,83	1572,71	756,19	41,29	201,89	1908,57	181,37
20,02	131,52	1539,80	672,82	41,89	202,51	1902,99	150,65
20,35	132,52	1550,95	681,59	41,53	204,02	1912,41	171,86
20,63	138,21	1616,50	741,56	42,17	205,54	1939,28	172,59
20,45	133,26	1562,65	646,49	42,20	200,00	1925,30	171,13
20,26	130,08	1503,42	675,01	42,03	202,05	1934,90	194,53
20,21	132,24	1541,90	700,61	42,39	206,70	1937,64	167,47
20,30	132,35	1591,63	724,74	41,60	202,15	1912,41	216,47
20,14	133,52	1523,89	667,70	41,83	200,93	1877,12	160,89

20,08	129,72	1492,99	650,15	41,83	202,62	1910,21	182,83
20,02	130,27	1537,61	604,07	41,38	200,56	1885,17	179,17
20,22	131,77	1554,97	704,26	41,40	200,71	1888,27	184,29
19,80	129,74	1505,79	663,31	41,06	198,38	1853,63	162,35
20,02	129,14	1530,47	669,16	41,54	198,80	1882,88	198,92
19,83	130,34	1492,35	637,71	41,26	198,82	1876,30	183,56
19,94	130,52	1490,53	655,26	41,23	198,98	1861,12	160,89
19,91	131,12	1499,94	673,55	41,29	200,28	1845,31	179,17
20,18	131,89	1543,36	645,76	41,60	198,40	1905,55	164,55
20,08	129,39	1482,57	626,01	40,86	198,78	1886,99	202,58
19,90	128,77	1511,37	657,46	41,24	199,21	1864,96	201,84
19,92	129,78	1501,13	677,94	40,90	197,40	1832,05	155,77
19,94	128,87	1492,99	680,86	41,60	198,76	1869,99	183,56
19,70	129,37	1484,58	642,83	40,98	198,53	1867,43	179,17
19,96	128,78	1524,90	653,07	40,95	197,93	1818,07	163,82
19,79	132,05	1513,93	617,24	40,67	195,22	1835,80	163,82
20,05	128,13	1499,48	612,12	40,48	192,77	1790,00	145,53
19,99	130,60	1511,55	624,55	40,28	192,85	1789,27	157,97
19,89	130,35	1499,76	592,37	40,39	192,05	1807,28	147,73
19,87	129,27	1471,15	599,68	39,52	189,89	1761,94	152,12
19,99	129,24	1441,44	599,68	40,11	190,77	1791,47	155,77
19,50	121,48	1447,20	600,42	39,45	187,34	1741,46	125,06
19,83	126,65	1491,26	639,91	39,61	190,28	1756,18	153,58
19,75	128,16	1486,05	616,50	39,85	190,14	1795,12	163,82
19,75	126,72	1470,23	602,61	39,65	190,33	1767,15	162,35
19,72	125,56	1439,33	658,92	39,89	191,45	1762,67	157,23
19,71	123,76	1459,26	600,42	39,49	187,41	1757,18	128,71
19,59	127,64	1462,19	627,47	39,43	189,43	1774,92	162,35
19,35	125,72	1405,14	559,46	39,72	190,15	1774,64	155,77
19,53	124,96	1440,80	533,13	39,87	188,74	1758,56	151,38
19,43	123,34	1424,89	555,80	39,84	190,07	1765,59	144,07
19,80	129,19	1420,68	582,86	39,75	191,81	1785,43	139,68
19,50	125,48	1417,67	571,16	39,85	189,67	1755,63	176,98
19,53	126,00	1440,43	541,18	39,79	189,54	1760,75	147,00
19,32	124,69	1394,81	561,66	39,60	186,02	1703,89	124,32
19,01	120,93	1408,07	471,70	39,84	188,06	1716,50	152,85
19,29	121,87	1373,42	520,70	39,35	187,95	1712,57	134,56
19,21	123,04	1402,68	543,37	38,84	183,73	1733,51	160,16
19,03	123,49	1398,29	529,48	38,57	182,21	1723,54	150,65
19,11	121,92	1375,89	521,43	38,18	183,39	1682,04	133,83
19,33	126,40	1397,56	509,73	38,76	183,58	1693,47	155,04
19,38	124,68	1431,93	550,69	38,73	184,89	1698,13	149,19
18,96	122,83	1387,41	495,84	38,81	184,96	1673,45	129,44
19,07	121,88	1357,43	492,91	38,69	185,32	1677,01	133,83
18,71	118,78	1372,51	490,72	38,58	182,13	1666,23	166,74
18,70	120,02	1352,58	495,11	38,49	182,96	1658,55	149,19
18,90	119,76	1351,94	489,99	38,67	182,05	1668,33	136,03
18,73	121,13	1338,78	476,82	37,97	178,71	1624,18	115,55
18,66	118,70	1339,78	516,31	38,15	181,58	1669,24	124,32
18,73	120,63	1343,44	456,35	38,29	180,41	1658,73	129,44
18,64	118,39	1315,47	489,99	37,69	181,08	1633,68	125,79
18,72	120,22	1339,14	447,57	37,89	183,10	1644,84	119,21
18,72	119,81	1340,42	490,72	38,25	180,96	1649,41	139,68
19,14	121,71	1351,39	450,49	37,63	175,83	1622,07	126,52
18,92	119,88	1325,89	487,06	37,85	178,44	1626,19	127,98
18,68	118,29	1353,31	499,49	37,28	177,85	1631,58	125,79
18,84	121,07	1337,04	487,79	37,49	178,54	1624,18	121,40
18,73	118,44	1329,54	458,54	37,56	177,76	1611,19	141,88
19,12	123,30	1388,60	528,01	37,41	175,79	1617,78	105,31
18,12	116,92	1262,54	427,82	37,64	177,38	1611,65	111,89
18,26	115,46	1270,76	426,36	37,75	178,52	1650,87	126,52
18,32	117,39	1265,00	431,48	37,68	178,09	1618,14	107,50
18,27	114,60	1298,28	464,39	37,28	176,34	1605,62	122,13
18,40	116,44	1299,29	434,41	37,63	178,78	1607,35	134,56
18,51	118,46	1323,05	480,48	36,51	171,69	1559,00	113,35
18,42	115,80	1319,58	481,94	36,89	172,13	1540,90	102,39



18,46	118,23	1289,05	454,15	36,71	172,85	1548,85	111,16
18,60	118,10	1310,16	450,49	36,80	171,17	1557,99	119,21
18,38	116,08	1284,57	443,91	37,11	174,34	1585,51	98,73
18,41	115,13	1297,00	405,88	36,97	173,83	1565,76	112,62
18,39	116,10	1276,71	462,20	36,95	172,17	1544,28	110,43
18,34	116,55	1307,51	476,82	36,93	172,57	1539,62	94,34
18,66	118,14	1312,91	463,66	36,98	174,90	1570,79	102,39
18,72	117,92	1312,17	449,03	37,19	174,96	1573,17	119,21
18,60	114,38	1300,84	437,33	36,96	174,60	1568,50	117,01
18,37	113,41	1254,58	443,91	36,94	172,93	1547,39	117,74
18,35	114,91	1257,87	416,85	36,93	173,85	1570,15	127,25
18,29	114,49	1284,93	406,62	36,87	172,88	1553,33	108,97
18,21	114,43	1288,13	446,84	36,54	169,23	1538,06	112,62
18,39	114,49	1265,19	412,47	36,68	170,24	1540,07	106,77
18,34	116,73	1272,59	421,97	36,60	171,80	1554,88	103,85
18,31	115,66	1269,21	422,70	36,28	170,29	1513,84	95,07
18,12	115,38	1261,26	425,63	35,93	167,98	1507,90	108,24
18,24	116,13	1246,63	485,60	35,52	165,88	1462,10	109,70
18,08	112,41	1258,88	406,62	35,83	167,98	1489,15	87,03
17,84	111,96	1248,37	410,27	36,19	168,30	1520,51	106,04
18,14	113,26	1256,41	380,29	35,60	165,75	1463,19	95,07
18,01	112,81	1242,97	388,33	35,48	163,49	1458,81	89,22
18,05	113,94	1236,39	382,48				
18,21	112,10	1235,39	421,97				
18,27	113,96	1278,08	416,85				
18,05	113,66	1258,15	389,79				
17,96	112,58	1208,14	367,86				
17,94	112,39	1216,10	375,90				
18,10	113,52	1228,16	382,48				
18,01	115,30	1254,22	401,50				
17,95	112,21	1203,12	380,29				
17,74	112,39	1230,91	431,48				
17,90	113,48	1223,05	398,57				
17,91	111,07	1223,23	412,47				
18,48	115,76	1255,86	385,41				
18,14	113,27	1207,14	356,15				
18,19	112,90	1218,47	362,74				
17,82	110,19	1206,41	376,63				
17,68	111,16	1200,83	362,00				
17,71	108,23	1178,62	370,05				
17,72	110,50	1168,20	364,93				
17,98	112,58	1214,18	383,21				
17,64	108,49	1163,53	386,87				
17,58	111,28	1155,76	353,96				
18,06	113,62	1244,53	432,21				
17,48	108,80	1206,50	370,78				
17,52	108,37	1199,55	376,63				
17,85	112,15	1227,07	342,26				
17,68	109,06	1180,99	339,33				
17,59	109,55	1165,27	396,38				
17,52	108,21	1197,45	370,78				
17,68	111,20	1236,03	402,96				
17,78	111,98	1209,15	353,96				
18,04	113,26	1207,60	380,29				
17,53	108,39	1172,22	356,89				
17,54	106,80	1187,12	359,08				
17,34	108,67	1163,90	333,48				

**Πίνακας 5 : Συγκεντρώσεις Αιωρούμενων Σωματιδίων σε συνθήκες διαφοράς πίεσης  $\Delta P = 8.1 - 12 Pa$**

**Πείραμα 1**

**Πείραμα 2**

< 1 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	1 - 2.5 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	2.5 - 5 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	5 - 10 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	< 1 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	1 - 2.5 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	2.5 - 5 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )	5 - 10 $\mu m$ ( $\mu g/m^3$ )
35,42	163,00	1451,22	93,61	44,22	208,83	1812,77	104,58
35,58	165,45	1466,12	96,53	44,20	208,80	1789,55	103,85
35,56	163,94	1491,62	106,04	44,20	212,10	1776,66	102,39
35,43	162,43	1468,50	105,31	44,04	209,80	1791,83	113,35
34,81	163,92	1428,91	102,39	43,62	208,74	1770,17	112,62
34,74	161,67	1415,11	73,13	44,57	210,92	1753,07	100,92
34,93	159,91	1413,55	95,07	44,20	212,72	1804,17	107,50
34,92	159,66	1433,03	87,03	44,61	209,77	1785,07	114,09
35,04	161,53	1444,27	85,56	44,26	210,44	1818,34	103,85
34,81	163,69	1445,82	84,83	44,18	207,91	1778,12	93,61
35,43	165,53	1460,63	89,95	43,46	206,55	1737,53	102,39
34,96	164,10	1424,07	86,30	43,31	205,37	1711,66	97,27
34,94	161,25	1418,67	85,56	42,69	202,79	1697,12	90,68
34,74	160,91	1425,71	81,91	43,21	204,60	1721,26	80,45
34,52	161,05	1407,61	101,65	43,19	202,97	1723,54	93,61
34,87	161,33	1415,84	87,76	43,40	203,31	1707,64	90,68
34,20	160,08	1387,96	76,06	43,52	205,91	1752,52	92,15
34,76	159,84	1419,68	104,58	43,56	202,90	1739,45	106,77
35,23	161,95	1456,61	100,92	42,98	204,20	1720,07	97,27
34,63	160,25	1438,15	84,10	42,92	203,55	1732,05	89,22
35,13	160,21	1419,41	100,19	43,25	203,77	1717,51	93,61
34,81	157,98	1423,43	78,98	43,22	200,48	1701,06	98,73
34,51	157,52	1411,18	98,73	42,97	202,44	1700,69	84,83
34,49	161,89	1398,84	83,37	43,24	204,09	1707,27	87,03
34,60	158,05	1400,12	73,86	43,32	205,21	1716,87	85,56
34,00	157,87	1417,76	78,25	43,90	204,10	1739,91	84,83
34,26	158,34	1385,12	86,30	43,43	202,52	1698,95	93,61
34,42	159,86	1385,86	75,33	43,53	204,24	1714,49	107,50
34,42	158,03	1380,65	73,13	43,43	206,77	1741,00	94,34
34,19	156,84	1387,96	83,37	42,84	201,64	1679,94	84,83
33,95	156,83	1374,25	78,98	42,39	194,28	1628,11	77,52
33,47	155,59	1340,79	83,37	42,61	199,51	1686,43	93,61
33,98	156,17	1350,48	85,56	43,17	202,36	1716,41	89,95
33,69	156,50	1349,84	82,64	43,15	201,44	1688,26	79,71
33,85	155,31	1363,28	92,15	42,43	199,38	1677,47	80,45
33,75	154,85	1358,43	70,94	42,67	196,68	1653,43	90,68
33,79	156,72	1367,21	69,48	43,25	200,90	1695,84	68,01
33,48	154,68	1340,61	66,55	43,12	200,57	1684,24	80,45
33,26	152,22	1341,43	87,76	42,35	197,68	1640,90	73,13
33,52	153,75	1347,19	79,71	42,60	199,23	1640,63	82,64
33,69	151,39	1320,31	78,25	42,23	198,01	1658,55	85,56
33,57	154,34	1325,16	99,46	42,47	199,52	1637,25	70,94
33,17	155,57	1345,54	60,70	42,49	198,93	1669,24	73,13
33,40	153,63	1327,35	80,45	41,78	193,34	1577,83	75,33
33,57	150,74	1334,48	75,33	42,12	197,63	1657,18	68,01
33,29	150,44	1300,57	59,97	41,93	195,79	1627,83	76,06
32,96	149,98	1310,44	62,89	42,53	199,55	1656,90	79,71
32,88	151,02	1321,04	70,21	42,62	195,85	1642,55	55,58
33,50	152,73	1292,70	62,89	42,39	197,09	1646,57	76,79
32,75	149,44	1288,86	62,16	42,14	194,78	1625,91	72,40

32,94	151,84	1288,32	68,01	42,16	197,14	1653,98	84,10
32,97	152,65	1304,59	72,40	41,94	197,31	1625,73	77,52
32,80	149,94	1302,39	71,67	41,84	194,15	1660,01	87,03
32,74	149,49	1298,65	62,89	41,98	197,44	1641,18	84,10
32,39	146,92	1282,56	69,48	41,52	193,92	1623,99	64,36
32,67	147,36	1285,94	62,16	42,10	195,21	1613,85	70,94
32,72	149,12	1303,86	62,16	42,14	197,01	1619,51	93,61
32,82	149,06	1279,91	74,59	42,21	196,68	1624,08	75,33
32,66	147,91	1261,81	51,92	42,02	195,43	1615,95	69,48
32,53	146,27	1256,96	75,33	42,24	197,33	1609,91	84,10
32,40	148,71	1259,06	78,25	41,82	195,15	1612,93	73,13
32,46	147,67	1275,24	67,28	41,67	195,43	1598,67	78,98
32,68	147,18	1262,81	73,86	41,83	193,06	1599,04	72,40
32,14	146,39	1267,20	54,85	42,02	192,59	1603,52	71,67
32,11	143,75	1223,50	60,70	41,59	192,25	1569,69	69,48
31,84	145,10	1224,32	48,27	41,14	194,20	1571,06	87,03
31,97	146,26	1252,39	57,04	41,33	191,34	1565,40	73,13
32,20	146,69	1263,63	72,40	41,42	192,04	1567,68	70,94
32,07	146,54	1246,72	58,51	41,82	192,97	1582,67	79,71
31,72	141,90	1232,37	58,51	41,21	188,68	1574,99	76,06
31,92	142,38	1241,42	51,92	40,81	190,22	1548,12	69,48
32,00	143,73	1237,49	65,09	41,22	188,23	1571,79	65,09
32,12	144,24	1241,51	58,51	41,05	188,79	1551,04	73,13
32,02	145,97	1230,91	59,97	40,49	187,34	1535,78	66,55
31,75	143,65	1233,01	65,09	40,92	187,05	1583,68	67,28
31,53	142,88	1206,04	51,92	41,03	187,74	1542,27	63,63
31,07	140,33	1218,84	59,24	40,63	185,09	1514,66	65,82
31,77	140,81	1222,41	69,48	40,36	187,70	1538,98	57,77
31,35	141,88	1214,27	57,77	40,59	187,99	1546,38	57,77
31,74	140,85	1192,15	46,07	40,43	186,01	1519,14	68,74
31,59	141,82	1201,11	54,85	40,65	187,60	1531,57	78,25
31,13	141,30	1192,51	62,89	40,94	186,65	1531,48	83,37
31,27	140,53	1197,63	53,39	40,09	183,84	1508,99	64,36
31,31	139,79	1182,00	51,19	40,71	184,30	1510,27	54,12
31,22	138,80	1183,74	60,70	40,78	183,68	1475,26	54,12
31,28	139,89	1204,94	51,19	40,30	183,52	1486,78	59,97
31,60	142,41	1207,60	62,16	40,28	184,60	1491,53	50,46
31,24	141,05	1176,61	64,36	40,53	183,22	1480,65	65,82
30,79	140,27	1196,08	46,07	40,36	186,15	1494,27	66,55
30,90	139,61	1157,87	48,27	40,55	184,19	1502,04	68,01
30,86	138,54	1175,14	50,46	40,36	182,66	1482,30	55,58
31,65	138,81	1202,02	64,36	40,13	186,39	1493,09	51,19
31,32	140,28	1180,45	51,19	40,49	183,06	1480,84	52,66
31,04	139,43	1179,99	57,04	40,53	180,50	1443,45	46,07
30,87	137,92	1136,57	59,24	40,09	183,86	1489,89	64,36
30,80	138,08	1173,04	62,16	40,03	184,76	1483,67	67,28
30,40	137,26	1153,48	36,57	40,11	182,92	1471,15	68,01
30,94	139,71	1161,71	46,80	40,26	182,14	1483,12	53,39
30,61	136,77	1159,51	51,92	40,36	183,79	1480,93	63,63
30,50	137,38	1167,19	57,04	40,26	183,92	1493,82	51,92
30,82	137,10	1152,20	49,73	40,09	182,12	1490,43	52,66
30,69	137,85	1168,93	50,46	39,92	183,29	1466,30	50,46
30,42	135,75	1161,98	65,09	40,17	181,73	1478,92	58,51
30,36	137,30	1140,68	51,19	39,99	183,25	1486,05	62,16
30,31	136,10	1153,20	53,39	39,87	179,92	1467,03	62,89
30,77	136,43	1133,82	49,73	39,77	179,32	1452,86	37,30
30,51	136,74	1174,23	46,07	40,29	178,61	1446,92	43,88
30,67	139,23	1159,88	59,24	39,78	180,76	1475,99	59,97

30,83	137,70	1175,14	63,63	39,57	180,15	1452,50	62,16
30,03	136,99	1129,71	49,00	40,49	183,47	1478,83	51,92
30,48	134,45	1122,03	59,24	39,55	180,79	1424,34	53,39
30,46	135,99	1111,98	63,63	39,21	179,68	1417,30	45,34
29,89	132,60	1106,03	54,12	39,44	179,21	1455,70	52,66
30,42	132,29	1102,19	46,80	39,26	177,50	1413,28	51,92
30,43	134,28	1117,28	40,22	39,10	175,23	1395,45	42,42
29,83	132,71	1113,07	46,80	38,96	175,02	1406,61	50,46
30,03	136,14	1128,43	37,30	39,12	179,27	1423,06	51,19
29,92	132,53	1108,32	47,54	39,46	176,06	1411,73	49,73
30,35	134,15	1104,11	43,88	39,66	178,33	1414,19	46,07
29,73	134,44	1104,48	43,15	38,85	176,54	1389,79	54,85
29,95	132,07	1107,86	49,73	38,41	175,68	1411,18	50,46
29,75	131,70	1092,60	40,22	38,35	175,75	1357,33	38,03
29,62	131,23	1065,81	38,76	38,51	171,06	1333,66	33,64
29,66	133,70	1062,34	57,77	38,92	176,61	1401,12	49,73
29,45	132,11	1094,15	49,00	38,81	177,04	1421,51	51,92
29,48	131,40	1077,88	46,07	39,31	176,32	1372,23	40,22
29,58	130,09	1074,50	43,88	39,19	179,75	1407,52	46,07
29,74	131,00	1078,70	49,00	38,99	174,75	1387,78	61,43
29,62	130,67	1076,14	40,95	38,24	172,14	1366,11	40,95
29,29	129,15	1068,74	41,69	39,26	174,48	1409,53	53,39
29,76	132,05	1077,05	47,54	39,29	174,42	1370,04	38,76
29,37	128,93	1069,92	42,42	38,36	172,42	1379,46	38,76
29,04	129,08	1073,76	40,95	38,50	172,44	1352,12	38,76
29,17	128,54	1075,14	47,54	38,26	170,19	1367,30	51,92
28,75	128,05	1046,80	38,76	38,50	173,45	1372,42	55,58
29,15	130,20	1058,68	40,95	38,57	171,34	1347,46	43,15
28,85	128,52	1044,05	36,57	38,51	172,43	1335,58	45,34
29,07	128,02	1044,24	42,42	38,74	170,16	1351,67	34,37
29,09	125,83	1053,10	40,95	38,50	172,44	1363,55	48,27
29,26	125,86	1039,94	38,03	38,57	172,82	1372,60	42,42
28,84	128,49	1052,74	37,30	38,72	174,08	1400,30	44,61
28,45	125,59	1043,60	36,57	37,89	169,54	1336,95	48,27
28,74	125,11	1047,07	35,83	37,65	170,95	1321,96	57,77
28,82	127,32	1046,80	32,18	38,09	171,73	1352,31	49,73
28,97	127,23	1030,07	42,42	38,30	172,86	1341,34	43,88
28,68	127,87	1054,84	41,69	38,29	172,64	1353,49	52,66
29,00	127,13	1040,40	42,42	38,25	170,41	1327,62	44,61
28,82	125,39	1022,39	30,72	37,89	168,89	1327,72	33,64
29,03	128,35	1034,00	40,22	37,99	172,72	1341,34	43,15
28,57	127,24	1035,64	43,15	37,84	170,70	1329,00	46,07
28,73	124,54	1017,27	44,61	38,03	170,09	1357,97	32,91
28,41	124,72	1008,58	40,95	38,38	169,11	1315,83	44,61
28,57	125,95	1043,23	38,76	38,01	170,43	1340,24	38,76
28,34	124,45	1016,72	36,57	38,32	168,97	1321,77	43,88
28,23	123,48	1003,56	36,57	37,87	169,38	1320,95	36,57
28,45	125,42	1011,60	35,10	38,04	171,46	1325,52	34,37
28,60	123,42	1028,51	36,57	37,73	167,41	1304,68	32,91
28,73	122,55	1020,47	38,03	37,80	166,53	1302,30	39,49
28,44	123,96	1013,98	35,10	37,28	164,40	1305,87	30,72
28,41	123,91	994,69	33,64	37,38	165,49	1292,06	31,45
28,16	122,05	1003,83	35,10	37,32	168,59	1309,80	36,57
27,96	121,67	990,03	27,06	37,07	163,76	1252,39	40,95
27,68	121,19	992,04	33,64	37,37	166,14	1295,72	44,61
28,36	123,45	996,34	24,13	37,49	168,33	1314,55	49,00
28,23	121,61	995,06	29,25	37,76	167,17	1306,42	43,88
27,76	121,64	969,64	33,64	37,68	168,33	1317,93	50,46

27,72	122,69	980,89	36,57	37,08	164,68	1290,78	31,45
27,58	119,65	976,68	32,91	36,82	163,94	1267,84	36,57
27,61	121,04	978,51	32,91	37,33	165,95	1271,22	40,22
27,69	121,59	967,72	29,98	37,24	168,30	1304,95	39,49
27,84	121,19	982,53	28,52	37,01	163,23	1253,49	31,45
27,91	121,03	976,86	37,30	36,26	162,49	1252,57	34,37
27,49	119,25	955,75	29,25	36,47	163,75	1236,94	28,52
27,49	120,09	966,17	33,64	36,56	161,68	1254,13	40,95
27,52	121,90	971,47	28,52	37,04	167,04	1284,48	43,15
27,79	120,96	979,97	29,25	36,41	161,39	1236,30	36,57
27,69	117,27	964,80	39,49	36,57	162,49	1225,51	36,57
27,42	121,70	960,77	32,18	36,46	161,02	1260,71	35,10
27,73	118,75	965,16	38,03	36,04	160,10	1236,48	27,79
27,49	120,75	956,84	33,64	36,51	163,49	1268,48	32,91
27,43	118,68	967,91	41,69	36,02	156,87	1211,25	34,37
27,19	117,25	953,46	33,64	36,55	161,82	1252,48	30,72
27,32	121,90	964,43	29,98	36,18	160,47	1214,63	31,45
27,01	117,28	949,80	38,76	36,31	159,54	1239,23	24,13
27,39	117,37	960,68	35,83	36,22	161,68	1226,52	41,69
27,17	118,31	958,85	40,22	36,48	159,45	1209,52	33,64
27,06	117,63	926,95	31,45	36,19	160,73	1196,26	34,37
27,11	115,64	937,83	29,98	35,77	156,34	1194,98	41,69
26,73	115,88	914,88	27,79	36,05	158,87	1196,53	29,98
26,69	115,77	934,54	38,03	36,10	158,02	1217,47	24,13
26,42	115,61	927,68	32,18	36,15	157,93	1179,53	38,03
27,05	118,60	957,67	31,45	36,10	159,24	1196,53	27,79
27,03	115,62	956,66	37,30	35,75	155,09	1186,66	32,18
26,81	115,96	938,01	34,37	36,01	159,23	1193,88	28,52
27,01	116,10	944,14	37,30	35,59	155,55	1183,83	37,30
26,99	117,45	942,31	33,64	35,76	159,05	1211,16	34,37
26,68	115,04	936,46	30,72	35,67	153,97	1149,91	32,91
26,39	113,42	913,42	29,98	35,25	152,40	1170,21	44,61
26,63	113,59	909,22	27,79	35,24	155,10	1168,93	35,83
26,85	116,42	925,67	35,10	35,58	155,75	1156,95	32,18
26,94	118,16	932,80	32,91	35,30	153,79	1169,20	31,45
26,89	115,73	900,44	29,98	35,57	155,08	1174,78	32,18
26,74	117,39	920,09	32,18	35,81	157,31	1183,19	27,06
26,89	115,14	936,00	38,76	35,49	154,45	1201,75	36,57
26,67	114,34	913,79	27,06	35,37	154,45	1180,90	29,98
26,74	115,38	921,10	19,75	35,63	155,20	1179,26	41,69
26,86	116,31	933,44	26,33	35,40	153,04	1173,41	28,52
26,81	115,82	931,16	37,30	35,78	154,43	1148,91	27,06
26,48	114,09	900,44	27,06	35,44	156,55	1170,02	19,75
26,46	112,87	913,33	21,94	35,80	155,45	1177,52	40,95
26,11	110,98	909,67	34,37	35,76	155,51	1186,75	29,25
26,59	114,08	933,26	35,83	35,26	155,26	1175,60	30,72
26,32	115,26	913,33	29,25	35,40	158,56	1193,79	24,86
26,99	115,68	922,11	33,64	35,21	154,97	1199,73	21,21
26,64	114,13	892,76	22,67	35,03	152,22	1160,88	29,98
26,20	112,56	896,14	27,79	34,99	155,84	1147,99	27,06
26,47	112,04	905,93	20,48	35,12	154,81	1157,50	33,64
26,11	112,15	894,32	25,60	35,76	155,89	1198,91	25,60
26,17	113,19	890,75	19,01	35,37	155,60	1199,73	27,06
26,02	112,39	879,96	25,60	35,49	159,40	1179,26	29,98
25,93	112,08	875,85	32,91	35,52	154,73	1170,57	28,52
26,14	109,27	873,47	23,40	35,28	154,69	1150,10	34,37
26,04	112,15	895,32	21,21	35,81	153,23	1198,55	35,10
26,15	113,18	884,99	33,64	35,31	155,36	1166,46	38,76

25,67	112,40	883,44	33,64	34,91	155,31	1147,35	38,03
26,05	112,57	896,05	22,67	34,79	152,45	1141,78	25,60
25,93	111,31	875,67	25,60	34,52	150,71	1125,69	25,60
25,87	111,46	883,62	25,60	34,36	147,73	1125,05	24,13
25,96	110,76	888,37	32,18	34,57	150,20	1113,53	19,75
25,83	110,11	894,13	22,67	35,08	152,63	1148,91	26,33
25,53	112,39	873,20	29,25	34,06	148,18	1099,45	19,01
25,62	111,37	855,65	25,60	34,33	149,58	1122,49	35,10
25,63	109,32	854,00	27,06	34,24	147,25	1111,15	27,06
25,82	109,88	862,59	24,13	34,48	148,64	1121,67	31,45
25,68	108,72	864,33	21,94	34,68	149,87	1114,44	32,91
25,56	108,92	862,41	27,79	34,10	148,14	1120,48	21,21
25,54	111,89	873,84	30,72	34,41	148,16	1115,45	26,33
25,44	109,83	859,85	17,55	34,84	153,14	1125,60	31,45
25,13	108,70	862,32	29,98	34,75	150,34	1128,61	27,06
25,30	108,00	859,58	23,40	34,25	148,83	1143,06	27,79
25,33	108,44	866,71	21,94	34,44	149,31	1107,77	28,52
25,38	108,03	832,06	35,10	34,75	148,90	1121,21	25,60
25,23	108,17	831,24	18,28	34,16	147,72	1112,62	26,33
25,40	108,20	843,85	24,86	33,96	145,72	1111,06	24,86
25,11	106,96	841,48	21,21	34,21	147,22	1088,76	19,75
25,01	108,03	840,38	18,28	33,99	146,38	1062,98	24,13
25,11	108,44	831,60	25,60	33,63	146,06	1054,02	24,13
24,81	106,41	829,87	15,36	34,37	148,75	1115,18	25,60
24,96	106,49	821,46	19,01	34,56	149,58	1121,03	29,25
25,10	105,51	828,13	24,13	33,46	143,76	1069,10	24,86
25,25	106,88	825,57	21,94	33,30	141,10	1029,88	17,55
25,14	106,29	818,44	20,48	33,48	144,54	1043,69	16,09
25,01	105,35	840,20	19,75	33,30	143,29	1055,94	16,09
24,88	102,98	820,73	27,79	32,78	140,56	1021,84	19,75
24,76	106,37	808,20	18,28	33,60	139,99	1012,97	23,40
24,63	104,04	808,39	18,28	33,49	144,62	1014,80	17,55
24,21	103,45	789,28	21,21	33,79	143,60	1068,10	23,40
24,32	103,84	811,68	19,01	33,50	143,83	1047,53	17,55
24,64	104,83	856,65	27,06	33,74	146,13	1052,92	21,94
24,05	102,97	782,61	19,01	33,42	143,36	1047,25	22,67
23,95	100,82	773,92	18,28	33,43	144,50	1095,25	16,82
23,87	101,05	781,05	26,33	33,75	144,20	1044,05	19,75
24,63	105,47	820,18	25,60	33,39	142,61	1088,57	23,40
23,58	100,24	772,28	40,95	33,85	141,82	1077,97	25,60
23,14	97,29	761,76	35,83	33,20	143,10	1039,67	27,06
22,48	95,43	733,33	36,57	33,13	141,02	1012,61	22,67
23,15	98,21	735,80	24,86	33,07	140,91	1023,85	23,40
22,84	94,60	725,93	37,30	32,73	137,82	1020,47	19,75
22,31	93,97	721,72	27,79	32,82	141,30	995,15	23,40
23,14	97,45	750,61	34,37				
23,17	96,05	751,07	35,10				
22,18	94,56	714,41	32,18				

### Πείραμα 3

< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )
48,10345	234,4923	2371,678	937,5551
48,32285	234,7059	2186,654	956,5695
47,65881	230,4602	2150,087	984,3598
47,87455	233,2287	2071,836	940,4804
47,45038	227,5801	2041,852	998,2549
47,01159	223,4923	1754,442	1029,702
46,44993	228,249	1841,469	857,1097
46,95089	227,2735	1879,498	858,5723
47,3948	226,8648	1709,831	1018,001
46,85582	225,3132	1665,221	879,0494
46,57426	224,1055	1663,758	984,3598
45,75298	220,1384	1591,357	842,4832
46,56987	225,4898	1516,031	894,4071
46,46749	222,2474	1496,285	797,1413
46,38558	223,8546	1467,032	898,7951
46,12523	220,7981	1429,735	880,512
46,16399	221,309	1413,646	850,5278
45,35149	216,831	1383,662	813,9617
46,35632	223,6874	1376,348	860,7663
46,10987	221,9501	1280,545	788,3654
46,52599	224,4864	1189,861	851,2591
46,19836	223,5109	1201,562	803,7232
46,21957	223,2415	1158,414	748,874
46,02504	217,2491	1124,042	763,5004
46,11133	220,1013	1127,699	868,8108
45,25349	215,7719	1125,505	814,693
44,73864	215,6325	1104,297	793,4847
45,36538	216,8496	1015,807	794,216
44,65454	213,152	1031,896	813,2304
45,09041	210,3091	1009,956	827,1255
43,98026	213,4586	984,3598	863,6916
44,9339	217,407	940,4804	758,3812
44,79203	215,4467	998,2549	702,8007
44,40223	210,4763	857,1097	714,5019
44,28229	209,0549	858,5723	760,5752
44,8732	215,4467	1018,001	708,6513
44,83956	214,7221	879,0494	679,3984
44,82347	217,3327	984,3598	679,3984
44,40808	208,7761	898,7951	612,8481
44,50315	210,3091	880,512	645,7576
44,11921	208,9898	850,5278	652,3395
44,62748	212,7711	851,2591	650,1455
43,98245	209,0177	803,7232	609,1914
44,34226	206,6486	748,874	642,8323
44,17406	207,4197	763,5004	704,2633
43,60436	210,3741	868,8108	653,0708
43,4069	203,6385	814,693	716,6958
44,05558	206,0726	793,4847	705,726
43,77037	205,5059	794,216	622,3552
43,95247	205,6174	813,2304	682,3237

### Πείραμα 4

< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )
40,72	252,65	2731,58	2399,47
43,50	288,84	3272,48	3458,42
35,71	215,71	2298,27	1926,30
41,74	275,15	3104,01	3454,77
59,77	462,21	5645,81	7341,01
68,72	544,17	6629,71	8066,48
65,12	494,27	5878,64	6878,09
62,92	471,87	5538,85	6171,63
67,62	536,43	6561,33	7517,26
70,02	555,70	6856,69	8097,93
71,14	580,39	7200,78	8992,34
71,31	584,52	7403,08	9078,63
69,85	553,66	6911,36	8156,44
71,96	584,35	7215,32	7999,93
69,94	550,59	6732,10	7606,48
67,46	534,19	6549,63	7676,69
65,51	500,79	6009,82	6587,75
62,19	462,30	5717,48	6912,46
67,21	533,09	6644,98	7980,92
67,98	539,22	6768,02	7926,07
67,98	528,91	6452,09	6940,98
65,47	510,36	6347,33	6831,28
62,22	479,25	5874,44	6623,59
63,48	488,04	6015,13	6391,76
64,78	503,29	6243,66	6580,44
64,71	502,93	6191,74	6293,03
62,33	470,23	5720,95	5704,31
63,68	488,80	6204,36	6262,31
62,84	462,89	5277,31	4483,01
59,70	425,81	4944,20	4414,26
59,58	450,28	5466,18	5049,05
61,42	458,81	5543,24	5371,56
58,94	429,07	5091,74	4722,15
59,01	427,70	5037,53	4303,10
62,10	451,39	5288,37	4325,04
60,61	439,54	5049,05	4280,43
59,11	425,98	5011,57	4393,05
54,62	387,63	4619,21	4515,91
54,01	382,89	4627,62	4406,22
57,62	416,30	4837,97	4151,72
58,25	423,14	4919,79	4118,81
58,97	425,36	4964,12	4029,59
54,50	393,43	4609,71	4253,37
58,85	427,56	4914,85	3996,68
58,06	421,97	5005,90	4318,46
58,31	420,45	4941,36	4250,44
56,94	407,53	4868,23	4203,64
57,12	414,40	4921,62	4346,98
58,20	416,22	4845,01	4055,91
57,92	411,86	4848,21	4023,00

43,71186	202,9417	827,1255	552,8796	57,14	407,47	4649,47	3489,14
43,31987	205,7196	863,6916	568,2374	57,65	417,05	4859,91	3951,33
43,40983	205,1529	758,3812	634,7877	57,44	409,82	4733,48	3669,78
43,13704	202,8302	702,8007	685,9803	57,22	408,95	4729,37	3781,67
43,37545	202,2821	714,5019	661,8466	56,79	403,93	4589,41	3535,21
42,52127	198,7796	760,5752	566,0434	57,21	408,40	4752,31	3795,56
43,03539	203,973	708,6513	587,2518	57,70	410,89	4811,46	3860,65
43,82156	209,5101	679,3984	605,5348	57,75	409,55	4775,90	3870,89
43,25698	201,2044	679,3984	570,4314	57,53	405,47	4711,00	3829,93
42,38013	196,81	612,8481	597,4903	57,84	407,38	4746,83	3679,28
43,32426	206,5464	645,7576	664,7719	57,97	412,89	4771,60	3847,49
43,98245	204,7626	652,3395	630,3998	57,79	416,30	4818,04	3879,66
42,54614	200,7956	650,1455	631,1311	57,55	414,66	4846,02	3856,99
42,74067	200,2475	609,1914	590,9084	57,47	404,25	4619,58	3475,97
42,94617	198,6402	642,8323	565,3121	57,58	408,34	4752,13	3443,07
42,56734	201,1858	704,2633	615,7733	56,93	407,75	4664,56	3402,11
42,63609	198,8167	653,0708	562,3868	56,86	399,89	4626,16	3251,46
42,01958	196,6799	716,6958	589,4457	57,02	407,41	4650,20	3328,98
42,4006	197,5532	705,726	593,1024	57,03	403,64	4616,75	3177,60
42,09345	195,6858	622,3552	620,8926	56,79	402,37	4654,32	3341,41
42,53005	197,7297	682,3237	552,8796	57,01	402,61	4624,15	3326,78
42,2792	196,6706	552,8796	562,3868	57,10	398,85	4581,83	3062,78
42,15488	195,8716	568,2374	492,9112	57,05	403,75	4554,40	3087,64
42,26311	198,0642	634,7877	530,2086	57,06	403,60	4685,12	3342,87
41,66635	192,5178	685,9803	523,6267	56,72	398,25	4507,69	3094,96
41,88502	193,0009	661,8466	543,3724	56,48	397,95	4582,19	3271,94
41,6254	192,9266	566,0434	510,4629	56,78	398,28	4562,26	3240,49
41,47621	194,4966	587,2518	519,2388	56,49	397,73	4526,06	3075,21
40,92187	190,381	605,5348	485,598	56,21	394,22	4529,44	3230,25
41,84626	195,0262	570,4314	468,7776	56,44	394,59	4523,69	3006,47
41,76216	195,6858	597,4903	480,4787	56,74	396,70	4539,87	2988,18
41,04912	189,9164	664,7719	460,733	56,28	394,60	4589,05	3289,49
41,25681	193,6977	630,3998	419,779	55,19	390,34	4443,06	3184,91
41,42941	195,9738	631,1311	447,5692	56,00	385,32	4449,73	3218,55
41,38699	192,5271	590,9084	551,417	55,70	388,83	4503,57	3160,04
41,42575	193,2889	562,3868	503,1497	55,86	389,01	4430,17	2964,78
41,32629	191,6816	492,9112	500,2244	54,88	383,37	4415,91	3094,22
40,61033	190,4739	530,2086	511,1943	55,53	390,74	4490,41	3065,70
40,85386	188,1419	523,6267	470,9715	54,91	383,53	4429,89	3010,12
41,0813	191,0034	543,3724	489,9859	55,08	382,05	4420,29	2919,44
40,76683	190,8176	510,4629	463,6583	55,32	386,23	4461,98	3004,27
40,38581	187,7517	503,1497	446,1066	55,21	386,33	4483,92	2873,37
41,24658	192,2855	500,2244	428,5548	55,20	379,65	4345,43	2703,70
39,6384	185,0575	511,1943	411,7344	54,79	380,64	4360,14	2853,62
39,55942	184,0634	470,9715	432,9428	54,72	382,26	4269,55	2763,67
40,5818	188,56	489,9859	435,8681	54,53	382,46	4321,66	2847,77
40,3412	187,5381	463,6583	394,1827	54,29	377,17	4344,97	2909,20
39,61134	182,2518	446,1066	424,8982	54,79	383,45	4328,24	2768,05
39,39121	181,8151	428,5548	446,1066	53,16	370,52	4253,46	2941,38
39,26177	182,5584	411,7344	439,5247	52,64	360,70	4159,12	2944,30
39,32612	178,6563	409,5405	401,4959	53,27	365,74	4203,00	3067,17
40,1942	184,37	395,6453	385,4068	54,06	375,04	4300,54	3030,60
39,6384	180,3286	394,914	384,6755	53,96	373,39	4295,88	3086,91
39,90899	185,2619	431,4801	429,2862	53,30	368,97	4251,54	2852,89



39,15865	178,006	373,7057	409,5405	53,34	374,14	4272,66	2883,60
38,3286	176,4452	332,0203	395,6453	53,78	374,60	4294,96	2868,98
39,60476	182,9393	324,7071	421,2416	52,97	368,89	4213,97	2985,26
39,58574	183,6639	319,5878	391,9887	53,37	364,78	4202,36	2841,92
38,99264	175,6834	301,3048	376,631	53,61	371,26	4258,95	2711,01
38,62259	176,2408	285,2157	414,6597	53,08	365,48	4174,94	2864,59
38,68475	177,2628	302,7674	438,7934	53,19	368,03	4237,37	2688,34
38,70742	180,2357	253,0375	381,7502	53,66	370,33	4215,43	2662,74
38,34615	176,3058	230,3665	390,5261	53,26	370,62	4246,79	2678,10
38,85442	177,3185	200,3823	394,914	53,00	361,73	4195,96	2725,64
39,19814	181,7501	202,5763	431,4801	53,79	369,98	4227,77	2525,99
38,79226	178,5356	211,3521	373,7057	53,42	368,83	4222,75	2653,97
38,67452	176,9748	203,3076	332,0203	53,04	366,71	4197,42	2631,30
38,8749	175,2746	215,7401	324,7071	53,15	366,09	4141,57	2570,60
38,32641	175,4325	185,7559	319,5878	52,70	362,34	4172,38	2548,66
38,29935	175,3954	202,5763	301,3048	53,10	363,91	4124,57	2558,90
37,87518	170,8988	200,3823	345,9154	52,87	360,90	4131,33	2564,75
38,24157	175,256	191,6064	336,4082	52,48	362,26	4092,11	2504,05
38,2328	173,9368	214,2774	285,2157	52,63	358,92	4076,76	2498,20
38,4383	173,6116	207,6955	339,3335	52,20	356,42	4029,22	2430,92
37,95197	174,3177	208,4268	307,1554	52,50	357,36	4091,57	2466,75
37,69527	174,039	191,6064	295,4542	52,51	355,58	4014,87	2416,29
37,63019	172,5804	176,2487	328,3637	52,25	357,27	4007,28	2355,59
37,55194	172,5711	190,1438	340,0649	52,36	357,72	4029,22	2298,55
37,86714	170,8152	192,3378	322,5131	52,14	355,62	4046,41	2337,31
37,33254	168,7155	187,2185	334,2143	51,68	353,39	3985,98	2263,44
36,73797	166,4022	203,3076	318,1252	52,30	350,35	3934,15	2238,58
36,99832	168,1952	186,4872	309,3493	52,11	355,24	3961,39	2316,10
37,13216	167,8701	176,98	284,4844	52,14	354,40	4005,73	2281,73
37,47222	169,6074	166,7415	304,9614	52,20	349,92	4002,07	2295,62
37,04147	169,468	174,0547	304,2301	51,48	353,43	3996,58	2398,74
36,63998	166,3557	158,6969	334,9456	51,74	351,31	3989,55	2353,40
37,11168	167,8979	162,3535	342,2588	51,38	349,59	3913,49	2339,50
36,69117	167,5263	143,3392	285,2157	51,39	352,82	3972,27	2339,50
36,97638	166,8574	132,3693	302,7674	51,76	349,44	3919,80	2343,16
36,17997	164,126	108,967	253,0375	51,90	351,93	4008,65	2377,53
36,37889	164,6648	94,34057	253,0375	51,61	350,04	3921,53	2343,16
36,40083	164,2282	124,3248	245,7243	51,41	347,82	4018,43	2397,27
36,28455	164,3211	120,6682	258,8881	51,99	352,49	3952,98	2224,68
36,23482	164,061	107,5044	258,1568	51,80	349,16	3990,37	2316,83
36,23336	162,5094	104,5791	273,5145	51,12	348,55	3944,66	2348,28
36,53028	160,9765	115,5489	266,9326	50,62	342,57	3899,41	2356,32
36,36573	165,0272	112,6236	274,9772	51,69	353,96	3970,26	2193,24
36,19753	165,0179	119,2055	284,4844	51,15	346,81	3921,99	2278,07
36,18802	163,6429	121,3995	319,5878	51,04	341,24	3866,68	2041,12
36,14195	165,566	116,2802	299,1108	50,95	347,47	3901,06	2245,89
36,50614	163,6522	135,2946	345,1841	51,16	344,56	3892,28	2186,65
36,05346	160,0103	117,7429	310,0806	51,20	345,96	3873,91	2114,25
36,65533	163,1319	100,9225	256,6941	50,99	347,72	3863,67	2006,02
35,99349	161,7476	95,80322	289,6036	50,94	343,44	3833,77	2088,66
35,97082	160,9394	110,4297	274,2458	50,84	337,16	3813,75	2030,15
35,8911	161,8963	126,5188	282,2904	50,69	345,69	3844,29	2022,84
35,31336	158,3752	108,967	285,2157	50,87	340,95	3842,73	1973,11
35,02595	157,0095	103,8478	280,0964	49,96	332,56	3770,06	1986,27

35,15539	154,4081	121,3995	291,7976	50,32	337,21	3790,63	1945,32
34,96817	155,811	108,967	260,3507	50,42	333,32	3761,19	1914,60
35,18172	154,7333	105,3104	277,9025	50,19	337,30	3726,64	1940,93
34,81825	155,4394	112,6236	244,993	50,03	339,84	3794,28	2024,30
34,82118	157,5948	97,26586	260,3507	51,00	341,31	3849,59	2068,18
35,03838	158,3938	95,80322	258,1568	50,41	341,79	3781,03	2058,67
34,48404	153,3026	128,7127	248,6496	49,89	331,70	3728,19	1935,81
34,42407	154,1015	110,4297	255,9628	49,40	328,07	3711,00	1897,05
34,18273	151,974	110,4297	241,3363	50,15	330,86	3696,01	1932,88
34,54474	153,2654	95,80322	228,1725	49,72	333,59	3697,93	1948,97
34,12862	152,0391	105,3104	268,3953	49,66	330,78	3647,56	2014,79
34,31583	152,7823	99,45983	277,1711	49,74	326,61	3657,25	1829,77
35,49326	157,762	101,6538	231,0978	49,30	326,38	3609,90	1891,20
34,41456	154,5568	86,29603	238,4111	49,30	330,79	3678,92	1901,44
34,52353	153,4698	82,63942	252,3062	49,56	327,94	3619,95	1869,99
34,37653	152,0391	103,8478	244,2616	49,50	327,50	3625,71	1845,13
34,39774	152,2063	90,68396	229,6352	49,40	325,16	3631,93	1876,57
34,40067	150,822	91,41528	217,2027	48,88	326,15	3665,30	2118,64
33,9158	148,6201	98,72851	223,7846	49,37	329,86	3708,81	1929,23
33,81488	150,5712	92,14661	232,5605	49,67	332,40	3723,89	1991,39
33,90483	148,7316	114,0863	225,2473	49,86	332,63	3705,88	1935,08
33,25469	146,8921	96,53454	233,2918	49,03	323,39	3547,19	1653,52
33,4909	149,1683	97,99718	230,3665	49,55	331,20	3648,38	1853,90
33,18155	148,2764	89,22132	200,3823	49,67	331,74	3670,87	1849,51
33,25834	148,2114	101,6538	202,5763	49,33	324,31	3653,05	1801,25
33,86241	148,1092	101,6538	211,3521	49,19	327,61	3648,48	1823,19
33,45287	144,7553	108,2357	203,3076	49,39	325,08	3672,06	1816,60
33,36073	147,4681	95,80322	215,7401	49,59	327,53	3650,21	1750,05
33,41996	147,3659	99,45983	185,7559	48,77	325,73	3647,56	1850,98
33,06381	145,545	87,02735	202,5763	49,28	327,52	3647,56	1796,86
32,81004	145,768	95,80322	200,3823	49,22	324,01	3560,17	1684,24
32,64111	144,3465	97,26586	191,6064	48,73	324,36	3562,27	1703,25
32,41659	145,48	108,967	214,2774	48,26	317,79	3549,66	1642,55
32,42317	142,4791	90,68396	207,6955	48,87	326,45	3624,89	1788,81
33,24445	144,969	92,87793	208,4268	48,54	317,30	3578,63	1712,76
33,22763	145,7215	71,66958	172,5921	49,06	323,63	3579,37	1858,29
33,04114	145,9631	90,68396	173,3234	48,73	323,81	3601,21	1689,35
32,82174	143,3989	103,1164	191,6064	48,79	320,17	3594,63	1679,85
32,89926	146,1767	81,17677	176,2487	48,69	315,15	3489,87	1591,36
32,76251	146,5205	77,52016	190,1438	48,99	323,34	3543,26	1743,47
33,2013	143,1388	96,53454	192,3378	48,56	316,59	3488,59	1669,61
32,7157	141,1877	84,10206	187,2185	48,60	319,99	3558,71	1694,47
32,23669	141,996	80,44545	203,3076	48,83	326,35	3588,32	1728,85
32,16282	140,9462	85,5647	185,7559	48,45	318,54	3516,56	1618,42
32,26374	140,5003	100,1911	206,2329	47,85	316,38	3500,38	1714,95
32,02753	139,6455	71,66958	179,174	48,25	317,71	3519,58	1680,58
32,26594	142,1911	92,14661	185,0245	47,98	313,16	3491,70	1739,82
31,87687	140,621	87,75867	188,6811	48,21	315,48	3485,85	1623,54
31,79935	140,6675	84,10206	179,174	47,76	307,04	3428,53	1649,86
31,73061	141,0019	84,83338	174,786	48,36	312,02	3395,44	1521,15
32,17525	140,5932	76,78884	186,4872	47,93	314,14	3438,95	1572,34
31,50317	140,5467	77,52016		48,22	314,41	3456,87	1616,22
31,76571	138,2055	77,52016		47,95	316,00	3460,62	1565,76
31,49512	134,7773	86,29603		47,54	311,39	3410,34	1518,23

30,91519	136,6726	65,819	47,85	312,96	3426,06	1592,09
31,50902	139,1624	75,32619	48,16	314,84	3446,08	1543,09
31,54412	137,165	73,86355	47,54	308,57	3393,43	1581,12
31,15506	135,1303	65,819	47,73	312,08	3397,36	1531,39
30,88081	134,0898	70,20694	47,77	310,75	3373,22	1448,75
31,45563	138,1776	70,20694	47,62	312,11	3396,17	1456,79
31,56314	135,5391	73,13223	47,61	309,47	3398,82	1461,91
31,36495	134,4057	78,25148	48,16	311,76	3408,69	1521,88
31,08997	136,942	73,13223	47,42	308,75	3397,08	1494,09
31,19601	134,2199	59,96843	47,49	309,13	3317,55	1415,11
31,45417	134,545	75,32619	47,55	307,23	3341,59	1447,29
31,07315	133,9969	81,17677	47,30	308,24	3352,47	1566,49
31,00221	133,904	77,52016	47,36	308,04	3367,10	1423,15
31,20479	136,9606	73,86355	47,08	304,17	3314,90	1374,89
30,96418	133,0864	73,13223	46,33	302,32	3221,75	1350,75
30,86472	133,3187	66,55033	46,44	302,02	3203,19	1351,48
30,04564	129,5839	73,86355	46,59	299,92	3189,84	1343,44
29,81162	129,8998	78,9828	46,33	298,80	3203,83	1333,20
30,30307	131,1261	70,20694	46,56	299,99	3216,08	1348,56
29,83429	129,556	66,55033	46,52	302,96	3236,65	1352,21
30,09245	130,355	81,17677	46,36	298,19	3200,27	1345,63
29,85696	129,6954	65,08768	46,52	300,89	3220,93	1417,30
30,15754	127,4099	62,16239	46,38	295,50	3193,87	1314,19
29,13222	124,4834	51,19256	46,55	294,90	3167,72	1252,76
29,8928	126,7039	50,46124	46,36	295,84	3195,70	1302,48
29,91035	128,2461	54,84917	46,11	294,31	3165,80	1240,32
30,16412	132,2224	57,77446	45,83	296,85	3132,71	1275,43
29,95935	127,7444	42,41669	46,32	291,59	3146,51	1252,02
29,70997	130,3736	62,16239	46,22	298,25	3162,51	1291,52
29,70924	128,8964	59,96843	46,03	290,53	3095,41	1198,64
29,7831	126,8804	70,20694	45,99	291,54	3133,99	1233,74
29,94545	128,8964	52,6552	45,12	290,42	3038,37	1232,28
29,6127	127,6608	63,62504	45,66	288,60	3056,93	1250,56
29,32163	124,3719	59,2371	45,49	290,24	3126,40	1211,80
29,97544	127,2334	57,77446	45,75	292,34	3078,96	1218,38
29,51178	129,5468	55,58049	45,92	292,60	3135,18	1250,56
29,65658	126,9454	66,55033	45,62	290,58	3117,81	1282,74
29,5052	127,9116	54,84917	45,04	281,78	2960,48	1187,67
29,61636	127,8001	59,2371	45,02	286,91	3040,02	1206,68
29,22876	124,1676	53,38653	45,07	282,51	3012,77	1137,94
28,67734	123,2199	57,04314	45,51	288,30	3053,18	1167,19
28,994	123,6287	48,99859	45,88	290,47	3059,94	1198,64
28,72122	123,8145	41,68537	45,79	291,12	3135,82	1299,56
28,91794	122,839	35,83479	45,38	290,34	3052,26	1220,58
28,94427	123,1177	33,64082	45,43	287,41	3033,62	1154,76
28,50255	119,1878	39,4914	45,41	287,55	3072,56	1227,89
28,68904	122,4953	29,98421	45,68	289,45	3071,10	1142,33
28,6064	121,111	33,64082	45,21	289,09	3034,16	1099,91
28,46233	120,5535	31,44686	45,10	283,90	2955,46	1091,86
			45,64	292,86	3149,35	1258,61
			45,39	288,27	3034,99	1198,64
			44,99	281,28	2978,04	1134,28
			44,81	284,17	2993,94	1123,31
			44,51	283,23	3005,28	1079,43

45,00	284,94	3031,61	1162,80
45,19	291,38	3085,45	1224,23
45,09	284,78	3028,77	1186,94
44,87	283,83	3049,16	1121,12
45,02	284,31	3019,90	1178,16
44,77	281,17	2984,62	1142,33
44,70	279,69	3005,55	1132,82
44,49	278,36	2934,34	1097,71
44,23	280,97	2895,67	1065,54
44,90	283,04	2952,35	1086,01
44,46	277,15	2941,74	1100,64
44,33	278,60	2966,43	1084,55
44,62	278,05	2955,82	1068,46
44,74	280,13	2966,52	1154,76
44,78	277,46	2933,43	1070,66
44,60	281,18	3029,87	1080,16
44,17	277,21	2941,47	1024,58
44,48	281,36	2945,77	1082,36
44,63	278,53	2959,11	1059,69
44,25	278,08	2926,29	998,25
44,13	276,91	2909,20	943,41
43,90	277,11	2886,89	998,25
44,18	278,44	2886,16	1018,73
43,65	271,91	2784,51	934,63
44,05	272,95	2777,65	893,68
43,85	272,38	2865,14	977,05
43,50	268,98	2816,87	924,39
43,97	275,00	2837,71	992,40
43,53	268,51	2808,55	986,55
43,63	273,56	2851,70	963,88
43,89	267,37	2798,68	1010,69
43,60	270,73	2805,26	914,88
43,38	271,25	2768,97	939,75
44,01	273,85	2866,78	1000,45
43,43	269,78	2813,12	937,56
43,22	269,22	2764,95	941,21
43,61	267,84	2768,88	958,76
43,30	267,65	2759,46	900,99
43,36	267,20	2732,31	930,97
43,22	269,20	2756,99	947,79
43,42	267,45	2773,81	967,54
43,39	268,37	2771,99	904,65
42,82	265,14	2702,60	886,36
42,82	265,50	2744,29	848,33
43,20	267,15	2787,25	908,30
42,85	268,27	2726,83	920,00
42,90	261,08	2700,96	883,44
42,75	262,14	2649,58	864,42
43,04	265,98	2735,51	862,96
43,06	266,43	2751,05	876,86
43,20	265,09	2746,76	972,66
43,22	264,64	2723,99	890,02
42,22	262,18	2683,77	873,20
42,74	256,03	2688,98	831,51

42,85	264,18	2739,08	855,65
42,90	266,36	2732,68	894,41
43,02	263,44	2725,36	885,63
42,87	267,87	2719,70	867,35
42,91	263,98	2724,18	892,94
43,06	268,38	2762,11	922,93
42,21	259,71	2665,12	889,29
42,48	262,81	2718,60	872,47
42,29	262,20	2705,89	868,08
42,42	260,91	2691,81	829,32
42,29	259,58	2632,49	776,66
42,56	262,84	2698,94	846,87
42,39	259,24	2654,97	864,42
42,22	259,01	2645,38	802,26
41,91	258,62	2627,92	795,68
42,36	260,40	2665,40	864,42
42,04	258,29	2652,96	829,32
42,27	252,64	2605,24	792,75
41,41	251,96	2545,00	805,19
42,07	256,01	2630,38	748,14
42,02	254,07	2573,34	797,87
41,83	255,04	2579,83	814,69
42,21	257,49	2630,38	844,68
41,62	254,88	2560,36	766,43
41,72	253,03	2591,99	760,58
41,45	252,53	2548,29	759,11
41,01	251,24	2509,81	780,32
41,02	249,27	2563,28	757,65
41,06	252,49	2511,45	755,46
41,53	251,54	2545,82	711,58
41,37	253,36	2539,70	774,47
41,35	251,12	2548,75	754,72
41,69	250,41	2531,47	710,85
41,42	250,18	2529,19	781,78
41,17	252,10	2526,08	789,83
40,77	246,44	2477,17	705,73
40,86	245,46	2494,72	701,34
40,74	247,38	2474,79	642,83
41,28	249,52	2518,40	716,70
41,51	247,66	2479,64	754,72
40,96	248,90	2498,47	696,95
40,75	246,97	2500,30	669,16
40,88	245,93	2470,77	725,47
40,77	245,04	2475,43	671,35
40,48	242,00	2402,21	664,77
40,69	244,16	2460,35	676,47
40,54	244,35	2459,99	656,73
40,13	243,96	2446,91	666,97
40,50	242,12	2411,44	669,16
40,10	242,74	2397,46	656,73
40,11	241,50	2394,62	655,26
40,28	241,87	2420,86	683,05
40,27	241,08	2437,50	647,95
40,42	241,92	2399,93	679,40

40,57	245,07	2430,37	679,40
39,94	238,15	2360,71	571,89
40,23	239,55	2364,36	602,61
40,33	243,20	2449,38	697,68
39,95	242,02	2385,02	620,89
39,80	237,85	2368,11	612,85
39,76	236,60	2328,26	647,22
39,55	234,71	2305,04	633,33
39,85	237,70	2350,93	628,21
40,01	238,40	2339,04	619,43
40,08	236,09	2341,33	623,09
39,90	238,31	2333,74	586,52
39,79	239,11	2353,94	627,47
39,71	232,77	2297,36	600,42
39,61	235,03	2298,91	578,48
39,59	233,54	2304,85	650,15
39,79	239,43	2320,03	622,36
39,36	235,24	2301,56	606,27
39,24	233,12	2303,21	577,74
40,20	239,60	2333,47	587,98
39,49	234,35	2308,78	553,61
39,20	231,02	2270,94	544,10
39,10	228,96	2234,83	547,76
39,30	229,99	2257,50	570,43
39,19	232,64	2282,18	581,40
39,24	229,28	2266,37	550,69
38,83	227,90	2237,02	560,19
39,38	233,28	2280,26	614,31
39,25	233,90	2290,50	587,98
39,11	232,37	2248,82	503,15
38,77	229,30	2214,17	628,94
38,74	227,55	2223,77	547,76
38,32	227,49	2197,44	568,24
38,48	225,43	2161,24	538,25
38,36	225,25	2185,74	546,30
38,95	231,46	2266,82	520,70
38,27	224,21	2160,51	515,58
38,59	225,92	2217,37	538,25
38,64	229,86	2260,43	552,88
38,57	224,81	2188,66	506,81
38,55	225,18	2162,61	542,64
38,16	224,76	2198,17	570,43
38,17	222,15	2118,37	500,22
38,31	224,78	2228,70	550,69
38,49	226,56	2221,67	552,88
38,28	224,95	2173,31	566,77
38,23	223,12	2113,70	479,75
38,57	224,66	2185,74	541,18
38,22	223,50	2181,17	512,66
38,03	223,06	2144,51	515,58
38,28	221,99	2137,29	512,66
38,07	222,86	2118,64	494,37
38,09	223,07	2142,59	490,72
38,50	225,44	2169,38	538,25

38,13	222,07	2157,77	500,22
38,14	222,57	2135,92	522,90
38,01	220,53	2114,71	482,67
38,14	222,98	2139,12	485,60
37,67	220,39	2068,09	488,52
37,78	221,87	2122,57	488,52
37,99	222,15	2137,20	492,18
37,74	219,79	2091,76	457,08
38,00	219,91	2125,95	475,36
37,65	216,99	2082,53	440,99
37,82	220,64	2102,09	474,63
37,73	217,55	2097,71	459,27
38,08	218,66	2071,93	438,06
37,44	214,10	2018,45	419,05
37,66	213,75	2022,47	394,18
36,94	214,71	2030,61	354,69
37,64	212,87	2010,68	402,23
37,48	214,58	1984,90	422,70
37,04	213,22	1977,40	364,20
36,76	213,57	1996,69	383,94
36,88	212,46	1971,00	390,53
36,81	208,28	1970,18	404,42
37,08	211,73	1996,97	451,23
36,76	212,73	1979,05	403,69
36,46	208,75	1951,99	382,48
36,61	209,49	1970,46	413,20
36,48	207,68	1955,28	366,39
36,67	210,44	1945,23	374,44
36,60	209,28	1961,77	402,23
36,66	209,82	1983,16	378,09
36,35	208,22	1943,67	364,93
36,73	207,32	1946,41	391,26
36,71	205,94	1951,26	403,69
36,50	207,74	1928,04	394,91
36,59	209,29	1926,85	356,15
36,68	211,36	1961,31	390,53
36,57	209,14	1977,31	404,42
36,80	208,34	1982,61	418,32
36,49	210,21	1938,92	357,62
36,87	207,33	1946,69	403,69
36,84	208,79	1969,73	411,73
36,91	210,84	1955,01	382,48
36,59	212,18	1943,76	383,21
36,26	206,30	1957,48	395,65
36,28	208,87	1933,71	387,60
36,75	209,51	1942,03	403,69
36,73	207,73	1923,74	382,48
36,04	206,93	1937,82	376,63
36,95	209,70	1931,06	364,93
36,60	206,25	1929,87	357,62
36,28	205,15	1913,14	340,80
35,92	205,29	1888,09	358,35
36,18	203,36	1894,22	379,56
36,64	204,31	1909,03	367,86

### Πείραμα 5

### Πείραμα 6

< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )	< 1 μm (ug/m <sup>3</sup> )	1 - 2.5μm (ug/m <sup>3</sup> )	2.5 - 5μm (ug/m <sup>3</sup> )	5 - 10μm (ug/m <sup>3</sup> )
30,10	189,13	2054,24	1376,06	44,22	208,83	1812,77	104,58
30,11	186,28	2026,45	1266,07	44,20	208,80	1789,55	103,85
31,04	195,59	2132,34	1361,23	44,20	212,10	1776,66	102,39
30,52	191,70	2069,54	1354,99	44,04	209,80	1791,83	113,35
29,71	185,73	2047,12	1341,73	43,62	208,74	1770,17	112,62
29,88	188,04	2088,17	1375,28	44,57	210,92	1753,07	100,92
29,94	186,90	2028,49	1351,87	44,20	212,72	1804,17	107,50
29,83	186,86	2027,62	1319,89	44,61	209,77	1785,07	114,09
29,67	182,03	1993,49	1340,95	44,26	210,44	1818,34	103,85
30,05	188,63	2043,61	1307,41	44,18	207,91	1778,12	93,61
30,19	185,42	1999,14	1348,75	43,46	206,55	1737,53	102,39
30,27	188,33	2061,26	1311,31	43,31	205,37	1711,66	97,27
30,74	190,76	2111,67	1336,27	42,69	202,79	1697,12	90,68
30,65	191,99	2099,19	1229,40	43,21	204,60	1721,26	80,45
30,14	187,33	2026,06	1262,94	43,19	202,97	1723,54	93,61
30,65	190,20	2102,41	1247,34	43,40	203,31	1707,64	90,68
30,85	197,08	2138,09	1337,83	43,52	205,91	1752,52	92,15
30,03	185,94	2059,99	1340,95	43,56	202,90	1739,45	106,77
29,91	187,49	2036,98	1297,27	42,98	204,20	1720,07	97,27
29,03	184,06	2028,01	1269,97	42,92	203,55	1732,05	89,22
29,67	183,48	2024,89	1217,70	43,25	203,77	1717,51	93,61
29,38	185,08	2073,64	1328,47	43,22	200,48	1701,06	98,73
29,12	180,09	1956,63	1235,64	42,97	202,44	1700,69	84,83
29,20	180,53	2038,24	1308,19	43,24	204,09	1707,27	87,03
29,62	188,69	2040,58	1269,19	43,32	205,21	1716,87	85,56
30,34	188,82	2079,00	1257,48	43,90	204,10	1739,91	84,83
30,97	192,52	2136,24	1311,31	43,43	202,52	1698,95	93,61
31,83	201,51	2261,05	1406,48	43,53	204,24	1714,49	107,50
30,56	191,46	2101,72	1336,27	43,43	206,77	1741,00	94,34
30,76	193,50	2128,15	1234,08	42,84	201,64	1679,94	84,83
31,50	198,17	2194,06	1323,01	42,39	194,28	1628,11	77,52
30,41	187,51	2066,23	1187,28	42,61	199,51	1686,43	93,61
30,37	188,09	2069,64	1222,38	43,17	202,36	1716,41	89,95
29,34	180,62	1992,71	1135,01	43,15	201,44	1688,26	79,71
28,77	176,44	1937,42	1155,29	42,43	199,38	1677,47	80,45
30,02	185,69	1999,34	1195,08	42,67	196,68	1653,43	90,68
30,13	188,37	2058,04	1171,68	43,25	200,90	1695,84	68,01
29,41	183,29	1999,44	1224,72	43,12	200,57	1684,24	80,45
29,50	183,59	2060,09	1195,08	42,35	197,68	1640,90	73,13
30,61	192,48	2129,81	1206,78	42,60	199,23	1640,63	82,64
29,18	178,29	1929,52	1119,41	42,23	198,01	1658,55	85,56
29,50	180,46	1957,51	1099,91	42,47	199,52	1637,25	70,94
28,92	180,07	1969,11	1076,51	42,49	198,93	1669,24	73,13
29,30	179,44	1952,24	1040,62	41,78	193,34	1577,83	75,33
28,53	175,09	1910,90	982,90	42,12	197,63	1657,18	68,01
29,25	181,36	1947,95	1098,35	41,93	195,79	1627,83	76,06
29,05	181,57	1987,15	1064,81	42,53	199,55	1656,90	79,71
29,18	178,49	1936,25	1033,60	42,62	195,85	1642,55	55,58
29,09	179,30	1945,41	1045,30	42,39	197,09	1646,57	76,79
28,01	174,68	1869,65	971,20	42,14	194,78	1625,91	72,40
27,72	170,15	1867,80	985,24	42,16	197,14	1653,98	84,10
27,76	168,55	1836,40	1072,61	41,94	197,31	1625,73	77,52
28,54	173,17	1867,60	1031,26	41,84	194,15	1660,01	87,03
28,50	173,20	1907,68	1014,88	41,98	197,44	1641,18	84,10



28,09	172,31	1868,67	1018,78	41,52	193,92	1623,99	64,36
27,95	171,06	1859,31	977,44	42,10	195,21	1613,85	70,94
27,57	169,41	1816,31	945,45	42,14	197,01	1619,51	93,61
27,72	170,60	1805,68	950,91	42,21	196,68	1624,08	75,33
28,28	176,33	1868,87	961,84	42,02	195,43	1615,95	69,48
27,41	171,73	1830,65	932,97	42,24	197,33	1609,91	84,10
26,68	164,50	1813,87	960,27	41,82	195,15	1612,93	73,13
27,61	168,38	1796,81	914,25	41,67	195,43	1598,67	78,98
27,37	167,72	1816,12	892,41	41,83	193,06	1599,04	72,40
26,35	158,99	1746,20	912,69	42,02	192,59	1603,52	71,67
27,37	168,12	1803,64	837,80	41,59	192,25	1569,69	69,48
28,20	171,59	1869,06	933,75	41,14	194,20	1571,06	87,03
27,47	170,13	1819,72	881,49	41,33	191,34	1565,40	73,13
27,71	169,41	1781,50	808,16	41,42	192,04	1567,68	70,94
27,14	166,07	1788,03	911,13	41,82	192,97	1582,67	79,71
27,70	168,78	1825,87	874,47	41,21	188,68	1574,99	76,06
27,71	168,89	1782,87	882,27	40,81	190,22	1548,12	69,48
28,00	169,55	1777,89	827,66	41,22	188,23	1571,79	65,09
28,19	170,00	1796,42	836,24	41,05	188,79	1551,04	73,13
28,20	171,37	1839,03	887,73	40,49	187,34	1535,78	66,55
28,11	169,63	1840,20	900,99	40,92	187,05	1583,68	67,28
27,39	167,15	1813,97	884,61	41,03	187,74	1542,27	63,63
27,63	167,57	1799,15	837,80	40,63	185,09	1514,66	65,82
27,41	166,34	1753,03	839,36	40,36	187,70	1538,98	57,77
27,23	168,10	1769,51	831,56	40,59	187,99	1546,38	57,77
27,60	168,21	1815,14	890,07	40,43	186,01	1519,14	68,74
27,64	170,83	1828,89	830,78	40,65	187,60	1531,57	78,25
26,83	162,95	1703,69	754,33	40,94	186,65	1531,48	83,37
27,40	165,71	1716,27	748,87	40,09	183,84	1508,99	64,36
27,49	167,57	1736,65	763,70	40,71	184,30	1510,27	54,12
26,89	161,54	1682,14	740,29	40,78	183,68	1475,26	54,12
27,17	164,45	1720,85	791,78	40,30	183,52	1486,78	59,97
27,77	167,43	1799,83	833,90	40,28	184,60	1491,53	50,46
26,86	162,17	1740,16	771,50	40,53	183,22	1480,65	65,82
27,13	159,78	1714,71	730,15	40,36	186,15	1494,27	66,55
27,38	164,46	1736,94	739,51	40,55	184,19	1502,04	68,01
27,08	159,61	1709,44	728,59	40,36	182,66	1482,30	55,58
26,97	161,28	1699,79	759,80	40,13	186,39	1493,09	51,19
27,43	163,31	1690,33	747,31	40,49	183,06	1480,84	52,66
27,11	159,61	1646,45	725,47	40,53	180,50	1443,45	46,07
27,22	161,51	1678,14	732,49	40,09	183,86	1489,89	64,36
26,39	158,42	1673,07	696,61	40,03	184,76	1483,67	67,28
26,23	158,03	1668,78	695,05	40,11	182,92	1471,15	68,01
26,36	158,89	1668,29	704,41	40,26	182,14	1483,12	53,39
26,53	159,80	1682,82	727,81	40,36	183,79	1480,93	63,63
26,68	159,17	1626,46	681,01	40,26	183,92	1493,82	51,92
26,60	158,05	1656,49	659,95	40,09	182,12	1490,43	52,66
24,59	140,51	1459,82	532,79	39,92	183,29	1466,30	50,46
24,55	142,30	1462,45	543,71	40,17	181,73	1478,92	58,51
24,51	142,37	1510,13	553,85	39,99	183,25	1486,05	62,16
24,86	145,78	1488,00	611,58	39,87	179,92	1467,03	62,89
24,91	142,79	1449,29	561,66	39,77	179,32	1452,86	37,30
24,67	142,88	1494,53	533,57	40,29	178,61	1446,92	43,88
24,37	142,17	1464,50	521,09	39,78	180,76	1475,99	59,97
24,41	142,60	1447,53	483,65	39,57	180,15	1452,50	62,16
24,20	142,00	1431,64	482,87	40,49	183,47	1478,83	51,92
24,21	143,31	1428,52	528,89	39,55	180,79	1424,34	53,39
24,45	139,42	1456,31	519,53	39,21	179,68	1417,30	45,34

24,58	145,58	1504,38	575,70	39,44	179,21	1455,70	52,66
23,73	137,51	1412,33	503,93	39,26	177,50	1413,28	51,92
23,72	136,19	1398,68	500,03	39,10	175,23	1395,45	42,42
23,92	137,98	1392,34	477,41	38,96	175,02	1406,61	50,46
24,14	139,89	1431,05	473,51	39,12	179,27	1423,06	51,19
23,71	137,93	1410,38	468,05	39,46	176,06	1411,73	49,73
23,97	142,08	1417,21	496,91	39,66	178,33	1414,19	46,07
23,74	137,66	1406,58	467,27	38,85	176,54	1389,79	54,85
23,48	136,09	1368,94	459,47	38,41	175,68	1411,18	50,46
23,66	133,54	1377,81	481,31	38,35	175,75	1357,33	38,03
23,48	136,35	1385,61	479,75	38,51	171,06	1333,66	33,64
23,77	133,77	1380,44	450,10	38,92	176,61	1401,12	49,73
23,70	138,19	1374,11	510,95	38,81	177,04	1421,51	51,92
23,30	134,92	1323,69	443,08	39,31	176,32	1372,23	40,22
23,49	135,39	1339,00	425,92	39,19	179,75	1407,52	46,07
23,12	134,50	1346,12	446,98	38,99	174,75	1387,78	61,43
23,41	133,37	1344,46	464,93	38,24	172,14	1366,11	40,95
23,41	133,56	1353,24	462,59	39,26	174,48	1409,53	53,39
22,82	130,30	1335,20	368,20	39,29	174,42	1370,04	38,76
23,59	135,04	1386,68	464,15	38,36	172,42	1379,46	38,76
23,15	132,43	1341,34	450,88	38,50	172,44	1352,12	38,76
23,50	136,30	1349,44	443,08	38,26	170,19	1367,30	51,92
23,14	130,29	1314,72	429,82	38,50	173,45	1372,42	55,58
22,93	129,83	1300,10	403,30	38,57	171,34	1347,46	43,15
22,64	130,34	1322,33	406,42	38,51	172,43	1335,58	45,34
22,77	131,53	1293,37	412,66	38,74	170,16	1351,67	34,37
22,89	132,18	1300,19	417,34	38,50	172,44	1363,55	48,27
22,16	129,58	1256,02	404,08	38,57	172,82	1372,60	42,42
22,40	127,35	1295,71	397,84	38,72	174,08	1400,30	44,61
22,27	127,52	1289,27	394,72	37,89	169,54	1336,95	48,27
22,51	126,98	1300,49	432,16	37,65	170,95	1321,96	57,77
22,67	128,65	1292,30	383,80	38,09	171,73	1352,31	49,73
22,42	128,94	1269,87	402,52	38,30	172,86	1341,34	43,88
22,83	131,87	1325,16	439,96	38,29	172,64	1353,49	52,66
22,50	128,35	1305,36	407,98	38,25	170,41	1327,62	44,61
22,46	128,95	1310,33	394,72	37,89	168,89	1327,72	33,64
22,67	128,18	1290,25	432,16	37,99	172,72	1341,34	43,15
22,56	128,55	1297,17	417,34	37,84	170,70	1329,00	46,07
22,31	128,64	1269,77	389,26	38,03	170,09	1357,97	32,91
22,12	128,96	1243,05	385,36	38,38	169,11	1315,83	44,61
22,02	125,03	1262,46	399,40	38,01	170,43	1340,24	38,76
21,91	126,04	1267,53	389,26	38,32	168,97	1321,77	43,88
22,25	124,56	1269,58	393,16	37,87	169,38	1320,95	36,57
22,59	130,03	1284,79	422,80	38,04	171,46	1325,52	34,37
22,35	126,74	1296,10	418,12	37,73	167,41	1304,68	32,91
22,03	125,88	1277,38	419,68	37,80	166,53	1302,30	39,49
22,06	125,07	1239,64	382,24	37,28	164,40	1305,87	30,72
22,00	123,31	1232,72	360,40	37,38	165,49	1292,06	31,45
21,98	123,78	1240,03	373,66	37,32	168,59	1309,80	36,57
21,69	121,69	1230,38	402,52	37,07	163,76	1252,39	40,95
21,89	124,96	1240,13	393,16	37,37	166,14	1295,72	44,61
22,13	122,84	1245,39	377,56	37,49	168,33	1314,55	49,00
21,96	124,43	1268,11	367,42	37,76	167,17	1306,42	43,88
21,78	124,28	1279,42	377,56	37,68	168,33	1317,93	50,46
21,82	123,91	1251,05	408,76	37,08	164,68	1290,78	31,45
21,52	121,58	1209,90	353,37	36,82	163,94	1267,84	36,57
21,60	121,59	1208,14	370,54	37,33	165,95	1271,22	40,22
21,42	121,23	1226,87	366,64	37,24	168,30	1304,95	39,49

21,57	122,30	1206,78	346,35	37,01	163,23	1253,49	31,45
21,45	120,44	1208,05	344,79	36,26	162,49	1252,57	34,37
21,49	122,20	1178,31	364,30	36,47	163,75	1236,94	28,52
21,58	120,25	1205,90	334,65	36,56	161,68	1254,13	40,95
21,99	124,60	1230,18	385,36	37,04	167,04	1284,48	43,15
21,69	123,75	1230,28	376,00	36,41	161,39	1236,30	36,57
21,58	125,43	1228,91	347,13	36,57	162,49	1225,51	36,57
21,78	125,19	1247,83	400,18	36,46	161,02	1260,71	35,10
21,79	123,74	1236,03	347,13	36,04	160,10	1236,48	27,79
21,51	120,35	1235,06	357,28	36,51	163,49	1268,48	32,91
21,44	121,76	1213,80	368,98	36,02	156,87	1211,25	34,37
21,31	121,65	1211,17	376,00	36,55	161,82	1252,48	30,72
21,17	119,41	1185,33	368,98	36,18	160,47	1214,63	31,45
21,12	121,76	1199,08	327,63	36,31	159,54	1239,23	24,13
21,20	119,91	1187,28	324,51	36,22	161,68	1226,52	41,69
21,10	119,94	1173,33	346,35	36,48	159,45	1209,52	33,64
21,23	120,28	1187,67	357,28	36,19	160,73	1196,26	34,37
21,54	122,11	1213,21	355,72	35,77	156,34	1194,98	41,69
21,45	120,84	1203,27	320,61	36,05	158,87	1196,53	29,98
21,42	118,61	1186,30	351,81	36,10	158,02	1217,47	24,13
20,84	115,59	1141,84	332,31	36,15	157,93	1179,53	38,03
20,98	117,30	1163,19	329,97	36,10	159,24	1196,53	27,79
20,57	117,50	1157,83	354,15	35,75	155,09	1186,66	32,18
20,73	119,80	1158,32	319,05	36,01	159,23	1193,88	28,52
20,75	117,14	1148,18	311,25	35,59	155,55	1183,83	37,30
20,93	118,42	1142,52	337,77	35,76	159,05	1211,16	34,37
20,83	117,63	1155,78	320,61	35,67	153,97	1149,91	32,91
20,65	115,42	1139,99	341,67	35,25	152,40	1170,21	44,61
20,56	112,71	1136,38	354,94	35,24	155,10	1168,93	35,83
20,81	117,93	1133,65	318,27	35,58	155,75	1156,95	32,18
20,75	119,06	1166,61	327,63	35,30	153,79	1169,20	31,45
20,74	115,99	1134,62	338,55	35,57	155,08	1174,78	32,18
20,91	117,48	1165,14	301,11	35,81	157,31	1183,19	27,06
20,77	114,78	1144,08	324,51	35,49	154,45	1201,75	36,57
21,14	117,84	1142,42	333,87	35,37	154,45	1180,90	29,98
20,60	114,65	1162,02	354,15	35,63	155,20	1179,26	41,69
20,59	116,31	1153,05	349,47	35,40	153,04	1173,41	28,52
20,58	112,49	1120,97	301,89	35,78	154,43	1148,91	27,06
20,84	115,97	1140,18	308,13	35,44	156,55	1170,02	19,75
20,87	114,44	1138,13	322,17	35,80	155,45	1177,52	40,95
20,47	112,68	1094,84	316,71	35,76	155,51	1186,75	29,25
20,33	115,00	1124,77	341,67	35,26	155,26	1175,60	30,72
20,12	110,19	1095,81	308,91	35,40	158,56	1193,79	24,86
20,71	115,57	1141,74	314,37	35,21	154,97	1199,73	21,21
20,32	115,24	1127,02	348,69	35,03	152,22	1160,88	29,98
20,33	113,69	1084,79	323,73	34,99	155,84	1147,99	27,06
20,15	112,41	1084,21	294,87	35,12	154,81	1157,50	33,64
19,87	108,97	1054,96	267,57	35,76	155,89	1198,91	25,60
19,61	109,42	1051,35	255,09	35,37	155,60	1199,73	27,06
19,91	107,85	1046,28	268,35	35,49	159,40	1179,26	29,98
19,85	110,41	1058,76	258,99	35,52	154,73	1170,57	28,52
19,53	106,60	1037,89	250,40	35,28	154,69	1150,10	34,37
19,20	106,88	1035,84	278,49	35,81	153,23	1198,55	35,10
19,95	111,28	1059,83	265,23	35,31	155,36	1166,46	38,76
19,54	108,87	1042,28	234,80	34,91	155,31	1147,35	38,03
19,31	108,22	1068,41	281,61	34,79	152,45	1141,78	25,60
18,96	104,90	1010,69	249,62	34,52	150,71	1125,69	25,60
19,05	105,52	993,04	263,67	34,36	147,73	1125,05	24,13

19,35	105,81	1003,08	246,50	34,57	150,20	1113,53	19,75
18,98	103,63	1024,73	263,67	35,08	152,63	1148,91	26,33
18,95	104,53	970,12	249,62	34,06	148,18	1099,45	19,01
18,96	101,62	993,92	232,46	34,33	149,58	1122,49	35,10
18,92	102,72	979,00	246,50	34,24	147,25	1111,15	27,06
18,63	103,47	975,00	233,24	34,48	148,64	1121,67	31,45
18,70	102,15	972,46	211,40	34,68	149,87	1114,44	32,91
18,85	101,27	968,37	234,80	34,10	148,14	1120,48	21,21
18,58	103,69	970,12	233,24	34,41	148,16	1115,45	26,33
18,56	101,97	949,35	210,62	34,84	153,14	1125,60	31,45
18,74	101,78	977,73	209,06	34,75	150,34	1128,61	27,06
18,91	104,49	965,93	258,99	34,25	148,83	1143,06	27,79
18,54	101,10	966,52	221,54	34,44	149,31	1107,77	28,52
18,85	103,44	1000,64	211,40	34,75	148,90	1121,21	25,60
18,53	100,62	949,35	230,90	34,16	147,72	1112,62	26,33
18,92	102,98	1009,52	252,74	33,96	145,72	1111,06	24,86
18,73	102,04	957,45	217,64	34,21	147,22	1088,76	19,75
18,83	103,23	989,82	208,28	33,99	146,38	1062,98	24,13
19,04	102,73	974,71	214,52	33,63	146,06	1054,02	24,13
19,33	105,65	998,89	242,60	34,37	148,75	1115,18	25,60
18,82	102,99	973,34	230,12	34,56	149,58	1121,03	29,25
18,71	101,41	945,65	232,46	33,46	143,76	1069,10	24,86
18,75	102,49	954,91	223,10	33,30	141,10	1029,88	17,55
18,75	100,97	970,12	230,12	33,48	144,54	1043,69	16,09
18,52	102,56	958,52	216,08	33,30	143,29	1055,94	16,09
18,89	102,35	980,95	244,16	32,78	140,56	1021,84	19,75
18,68	102,40	971,78	255,09	33,60	139,99	1012,97	23,40
18,93	102,57	993,82	222,32	33,49	144,62	1014,80	17,55
18,66	102,21	960,57	211,40	33,79	143,60	1068,10	23,40
18,49	99,58	947,79	205,94	33,50	143,83	1047,53	17,55
18,62	99,22	959,01	233,24	33,74	146,13	1052,92	21,94
19,09	105,38	994,99	217,64	33,42	143,36	1047,25	22,67
18,68	102,36	945,55	212,18	33,43	144,50	1095,25	16,82
18,40	101,37	961,64	209,06	33,75	144,20	1044,05	19,75
18,60	103,70	962,81	228,56	33,39	142,61	1088,57	23,40
18,44	99,57	925,66	203,60	33,85	141,82	1077,97	25,60
18,57	100,65	972,46	232,46	33,20	143,10	1039,67	27,06
18,04	98,72	943,89	197,36	33,13	141,02	1012,61	22,67
18,07	97,23	913,28	209,06	33,07	140,91	1023,85	23,40
18,03	99,23	920,49	192,68	32,73	137,82	1020,47	19,75
18,04	97,30	906,94	200,48	32,82	141,30	995,15	23,40
18,08	97,75	928,19	177,86	42,23	73,82	752,41	236,75
17,82	98,91	902,06	215,30	39,85	67,31	683,91	195,80
18,15	101,17	955,30	224,66	37,44	61,31	617,04	178,83
18,34	101,96	930,73	218,42	35,43	57,34	554,05	149,97
18,41	97,66	956,96	215,30	33,33	51,95	505,47	126,96
18,36	101,41	938,04	223,10	31,33	47,86	467,10	124,62
18,33	99,40	932,58	202,82	29,41	43,76	419,36	102,58
18,03	96,92	910,15	192,68	27,60	39,86	375,49	84,25
17,77	96,56	898,06	205,16	26,25	36,57	342,99	85,61
17,92	96,95	918,64	216,86	24,43	33,49	309,42	71,18
18,07	96,81	924,59	196,58	22,94	30,89	280,46	65,92
17,98	98,77	935,31	200,48	21,62	28,29	259,79	68,06
17,87	96,46	888,41	197,36	20,28	26,38	240,90	63,38
17,77	94,04	914,54	189,56	19,13	23,96	220,35	57,92
17,53	94,58	892,99	198,14				
17,83	94,22	894,07	187,22				
17,77	96,41	899,82	203,60				

17,83	98,88	886,85	183,32
17,84	94,91	904,11	194,24
17,53	94,80	870,47	180,98
17,35	95,22	860,91	180,98
17,36	93,60	856,91	171,62
18,02	98,89	921,95	191,90
18,48	98,39	952,57	211,40
17,41	93,97	861,79	187,22
17,36	92,62	851,26	166,94
17,25	91,28	850,09	188,78
17,43	93,64	857,11	191,90
17,06	91,83	842,39	159,14
17,38	91,85	853,79	174,74
17,24	92,00	862,57	168,50
17,87	97,44	924,88	219,20
17,40	92,77	847,85	183,32
17,09	90,78	843,56	146,65
17,13	92,83	855,26	170,06
17,29	92,27	844,24	192,68
17,39	91,87	858,47	179,42
17,00	91,68	851,94	183,32
17,42	91,53	849,60	175,52
17,55	93,89	906,64	175,52
17,88	96,00	885,78	198,14
17,21	95,47	860,43	177,86
17,15	93,76	858,86	175,52
16,90	89,73	833,80	151,33
17,05	90,23	841,12	152,12
17,03	92,28	814,30	155,24
17,25	91,46	846,97	182,54
17,06	91,33	849,89	163,82
17,19	92,85	859,64	159,14
17,20	92,77	832,24	184,88
16,93	89,46	840,05	182,54
16,90	90,94	816,25	161,48
17,13	91,85	847,36	172,40
16,97	89,01	828,25	161,48
17,12	90,34	836,54	159,14
17,20	89,37	840,63	167,72
16,86	89,58	835,46	180,98
16,85	89,46	811,67	153,68
16,87	87,20	806,70	152,90
16,71	89,71	799,77	151,33
16,71	89,76	828,05	162,26
16,62	86,47	798,60	145,09
16,44	86,82	790,51	131,05
16,61	89,20	779,88	178,64
16,26	88,96	789,54	151,33
16,45	88,23	783,88	141,19
16,37	85,54	790,61	128,71
15,91	87,39	763,40	145,87
16,12	85,33	779,39	135,73
16,48	86,71	808,16	153,68
16,50	88,09	806,99	129,49
16,54	87,47	798,02	163,82
16,19	85,87	766,91	158,36
16,32	86,05	790,80	142,75
16,20	85,99	785,73	156,02

16,02	84,53	792,46	141,19
16,76	90,36	811,28	169,28
17,10	91,96	855,94	155,24
16,39	87,39	773,74	138,85
16,33	86,43	796,85	155,24
16,73	88,31	797,53	148,21
16,20	83,81	760,38	151,33
16,03	83,54	755,99	151,33
16,18	86,21	769,55	147,43
16,51	87,25	782,22	130,27
16,37	86,16	797,82	145,09
16,08	84,11	765,55	145,09
15,84	83,42	748,87	143,53
16,02	82,79	744,68	135,73
15,77	82,97	753,85	130,27
15,88	83,45	758,23	137,29
16,01	82,81	741,37	124,03
15,69	83,00	744,88	117,01
15,73	84,02	716,89	117,79
16,01	84,50	743,90	122,47
16,01	83,69	740,68	150,55
15,76	84,17	745,75	134,17
15,92	82,56	753,26	134,17
16,00	85,47	749,17	142,75
15,83	82,26	743,80	152,12
15,46	80,10	719,43	103,75
15,65	80,73	715,14	120,13
15,50	81,35	706,55	121,69
15,66	82,02	722,35	134,95
15,60	82,89	736,10	124,03
15,65	81,35	721,57	125,59
15,56	81,92	718,55	134,17
15,54	81,59	723,62	124,81
15,55	81,17	716,60	118,57
15,41	81,91	709,09	109,21
15,49	81,73	720,11	106,87
15,28	81,28	699,05	101,41
15,35	79,40	716,11	120,13
15,17	79,66	690,56	112,33
15,18	78,84	701,58	106,87
14,95	77,33	674,08	108,43
15,24	80,66	689,59	108,43
14,96	76,99	685,10	121,69
15,04	78,96	704,80	113,11
14,84	76,83	686,27	102,97
15,19	78,86	700,70	120,13
15,52	82,99	727,42	124,03
15,44	81,88	730,05	128,71
15,48	80,00	707,72	97,51
15,29	80,68	722,45	136,51
14,92	78,76	710,36	129,49
15,03	78,50	692,90	117,79
14,74	76,48	677,01	100,63
14,79	77,75	690,66	113,89
14,71	75,98	662,68	108,43
14,60	76,98	672,82	120,13
14,82	76,06	673,21	102,19
15,05	78,31	681,98	108,43

14,88	77,35	697,00	109,99
14,89	78,09	693,00	95,17
15,09	78,61	687,74	126,37
15,19	79,17	718,65	125,59
14,58	75,56	678,47	104,53
14,81	76,19	657,31	103,75
14,54	76,12	660,73	107,65
14,58	74,80	659,07	104,53
14,75	74,99	660,14	101,41
14,45	74,21	643,86	96,73
14,82	75,50	670,87	104,53
14,51	75,78	668,23	93,61
14,40	75,40	664,14	88,15
14,80	77,63	680,23	107,65
14,52	75,20	644,25	92,05
14,45	73,69	647,85	85,03
14,40	73,86	648,73	91,27
14,31	74,39	640,25	87,37
14,60	76,68	675,06	99,85
14,43	74,99	658,78	99,07
14,46	74,85	658,97	114,67
14,32	75,33	642,00	84,25
14,19	72,57	645,61	88,15
14,45	74,68	635,37	109,99
14,22	73,73	628,74	98,29
14,18	73,11	630,11	96,73
13,98	72,06	615,09	85,81
14,09	73,49	626,50	108,43
14,15	74,07	637,42	107,65
14,09	71,58	623,38	97,51
14,42	71,63	639,66	81,13
14,13	72,91	624,26	81,13
13,94	73,72	622,89	81,13
14,08	71,97	606,70	72,55
14,11	73,98	621,14	87,37
14,43	73,40	621,92	99,85
14,23	73,88	629,72	98,29
14,43	73,82	643,86	91,27
14,05	72,31	616,26	81,91
14,04	70,74	607,19	106,09
14,01	70,36	620,55	89,71
13,86	70,37	618,60	79,57
13,95	71,11	626,69	96,73
13,85	72,73	609,14	88,93
13,57	70,89	590,62	78,01
13,68	69,36	589,06	78,01
13,73	69,58	616,26	78,01
13,46	68,98	607,97	85,03
13,52	69,61	600,95	64,75
13,27	68,66	595,49	75,67
13,52	68,92	580,18	73,33
13,47	68,13	573,06	93,61
13,21	68,19	579,69	102,19
13,31	66,84	580,67	82,69
13,26	66,19	580,96	78,79
13,45	68,02	596,95	93,61
13,18	67,76	575,40	87,37
13,28	65,38	553,66	72,55

13,01	66,36	572,48	63,97
13,28	67,72	575,70	66,31
13,32	67,05	567,90	74,89
13,32	68,09	571,11	70,21
13,17	68,41	572,19	75,67
13,31	67,25	568,38	69,43
13,29	67,10	563,41	83,47
13,17	67,80	577,84	88,15
13,49	67,76	577,45	81,13
13,27	68,31	585,55	67,87
13,23	67,22	572,97	60,07
13,27	67,56	562,24	76,45
13,01	65,96	563,02	89,71
13,40	67,66	559,80	69,43
13,27	67,85	576,09	73,33
12,98	64,89	549,66	68,65
13,13	67,30	561,66	77,23
13,14	65,53	560,49	63,19
13,21	66,77	570,24	77,23
13,29	65,21	573,84	67,09
13,04	65,65	552,59	66,31
12,95	64,35	557,66	78,01
13,01	66,20	544,10	61,63
13,09	65,42	554,93	68,65
13,06	67,53	569,55	67,09
13,02	64,16	553,17	75,67
12,99	65,45	543,23	65,53
12,93	66,39	541,28	67,87
12,72	64,29	538,25	81,13
12,83	65,12	525,48	88,15
12,82	63,91	536,79	62,41
12,88	64,00	541,86	71,77
12,75	65,78	534,84	64,75
12,69	64,99	537,47	64,75
12,67	65,19	551,42	93,61
13,02	64,29	527,14	64,75
12,96	65,28	536,99	63,97
12,75	62,58	534,84	85,81
12,55	64,54	535,82	75,67
12,85	65,84	548,20	70,99
13,11	66,51	547,22	58,51
12,91	65,32	541,47	56,17
12,53	65,11	535,82	65,53
12,65	63,79	539,72	74,89
12,30	61,13	505,59	63,19
12,41	60,80	493,89	59,29

#### Πείραμα 7

< 1 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1 - 2.5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.5 - 5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5 - 10 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
48,1035	234,492	2127,87	176,98
48,3228	234,706	2130,89	166,741
47,6588	230,46	2105,02	174,055
47,8745	233,229	2117,54	158,697
47,4504	227,58	2071,93	162,354
47,0116	223,492	2063,43	143,339
46,4499	228,249	2009,31	169,667

#### Πείραμα 8

< 1 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1 - 2.5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.5 - 5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5 - 10 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
120,57	771,59	8653,01	5077,57
113,55	710,58	7802,66	4405,49
112,56	695,37	7639,03	4067,61
103,81	623,32	6703,03	3563,73
106,17	646,67	7140,54	4171,46
102,45	620,74	6880,83	4038,36
93,67	542,42	5910,82	2852,89



46,9509	227,274	2062,97	136,757	95,21	556,90	5969,60	2899,69
47,3948	226,865	2080,89	163,816	91,67	535,67	5751,67	2827,29
46,8558	225,313	2054,1	179,905	96,33	586,67	6663,44	4117,34
46,5743	224,105	2040,3	160,16	92,47	558,72	6416,80	4077,12
45,753	220,138	2017,9	138,22	93,88	559,79	6209,57	3444,53
46,5699	225,49	1991,48	146,264	91,85	551,94	6232,24	3364,81
46,4675	222,247	1993,95	130,175	93,41	558,97	6285,26	3330,44
46,3856	223,855	1998,7	166,741	89,86	527,53	5836,41	2985,26
46,1252	220,798	2000,17	138,951	86,10	497,77	5560,43	2675,18
46,164	221,309	1992,03	155,772	85,09	498,01	5572,86	2825,10
45,3515	216,831	1913,87	149,921	81,90	472,58	5198,51	2528,18
46,3563	223,687	2000,99	153,578	81,71	474,55	5177,21	2443,35
46,1099	221,95	2000,99	149,921	82,14	473,61	5183,16	2409,71
46,526	224,486	2011,96	154,309	82,16	479,18	5281,70	2494,54
46,1984	223,511	1995,14	156,503	78,62	447,16	4887,61	2239,31
46,2196	223,241	2025,4	135,295	78,35	443,76	4889,80	2152,28
46,025	217,249	1989,2	138,22	77,73	442,38	4849,22	2033,81
46,1113	220,101	1973,47	145,533	79,25	453,68	4975,64	2201,28
45,2535	215,772	1935,35	143,339	81,51	468,46	5117,88	2109,86
44,7386	215,633	1910,21	124,325	83,01	480,88	5209,67	2081,34
45,3654	216,85	1934,44	130,175	80,59	460,07	5024,73	2071,84
44,6545	213,152	1897,14	142,608	81,04	467,61	5158,75	2136,92
45,0904	210,309	1904,91	128,713	80,07	464,08	5060,66	2124,49
43,9803	213,459	1897,78	140,414	81,72	468,99	5165,51	2242,23
44,9339	217,407	1919,36	132,369	77,52	440,95	4832,76	2048,43
44,792	215,447	1904,09	153,578	79,64	453,25	5057,82	2004,55
44,4022	210,476	1893,39	119,206	76,97	441,46	4830,20	2010,40
44,2823	209,055	1863,23	122,862	77,35	439,37	4801,31	1889,01
44,8732	215,447	1904,82	130,907	73,93	416,76	4466,37	1693,74
44,8396	214,722	1904	145,533	72,69	409,29	4469,84	1678,38
44,8235	217,333	1911,58	116,28	74,40	418,64	4572,14	1645,48
44,4081	208,776	1853,72	125,787	76,70	435,58	4712,55	1813,68
44,5032	210,309	1869,9	125,056	74,45	423,21	4605,78	1714,22
44,1192	208,99	1861,03	130,175	76,29	433,69	4772,33	1769,80
44,6275	212,771	1898,97	135,295	73,61	411,49	4549,10	1631,58
43,9825	209,018	1877,12	133,101	74,50	416,89	4550,47	1603,79
44,3423	206,649	1857,56	112,624	73,88	412,66	4502,02	1554,79
44,1741	207,42	1862,04	152,846	72,91	412,37	4503,03	1580,39
43,6044	210,374	1815,6	108,967	71,52	403,74	4380,80	1553,33
43,4069	203,638	1798,78	94,3406	72,10	404,78	4355,02	1472,15
44,0556	206,073	1811,49	124,325	71,91	403,06	4384,55	1488,97
43,7704	205,506	1842,84	120,668	71,71	405,18	4428,80	1447,29
43,9525	205,617	1825,38	107,504	70,63	394,55	4325,68	1496,29
43,7119	202,942	1827,48	104,579	70,48	390,99	4260,59	1484,58
43,3199	205,72	1802,34	115,549	71,06	394,41	4311,42	1496,29
43,4098	205,153	1833,52	112,624	71,49	397,81	4331,07	1450,21
43,137	202,83	1771,35	119,206	72,23	408,48	4413,26	1472,88
43,3755	202,282	1810,94	121,399	71,56	402,18	4393,42	1393,90
42,5213	198,78	1761,94	116,28	71,25	391,79	4340,95	1518,96
43,0354	203,973	1807,74	135,295	71,75	399,27	4330,80	1508,72
43,8216	209,51	1831,96	117,743	71,28	400,67	4377,42	1443,63
43,257	201,204	1754,26	100,922	70,77	399,47	4315,44	1555,52
42,3801	196,81	1725,28	95,8032	70,60	394,87	4289,84	1528,46
43,3243	206,546	1811,3	110,43	70,27	393,00	4283,99	1469,96
43,9825	204,763	1827,3	126,519	70,47	392,61	4289,30	1420,23
42,5461	200,796	1743,11	108,967	70,65	393,62	4309,96	1391,71
42,7407	200,247	1770,99	103,848	70,90	397,95	4276,86	1341,98
42,9462	198,64	1754,9	121,399	70,59	395,48	4242,31	1404,14
42,5673	201,186	1749,96	108,967	71,25	397,76	4356,49	1383,66
42,6361	198,817	1756,54	105,31	69,88	390,28	4259,22	1371,96
42,0196	196,68	1709,92	112,624	71,30	396,86	4353,47	1360,26
42,4006	197,553	1707,09	97,2659	70,48	390,78	4205,47	1241,05
42,0934	195,686	1735,61	95,8032	69,70	389,72	4272,38	1325,89
42,53	197,73	1711,75	128,713	69,55	386,71	4206,20	1301,75
42,2792	196,671	1734,15	110,43	69,59	383,85	4232,16	1333,93
42,1549	195,872	1702,7	110,43	69,22	386,97	4156,84	1231,55

42,2631	198,064	1719,43	95,8032	69,25	382,78	4117,89	1249,83
41,6664	192,518	1712,39	105,31	69,23	375,82	4134,26	1243,25
41,885	193,001	1658,46	99,4598	68,79	380,76	4137,82	1203,76
41,6254	192,927	1657,45	101,654	68,61	382,19	4109,30	1167,19
41,4762	194,497	1656,9	86,296	67,91	371,82	4001,80	1172,31
40,9219	190,381	1641,36	82,6394	68,47	375,48	4030,68	1080,16
41,8463	195,026	1697,03	103,848	68,80	380,59	4113,14	1148,91
41,7622	195,686	1676,37	90,684	67,87	377,67	4028,58	1170,85
41,0491	189,916	1635,05	91,4153	68,32	375,48	4043,85	1109,42
41,2568	193,698	1668,05	98,7285	68,74	380,19	4075,93	1067,00
41,4294	195,974	1681,4	92,1466	68,86	383,47	4179,05	1208,88
41,387	192,527	1654,98	114,086	68,84	379,21	3995,30	1105,03
41,4257	193,289	1614,21	96,5345	68,43	379,90	4070,45	1116,73
41,3263	191,682	1663,03	97,9972	67,50	378,39	3993,39	1124,04
40,6103	190,474	1631,03	89,2213	67,67	374,44	3995,12	1131,36
40,8539	188,142	1625,18	101,654	66,06	357,19	3820,06	994,60
41,0813	191,003	1658,55	101,654	66,31	364,02	3902,24	1107,95
40,7668	190,818	1638,8	108,236	64,93	354,53	3810,01	1015,81
40,3858	187,752	1626,92	95,8032	66,49	362,34	3929,76	989,48
41,2466	192,286	1685,79	99,4598	66,47	365,92	3963,13	1047,25
39,6384	185,057	1602,24	87,0273	65,93	362,47	3888,81	1025,31
39,5594	184,063	1632,22	95,8032	65,80	360,92	3903,98	1052,37
40,5818	188,56	1627,65	97,2659	65,67	362,89	3933,05	1127,70
40,3412	187,538	1596,39	108,967	65,13	361,07	3827,92	988,75
39,6113	182,252	1576,64	90,684	64,58	354,10	3801,60	1061,88
39,3912	181,815	1549,67	92,8779	64,42	350,47	3704,60	845,41
39,2618	182,558	1549,85	71,6696	63,92	345,53	3621,42	905,38
39,3261	178,656	1560,82	90,684	63,64	343,49	3650,94	884,90
40,1942	184,37	1586,79	103,116	61,84	332,59	3552,76	812,50
39,6384	180,329	1571,34	81,1768	62,09	332,70	3522,51	778,86
39,909	185,262	1583,13	77,5202	61,50	331,21	3462,45	796,41
39,1587	178,006	1522,43	96,5345	62,26	335,80	3538,14	781,78
38,3286	176,445	1566,77	84,1021	62,74	339,07	3567,57	796,41
39,6048	182,939	1581,21	80,4454	62,77	341,34	3582,29	805,19
39,5857	183,664	1557,35	85,5647	62,86	340,79	3550,30	793,48
38,9926	175,683	1524,17	100,191	62,57	335,73	3551,12	830,05
38,6226	176,241	1514,48	71,6696	57,78	309,13	3187,19	652,34
38,6848	177,263	1506,62	92,1466	57,87	302,63	3165,35	672,82
38,7074	180,236	1523,89	87,7587	55,82	291,51	3046,78	661,85
38,3462	176,306	1502,87	84,1021	56,76	302,58	3121,74	680,13
38,8544	177,319	1520,24	84,8334	54,47	287,44	2944,67	650,15
39,1981	181,75	1511,37	76,7888	54,05	279,68	2891,83	634,79
38,7923	178,536	1522,98	77,5202	53,85	281,44	2924,28	647,22
38,6745	176,975	1483,94	77,5202	54,83	284,11	2977,76	636,98
38,8749	175,275	1496,65	86,296	55,71	288,13	3015,97	655,26
38,3264	175,433	1485,77	65,819	54,94	290,94	2998,88	642,10
38,2993	175,395	1471,24	75,3262	55,40	288,50	3011,40	664,04
37,8752	170,899	1479,28	73,8635	53,83	279,11	2908,65	579,94
38,2416	175,256	1475,17	65,819	54,38	281,21	2976,48	669,89
38,2328	173,937	1488,52	70,2069	53,25	272,30	2838,44	596,76
38,4383	173,612	1458,62	70,2069	54,49	285,34	3000,34	623,82
37,952	174,318	1474,62	73,1322	53,23	274,69	2879,22	612,12
37,6953	174,039	1454,97	78,2515	52,82	271,99	2866,23	600,42
37,6302	172,58	1440,34	73,1322	52,30	272,80	2805,17	594,56
37,5519	172,571	1430,56	59,9684	53,13	273,08	2837,35	583,60
37,8671	170,815	1460,91	75,3262	51,47	261,44	2729,39	545,57
37,3325	168,716	1424,34	81,1768	50,24	258,79	2692,73	527,28
36,738	166,402	1409,17	77,5202	50,82	263,06	2725,82	533,13
36,9983	168,195	1422,24	73,8635	51,60	267,04	2747,21	530,94
37,1322	167,87	1436,23	73,1322	51,47	268,12	2741,54	563,85
37,4722	169,607	1452,31	66,5503	52,13	271,72	2785,70	573,36
37,0415	169,468	1421,32	73,8635	52,93	274,37	2833,78	513,39
36,64	166,356	1418,03	78,9828	52,76	270,96	2828,02	590,18
37,1117	167,898	1414,93	70,2069	51,89	266,91	2769,06	607,00
36,6912	167,526	1422,6	66,5503	53,02	275,62	2825,83	535,33
36,9764	166,857	1401,03	81,1768	52,79	279,63	2867,79	580,67

36,18	164,126	1354,59	65,0877	53,76	285,70	2870,71	543,37
36,3789	164,665	1378,45	63,625	53,56	279,75	2876,84	501,69
36,4008	164,228	1398,47	64,3564	53,06	273,64	2814,59	533,87
36,2846	164,321	1380,83	55,5805	53,79	275,64	2856,64	552,88
36,2348	164,061	1352,58	67,2816	52,49	274,11	2799,78	508,27
36,2334	162,509	1367,21	70,9383	53,06	274,52	2791,00	496,57
36,5303	160,977	1362,27	54,8492	52,68	271,65	2805,54	525,82
36,3657	165,027	1369,95	59,2371	51,90	270,41	2739,99	512,66
36,1975	165,018	1356,33	57,0431	52,20	270,22	2720,43	477,55
36,188	163,643	1366,66	71,6696	52,11	271,58	2758,18	483,40
36,1419	165,566	1363,46	68,013	52,13	267,88	2723,17	479,75
36,5061	163,652	1368,67	76,7888	51,71	266,18	2706,99	491,45
36,0535	160,01	1353,22	64,3564	51,58	262,04	2686,06	468,78
36,6553	163,132	1377,72	46,8046	51,76	269,16	2703,42	455,61
35,9935	161,748	1350,48	70,2069	51,57	265,60	2678,83	480,48
35,9708	160,939	1357,61	64,3564	51,93	266,67	2718,60	474,63
35,8911	161,896	1350,2	66,5503	51,89	268,57	2724,27	482,67
35,3134	158,375	1319,67	44,6107	51,41	264,60	2725,00	536,06
35,0259	157,009	1340,79	68,7443	51,54	265,62	2744,29	473,17
35,1554	154,408	1311,44	65,819	51,11	263,73	2702,42	479,02
34,9682	155,811	1298,28	62,1624	51,79	265,77	2679,66	474,63
35,1817	154,733	1314	51,1926	51,53	264,82	2664,12	445,38
34,8183	155,439	1266,19	50,4612	51,28	263,75	2716,41	444,64
34,8212	157,595	1276,07	54,8492	51,10	261,77	2682,40	463,66
35,0384	158,394	1302,39	57,7745	50,58	259,99	2635,96	429,29
34,484	153,303	1272,14	42,4167	51,25	259,40	2672,62	416,12
34,4241	154,102	1272,59	62,1624	51,06	259,60	2640,44	447,57
34,1827	151,974	1275,97	59,9684	50,88	262,56	2661,74	419,05
34,5447	153,265	1272,32	70,2069	51,69	266,56	2701,69	468,05
34,1286	152,039	1269,67	52,6552	52,12	264,25	2670,15	375,17
34,3158	152,782	1275,88	63,625	51,02	259,24	2630,02	405,88
35,4933	157,762	1319,85	59,2371	51,31	260,31	2603,60	374,44
34,4146	154,557	1284,38	57,7745	51,04	256,90	2608,26	389,06
34,5235	153,47	1259,89	55,5805	50,91	258,88	2574,71	380,29
34,3765	152,039	1256,87	66,5503	50,61	257,21	2573,16	372,97
34,3977	152,206	1253,21	54,8492	50,20	258,57	2576,91	385,41
34,4007	150,822	1266,01	59,2371	50,44	256,86	2513,28	345,18
33,9158	148,62	1229,72	53,3865	49,62	253,36	2494,08	342,26
33,8149	150,571	1235,66	57,0431	49,20	247,71	2487,41	362,00
33,9048	148,732	1204,12	48,9986	50,79	258,64	2526,90	349,57
33,2547	146,892	1218,29	40,954	49,10	251,61	2478,27	329,83
33,4909	149,168	1224,05	51,1926	49,42	249,64	2482,84	356,89
33,1816	148,276	1233,37	57,0431	49,33	249,83	2496,83	329,83
33,2583	148,211	1228,53	53,3865	49,25	249,82	2476,17	362,74
33,8624	148,109	1215,27	57,7745	49,53	252,35	2478,63	313,01
33,4529	144,755	1161,34	43,148	49,46	249,56	2481,29	360,54
33,3607	147,468	1206,32	46,0733				
33,42	147,366	1179,99	45,342				
33,0638	145,545	1194,43	51,9239				
32,81	145,768	1196,26	51,9239				
32,6411	144,347	1187,67	48,2673				
32,4166	145,48	1180,35	43,8793				
32,4232	142,479	1164,63	48,2673				
33,2444	144,969	1200,74	54,1178				
33,2276	145,722	1206,22	54,8492				
33,0411	145,963	1210,89	43,148				
32,8217	143,399	1182,91	40,2227				
32,8993	146,177	1212,26	62,1624				
32,7625	146,52	1186,39	46,0733				
33,2013	143,139	1176,15	47,5359				
32,7157	141,188	1147,99	43,8793				
32,2367	141,996	1173,77	43,148				
32,1628	140,946	1169,75	60,6997				
32,2637	140,5	1158,23	48,2673				
32,0275	139,646	1135,74	41,6854				
32,2659	142,191	1159,88	45,342				

31,8769	140,621	1154,76	44,6107
31,7994	140,667	1136,66	43,8793
31,7306	141,002	1132,64	38,7601
32,1753	140,593	1132,18	39,4914
31,5032	140,547	1130,81	46,0733
31,7657	138,205	1142,14	33,6408
31,4951	134,777	1109,78	36,5661
30,9152	136,673	1091,41	44,6107
31,509	139,162	1096,89	29,2529
31,5441	137,165	1093,6	43,8793
31,1551	135,13	1099,63	52,6552
30,8808	134,09	1081,35	40,2227
31,4556	138,178	1098,35	45,342
31,5631	135,539	1080,07	35,8348
31,3649	134,406	1089,03	35,1035
31,09	136,942	1085,19	38,0288
31,196	134,22	1093,97	50,4612
31,4542	134,545	1084,64	47,5359
31,0732	133,997	1063,62	26,3276
31,0022	133,904	1091,32	45,342
31,2048	136,961	1106,49	42,4167
30,9642	133,086	1052,01	30,7155
30,8647	133,319	1061,79	41,6854
30,0456	129,584	1039,57	35,1035
29,8116	129,9	1031,16	43,8793
30,3031	131,126	1034,18	25,5963
29,8343	129,556	997,432	42,4167
30,0924	130,355	1023,58	30,7155
29,857	129,695	1035,19	32,9095
30,1575	127,41	1032,99	34,3721
29,1322	124,483	996,152	39,4914
29,8928	126,704	1014,44	35,1035
29,9103	128,246	1036,01	38,0288
30,1641	132,222	1048,62	43,148
29,9593	127,744	1017,18	27,7902
29,71	130,374	1014,07	43,148
29,7092	128,896	1035,28	34,3721
29,7831	126,88	993,958	31,4469
29,9455	128,896	1031,71	37,2974
29,6127	127,661	1017,73	46,0733
29,3216	124,372	1008,31	32,1782
29,9754	127,233	1027,87	29,9842
29,5118	129,547	1002,37	39,4914

### Πείραμα 9

< 1 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1 - 2.5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.5 - 5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5 - 10 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
17,77	106,99	1178,53	334,95
17,36	106,80	1153,48	347,38
17,45	107,15	1144,61	344,45
17,48	105,97	1162,25	337,14
17,42	106,63	1166,37	357,62
17,31	108,23	1163,53	339,33
17,41	107,68	1178,62	341,53
17,39	108,92	1182,64	375,90
17,37	109,28	1173,41	374,44
17,47	107,48	1144,89	313,74
17,39	107,05	1154,48	343,72
17,19	106,93	1133,18	322,51
17,20	104,37	1146,53	335,68
17,19	104,42	1108,68	319,59
17,23	106,52	1125,78	370,05
17,59	108,15	1156,22	334,21

### Πείραμα 10

< 1 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1 - 2.5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2.5 - 5 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5 - 10 $\mu\text{m}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
18,34	101,96	930,73	218,42
18,41	97,66	956,96	215,30
18,36	101,41	938,04	223,10
18,33	99,40	932,58	202,82
18,03	96,92	910,15	192,68
17,77	96,56	898,06	205,16
17,92	96,95	918,64	216,86
18,07	96,81	924,59	196,58
17,98	98,77	935,31	200,48
17,87	96,46	888,41	197,36
17,77	94,04	914,54	189,56
17,53	94,58	892,99	198,14
17,83	94,22	894,07	187,22
17,77	96,41	899,82	203,60
17,83	98,88	886,85	183,32
17,84	94,91	904,11	194,24

17,06	106,79	1146,62	323,98	17,53	94,80	870,47	180,98
17,27	106,61	1148,63	332,02	17,35	95,22	860,91	180,98
17,15	105,03	1117,92	324,71	17,36	93,60	856,91	171,62
17,26	106,67	1124,68	367,12	18,02	98,89	921,95	191,90
17,41	107,56	1141,78	341,53	18,48	98,39	952,57	211,40
16,78	102,17	1098,72	341,53	17,41	93,97	861,79	187,22
16,92	103,09	1080,35	318,13	17,36	92,62	851,26	166,94
16,87	103,22	1077,88	313,74	17,25	91,28	850,09	188,78
16,97	104,56	1096,71	338,60	17,43	93,64	857,11	191,90
16,89	104,00	1106,49	309,35	17,06	91,83	842,39	159,14
16,82	103,46	1095,70	328,36	17,38	91,85	853,79	174,74
16,71	104,67	1098,35	310,08	17,24	92,00	862,57	168,50
16,91	104,72	1096,34	313,01	17,87	97,44	924,88	219,20
17,02	104,89	1100,55	324,71	17,40	92,77	847,85	183,32
16,53	98,83	1042,68	291,07	17,09	90,78	843,56	146,65
16,63	101,79	1081,72	322,51	17,13	92,83	855,26	170,06
16,73	101,97	1055,39	328,36	17,29	92,27	844,24	192,68
17,02	103,10	1096,62	299,84	17,39	91,87	858,47	179,42
16,64	102,48	1078,52	291,07	17,00	91,68	851,94	183,32
16,58	100,64	1075,87	308,62	17,42	91,53	849,60	175,52
16,46	99,04	1047,44	299,84	17,55	93,89	906,64	175,52
16,41	99,98	1074,68	322,51	17,88	96,00	885,78	198,14
16,39	99,67	1062,06	271,32	17,21	95,47	860,43	177,86
16,70	101,40	1065,63	311,54	17,15	93,76	858,86	175,52
16,49	101,72	1044,79	293,26	16,90	89,73	833,80	151,33
16,68	102,95	1072,39	302,77	17,05	90,23	841,12	152,12
16,69	102,33	1056,67	281,56	17,03	92,28	814,30	155,24
16,81	102,25	1096,89	322,51	17,25	91,46	846,97	182,54
16,56	102,56	1061,51	305,69	17,06	91,33	849,89	163,82
16,49	98,80	1025,41	272,05	17,19	92,85	859,64	159,14
16,23	97,98	1031,26	272,05	17,20	92,77	832,24	184,88
16,58	98,93	1040,21	277,17	16,93	89,46	840,05	182,54
16,47	99,18	1050,73	288,14	16,90	90,94	816,25	161,48
16,51	98,82	1023,58	250,11	17,13	91,85	847,36	172,40
16,62	100,33	1047,62	285,95	16,97	89,01	828,25	161,48
16,45	100,38	1046,16	280,10	17,12	90,34	836,54	159,14
16,51	98,60	1014,62	263,28	17,20	89,37	840,63	167,72
16,48	99,96	1055,85	291,80	16,86	89,58	835,46	180,98
16,68	102,01	1052,92	275,71	16,85	89,46	811,67	153,68
16,58	98,38	1035,19	257,43	16,87	87,20	806,70	152,90
15,97	95,78	1000,45	242,07	16,71	89,71	799,77	151,33
16,34	96,90	1026,05	261,08	16,71	89,76	828,05	162,26
16,23	97,17	1027,51	239,14	16,62	86,47	798,60	145,09
16,30	98,83	1016,36	268,40	16,44	86,82	790,51	131,05
16,40	98,18	1012,24	257,43	16,61	89,20	779,88	178,64
15,94	95,39	975,49	240,61	16,26	88,96	789,54	151,33
15,96	96,21	977,96	231,10	16,45	88,23	783,88	141,19
16,11	98,47	1001,82	263,28	16,37	85,54	790,61	128,71
15,96	97,68	1010,05	272,78	15,91	87,39	763,40	145,87
16,12	99,41	1009,32	261,81	16,12	85,33	779,39	135,73
16,14	95,95	1013,89	261,81	16,48	86,71	808,16	153,68
16,22	99,45	1003,65	292,53	16,50	88,09	806,99	129,49
15,64	95,59	966,72	243,53	16,54	87,47	798,02	163,82
16,17	96,90	979,97	244,26	16,19	85,87	766,91	158,36
16,01	94,16	965,53	252,31	16,32	86,05	790,80	142,75
16,19	93,70	966,08	239,14	16,20	85,99	785,73	156,02
15,90	95,31	965,16	237,68	16,02	84,53	792,46	141,19
16,03	94,32	972,29	243,53	16,76	90,36	811,28	169,28
15,88	94,10	972,11	258,89	17,10	91,96	855,94	155,24
15,70	94,53	965,25	244,26	16,39	87,39	773,74	138,85
15,92	96,27	951,27	223,05	16,33	86,43	796,85	155,24
15,68	94,52	968,54	220,13	16,73	88,31	797,53	148,21
16,00	97,34	969,00	231,83	16,20	83,81	760,38	151,33
15,93	94,98	994,05	231,10	16,03	83,54	755,99	151,33
15,95	93,01	975,22	239,14	16,18	86,21	769,55	147,43
15,64	92,78	941,85	219,40	16,51	87,25	782,22	130,27

15,62	93,17	959,22	215,01	16,37	86,16	797,82	145,09
15,67	94,23	959,22	225,25	16,08	84,11	765,55	145,09
15,97	95,79	962,24	217,20	15,84	83,42	748,87	143,53
15,55	93,07	964,34	228,17	16,02	82,79	744,68	135,73
15,75	92,54	938,38	253,04	15,77	82,97	753,85	130,27
15,68	95,70	954,56	248,65	15,88	83,45	758,23	137,29
15,71	94,91	963,52	231,10	16,01	82,81	741,37	124,03
15,70	93,47	953,83	228,17	15,69	83,00	744,88	117,01
15,91	93,41	953,74	214,28	15,73	84,02	716,89	117,79
15,80	93,58	947,98	220,86	14,45	73,69	647,85	85,03
15,52	91,70	944,78	239,87	14,40	73,86	648,73	91,27
15,59	92,21	922,01	199,65	14,31	74,39	640,25	87,37
15,37	91,48	923,75	219,40	14,60	76,68	675,06	99,85
15,68	92,30	905,38	179,91	14,43	74,99	658,78	99,07
15,29	92,78	922,47	222,32	14,46	74,85	658,97	114,67
15,54	91,50	928,14	191,61	14,32	75,33	642,00	84,25
15,29	90,77	892,30	199,65	14,19	72,57	645,61	88,15
15,45	90,76	921,28	205,50	14,45	74,68	635,37	109,99
15,44	92,85	929,05	218,67	14,22	73,73	628,74	98,29
15,45	91,10	919,18	222,32	14,18	73,11	630,11	96,73
15,43	90,95	914,98	206,23	13,98	72,06	615,09	85,81
15,64	90,64	913,79	202,58	14,09	73,49	626,50	108,43
15,67	92,48	922,93	220,13	14,15	74,07	637,42	107,65
15,51	92,42	913,79	191,61	14,09	71,58	623,38	97,51
15,27	92,01	910,40	218,67	14,42	71,63	639,66	81,13
15,37	89,63	897,97	204,04	14,13	72,91	624,26	81,13
15,49	90,56	900,99	201,84	13,94	73,72	622,89	81,13
15,42	90,69	918,27	209,16	14,08	71,97	606,70	72,55
15,15	91,26	910,59	188,68	14,11	73,98	621,14	87,37
15,61	92,75	925,67	195,26	14,43	73,40	621,92	99,85
15,25	91,95	896,42	200,38	14,23	73,88	629,72	98,29
15,47	90,00	862,23	194,53	14,43	73,82	643,86	91,27
15,28	89,36	904,92	201,11	14,05	72,31	616,26	81,91
15,10	88,54	898,52	194,53	14,04	70,74	607,19	106,09
15,31	89,27	892,12	193,80	14,01	70,36	620,55	89,71
15,36	89,45	908,21	187,22	13,86	70,37	618,60	79,57
15,35	88,78	910,86	198,92	13,95	71,11	626,69	96,73
15,04	89,76	896,78	180,64	13,85	72,73	609,14	88,93
15,14	90,03	888,74	191,61	13,57	70,89	590,62	78,01
15,25	89,69	892,21	194,53	13,68	69,36	589,06	78,01
15,33	90,37	893,22	185,76	13,73	69,58	616,26	78,01
15,08	88,97	871,19	182,10	13,46	68,98	607,97	85,03
15,24	88,25	887,83	195,26	13,52	69,61	600,95	64,75
15,12	88,82	907,11	161,62	13,27	68,66	595,49	75,67
15,25	88,98	858,21	187,95	13,52	68,92	580,18	73,33
15,23	89,83	913,51	187,95	13,47	68,13	573,06	93,61
15,22	87,88	859,94	178,44	13,21	68,19	579,69	102,19
15,06	89,09	890,75	198,92	13,31	66,84	580,67	82,69
15,08	89,66	878,14	176,98	13,26	66,19	580,96	78,79
15,12	89,38	874,30	160,89	13,45	68,02	596,95	93,61
15,15	88,85	866,98	174,05	13,18	67,76	575,40	87,37
15,23	88,32	870,18	185,76	13,28	65,38	553,66	72,55
14,93	87,47	835,90	170,40	13,01	66,36	572,48	63,97
14,98	88,60	857,84	182,83	13,28	67,72	575,70	66,31
15,01	87,67	852,08	171,13	13,32	67,05	567,90	74,89
15,06	86,73	838,92	149,19	13,32	68,09	571,11	70,21
14,91	86,25	855,74	156,50	13,17	68,41	572,19	75,67
15,12	86,26	854,00	174,79	13,31	67,25	568,38	69,43
14,87	88,28	843,67	174,05	13,29	67,10	563,41	83,47
14,81	85,33	834,16	171,13	13,17	67,80	577,84	88,15
14,94	87,34	849,61	171,86	13,49	67,76	577,45	81,13
15,04	85,97	846,14	174,05	13,27	68,31	585,55	67,87
15,09	87,72	847,05	163,82	13,23	67,22	572,97	60,07
14,81	86,54	848,33	148,46	13,27	67,56	562,24	76,45
14,83	87,31	857,38	170,40	13,01	65,96	563,02	89,71
15,01	87,27	857,48	193,07	13,40	67,66	559,80	69,43

14,89	87,17	859,94	192,34	13,27	67,85	576,09	73,33
14,97	87,87	859,67	177,71	12,98	64,89	549,66	68,65
14,91	87,50	884,35	168,20	13,13	67,30	561,66	77,23
14,58	85,78	829,87	163,08	13,14	65,53	560,49	63,19
14,65	85,06	803,63	147,00	13,21	66,77	570,24	77,23
14,68	86,00	823,19	163,82	13,29	65,21	573,84	67,09
14,75	84,93	825,66	172,59	13,04	65,65	552,59	66,31
14,73	87,25	839,56	190,14	12,95	64,35	557,66	78,01
14,81	86,26	844,49	140,41	13,01	66,20	544,10	61,63
14,63	86,18	834,80	171,13	13,09	65,42	554,93	68,65
14,81	86,70	843,76	149,19	13,06	67,53	569,55	67,09
14,78	86,40	817,98	152,85	13,02	64,16	553,17	75,67
14,76	83,98	828,31	153,58	12,99	65,45	543,23	65,53
14,79	85,09	818,08	164,55	12,93	66,39	541,28	67,87
14,43	85,21	815,61	161,62	12,72	64,29	538,25	81,13
14,78	85,44	817,44	141,88	12,83	65,12	525,48	88,15
14,63	85,61	832,06	160,89	12,82	63,91	536,79	62,41
14,53	84,45	813,41	150,65	12,88	64,00	541,86	71,77
14,86	82,69	829,87	149,19	12,75	65,78	534,84	64,75
14,51	83,28	811,68	139,68	12,69	64,99	537,47	64,75
14,58	82,73	817,98	143,34	12,67	65,19	551,42	93,61
14,63	85,15	806,92	141,15	13,02	64,29	527,14	64,75
14,52	82,48	801,07	164,55	12,96	65,28	536,99	63,97
14,32	84,59	835,44	175,52	12,75	62,58	534,84	85,81
14,55	85,19	811,40	152,85	12,55	64,54	535,82	75,67
14,60	83,35	822,37	141,88	12,85	65,84	548,20	70,99
14,65	84,29	826,49	156,50	13,11	66,51	547,22	58,51
14,63	84,29	818,90	163,82	12,91	65,32	541,47	56,17
14,53	84,86	806,92	156,50	12,53	65,11	535,82	65,53
14,50	84,16	822,37	145,53	11,63	56,74	467,56	62,41
14,34	85,65	813,69	146,26	11,68	58,19	465,02	59,29
14,33	81,68	808,57	138,95	11,78	57,97	465,02	58,51
14,37	83,45	794,76	135,29	11,55	56,77	470,19	53,83
14,46	83,98	818,53	165,28	11,48	56,77	452,74	53,05
14,16	82,16	778,86	149,19	11,51	56,89	455,96	44,46
14,31	83,08	806,83	141,88	11,57	56,00	457,71	41,34
14,27	82,96	794,95	147,00	11,56	55,06	442,11	45,24
14,38	79,77	781,60	141,88	11,50	56,23	458,00	53,83
14,34	80,99	785,81	149,19	11,44	57,27	454,98	60,07
14,36	81,54	791,29	133,83	11,63	56,78	459,56	52,27
14,31	83,37	788,09	125,79	11,60	56,23	463,66	43,68
14,17	81,26	786,81	157,97	11,55	57,03	456,93	50,71
14,32	81,90	783,06	138,95	11,45	57,15	470,78	44,46
14,05	81,24	756,37	137,49	11,60	56,44	462,49	49,14
14,39	82,12	779,86	146,26	11,74	58,57	460,05	45,24
14,29	81,47	768,99	125,06				
14,16	79,92	755,82	137,49				
14,13	80,63	764,60	130,18				
14,38	82,42	767,16	127,98				
14,22	80,71	770,08	126,52				
14,06	81,43	763,41	144,07				
14,29	81,43	761,67	128,71				
14,04	80,54	761,67	131,64				
14,13	80,53	750,79	136,76				
14,04	81,31	776,76	144,07				
14,07	79,67	773,19	124,32				
14,13	79,22	746,77	123,59				
14,17	83,48	762,22	134,56				
14,40	82,97	772,55	137,49				
14,11	79,78	760,30	138,95				
14,04	79,73	762,95	122,13				
14,11	81,39	754,45	151,38				
14,02	81,01	747,23	132,37				
13,98	80,40	759,11	115,55				
13,98	79,73	748,14	121,40				
13,93	77,90	753,90	121,40				

14,11	80,54	739,92	131,64
14,07	79,60	755,18	138,22
13,99	77,38	725,20	130,91
14,00	79,71	750,06	149,92
13,93	79,74	740,83	90,68
13,86	79,74	739,00	107,50
13,97	77,26	743,11	122,86
13,84	77,64	711,49	114,82
13,59	78,50	729,95	133,10
14,11	79,52	739,00	121,40
13,87	78,55	747,87	122,86
13,84	80,00	726,84	122,86
13,97	78,93	728,31	116,28
13,82	77,78	718,80	123,59
13,95	78,85	739,55	110,43
13,89	78,18	735,25	117,74
13,74	78,21	729,22	111,89
13,77	78,10	715,69	110,43
13,77	77,89	717,98	118,47
13,61	76,88	727,21	113,35
13,67	78,11	715,60	115,55
13,87	77,54	742,29	106,77
13,78	79,39	730,04	113,35
13,77	77,56	713,50	142,61
14,08	79,47	720,99	111,16
13,91	78,02	715,42	108,97
13,63	78,07	714,68	119,94
13,55	76,46	708,10	114,09
13,60	76,79	708,19	92,15
13,70	77,46	725,56	122,13
13,63	75,32	717,79	105,31
13,69	76,82	709,84	124,32
13,75	76,67	698,60	105,31
13,61	77,00	706,64	106,04
13,54	77,14	705,45	119,21
13,70	75,26	696,95	117,01
13,60	76,34	689,09	127,25
13,57	76,51	703,53	106,77
13,56	75,18	700,42	108,24
13,60	74,40	701,34	108,97
13,64	75,71	703,26	98,73
13,54	75,86	694,66	103,12
13,57	76,79	692,65	98,00
13,41	76,02	694,85	94,34
13,60	75,27	686,25	98,73
13,47	75,21	687,17	95,07
13,28	74,93	677,48	97,27
13,55	74,42	693,48	112,62
13,45	73,75	688,54	103,85
13,20	75,12	678,58	104,58
13,48	76,01	694,94	80,45
13,26	75,20	674,00	105,31
13,48	75,69	680,04	104,58
13,43	74,14	683,15	78,25
13,54	77,29	689,82	103,85
13,54	75,55	689,18	103,12
13,60	75,95	667,79	96,53
13,19	75,36	686,99	105,31
13,22	76,06	687,08	108,24
13,41	72,75	675,83	95,07
13,52	75,58	682,14	98,00
13,36	72,95	672,63	102,39
13,17	75,25	677,84	108,24
13,32	75,07	688,72	88,49
13,43	77,39	676,02	107,50



## Βιβλιογραφία

Abt E, Suh HH, Catalano P, Koutrakis P (2000) *Relative contribution of outdoor and indoor particle sources to indoor concentrations*, Environmental Science and Technology, 34, 3579-3587.

ASHRAE. 1999. Standard 62-1999, *Ventilation for acceptable indoor air quality*. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc. Atlanta.

ASHRAE Standard 136 (1993) *A method for determining air change rates in detached dwellings*, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, GA.

ASHRAE (1997) *ASHRAE Handbook: Fundamentals*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, GA.

Diapouli E, Chaloukakou A, Spyrellis N (2008), *Indoor and Outdoor PM Concentrations at a residential environment, in the Athens area*. School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens, Global NEST Journal, Vol 10, No 2, pp 201-208.

Fanger P. O. (1982), *Thermal comfort : analysis and applications in environmental engineering*, Krieger Pub. Co.

Kiely G. (1996) *Environmental Engineering*, Irwin/McGraw-Hill, UK.

Tian L, Zhang G, and Yu J (2005), *Deposition Mechanism and Influencing Factors of Particulate Matter Penetration in building envelope*. College of Civil Engineering, Hunan University, Changsha, China.

Thatcher T.L, Layton D.W (1995) *Deposition, resuspension, and penetration of particles within a residence*. Department of Civil Engineering, University of California, Berkeley, Atmospheric Environment, 29(13), 1487-1497, USA.

Thatcher T.L, Lai ACK, Moreno-Jackson R, Sextro RG, Nazaroff WW (2001) *Effects of room furnishings and air speed on particle deposition rates indoors*. Atmospheric Environment, 36,1811-1819.

Thatcher T.L., Lunden M.M., Revzan K.L, Sextro R.G., Brown N.J. (2003) *A Concentration Rebound Method for Measuring Particle Penetration and Deposition in the Indoor Environment*, Aerosol Science and Technology, 37:847–864

Christofer Y.H Chao, M.P. Wan, Eddie C.K. Cheng (2003) *Penetration coefficient and Deposition rate as a function of particle size*, Department of Mechanical Engineering, The Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong.  
Jacobson M.Z.(1999), *Fundamentals of Atmospheric Modeling*, Cambridge University Press.

Wallace L. and Williams R. (2005), *Use of Personal-Indoor-Outdoor Sulfur Concentrations to Estimate the Infiltration Factor and Outdoor Exposure Factor for Individual Homes and Persons*, National Exposure Research Laboratory, U.S. EPA, Research Triangle Park, North Carolina.

J.Smolik , M.Lazaridis et al. 2005 , *Indoor Aerosol Particle Deposition in an empty office*, Institute of Chemical Process Fundamentals, Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague, Czech Republic, Technical University of Crete, Department of Environmental Engineering, Chania, Greece.

Kulmala M. Asmi A., and Pirjola L.. “Indoor air aerosol model: the effect of outdoor air, filtration and ventilation on indoor concentrations”. *Atmos Environ*, 33, pp. 2133-2144, 1999.

Liu D.L, Nazaroff W.W (2002) *Particle penetration through building cracks* submitted to *Aerosol Science and Technology*.

Liu D.L, Nazaroff W.W (2002) *Particle penetration through windows*, *Indoor Air* 2002.

Liu D.L, Nazaroff W.W (2001) *Modeling pollutant penetration across building envelopes*. *Atmospheric Environment* 35, 4451-4462.

Lai A.C.K and Nazaroff W.W. (2000), *Modeling Indoor particle deposition from turbulent flow onto smooth surfaces*. Indoor Environment Department, Environmental Energy Technologies Division, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley and Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Berkeley, U.S.A.

Nazaroff W.W (2004) *Indoor particle dynamics*, *Indoor Air* 2004, 14 (Suppl.7) 175-183.

Miller S.L., Nazaroff W.W., (2001). «*Environmental tobacco smoke particles in multizone indoor environments*» *Atmospheric Environment* Vol. 35, 2053-2067.

Schneider T. et al.2004 , *Prediction of indoor concentration of 0.5–4 μm particles of outdoor origin in an uninhabited apartment*, *Atmospheric Environment* 38 6349 – 6359.

Santamouris M., *Environmental Design of Urban Buildings: An Integrated Approach*, εκδόσεις James & James (ISBN 1-902916-42-5).

Souris G. and Santamouris M. (1999), *The problematics of ventilation in buildings : IAQ and Energy , Proceeding of the Workshop on Efficient ventilation systems in buildings, CIENE , 10 December 1999, Athens, Greece.*

*Residential Air Cleaning Devices: Types, Effectiveness, and Health Impact*, American Lung Association.

Lagoudi A., Loizidou M., Santamouris M., Asimakopoulos D.(1996), *Symptoms Experienced, Environmental Factors and Energy Consumption in Office Buildings*, Energy and Building, 1996, Vol.24, pp. 237-243

Molhave L. (1995), *Evaluations of VOC emissions from materials and products: solid flooring materials*. In: Maroni M. (ed.), *Proceedings of Healthy Buildings*, Milano 1995, Vol. 1, pp 145-162.

Sherman M, Dickerhoff D (1998) *Air – Tightness of U.S. Dwellings*, Energy Performance of Buildings Group, Energy and Environment Division, Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, California,

Zhao B and Wu J, *Particle deposition in indoor environments: Analysis of influencing factors*, Journal of Hazardous Materials 147 (2007) 439–448

Σταυρόπουλος Α.(2008), Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία : *Μελέτη του ισοζυγίου της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων σε πειραματικό χώρο*. Τομέας Εφαρμογών – Περιβάλλον, Τμήμα Φυσικής Ε.Κ.Π.Α

Ξυπνητού Ε. (2008), Διπλωματική Εργασία : *Πειραματική και θεωρητική μελέτη των φαινομένων μεταφοράς αέρα και αεροστεγανότητας στο δομημένο περιβάλλον*. Τομέας Εφαρμογών – Περιβάλλον, Τμήμα Φυσικής Ε.Κ.Π.Α

Καρκούλιας Ν. (2007) , Διπλωματική Εργασία : *Μετρήσεις αεροστεγανότητας δομημένων χώρων στο λεκανοπέδιο της Αττικής*. Τομέας Εφαρμογών – Περιβάλλον, Τμήμα Φυσικής Ε.Κ.Π.Α

Ζερεφός Χ. (2009), *Μαθήματα Φυσικής της Ατμόσφαιρας και Φυσικής του Περιβάλλοντος* , Εκδόσεις Παπασωτηρίου

Λαζαρίδης Μ.(2008) , *Ποιότητα Αέρα Εσωτερικών Χώρων*, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ

Μπαλαράς Κ.Α., Σανταμούρης Μ. (1996), *Ενέργεια και εσωτερική ρύπανση χώρων (Ενέργεια και Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος στα Κτίρια)*, ΕΛΚΕΠΑ.

Παπαδόπουλος Α.(2006), *Θερμική άνεση στα κτίρια. Νέα Πρότυπα και βελτίωση θερμικής άνεσης στα κτίρια* .Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΑΠΘ.

Cengel Y.(2005), *Μεταφορά θερμότητας , μια πρακτική προσέγγιση. Κεφ.11 Θέρμανση και Ψύξη Κτιρίων*. 2<sup>η</sup> Έκδοση – ΤΖΙΟΛΑ.

Σανταμούρης Μ., Παπαγλάστρα Μ.(Επιμέλεια), Α. Αυγελής, Α. Γεράνιος, Γ.Γιαμά, Ι. Δεληγιαννάκης, Α.Κατσογιάννης ,Σ. Κεφαλόπουλος, Δ. Κολοκοτσά ,Δ. Ματθόπουλος, Π.Μιχαλακάκου, Τ. Νικολάου, Μ. Παπαγλάστρα, Α. Παπαδόπουλος, Μ.Σανταμούρης, Β. Τσέζος. *Ρύπανση και Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος στα Κτίρια / TeKΔΟΤΙΚΗ (ΣΕΛΚΑ)*

Ζάνης Π. (2008), *Σημειώσεις για την Ρύπανση και Χημεία της Ατμόσφαιρας*, Α.Π.Θ.

Τσίγκας Ε., *Συνθήκες Άνεσης στον εσωτερικό χώρο*: άρθρο στο τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ Τ 114 σελ 31.

Παπαμανώλης Ν, *Η ικανότητα αερισμού ως εργαλείο εκτίμησης της ποιότητας του εσωτερικού αέρα σε κτίρια στην Ελλάδα* – άρθρο στο τεχνικό περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ.

## **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ**

<http://www.epa.gov/iaq>

<http://www.ashrae.org/>

<http://www.air.ky.gov/FAQ/Indoor+Air+Quality.htm>

<http://sparetheair.org/Stay-Informed/Particulate-Matter.aspx>

<http://www.sustainablefacility.com/articles/building-envelope>

<http://www.retro-fitz.com/airinfiltration.htm>

<http://www.ecocity.gr/main.php?cat=66&art=374>

<http://www.who.edu/science/MCG/aerosols/poster.html>

<http://www.aerosol.atmos.colostate.edu/Atm.Chem.htm>