

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟΥΣ
ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

υπό

ΣΙΑΛΗ ΕΙΡΗΝΗ



Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των

απαιτήσεων για την απόκτηση του

Διπλώματος Μηχανολόγου Μηχανικού

2012



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 10426/1
Ημερ. Εισ.: 08-06-2012
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΜΜ
2012
ΣΙΑ

© 2012 Σιαλή Ειρήνη

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων) Δρ. Παντελής Δημήτρης
Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Σταματέλλος Τάσος
Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Κοζανίδης Γιώργος
Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Μου δίνεται η ευκαιρία με την παρούσα διπλωματικής εργασίας να σημειώσω ότι, είναι ιδιαίτερα δύσκολο και κοπιαστικό να ολοκληρώσεις το έργο που ξεκινάς κάποια στιγμή έχοντας ταυτόχρονα και άλλες υποχρεώσεις που πρέπει να διεκπεραιώσεις.

Για αυτόν ακριβώς το λόγο θα πρέπει να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας, κ. Δημήτρη Παντελή, Επίκουρο Καθηγητή που στήριξε την προσπάθεια μου σε δύσκολες στιγμές, με καθοδήγησε για να φτάσουμε ως εδώ. Θα πρέπει παράλληλα να ευχαριστήσω τον κ. Τάσσο Σταματέλλο, Καθηγητή μέλος τις εξεταστικής επιτροπής για τη βοήθεια του σε θέματα που αφορούν τη διπλωματική μου εργασία, τις υποδείξεις και παρατηρήσεις του κατά τη διάρκεια αυτής. Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω τον κ. Γιώργο Κοζανίδα, Επίκουρο Καθηγητή, μέλος της εξεταστικής επιτροπής για την ανταπόκριση κ τη συμμετοχή του σ' αυτήν. Ευχαριστώ τους φίλους μου για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια, και για τις όμορφες στιγμές που περάσαμε μαζί. Πάνω απ' όλα, είμαι ευγνώμων στους γονείς μου, Μιχάλη και Γεωργία Σιαλή για την υλική και ψυχολογική τους στήριξη, όχι μόνο κατά τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας, αλλά και σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, και στην αδελφή μου Μαρία που με βοήθησε σημαντικά με τις πολύτιμες συμβουλές της.

Σιαλή Είρηνη
Βόλος, Μάρτιος 2012

Αφιερώνω αυτή την εργασία

στον πατέρα μου, στην μητέρα μου και στην αδελφή μου.

**ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟΥΣ
ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

ΣΙΑΛΗ ΕΙΡΗΝΗ

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών , 2012

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Παντελής Δημήτρης, Επίκουρος Καθηγητής
Στοχαστικά Πρότυπα Επιχειρησιακής Έρευνας στη Βιομηχανική Διοίκηση

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της διπλωματικής Εργασίας ήταν η εύρεση της διαφοράς των μετρήσεων των μηχανημάτων μέτρησης αιωρούμενων σωματιδίων, Dust Trak Aerosol Monitor – Model 8520 (Dust Trak old) και Dust Trak II Monitor – Model 8530 (Dust Trak II) , που τοποθετήθηκαν στην ίδια θέση, στα ΠΡΟΚΑΤ του πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βόλο κατά τη χρονική περίοδο 05/11/2009 έως 30-11/2009, καθώς και η διερεύνηση της επιρροής των καιρικών συνθηκών στις μετρήσεις των δύο μηχανημάτων, συγκεκριμένα της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας του ανέμου. Για το μηχάνημα Dust Trak Aerosol Monitor – Model 8520 (Dust Trak old) έγιναν επιπλέον αναλύσεις για την επιρροή των καιρικών συνθηκών τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 καθώς και συνδυασμός των δύο χρονικών περιόδων. Για τη μελέτη αυτή χρησιμοποιήσαμε το στατιστικό πακέτο PASW Statistic 17.0. Από την ανάλυση και επεξεργασία των μετρήσεων βρήκαμε ότι ο συντελεστής συσχέτισης των δύο μηχανημάτων είναι πολύ υψηλός με τιμή 0,964 υποδεικνύοντας την ύπαρξη μίας ισχυρής (γραμμικής) θετικής συσχέτισης μεταξύ των δύο (εξαρτημένων) μεταβλητών. Σε ότι αφορά τις μετεωρολογικές συνθήκες τα αποτελέσματα μας κατά τη χρονική περίοδο 05/11/2009 έως 30-11/2009, έδειξαν ότι επηρεάζουν και μεταβάλλουν αισθητά τις μετρήσεις, με σειρά αύξησης την ταχύτητα ανέμου> σχετική υγρασία > θερμοκρασία . Αξιοσημείωτο είναι ότι θερμοκρασία και ταχύτητα ανέμου έχουν αρνητική συσχέτιση στις μετρήσεις των δύο μηχανημάτων εκτός από την σχετική υγρασία η οποία παρουσιάζει θετική συσχέτιση. Ο συνδυασμός και των τριών μεταβλητών μαζί συμβάλει σε ένα ποσοστό της τάξης του 30% περίπου, στις αυξήσεις των μετρήσεων των αιωρούμενων σωματιδίων και για τα δύο μηχανήματα, για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο που μελετάμε. Όσο αφορά τη χρονική περίοδο 13/05/2010 έως 13/06/2010 και 14/08/2010 έως 14/09/2010, έδειξαν ότι επηρεάζουν και μεταβάλλουν αισθητά τις

μετρήσεις, με σειρά αύξησης την θερμοκρασία >ταχύτητα ανέμου> σχετική υγρασία . Σε αυτή τη χρονική περίοδο, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία έχουν θετική συσχέτιση με τις μετρήσεις του μηχανήματος Dust Trak old εκτός από τη ταχύτητα του ανέμου η οποία παρουσιάζει και εδώ αρνητική συσχέτιση. Ο συνδυασμός και των τριών μεταβλητών μαζί συμβάλει σε ένα ποσοστό της τάξης του 10% περίπου, στην αύξηση των μετρήσεων των αιωρούμενων σωματιδίων για το μηχάνημα, τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Τέλος τη χρονική περίοδο 05/11/2009 έως 30-11/2009 και 13/05/2010 έως 13/06/2010 και 14/08/2010 έως 14/09/2010, έδειξαν ότι επηρεάζουν και μεταβάλλουν αισθητά τις μετρήσεις, με σειρά αύξησης την θερμοκρασία >ταχύτητα ανέμου> σχετική υγρασία . Σε αυτή τη χρονική περίοδο, η θερμοκρασία και η ταχύτητα του ανέμου έχουν αρνητική συσχέτιση με τις μετρήσεις του μηχανήματος Dust Trak old εκτός από τη σχετική υγρασία η οποία όπως και στις πιο πάνω μέλετες έτσι και εδώ παρουσιάζει θετική συσχέτιση. Ο συνδυασμός και των τριών μεταβλητών μαζί συμβάλει σε ένα ποσοστό της τάξης του 10% περίπου, στην αύξηση των μετρήσεων των αιωρούμενων σωματιδίων για το μηχάνημα, τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΑΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	1
1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	2
1.3 ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	2
ΚΑΦΑΛΑΙΟ 2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	3
2.1 ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ.....	3
2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ-ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΡΥΠΩΝ.....	4
2.3 ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	6
2.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΤΟ ΚΛΙΜΑ.....	9
2.5 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΥΗΝ ΥΓΕΙΑ.....	11
2.6 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΥΝΟΪΕΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ.....	13
2.7 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΑ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ.....	17
2.7.1 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	18
2.7.2 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	18
2.7.3 ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ 307/1986.....	18
2.7.4 ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ 77/1993.....	18
2.7.5 ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ 90/1999.....	19
2.7.6 ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΗ ΥΛΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΑΕΡΑΣ.....	19
2.8 ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ.....	20
2.8.1 ΘΑΛΑΜΟΙ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ.....	20
2.8.2 ΚΥΚΛΩΝΕΣ.....	20
2.8.3 ΠΥΡΓΟΙ ΈΚΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΨΕΚΑΣΜΟΥ.....	20
2.8.4 ΣΑΚΚΟΦΙΛΤΡΑ.....	21
2.8.5 ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΦΙΛΤΡΑ.....	21
2.8.6 ΟΡΓΑΝΑ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΤΟ ΕΜΠΟΡΙΟ.....	22
2.9 ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ-ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΡΥΠΩΝ.....	24

2.10	ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΣΤΑ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ.....	25
2.11	ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΤΟ ΒΟΛΟ ΓΙΑ ΤΑ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ.....	28
ΚΑΦΑΛΑΙΟ 3	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕΤΡΗΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ.....	32
3.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ DustTrak.....	32
3.2	ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	33
3.3	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.....	34
3.4	ΤΡΑΚPRO DATA ANALYSYS SOFTWARE.....	34
ΚΑΦΑΛΑΙΟ 4	ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	35
4.1	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ PASW Statistics 17.0.....	35
4.2	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΟ ΜΕΣΩΝ ΌΡΩΝ-PAIRED SAMPLES T-TEST.....	35
4.3	ΣΥΝΑΦΕΙΑ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΩΝ ΔΙΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ-CORRELATION.....	36
4.4	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ-REGRESSION.....	37
4.5	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΩΝ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΣΩΝ ΌΡΩΝ-ANOVA.....	38
ΚΑΦΑΛΑΙΟ 5	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	40
5.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	40
5.2	ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	40
5.3	PAIRED SAMPLES T-TEST ΤΩΝ DustTrak old, DustTrak II.....	41
5.4	BIVARIATE CORRELATION.....	45
5.5	PARTIAL CORRELATION.....	49
5.6	ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ.....	65
5.7	ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ.....	74
5.8	ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ-LINEAR REGRESSION.....	119
ΚΑΦΑΛΑΙΟ 6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	126
6.1	ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	126
6.2	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	136
6.3	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ.....	136
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		137
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....		143

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1 : Βασικές κατηγορίες σωματιδίων και μεγέθη αυτών.....	6
Πίνακας 2.2 : Οι 20 ευρωπαϊκές πόλεις με τα περισσότερα σωματίδια.....	9
Πίνακας 2.3 : Σύσταση καθαρής ατμόσφαιρας – Διαφορές ξηρού και υγρού αέρα.....	17
Πίνακας 2.4 : Τιμές F κατά σειρά σημαντικότητας για κάθε παράγοντα επίδρασης των σωματιδίων PM10.....	31
Πίνακας 5.1: Έλεγχος κανονικής κατανομής με το test Kolmogorv-Smirnov.....	42
Πίνακας 5.2: Περιγραφική στατιστική ζευγαρωτών παρατηρήσεων.....	43
Πίνακας 5.3: Συντελεστής συσχέτισης ζευγαρωτών παρατηρήσεων.....	43
Πίνακας 5.4: Στατιστικός έλεγχος για ζευγαρωτών παρατηρήσεων.....	44
Πίνακας 5.5: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson της διαδικασίας Bivariate Corelations τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 για τα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II με τις μετεωρολογικές συνθήκες	45
Πίνακας 5.6: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson της διαδικασίας Bivariate Corelations τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old με τις μετεωρολογικές συνθήκες	47
Πίνακας 5.7: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson της διαδικασίας Bivariate Corelations τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old με τις μετεωρολογικές συνθήκες.....	48

Πίνακας 5.8: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 για τα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας	49
Πίνακας 5.9: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 για τα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II ως προς την επίδραση της σχετικής υγρασίας.....	50
Πίνακας 5.10: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 για τα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II ως προς την επίδραση της ταχύτητας ανέμου	51
Πίνακας 5.11: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 για τα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II ως προς την επίδραση της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας ανέμου	52
Πίνακας 5.12: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 για τα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου	53
Πίνακας 5.13: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 για τα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας	54
Πίνακας 5.14: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας	55
Πίνακας 5.15: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της σχετικής υγρασίας.....	56

Πίνακας 5.16: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της ταχύτητας ανέμου	57
Πίνακας 5.17: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας ανέμου	58
Πίνακας 5.18: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου	58
Πίνακας 5.19: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας	59
Πίνακας 5.20: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας	60
Πίνακας 5.21: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της σχετικής υγρασίας.....	61
Πίνακας 5.22: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της ταχύτητας ανέμου	62

Πίνακας 5.23: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας ανέμου.....	63
Πίνακας 5.24: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου	63
Πίνακας 5.25: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας	64
Πίνακας 5.26: Κατηγοριοποιημένη θερμοκρασία τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	65
Πίνακας 5.27: Κατηγοριοποιημένη σχετική υγρασία τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	66
Πίνακας 5.28: Κατηγοριοποιημένη ταχύτητα ανέμου τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	67
Πίνακας 5.29: Κατηγοριοποιημένη θερμοκρασία τη χρονική περίοδο 13/05/2010 - 13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	68
Πίνακας 5.30: Κατηγοριοποιημένη σχετική υγρασία τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	69
Πίνακας 5.31: Κατηγοριοποιημένη ταχύτητα ανέμου τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	70

Πίνακας 5.32: Κατηγοριοποιημένη θερμοκρασία τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	71
Πίνακας 5.33: Κατηγοριοποιημένη σχετική υγρασία τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	72
Πίνακας 5.34: Κατηγοριοποιημένη ταχύτητα ανέμου τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	73
Πίνακας 5.35: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	74
Πίνακας 5.36: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	74
Πίνακας 5.37: Αποτελέσματα F τεστ θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	74
Πίνακας 5.38: Κατηγοριοποιημένη θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	75
Πίνακας 5.39: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα θερμοκρασία για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	76
Πίνακας 5.40: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων θερμοκρασία για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	76
Πίνακας 5.41: Αποτελέσματα F τεστ θερμοκρασία για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	77

Πίνακας 5.42: Κατηγοριοποιημένη θερμοκρασία για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009..	77
Πίνακας 5.43: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	79
Πίνακας 5.44: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	79
Πίνακας 5.45: Αποτελέσματα F τεστ σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	79
Πίνακας 5.46: Κατηγοριοποιημένη σχετική υγρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	80
Πίνακας 5.47: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα σχετικής υγρασίας για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	81
Πίνακας 5.48: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων σχετικής υγρασίας για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	81
Πίνακας 5.49: Αποτελέσματα F τεστ σχετικής υγρασίας για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	82
Πίνακας 5.50: Κατηγοριοποιημένη σχετική υγρασία για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	82
Πίνακας 5.51: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	84

Πίνακας 5.52: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	84
Πίνακας 5.53: Αποτελέσματα F τεστ ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	84
Πίνακας 5.54: Κατηγοριοποιημένη ταχύτητα ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	85
Πίνακας 5.55: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα ταχύτητας ανέμου για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	86
Πίνακας 5.56: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων ταχύτητας ανέμου για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	87
Πίνακας 5.57: Αποτελέσματα F τεστ ταχύτητας ανέμου για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	87
Πίνακας 5.58: Κατηγοριοποιημένη ταχύτητα ανέμου για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	87
Πίνακας 5.59: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_ θερμοκρασία-σχετικής υγρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	89
Πίνακας 5.60: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_ θερμοκρασία-σχετικής υγρασία για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	90
Πίνακας 5.61: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_ θερμοκρασία-ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	91

Πίνακας 5.62: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_ θερμοκρασία-ταχύτητας ανέμου για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	92
Πίνακας 5.63: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_ Σχετικής υγρασίας-ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	93
Πίνακας 5.64: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_ Σχετικής υγρασίας-ταχύτητας ανέμου για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	94
Πίνακας 5.64: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	95
Πίνακας 5.98: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	95
Πίνακας 5.65: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	95
Πίνακας 5.66: Αποτελέσματα F τεστ θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	95
Πίνακας 5.67: Κατηγοριοποιημένη θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	96
Πίνακας 5.68: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	98
Πίνακας 5.69 Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	98

Πίνακας 5.70: Αποτελέσματα F τεστ σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	98
Πίνακας 5.71: Κατηγοριοποιημένη σχετική υγρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	99
Πίνακας 5.72: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	101
Πίνακας 5.73: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	101
Πίνακας 5.74: Αποτελέσματα F τεστ ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	101
Πίνακας 5.75: Κατηγοριοποιημένη ταχύτητα ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	102
Πίνακας 5.76: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_ θερμοκρασία-σχετικής υγρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	104
Πίνακας 5.77: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_ θερμοκρασία-ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	105
Πίνακας 5.78: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_ Σχετικής υγρασίας-ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	106
Πίνακας 5.79: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	107

Πίνακας 5.80: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	107
Πίνακας 5.81: Αποτελέσματα F τεστ θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	108
Πίνακας 5.82: Κατηγοριοποιημένη θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	108
Πίνακας 5.83: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	110
Πίνακας 5.84: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	110
Πίνακας 5.85: Αποτελέσματα F τεστ σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	110
Πίνακας 5.86: Κατηγοριοποιημένη σχετική υγρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	111
Πίνακας 5.87: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	113
Πίνακας 5.88: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	113
Πίνακας 5.89: Αποτελέσματα F τεστ ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	113

Πίνακας 5.90: Κατηγοριοποιημένη ταχύτητα ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	114
Πίνακας 5.91: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_ θερμοκρασία-σχετικής υγρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	116
Πίνακας 5.92: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_ θερμοκρασία-ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	117
Πίνακας 5.93: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_ Σχετικής υγρασίας-ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010...	118
Πίνακας 5.94: Αποτελέσματα της διαδικασίας Linear Regression με τη μέθοδο Enter για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	119
Πίνακας 5.95: Αποτελέσματα της διαδικασίας Linear Regression με τη μέθοδο Enter για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	121
Πίνακας 5.96: Αποτελέσματα της διαδικασίας Linear Regression με τη μέθοδο Enter για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	122
Πίνακας 5.97: Αποτελέσματα της διαδικασίας Linear Regression με τη μέθοδο Enter για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	124

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 2.1 : Προβλέψεις απόθεσης σωματιδίων στα διάφορα μέρη του αναπνευστικού συστήματος που βασίζονται σε προσομοίωση που προτάθηκε.....	12
Διάγραμμα 5.1: Normal Q-Q γράφημα για έλεγχο κανονικής κατανομής των μετρήσεων(Dust Trak old).....	41

Διάγραμμα 5.2: Normal Q-Q γράφημα για έλεγχο κανονικής κατανομής των μετρήσεων (Dust Trak II).....	42
Διάγραμμα 5.3 : Πολλαπλό διάγραμμα διασπορά.....	46
Διάγραμμα 5.4 Κατηγοριοποιημένης θερμοκρασίας τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	65
Διάγραμμα 5.5: Κατηγοριοποιημένης σχετικής υγρασίας τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	66
Διάγραμμα 5.6: Κατηγοριοποιημένης ταχύτητας ανέμου τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	67
Διάγραμμα 5.7: Κατηγοριοποιημένης θερμοκρασίας τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	68
Διάγραμμα 5.8: Κατηγοριοποιημένης σχετικής υγρασίας τη χρονική περίοδο 13/05/2010 - 13/06/2010 + 14/08/2010 - 14/09/2010.....	69
Διάγραμμα 5.9: Κατηγοριοποιημένης ταχύτητας ανέμου τη χρονική περίοδο 13/05/2010 - 13/06/2010 + 14/08/2010 -14/09/2010.....	70
Διάγραμμα 5.10: Κατηγοριοποιημένης θερμοκρασίας τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 + 13/05/2010 - 13/06/2010 + 14/08/2010 - 14/09/2010.....	71
Διάγραμμα 5.11: Κατηγοριοποιημένης σχετικής υγρασίας τη χρονική περίοδο 05/11/2009 - 30/11/2009 + 13/05/2010 - 13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010.....	72
Διάγραμμα 5.12: Κατηγοριοποιημένης ταχύτητας ανέμου τη χρονική περίοδο 05/11/2009 - 30/11/2009 + 13/05/2010 - 13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010.....	73
Διάγραμμα 5.13 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “θερμοκρασία” για το Dusttrak old τη χρονική περίοδο 05/11/200-30/11/2009.....	76

Διάγραμμα 5.14 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “θερμοκρασία” για το Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	78
Διάγραμμα 5.15 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “σχετική υγρασία” για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	81
Διάγραμμα 5.16 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “σχετική υγρασία” για το Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	83
Διάγραμμα 5.17 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “ταχύτητα του ανέμου” για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	86
Διάγραμμα 5.18 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “ταχύτητα του ανέμου” για το Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.....	88
Διάγραμμα 5.19 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “θερμοκρασία” για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	97
Διάγραμμα 5.20 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “σχετική υγρασία” για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	100
Διάγραμμα 5.21 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “ταχύτητα του ανέμου” για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.....	103
Διάγραμμα 5.22 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “θερμοκρασία” για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010...	109
Διάγραμμα 5.23 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “σχετική υγρασία” για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010...	112

Διάγραμμα 5.24 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “ταχύτητα του ανέμου” για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010 - 14/09/2010	115
---	-----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1 : Σχηματικά ανόργανα συστατικά σωματίδια και η προέλευση τους.....	5
Σχήμα 2.2 : Σχηματική αναπαράσταση αναστροφής θερμοκρασίας.....	15
Σχήμα 2.3 : Σκιαγράφιση της θερμοκρασιακής αναστροφής σε μεγαλούπολη .	16
Σχήμα 2.4 : Ηλεκτροστατική κατακράτηση (επάνω αριστερά),b. Σακκόφιλτρο (επάνω δεξιά) c. Κυκλώνας (κάτω αριστερά),d. Πύργος ψεκασμού (κάτω δεξιά).	21

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1 Φωτοχημική αιθαλομίχλη στο σύγχρονο Loss Angeles.....	8
Εικόνα 3.1 : Dust Trak Aerosol Monitor – Model 8520.....	32
Εικόνα 3.2 : Dust Trak II Aerosol Monitor – Model 8530	33
Εικόνα 3.3 : Λειτουργία Dust Trak.....	33
Εικόνα 3.4 : TrakPro Data Analysis Software.....	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Ο γενικότερος σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η στατιστική ανάλυση, με το νέο PASW Statistics 17.0, των μετρήσεων της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων από δύο διαφορετικά μηχανήματα το Dust Trak Aerosol Monitor – Model 8520 (Dust Trak old) και Dust Trak II Monitor – Model 8530 (Dust Trak II), ώστε να μας εξασφαλίσει τις προϋποθέσεις για αξιοποίηση υπάρχοντος εξοπλισμού, χαμηλού κόστους, σε διαφορετικά επίπεδα ρύθμισης και συντήρησης, για παρακολούθηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο Βόλο.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο ίδιο σημεία του Βόλου. Στα ΠΡΟΚΑΤ στο πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τοποθετήθηκαν τα μετρητικά όργανα Dust Trak old και Dust Trak II (παλιό και νέο-ίδια αρχή λειτουργίας) στο ίδιο σημείο έτσι ώστε μέσα από τη στατιστική ανάλυση των μετρήσεων με το PASW Statistics 17.0 να δούμε αν τα 2 όργανα μπορούν να συγχρονιστούν. Ο συγχρονισμός (ταυτόχρονη βαθμονόμηση ώστε να συμφωνούν οι ενδείξεις), θα επιτρέπει στη συνέχεια τη λήψη μετρήσεων είτε σε διαφορετικές τοποθεσίες, είτε στην ίδια τοποθεσία όπου το ένα όργανο θα μετρά PM10 και το δεύτερο θα μετρά PM2.5.

Επιπλέον προχωρήσαμε σε συσχέτιση των μετρήσεων των δύο οργάνων με αξιοποίηση των μετεωρολογικών συνθηκών (ταχύτητα ανέμου, θερμοκρασία και σχετική υγρασία).

Οι μετρήσεις των αιωρούμενων σωματιδίων PM10 και PM2,5 διεξήχθησαν στην περιοχή της Μαγνησίας σε τρεις περιόδους, 1^η Χρονική Περίοδος : 05/11/2009 έως 30-11/2009 , 2^η Χρονική Περίοδος: 13/05/2010 έως 13/06/2010 και 14/08/2010 έως 14/09/2010, 3^η Χρονική Περίοδος : 05/11/2009 έως 30-11/2009 και 13/05/2010 έως 13/06/2010 και 14/08/2010 έως 14/09/2010. Για το μηχανήμα Dust Trak II Monitor – Model 8530 (Dust Trak II), έγινε στατιστική ανάλυση μόνο για την 1^η Χρονικά περίοδο σε αντίθεση με το Dust Trak Aerosol Monitor – Model 8520 (Dust Trak old) όπου έγινε στατιστική ανάλυση και για τις 3^ης περιόδους.

1.2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας ήταν να βρεθεί η συσχέτιση μεταξύ των ενδείξεων των οργάνων μέτρησης αιωρούμενων σωματιδίων Dust Trak Aerosol Monitor – Model 8520 (Dust Trak old) και Dust Trak II Monitor – Model 8530 (Dust Trak II) που είναι τοποθετημένα στην ίδια θέση στα ΠΡΟΚΑΤ του πανεπιστημίου Θεσσαλίας, με το στατιστικό πρόγραμμα PASW Statistics 17.0. Έγινε, επίσης με το PASW Statistics 17.0, συσχέτιση των δύο μηχανημάτων με τις καιρικές συνθήκες (ταχύτητα ανέμου, θερμοκρασία και σχετική υγρασία) για να βρούμε αν επηρεάζουν τις μετρήσεις των Dust Trak old και Dust Trak II, και αν ναι, το βαθμό αυτό και για τα δύο μηχανήματα. Επιπρόσθετα μέσα από τα αποτελέσματα που βγάλαμε μπορέσαμε να μάθουμε και πια από τις ταχύτητα ανέμου, θερμοκρασία, σχετική υγρασία έχει μεγαλύτερο βαθμό συμμετοχής στην αύξηση των μετρήσεων και παράλληλα το συνολικό ποσοστό που επηρεάζουν και οι τρεις μετεωρολογικές συνθήκες μαζί. Περιλαμβάνει επίσης συμπεράσματα για τα αποτελέσματα καθώς και προτάσεις καλυτέρευσης αυτών.

1.3. ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η δομή των κεφαλαίων της διπλωματικής εργασίας είναι η εξής :Στο *κεφάλαιο 1* γίνεται εισαγωγή στο αντικείμενο μελέτης . Στο *κεφάλαιο 2* γίνεται ανάλυση της προέλευσης και δημιουργίας των PM10 και PM2,5, παρουσίαση των σύγχρονων απόψεων σχετικά με τη σωματιδιακή ύλη και αναφορά στη νομοθεσία που σχετίζεται με την υγιεινή και ασφάλεια. Επίσης γίνεται παρουσίαση άλλων μελετών στην πόλη του Βόλου .Ακόμα παρουσιάζονται εναλλακτικά όργανα μέτρησης PM10 και PM2,5 που κυκλοφορούν στο εμπόριο. Στο *κεφάλαιο 3* αναφέρονται τα μετρητικά όργανα που χρησιμοποιήθηκαν. Στο *κεφάλαιο 4* αναπτύσσεται η μεθοδολογία και ο προγραμματισμός των μετρήσεων. Και τέλος στο *κεφάλαιο 5* γίνεται παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων . Στο *κεφάλαιο 6* παρουσιάζονται τα τελικά συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ (PM)

Ως σωματίδια νοούνται υλικά διεσπαρμένα στον αέρα, σε στερεή ή υγρή μορφή, των οποίων το μέγεθος μπορεί να ποικίλει από λίγο πάνω από το αντίστοιχο ενός μορίου (0,002 μm) μέχρι και τα 500 μm. Κατατάσσονται ανάλογα με τα φυσικά (μέγεθος, τρόπος σχηματισμού, ιδιότητες καταβυθίσεων, και οπτικές ιδιότητες), χημικά (οργανική ή ανόργανη σύσταση) και βιολογικά (βακτήρια, ιοί, σπορίδια, γύρη) χαρακτηριστικά τους [1].

Η σύσταση τους έχει μεγάλη ανομοιογένεια με διαφοροποιήσεις ανάλογα με τη γεωμετρική περιοχή, το τοπικό κλίμα, την εποχή του έτους, τις βιομηχανικές δραστηριότητες της περιοχής και την κυκλοφορία των οχημάτων. Είναι ένα ετερογενές μείγμα ποικίλου μεγέθους και χημικής σύστασης. Οι φυσικές τους ιδιότητες, τους παρέχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται, να διεισδύουν και να επικάθονται μέσα στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου, ενώ οι χημικές θεωρούνται υπεύθυνες για τις μετέπειτα επιπτώσεις τους στην υγεία [2].

Τα στερεά και υγρά υλικά που βρίσκονται στον αέρα σε μορφή πολύ μικρών σωματιδίων μπορούν να αποκτήσουν διαφορετικές ή πολύ εντονότερες ιδιότητες από εκείνες που έχουν όταν βρίσκονται στη συνήθη κατάσταση τους. Ο λόγος είναι ότι αποκτούν μεγάλη επιφάνεια ανά μονάδα μάζας, με συνέπεια να ενεργοποιούνται ιδιότητες, όπως η απορρόφηση αερίων και η κατάλυση χημικών αντιδράσεων.[3]

Οι επιβλαβείς επιδράσεις των σωματιδίων στους ζώντες οργανισμούς οφείλονται σε τρεις παράγοντες : στην τοξικότητα των ουσιών που αποτελούν τα σωματίδια, στην τοξικότητα των ουσιών που απορροφώνται από αυτά και στη παρεμπόδιση των αναπνευστικών λειτουργιών [3].

Τα πιο συνηθισμένα μεγέθη σωματιδίων στα οποία έχουν βασιστεί και οι περισσότερες έρευνες είναι τα PM10, διαμέτρου έως 10μm, τα οποία κατακάθονται στη γη σχετικά γρήγορα εξαιτίας του βάρους τους. Τα μικρότερα σωματίδια διαμέτρου μέχρι 2,5μm (PM2.5) μένουν αιωρούμενα στην ατμόσφαιρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα πριν κατακαθίσουν στο έδαφος και τα πολύ μικρά σωματίδια διαμέτρου 0,1μm (UFP) μπορεί να αιωρούνται διαρκώς έως ότου προσροφήξουν κάπου ή συσσωματωθούν μεταξύ τους σε μεγαλύτερα μεγέθη [4].

Καλύτεροι δείκτες ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε αστικές περιοχές, η οποία προέρχεται κυρίως από πετρελαιοκινητήρες, θεωρούνται τα αναπνεύσιμα σωματίδια PM2,5, για τα οποία ο χρόνος παραμονής τους στην ατμόσφαιρα είναι και μεγαλύτερος διότι ούτε καθιζάνουν εύκολα εξαιτίας του μικρού τους βάρους αλλά ούτε και συσσωματώνονται όπως η μικρότερη κατηγορία από αυτά (UFP). Οι δύο αυτές κατηγορίες παρόλο που αντιπροσωπεύουν σχετικά μικρή αναλογία ως προς τη μάζα των σωματιδίων, αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του

αριθμού τους [5]. Επίσης, μπορούν να επηρεάζουν τους βιογεωχημικούς κύκλους των στοιχείων στη φύση[6].

2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ – ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΡΥΠΩΝ

Τα αιωρούμενα σωματίδια είναι από τους πιο βλαβερούς αέριους ρύπους. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα αεροζόλ, η σκόνη, οι διάφορες ακαθαρσίες, το χώμα, η αιθανόλη, ο καπνός. Διαχωρίζονται σε σωματίδια ανθρωπογενούς και φυσικής προέλευσης.

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν :

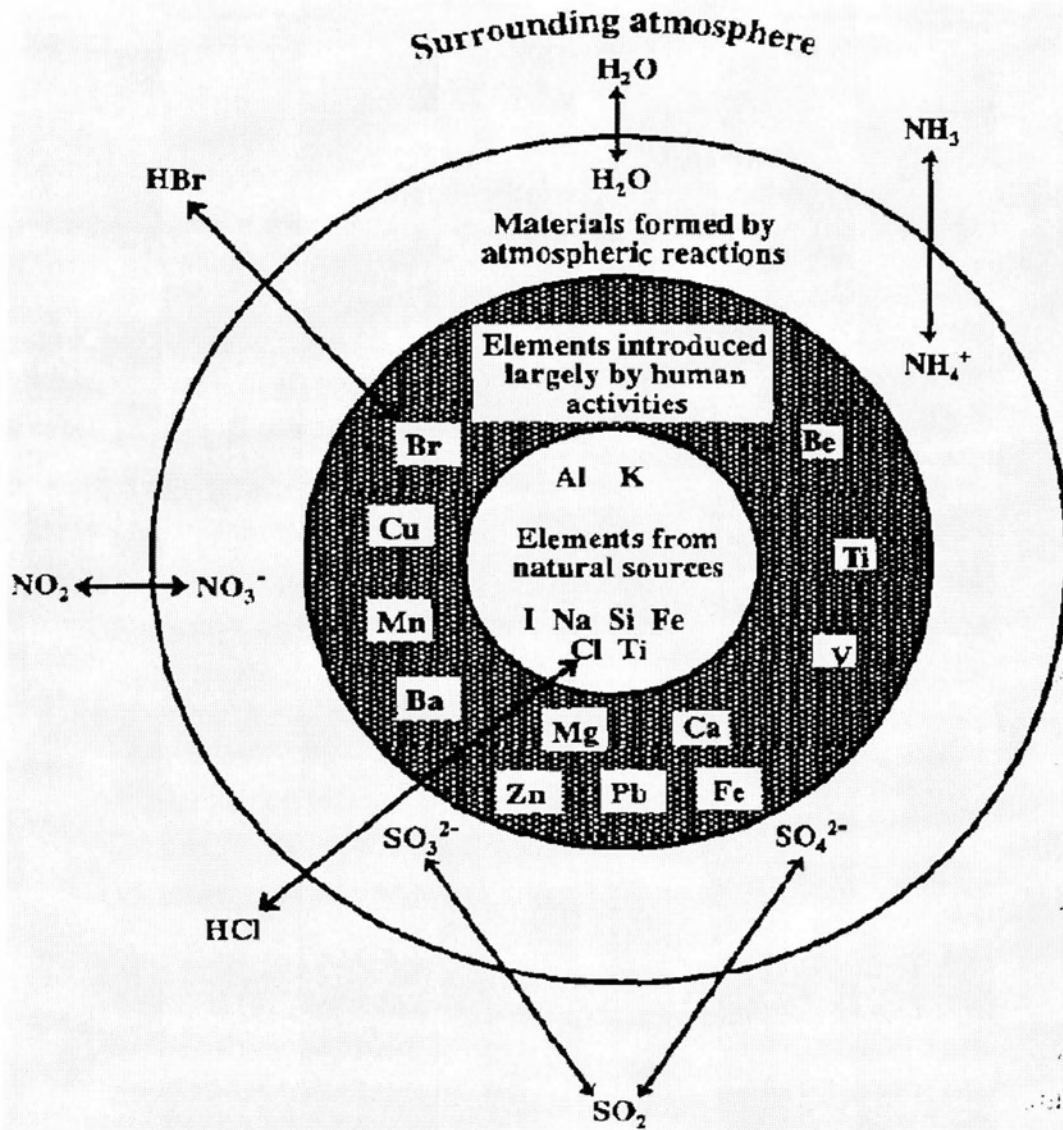
- αυτά που εκπέμπονται απευθείας από εκπομπές εργοστασίων, εγκαταστάσεων παραγωγής θερμικής ενέργειας, μεταφορικών δραστηριοτήτων, κατασκευαστικών εργασιών, πυρκαγιών, καύσεων γεωργικών απορριμμάτων, χρήσης αερολυμάτων, καύσεων διαφόρων υλικών,
- τα μεταλλικά οξειδία, τα ελαιώδη σταγονίδια οξέων, τα άλατα,
- μέταλλα όπως ο σίδηρος (Fe), το βανάδιο (V), το νικέλιο (Ni), ο χαλκός (Cu), ο ψευδάργυρος (Zn), ο μόλυβδος (Pb), και το μαγνήσιο (Mn),
- ανόργανες ενώσεις της ατμόσφαιρας όπως οξειδία,
- νιτρίνες και θεικές οργανικές ενώσεις, όπως πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες, αιθέρες, αμίνες, καρβοξυλικά οξέα, αλδεΐδες κ.α.

Κινήσεις που σχετίζονται με σωματίδια που έχουν ως βάση τον άνθρακα-υλικό από καυσαέρια των ντιζελοκίνητων οχημάτων όσο και Pb πλούσια σε λεπτά σωματίδια από την καύση της βενζίνης με μόλυβδο χαρακτηρίζονται κινήσεις με ιδιαίτερα προβλήματα [9].

Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν σωματίδια φυσικής προέλευσης όπως σταγονίδια θαλάσσης, τέφρα ηφαιστειών, σπορίδια, ίνες φυτών, σκουριές και τέφρα ηφαιστειών, σωματίδια από πηγές βιολογικής προέλευσης όπως γύρη, βακτηρίδια, ιοί, ενδοτοξίνες, πρωτόζωα, μύκητες κ.α.

Τα αιωρούμενα σωματίδια εμφανίζονται στην ατμόσφαιρα από τις παραπάνω πηγές άμεσα (πρωτογενώς) όπως η καύση του άνθρακα, του πετρελαιο, της βιομάζα των απόβλητων, ΠΜ από κινητήρες εσωτερικής καύσης, η καύση της βενζίνης και το ντίζελ ή μπορούν να μορφοποιούνται σε μικροσκοπικά σταγονίδια (δευτερογενώς) μέσω της συμπύκνωσης τους με αέριες χημικές ενώσεις που υπάρχουν στο περιβάλλον, όπως διοξείδιο του θείου, διοξείδιο αζώτου, πτητικές οργανικές ενώσεις κ.α [7] [8]

Στο παρακάτω σχήμα 2.1 απεικονίζονται μερικά από τα ανόργανα αιωρούμενα σωματίδια της ατμόσφαιρας όπως και ο τρόπος σχηματισμού τους.



Σχήμα 2.1 : Σχηματικά ανόργανα συστατικά σωματίδια και η προέλευση τους[3].

Ο πυρήνας των σωματιδίων όπως δείχνει και το παραπάνω σχήμα αποτελείται από στοιχεία φυσικής προέλευσης όπως αργίλιο (Al), κάλλιο (K), νάτριο (Na), χλώριο, (Cl) κ.α. Οι δύο επόμενες στιβάδες των σωματιδίων αποτελούνται από στοιχεία ή ενώσεις που προέρχονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες ή διάφορους ατμοσφαιρικούς μετασχηματισμούς, όπως βρώμιο (Br), χαλκό (Cu), ασβέστιο (Ca), μόλυβδο (Pb) κ.α. Τελικό αποτέλεσμα από τον μετασχηματισμό των διαδοχικών στιβάδων των σωματιδίων είναι να υπάρχουν προσροφημένα στοιχεία ή ενώσεις πάνω σε αυτά όπως υδροχλώριο (HCl), οξείδια του θείου (SO₂, SO₃), οξείδια του αζώτου (NO_x), αμμωνία (NH₃) κα., που μετατρέπουν σε φορείς ρύπων.

Στον πίνακα 2.1 αναφέρονται οι κυριότερες κατηγορίες σωματιδίων που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα με τα αντίστοιχα μεγέθη τους [5].

Κατηγορίες σωματιδίων	Μεγέθη σωματιδίων μm
Αεροζόλ	0,001μm - 50μm
Ομίχλη	1μm - 50μm
Άχλη	50μm - 500μm
Καπνός τσιγάρου	0,04μm - 0,5μm
Οξειδία	0,01μm - 0,5μm
Πυρήνας NaCl (άλας)	0,1μm
Σταγόνες βροχής	500μm - 5000μm
Ατμοί NH ₄ Cl (χλωριούχου αμμωνίου)	0,1μm - 1μm
Βακτηρίδια	0,5μm - 10μm
Σκόνη εντομοκτόνων	0,5μm - 10μm
Σταγονίδια H ₂ SO ₄ (θειικό οξύ)	0,5μm - 10μm
Σκόνη τσιμέντου	1μm - 100μm
Σπόροι φυτών	10μm - 50μm
Κονιοποιημένος άνθρακας	10μm - 500μm

Πίνακας 2.1 : Βασικές κατηγορίες σωματιδίων και μεγέθη αυτών.

Έχοντας μια τόσο ανομοιογενή προέλευση και σύσταση, ο εντοπισμός της τοξικότητας απέναντι στον άνθρωπο του κάθε συστατικού ξεχωριστά είναι εξαιρετικά δύσκολος και αποτελεί πρόκληση για την επιστήμη. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η τοξικότητα που αποκτούν τα σωματίδια όταν αυτά μεταφέρουν αερομεταφερόμενα μέταλλα και υδρογονάνθρακες. Έντονα προβλήματα υγείας συνδέονται με σωματίδια μολύβδου, ο οποίος εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα ως στοιχειακός μολύβδος (Pb), ως οξειδία μολύβδου (PbO, PbO₂), ως θειικός και θειούχος μολύβδος (PbSO₄, PbS), ως αλκυλιούχος μολύβδος και ως αλογονούχος μολύβδος [1].

2.3 ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Σημαντική είναι η συμμετοχή των αιωρούμενων σωματιδίων στον σχηματισμό αιθαλομίχλης στα μεγάλα αστικά κέντρα, γιατί δίνεται η δυνατότητα προσρόφησης αερίων και ταυτόχρονα προωθούνται χημικές αντιδράσεις λόγω καταλυτικών ιδιοτήτων, με αποτέλεσμα η φωτοχημική αιθαλομίχλη να ενισχύεται [3].

Το μέγεθος των αιωρούμενων σωματιδίων είναι ένας καθοριστικός παράγοντας για την αποτελεσματική τους απόθεση στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου και εξαρτάται κατά μεγάλο βαθμό από τις πηγές εκπομπής τους [10].

Στα αστικοποιημένα περιβάλλοντα και στην κατηγορία των αιωρούμενων σωματιδίων από 2,5 έως και 10μm περιλαμβάνονται κατά κύριο λόγο σωματίδια τύπου κρυστάλλου τα οποία μπορεί να προέρχονται από τη γεωργία, τις εξορυξεις μέσω μηχανικών αιτιών ή τριβής, από την οδική κυκλοφορία μέσω εκπομπών των οχημάτων, από τη σκόνη του δρόμου ή το εδαφικό χώμα και από βιολογικής προέλευσης πηγές (γύρη, μύκητες). Στην κατηγορία των σωματιδίων από 0,1 έως και 2,5μm περιλαμβάνονται αυτά που προέρχονται αποκλειστικά

από πηγές καύσης άνθρακα, ξυλείας, υγρών καυσίμων άλλα και κονιοποίηση μεγαλύτερων σωματιδίων(PM10) που επικάθισαν στην επιφάνεια του εδάφους. Μερικά από τα πιο αντιπροσωπευτικά ανόργανα χημικά στοιχεία που αναπτύσσονται στη σύσταση των σωματιδίων των παραπάνω κατηγοριών είναι το πυρίτιο, το θείο, το χλώριο, το κάλιο, το βανάδιο, το μαγνήσιο, ο άργιλος, το νικέλιο, ο ψευδάργυρος, το σελήνιο, το βρώμιο, ο μόλυβδος, ο χαλκός και ο σίδηρος [10].

Η παρουσία των αιωρούμενων σωματιδίων σε αστικά περιβάλλοντα εξαρτάται άμεσα από κλιματιστικούς παράγοντες. Όταν πρόκειται για σωματίδια ανόργανων στοιχείων πρωτογενούς προέλευσης, ανεξάρτητου μεγέθους, παρατηρείται μια αυξητική τάση της συγκέντρωσης τους την περίοδο του χειμώνα όταν πολλαπλασιάζονται οι εστίες εκπομπής τους. Από την άλλη, έχουμε αύξηση των σωματιδίων δευτερογενούς προέλευσης, τα οποία φιλοξενούν προσροφημένα αέρια φωτοχημικών αντιδράσεων έντονης ηλιακής ακτινοβολίας. Η ταχύτητα, όμως και η διεύθυνση του ανέμου, με τη σειρά τους είναι σημαντικοί παράγοντες συσσώρευσης αιωρούμενων σωματιδίων σε έντονα αστικοποιημένες περιοχές, όπου παρατηρείται μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ τους [11].

Σωματίδια ανόργανων σουλφιδίων, θειικού οξέος και άλλων θεικών αλάτων υπολογίζονται ότι καταλαμβάνουν 5% έως 20% των σωματιδίων που περιέχονται σε δείγματα αέρα αστικών περιοχών. Το 90% των εκπεμπόμενων σωματιδίων από πετρελαιοκίνητα οχήματα είναι, κατά μάζα, PM1. Η συνεισφορά από εκπομπές καυσαερίων πετρελαιοκίνητων οχημάτων στην πόλη της Αθήνας είναι 49,9% για τα PM10 και 53,8% για τα PM2,5 [12].

Στην πόλη του Λος Άντζελες το 64% των αιωρούμενων σωματιδίων προέρχεται από πετρελαιοκίνητα οχήματα ενώ το 36% των αιωρούμενων σωματιδίων από βενζινοκίνητα. Οι σημαντικότερες πηγές προέλευσης είναι λόγω της καύσης των παραπάνω καυσίμων, από τη φθορά των ελαστικών, και την επαναίωρηση [13].

Για περισσότερο από το 60% της εκπομπής PM10 στην ατμόσφαιρα μιας κεντρικής περιοχής στη πόλη της Νέας Υόρκης ευθύνεται η κατανάλωση βενζίνης και πετρελαίου κίνησης 5% περίπου συνεισφέρει η σκόνη των δρόμων, 10% η κατανάλωση ναυτικού πετρελαίου (1%S), πάνω από 10% η καύση πετρελαίου θέρμανσης από σταθερές πηγές και γύρω στο 10% συνεισφέρει η παρουσία θειικού και νιτρικού αμμωνίου σε μορφή αιωρούμενων σωματιδίων που σχηματίζονται από την οξείδωση των διοξειδίων του θείου και του αζώτου αντίστοιχα[14].

Μια έρευνα σε 7 διαφορετικές πόλεις της Αμερικής έδειξε τις κινητές πηγές να είναι ο βασικός παράγοντας εκπομπής των αιωρούμενων σωματιδίων (PM2,5) στην αστική ατμόσφαιρα, με το μεγαλύτερο ποσοστό από την οξείδωση των καυσαερίων των οχημάτων [14].

Μια ακόμη έρευνα που έγινε στην πρώην πρωτεύουσα της Νιγηρίας στο Λόγο, για την προέλευση των ρύπων όπου μέρος αυτής προερχόταν από ένα βόριο άνεμο τον λεγόμενο Harmattan, ο οποίος μεταφέρει πολλή σκόνη στην ατμόσφαιρα από τη Σαχάρα, έδειξε ότι το μεγαλύτερο μέρος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που εντοπίζεται και μπορεί να αναγνωριστεί χωρίς μετρήσεις, λόγω της θολότητας, των δυσάρεστων οσμών και των ερεθισμών στα μάτια, προκαλείται από των συνδυασμών πολλών οχημάτων ειδικά σε κυκλοφοριακή συμφόρηση. Τα βενζινοκίνητα οχήματα εκπέμπουν μαύρο καπνό που αποτελείται από αιθανόλη. Πολλά πετρελαιοκίνητα οχήματα βγάζουν μπλε καπνό που προκαλείται από το πετρέλαιο που δεν έχει καεί [15]

Μετρήσεις PM2,5 που έγιναν στην Στοκχόλμη. Μόναχο, Ολλανδία την άνοιξη του 1999 και το χειμώνα του 2000 είχαν τα παρακάτω αποτελέσματα. Μέσες ετήσιες συγκεντρώσεις PM2,5 κυμάνθηκαν από 11 έως 20mg/m³ στο Μόναχο, 8-16mg/m³ στη Στοκχόλμη και 14-26mg/m³ στην Ολλανδία. Οι συγκεντρώσεις ήταν κατά μέσο όρο 17-18% υψηλότερη σε χώρους κυκλοφορίας από ότι στις αστικές περιοχές υπόβαθρου, αλλά PM2,5 συντελεστή απορρόφησης ήταν μεταξύ 31% και 55 % αυξημένη πάνω από τα ιστορικά. Αυτό

υποδηλώνει ότι οι μεταβολές στο χώρο της κίνησης που σχετίζονται με την ατμοσφαιρική ρύπανση μπορεί να υποτιμηθεί εάν μετριέται μόνο το PM_{2,5} [16].



Εικόνα 2.1 Φωτοχημική αιθαλομίχλη στο σύγχρονο *Loss Angeles*.

Υπερβάσεις των ορίων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων, εμφανίζονται κυρίως σε περιοχές της Ευρώπης με ξηρό και ηπειρωτικό κλίμα. Τα PM₁₀ αποτελούν λιγότερο συχνά πρόβλημα στις παραθαλάσσιες χώρες με υγρό κλίμα, καθώς οι βροχοπτώσεις είναι ο αποτελεσματικός τρόπος απομάκρυνσης των σωματιδίων από την ατμόσφαιρα.

Δυστυχώς, οι σημερινές συνθήκες διαβίωσης, ιδιαίτερα στις μεγαλουπόλεις, αλλά και σε μικρότερες επαρχίες που βρίσκονται κοντά σε βιομηχανικές περιοχές – χαρακτηριστικό παράδειγμα στη χώρα μας εκτός από την Αθήνα [17,18] πόλεις όπως η Πτολεμαΐδα και η Κοζάνη – έχουν ως αναπόσπαστο χαρακτηριστικό την αυξημένη ποσότητα αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα. Εάν εδώ προσθέσουμε τις εποχιακές αυξήσεις, π.χ. σκόνη από την Βόρεια Αφρική που φτάνει στη χώρα μας με τους νότιους ανέμους και τη γύρη που αυξάνεται ιδιαίτερα την άνοιξη καθώς και τις πηγές αιωρούμενων σωματιδίων από τα μοντέρνα υλικά στις κατοικίες (μελαμίνη και άλλα πλαστικά), οι ποσότητες σε κάθε εσωτερικό χώρο αγγίζουν ανησυχητικά επίπεδα. Όριο ασφαλείας για τα αιωρούμενα σωματίδια δεν έχει ουσιαστικά θεσπιστεί και η επικρατούσα άποψη είναι ότι όσο λιγότερα αιωρούμενα σωματίδια υπάρχουν στον αέρα που αναπνέουμε τόσο καλύτερα για τον οργανισμό μας και για τους πνεύμονές μας ειδικότερα.

Όσον αφορά την κατάσταση στο πολεοδομικό συγκρότημα του Βόλου από πλευράς σωματιδιακής ρύπανσης, ο κ. Σταματέλλος επισημαίνει ότι, σύμφωνα με τα δεδομένα του σταθμού μέτρησης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Πεδίο του Άρεως, αλλά και του επίσημου σταθμού του ΥΠΕΧΩΔΕ/Νομαρχίας Μαγνησίας, από το 2002 μέχρι και το 2006 η μέση τιμή μικρογραμμάρων από αιωρούμενα σωματίδια PM₁₀ κυμάνθηκε γύρω στα 50 μικρογραμμάρια, ενώ το όριο της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην ετήσια μέση τιμή ήταν 40 μικρογραμμάρια. Το 2007 η ετήσια μέση τιμή στο Βόλο έπεσε στα 43 μικρογραμμάρια και το 2008 στα 42 μικρογραμμάρια, ενώ από το 2009 – 2010 είμαστε πλέον σταθερά κάτω από τα 38 μικρογραμμάρια. Επίσης, οι υπερβάσεις της ημερήσιας μέσης τιμής των 50 μικρογραμμάρων ανα κυβικό μέτρο, που παλαιότερα ήταν πολλές, από το 2008 έπεσαν για

πρώτη φορά κάτω από τις 100 το χρόνο, ενώ το 2009 έπεσαν ακόμη περισσότερο στις 60 και για το 2010 διαφαίνεται και νέα πτώση με βάση τα μέχρι στιγμής στοιχεία. Έτσι πλησιάσαμε σημαντικά στο όριο των 35 ημερών το χρόνο που απαιτούσε η Οδηγία του 1999. Πιθανές αιτίες για την ευχάριστη αυτή εξέλιξη, που γίνεται βέβαια αισθητή και από τους κατοίκους του πολεοδομικού συγκροτήματος χωρίς τη βοήθεια οργάνων μέτρησης, είναι κατά την άποψη του κ. Σταματέλλου, η μείωση της περιεκτικότητας θείου στα υγρά καύσιμα, η διείσδυση του φυσικού αερίου στις κεντρικές θερμάνσεις, η σταδιακή θέση σε λειτουργία του περιφερειακού αλλά και η σημαντική μείωση της βιομηχανικής παραγωγής λόγω της οικονομικής κρίσης που άρχισε από το 2008 και συνεχίζεται. Οι υπερβάσεις εντοπίζονται κατά κανόνα στους χειμερινούς μήνες. Η πιο πάνω αναφορά έχει γίνει το 2010.

Στο πίνακα 2.2 παρουσιάζονται οι 20 ευρωπαϊκές πόλεις με τα περισσότερα αιωρούμενα σωματίδια. Θλιβερό διάγραμμα για την Ελλάδα, αφού πέντε αυτών είναι Ελληνικές πόλεις με τη Θεσσαλονίκη να κατέχει, την όχι τιμητική, πρωτιά και τον Βόλο την 13 θέση με 95 υπερβάσεις ανά ημέρα.

Οι 20 ευρωπαϊκές πόλεις με τα περισσότερα αιωρούμενα σωματίδια

Πόλεις	Ημέρες υπέρβασης
1.Θεσσαλονίκη	208
2.Μίσκολτς (Ουγγαρία)	201
3.Αθήνα	174
4.Βουδαπέστη (Ουγγαρία)	166
5.Λάρισα	151
6.Λευκωσία (Κύπρος)	144
7.Πάτρα	38
8.Λιέγη (Βέλγιο)	132
9.Βίλνιους (Λιθουανία).....	18
10.Πόρτο (Πορτογαλία)	109
11.Κόιμπρα (Πορτογαλία)	99
12.Γκντανσκ (Πολωνία)	97
13.Βόλος	95
14.Πεκς (Ουγγαρία).....	93
15. Μπινγκός (Πολωνία) 9	3
16.Οστράβα (Τσεχία)	91
17.Μπρακολάβα (Σλοβενία)	87
18.Οκσί ντι Λάμπρεμ (Τσεχία)	87
19.Μάντσεστερ (Αγγλία).....	69
20.Ηράκλειο	69

Πηγή: «State of European Cities Report», 2007/EU, Regional Policy

Πίνακας 2.2 : Οι 20 ευρωπαϊκές πόλεις με τα περισσότερα σωματίδια.[19].

2.4 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΤΟ ΚΛΙΜΑ

Τα αιωρούμενα σωματίδια επηρεάζουν το κλίμα με άμεσο τρόπο μέσω ανάκλασης και απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας και με έμμεσο τρόπο μεταβάλλοντας τις οπτικές ιδιότητες και τη διάρκεια ζωής των νεφών. Το αποτέλεσμα αυτής της επίδρασης είναι συνήθως η μείωση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας δηλαδή, φαινόμενο αντίθετο από αυτό που προκαλούν τα αέρια του θερμοκηπίου.

Πιο ειδικά για τα αιωρούμενα σωματίδια των ατελών καύσεων, ανθρωπογενούς προέλευσης, όταν βρεθούν στην ατμόσφαιρα μπορεί να επιδράσουν με δύο τρόπους κυρίως τη θερμοκρασία. Τα λιγότερο σκούρα σωματίδια οργανικού άνθρακα ανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία και ψύχουν περιοχές, που έχουν έντονη παρουσία. Τα σωματίδια μαύρου άνθρακα και αιθάλης θερμαίνουν την ατμόσφαιρα μέσω της απορρόφησης του φωτός. Αυτή είναι η άμεση επίδραση των σωματιδίων στο ενεργειακό ισοζύγιο.

Πέρα από τα άμεσα αποτελέσματα στο ενεργειακό ισοζύγιο της ατμόσφαιρας λόγω της διάχυσης και της απορρόφησης του φωτός, τα σωματίδια ενεργούν και έμμεσα. Πολλές φορές η έμμεση αυτή επίδραση προκαλεί μεγαλύτερες μεταβολές στην ατμόσφαιρα σε σχέση με την άμεση επίδραση. Τα έμμεσα αποτελέσματα βασίζονται στη δυνατότητα που έχουν ορισμένα αερολύματα να δρουν ως πυρήνες συμπύκνωσης σύννεφου (cloud condensation nuclei, CCN). Αυτό συνεπάγεται μεταβολή της συγκέντρωσης του πλήθους των σταγονιδίων στο σύννεφο καθώς και της κατανομής του μεγέθους τους, στοιχεία που καθορίζουν σημαντικά το ρυθμό κατακρήμνισής τους. Τέτοιες μεταβολές στα χαρακτηριστικά του σύννεφου θεωρείται ότι μεταβάλλουν τον χρόνο ζωής και το μέγεθος ενός σύννεφου[20,21] Τα σύννεφα μειώνουν την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία ανακλώντας ένα σημαντικό ποσό αυτής πίσω προς το διάστημα (κύριο αποτέλεσμα), αλλά σε μεγάλα ύψη μπορούν επίσης να οδηγήσουν σε θέρμανση της τροπόσφαιρας διαμέσου της αλληλεπίδρασης με την μεγάλου μήκους κύματος (υπέρυθρης) ηπειρωτικής θερμικής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τη γη προς το διάστημα.

Επιπλέον υπάρχουν ορισμένα δεδομένα που δείχνουν ότι τα σύννεφα στην πραγματικότητα απορροφούν μεγαλύτερο ποσό ηλιακής ακτινοβολίας από αυτό που θεωρητικά αναμένεται. Εάν τα στοιχεία αυτά είναι σωστά τότε οι συνέπειες στη θέρμανση της ατμόσφαιρας και στις διαδικασίες της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας θα είναι μεγαλύτερες σε σχέση με ότι πιστεύεται μέχρι σήμερα. Ήδη από το 1974 ο Twomey σε εργασία του υποστήριξε ότι οι ανθρωπογενείς εκπομπές μπορούν να επηρεάσουν τις ιδιότητες των σύννεφων και το albedo, κάτι που σημαίνει ότι μπορούν έμμεσα να επηρεάσουν το κλίμα[22]

Η σπουδαιότητα της επίδρασης στη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας είναι τόσο ως προς τη χρονική διάρκεια (ταυτίζεται με το χρόνο παραμονής τους στην ατμόσφαιρα) όσο και ως προς την έκταση (ταυτίζεται με την κατανομή τους στο χώρο) περιορισμένη σε σχέση με αυτή των αερίων του θερμοκηπίου. Όταν συμβαίνουν όμως μεγάλες ηφαιστειακές εκρήξεις σε διάρκεια και ένταση, η επίδραση των αερολυμάτων αυτών στη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας είναι σημαντική. Για λόγους ανομοιογένειας ως προς την κατανομή στο χώρο αλλά και ως προς τη σύσταση τους δεν μπορεί να εκτιμηθεί με ακρίβεια η επίδραση στη μείωση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας.

Οι ηφαιστειακές εκρήξεις στέλνουν μόρια τέφρας στη στρατόσφαιρα, τα οποία εμποδίζουν το φως του ήλιου να φτάσει στην γη μας, συμβάλλοντας έτσι στην ψύξη του πλανήτη. Η τέφρα από τα ηφαίστεια μπορεί να έχει παγκόσμια επίδραση, δεδομένου ότι η τέφρα στη στρατόσφαιρα είναι σε θέση να ταξιδέψει σε μεγάλες αποστάσεις. Παραδείγματος χάριν, το ηφαίστειο του όρους Pinatubo εξερράγη το 1990 και έστειλε τόση τέφρα στην ατμόσφαιρα η οποία ήταν αρκετή ώστε να κρατηθεί για αρκετά χρόνια χαμηλά η μέση θερμοκρασία της γης. Εντούτοις, τα ηφαίστεια απελευθερώνουν επίσης διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο, μέσα στο πέρασμα εκατομμυρίων ετών, προκαλεί τη θέρμανση του πλανήτη[23]

Να τονισθεί ότι η επίπτωση των ηφαιστειακών εκρήξεων σε κλιματικές μεταβολές μεγάλης κλίμακας δεν είναι σημαντική εκτός αν το ηφαιστειακό νέφος είναι πλούσιο σε διοξείδιο του θείου. Στη στρατόσφαιρα, το αέριο αυτό μετατρέπεται σε θειικά σωματίδια και σταγονίδια διοξειδίου του θείου και αυξάνει την ανάκλαση του ηλιακού φωτός από την ατμόσφαιρα οδηγώντας σε μείωση της μέσης θερμοκρασίας της.

2.5 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Η αυξημένη ύπαρξη των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα είχε απασχολήσει τους αρμόδιους φορείς και οργανισμούς από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα και αρχικά είχε θεωρηθεί ότι δεν σχετίζεται με δυσμενείς για την υγεία επιπτώσεις. Από τις αρχές όμως της δεκαετίας του 1990 η στάση αυτή άρχισε να αναθεωρείται με βάση έρευνες, κυρίως επιδημιολογικές, που στήριζαν την εκδοχή ότι η παρουσία των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα όντως είχαν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία, άμεσες και μακροχρόνιες. Στις επιπτώσεις αυτές συμπεριλαμβάνεται και η αύξηση της θνησιμότητας.[24]

Τρία σημαντικά γεγονότα συνδέονται με την αρχή της νέας αυτής θεώρησης, αν και χρειάστηκαν χρόνια ώστε να τεκμηριωθεί επιστημονικά η άποψη. Τα γεγονότα αυτά ήταν, 1) η Meuse Valley στο Βέλγιο το 1930 [24] όπου εκδηλώθηκαν εκατοντάδες περιστατικά οξείας πνευμονικής προσβολής 60 από τα οποία κατέληξαν σε θάνατο. Αιτία ήταν ο συνδυασμός εργοστασιακών αποβλήτων στην ατμόσφαιρα σε συνδυασμό με την τοπική ομίχλη, 2) η Donora Pennsylvania στις ΗΠΑ το 1948 [25], όπου 20 άνθρωποι πέθαναν και εκατοντάδες ασθένησαν σοβαρά πάλι ως αποτέλεσμα ατμοσφαιρικής μόλυνσης, και, τέλος, 3) το Λονδίνο στο Ηνωμένο Βασίλειο, το Δεκέμβριο του 1952, όπου 4.000 συνολικά άνθρωποι πέθαναν και σύμφωνα με μελέτες η αύξηση της θνησιμότητας παρέμεινε υψηλή για χρόνια μετά το συμβάν [26]. Στην πορεία φορείς όπως η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (U.S. EPA), η Ευρωπαϊκή Ένωση και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO) θέσπισαν νόμους και υιοθέτησαν ρυθμίσεις για τον έλεγχο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και κυρίως για τη μείωση του αριθμού των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα.

Ένας ενήλικας αναπνέει περίπου 10.000 λίτρα αέρα κάθε μέρα. Άρα, η ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα που αναπνέουμε διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην υγεία και στη ποιότητα της ζωής. Παγκοσμίως, η ατμοσφαιρική ρύπανση θεωρείται υπεύθυνη για μεγάλο αριθμό θανάτων, αλλά και ασθενειών του αναπνευστικού/καρδιαγγειακού συστήματος. Σήμερα, η ατμοσφαιρική ρύπανση στις πόλεις μας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην υγεία και την ποιότητα ζωής των ανθρώπων, ειδικά για αυτούς που ζουν στα αστικά κέντρα.

Η ικανότητα του αναπνευστικού συστήματος να προστατεύεται από τη σωματιδιακή ύλη καθορίζεται κυρίως από το μέγεθος των σωματιδίων. Όσον πιο μικρά είναι τα σωματίδια, τόσο πιο πολύ αυξάνει η πιθανότητα εισχώρησης τους στην αναπνευστική περιοχή των πνευμόνων, όπου εναποτίθενται κυρίως στις κυψελίδες των πνευμόνων και με την πάροδο του χρόνου επιφέρουν σοβαρές βλάβες στην υγεία των ανθρώπων.

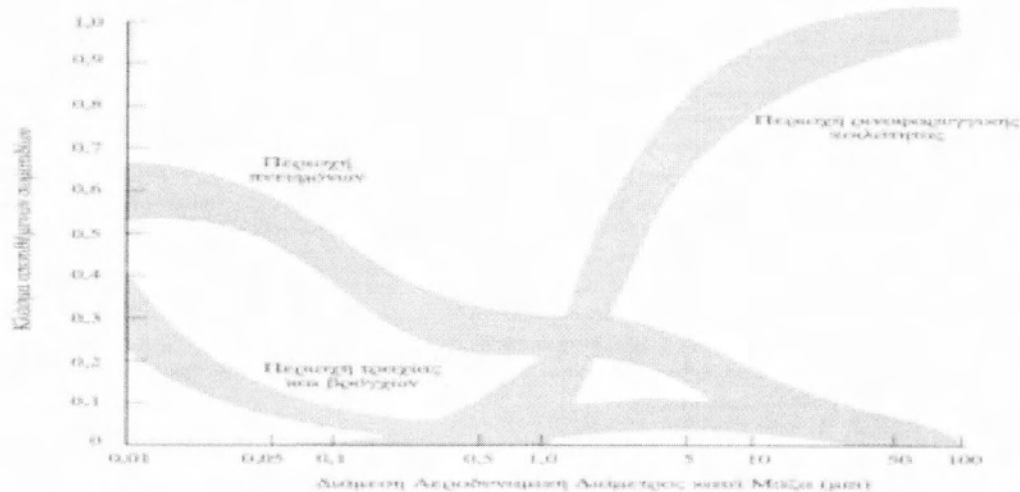
Στο διάγραμμα 2.1 που ακολουθεί παρουσιάζεται μια πρόβλεψη της απόθεσης των σωματιδίων διαφόρων μεγεθών στα διάφορα μέρη του αναπνευστικού συστήματος. Κάθε μια από τις σκιαζόμενες περιοχές δείχνει το εύρος της απόθεσης για μια δεδομένη (αεροδυναμική) διάμετρο σωματιδίων [6]. Βαλε μετα από δω το διαγραμμα

Παρατηρούμε στο παραπάνω διάγραμμα ότι στη ρινοφαρυγγική κοιλότητα αντιστοιχούν σωματίδια μεγάλης διαμέτρου. Αντίθετα, το μέγιστο της απόθεσης στους πνεύμονες αντιστοιχεί στις μικρές διαμέτρους. Τέλος, η καμπύλη που αντιστοιχεί στην τραχεία και στους βρόχους καλύπτει ευρύ φάσμα διαμέτρων με σχετικά χαμηλά ποσοστά απόθεσης. Το μέγεθος των σωματιδίων είναι σημαντικό, καθώς αυτό είναι που καθορίζει το σημείο της αναπνευστικής οδού όπου θα εναποτεθεί το σωματίδιο, καθώς και το πόσο γρήγορα και με ποιο τρόπο θα απομακρυνθεί.

Ωστόσο, δεν είναι μονάχα το πλήθος των σωματιδίων σε ένα συγκεκριμένο εύρος διαμέτρου που είναι σημαντικό, αλλά και η χημική σύσταση του αερολύματος. Η χημική σύσταση είναι εκείνη που καθορίζει κατά κύριο λόγο το πως θα αντιδράσει ένα ανθρώπινο όργανο ή σημείο όταν έρθει σε επαφή με τα σωματίδια. Είναι γνωστό ότι πολλά σωματίδια λειτουργούν ως

μεταφορείς άλλων σωματιδίων ή αερίων χημικών ουσιών τα οποία απορροφώνται ή προσροφώνται στο αρχικό σωματίδιο. Αυτά τα μεταφερόμενα χημικά είδη μπορούν να προκαλέσουν διάφορα προβλήματα υγείας[27]

Τα λεπτά σωματίδια, πέρα από τις συνέπειες που μπορούν να προκαλέσουν στην αναπνευστική λειτουργία, μπορούν λόγω του μεγέθους τους να διανύσουν σχετικά σύντομα μεγάλες αποστάσεις καθώς και να εισχωρήσουν στο εσωτερικό των κτιρίων συμβάλλοντας έτσι στην μόλυνση των εσωτερικών χώρων, που αποτελεί ένα ακόμη σημαντικό πεδίο έρευνας τα τελευταία χρόνια. Επιπλέον, χημικές μετατροπές μπορούν να δημιουργήσουν ή να εμπλουτίσουν τα αερολύματα της ατμόσφαιρας με ουσίες ικανές να προκαλέσουν μεταλλάξεις ή/και καρκινογένεσεις [29].



Διάγραμμα 2.1 : Προβλέψεις απόθεσης σωματιδίων στα διάφορα μέρη του αναπνευστικού συστήματος που βασίζονται σε προσομοίωση που προτάθηκε.[28].

Ιδιαίτερα επιβλαβερτικό είναι για την ατμόσφαιρα του σπιτιού το κάπνισμα.

Τα μικροσκοπικά σωματίδια των ατμοσφαιρικών ρύπων, μεγέθους μικρότερου από το ένα δέκατο του πάχους μιας ανθρώπινης τρίχας, μπορεί να προκαλούν:

Θρόμβωση του αίματος – εμφράγματα

Θρόμβωση του αίματος, ανακοίνωσαν αμερικανοί επιστήμονες. Το εύρημά τους εξηγεί πώς μπορεί να προκαλεί έμφραγμα και εγκεφαλικό η ατμοσφαιρική ρύπανση. Μεγάλες πληθυσμιακές μελέτες έχουν δείξει ότι οι ατμοσφαιρικοί ρύποι που εκπέμπονται από φορτηγά, λεωφορεία και εργοστάσια που καίνε κάρβουνο αυξάνουν τον κίνδυνο μοιραίων εμφραγμάτων και εγκεφαλικών. Ωστόσο, οι επιστήμονες δεν ήξεραν έως πρότινος πώς ακριβώς αυτά τα μικροσκοπικά σωματίδια μπορεί να κοστίζουν τη ζωή.

Πρόσφατες έρευνες απέδειξαν ότι τα μικροσωμάτια όταν τα εισπνέουμε λόγω των απειροελάχιστων διαστάσεών τους είναι δυνατόν από τους πνεύμονες να καταλήξουν μέσα στο κυκλοφορικό μας σύστημα. Η καταστροφή των μακροφάγων εξαιτίας της εισβολής των μικροσωματίων στον οργανισμό μπορεί να αποδειχθεί θανατηφόρα για όσους διατρέχουν κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων.

Οι μακροφάγοι αποτελούν το βασικό δομικό υλικό των αθηρωματικών πλακών στα

τοιχώματα των αρτηριών. Η συγκέντρωση τέτοιων στρωμάτων παρεμποδίζει τη φυσιολογική ροή του αίματος, ενώ η διάρρηξή τους προκαλεί τη δημιουργία θρόμβων, που μπορεί να τυροδοτήσουν καρδιακή προσβολή ή εγκεφαλικό επεισόδιο [30].

Φλεγμονές

Την ίδια απάντηση την επιβεβαιώνει η νέα μελέτη. «Τώρα ξέρουμε ότι προκαλούν φλεγμονή στους πνεύμονες, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε θάνατο από καρδιαγγειακή νόσο», είπε ο Δρ Γκόγκχαν Μουτλού από το Πανεπιστήμιο Northwestern του Σικάγου, ο οποίος μελέτησε τις επιδράσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων σε ποντίκια.

Όπως εξήγησαν στην «Επιθεώρηση Κλινικής Διερεύνησης» ο Δρ Μουτλού και οι συνεργάτες του, οι πνεύμονες που παθαίνουν φλεγμονή εξαιτίας της ρύπανσης εκκρίνουν ιντερλευκίνη-6, μία ουσία του ανοσοποιητικού συστήματος η οποία έχει αποδειχθεί ότι διευκολύνει τη θρόμβωση του αίματος.

Η νέα μελέτη δημοσιεύεται μόλις μία εβδομάδα έπειτα από τη δημοσίευση μίας άλλης μελέτης στην «Ιατρική Επιθεώρηση της Νέας Αγγλίας», η οποία έδειξε ότι η εισπνοή των αναθυμιάσεων του ντίζελ επηρεάζει αρνητικά ανθρώπους που επιζούν από ένα έμφραγμα, καθώς διαταράσσει την ικανότητα του οργανισμού τους να διασπά τους θρόμβους του αίματος. Στη νέα μελέτη, οι ερευνητές εξέθεσαν ποντίκια σε σωματίδια ρύπων τα οποία είχε συγκεντρώσει η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας (EPA) των ΗΠΑ. Τα σωματίδια αναμειχθήκαν με διάλυμα αλατόνευρου και εγχύθηκαν στους πνεύμονες των ποντικών. Μέσα σε μόλις 24 ώρες, τα επίπεδα της ιντερλευκίνης-6 είχαν 15πλασιαστεί στους πνεύμονες των ζώων, τα οποία άρχισαν να παρουσιάζουν θρομβώσεις [31].

Το χρονικό όριο των 24 ωρών είναι ιδιαίτερα σημαντικό, διότι κλινικές μελέτες σε ανθρώπους έχουν δείξει ότι σε μέρες που η ρύπανση ξεπερνάει τα όρια ασφαλείας παρατηρείται κατακόρυφη αύξηση των εμφραγμάτων.

Γενικά, μπορούμε να πούμε ότι πλειοψηφία των αιωρούμενων σωματιδίων λόγω του μικρού μεγέθους τους διαφεύγει στην ατμόσφαιρα και προκαλούν σημαντικά προβλήματα υγείας καθώς εισέρχονται βαθύτερα στην αναπνευστική οδό. Μάλιστα, ορισμένα από αυτά, όπως οι αρωματικοί πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες, θεωρείται ότι έχουν άκρως μεταλλαξιογόνα και καρκινογόνα δράση.

Τα σωματίδια που παράγονται από τις καύσεις για την κίνηση των τροχοφόρων οχημάτων και από άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, και τα επίπεδα τους, ειδικά στα μεγάλα αστικά κέντρα έχουν προβληματίσει ιδιαίτερα τους ερευνητές. Μάλιστα, πρόσφατες επιδημιολογικές μελέτες δείχνουν ότι μια πιθανή αύξηση στη συγκέντρωση των εσπνευσίμων (inhaled) σωματιδίων κατά $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ θα προκαλέσει 1% αύξηση στην πρόωρη παιδική θνησιμότητα (Premaure mortality) [32].

2.6 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΥΝΟΪΚΕΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

Η ρύπανση μιας περιοχής εξαρτάται κυρίως από την ένταση και το είδος των δραστηριοτήτων που την παράγουν. Όμως επηρεάζεται έντονα και από ένα πλήθος παραγόντων που εκφράζουν τις μετεωρολογικές συνθήκες της περιοχής, την τοπογραφία της, τη διασπορά ανάμεσα στον αποδέκτη και τη πηγή κ.τ.λ.

Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες κοντά στην επιφάνεια της γης διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη μεταφορά ανάμιξη και διάχυση των ρυπαντών. Ο ρυθμός με τον οποίο ανανεώνεται ο αέρας και κατά συνέπεια απομακρύνονται οι ρύποι, εξαρτάται από την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμων.[3]

Οι μηχανισμοί που ανανεώνουν τον αέρα είναι οι οριζόντιοι και κατακόρυφη στρόβιλοι που δημιουργούνται με την πρόσκρουση του ανέμου πάνω στο έδαφος ή από τη σύγκρουση καιρικών μετώπων ή από τη σύγκλιση αυτών με κέντρα χαμηλής πίεσης. Ανοδικά ρεύματα μπορούν να προκληθούν από την ανομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας, που σε κανονικές συνθήκες μειώνεται ανάλογα με το ύψος, με αποτέλεσμα τα θερμότερα χαμηλά στρώματα να κινούνται προς τα επάνω. Οι προς τα κάτω κάθετες κινήσεις μπορούν να προκληθούν με βύθιση ανέμου ώστε να αντισταθμιστούν οι αποκλίσεις κοντά στα κέντρα της πίεσης. Σε μεγάλη ατμοσφαιρική κλίμακα ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα ανοδικά ρεύματα που αραιώνουν τους ρυπαντές και τα καθοδικά που ευνοούν τη συσσώρευση τους. Όταν η ατμόσφαιρα ενισχύει τις κάθετες κινήσεις ονομάζεται ασταθής, ενώ όταν αντιστέκεται προς αυτές ονομάζεται σταθερή [3]

➤ ΤΑΧΥΤΗΤΑ – ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ (ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΡΥΠΩΝ)

Μεταφορά είναι ο μηχανισμός με τον οποίο μεταφέρεται η ρύπανση από μια πηγή σε έναν αποδέκτη. Ο άνεμος είναι το κυριότερο μέσο μεταφοράς. Η γεωμορφολογική διαμόρφωση μιας περιοχής καθορίζει τις τοπικές συνθήκες κίνησης του αέρα και δημιουργεί προϋποθέσεις αραιώσης ή συμπύκνωσης των ρύπων. Για παράδειγμα μια περιοχή που αποτελείται κυρίως από υψηλά κτίρια και περιβάλλεται από διάσπαρτους λόφους και βουνά έχει πολλά σημεία στασιμότητας του αέρα και μεγάλες πιθανότητες συσσώρευσης των ρύπων. Η μεγάλη οριζόντια απόσταση του αποδέκτη από τη πηγή καθώς και το ύψος της τελευταίας εγγυώνται αραιώση των ρύπων.[33]

Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς του νέφους της ρύπανσης σε μεγάλες αποστάσεις άνω των 5 χιλιομέτρων, αυτό δεν παραμένει κυλινδρικό σχήμα της ίδιας διαμέτρου όπως στο εσωτερικό της πηγής εκπομπής του. Διανύοντας την απόσταση αυτή, δίνες τόσο στον περιβάλλοντα αέρα, όσο και μέσα στο νέφος ρύπανσης, μετακινούν τμήματα από τα όρια του νέφους στο γύρω αέρα και αντίστροφα.[33]

Αν η ταχύτητα του ανέμου είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα αποβολής των ρύπων από τη πηγή τους, ο άνεμος θα εξαπλώσει το εκπεμπόμενο νέφος έως ότου η ταχύτητα του γίνει ίση με την ταχύτητα του ανέμου. Στο σύνολο τους αποτελούν τη διαδικασία της διασποράς η οποία όπως είδαμε έχει άμεση εξάρτηση και από την ταχύτητα και τη διεύθυνση των ανέμων, την απόσταση πηγής αποδέκτη και την τοπογραφία της περιοχής [33].

➤ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Σχέση πίεσεως και θερμοκρασίας στην τροπόσφαιρα

Συγκρίνοντας τις αλλαγές της πυκνότητας που προκαλούνται από την άνοδο ή κάθοδο των αερίων μαζών με την πυκνότητα του περιβάλλοντος μπορεί να προσδιοριστεί η ενίσχυση ή ο περιορισμός των κάθετων κινήσεων. Εξαιτίας του γεγονότος ότι η πίεση μειώνεται ανάλογα με το ύψος, υπάρχει μια δύναμη με διεύθυνση προς τα επάνω. Από την άλλη υπάρχει η δύναμη βαρύτητας που είναι προς τα κάτω με την άνωση να αποτελεί τη διαφορά των δύο αυτών δυνάμεων. Καθώς ένα τμήμα αέρος ανέρχεται στην ατμόσφαιρα διογκώνεται για να συμβιβασθεί με τη πτώση της πίεσεως και η θερμοκρασία του μειώνεται, εάν υποθέσουμε ότι δεν γίνεται μεταφορά θερμότητας προς ή από το τμήμα αυτό (αδιαβατική μεταβολή όγκου) [4].

Προσδιορισμός της σταθερότητας της κατώτατης ατμόσφαιρας

Η αδιαβατική μεταβολή της θερμοκρασίας ενός τμήματος αέρος ανάλογα με το ύψος, όπου η θερμοκρασία μειώνεται με τέτοιο ρυθμό ώστε να βρίσκεται πάντα σε ισορροπία με τον περιβάλλοντα αέρα, χωρίς να γίνεται μεταφορά θερμότητας προς ή από το τμήμα, στην πραγματικότητα είναι απίθανο να συμβεί.[4]

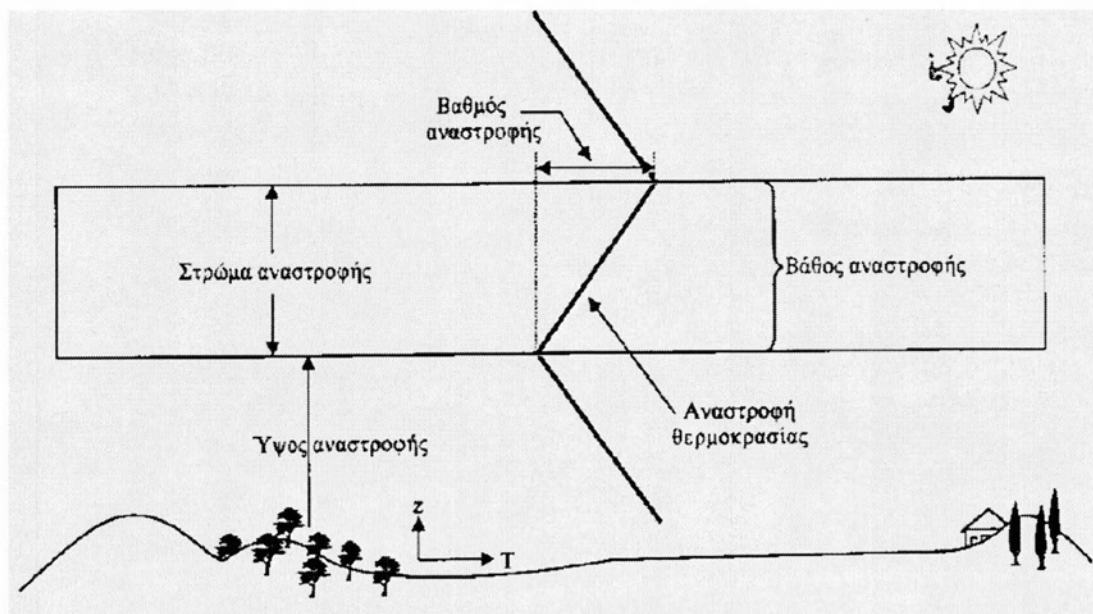
Κατά τη θέρμανση του εδάφους στη διάρκεια της ημέρας και της ψύξης του κατά τη διάρκεια της νύχτα, η ατμοσφαιρική στρώση θερμαίνεται ή ψύχεται αντιστοίχως, με αποτέλεσμα η βαθμίδα της θερμοκρασίας της κατώτερης αυτής ατμόσφαιρας σπανίως να συμπίπτει με την αδιαβατική μεταβολή. Έτσι, η ατμόσφαιρα θα είναι είτε ασταθής, οπότε οι ανωστικές δυνάμεις δημιουργούν την κατακόρυφη κίνηση των αερίων μαζών προς τα πάνω, είτε σταθερή όπου οι ανωστικές δυνάμεις εμποδίζουν την κατακόρυφη κίνηση τους προς τα πάνω ή μπορεί και να επιτρέπουν την κατακόρυφη κίνηση τους προς τα κάτω.[4]

Στην πρώτη περίπτωση η πτώση της θερμοκρασίας με το ύψος γίνεται γρηγορότερα από την αδιαβατική, με αποτέλεσμα το τμήμα αέρος να συνεχίσει να κινείται προς τα πάνω ως θερμότερο και ελαφρύτερο του περιβάλλοντα αέρος, ενώ στη δεύτερη περίπτωση, η πτώση της θερμοκρασίας με το ύψος είναι μικρότερη της αδιαβατικής, με αποτέλεσμα σε κάποιο υψόμετρο η θερμοκρασία του ανερχόμενου τμήματος και του περιβάλλοντος αέρα να γίνουν ίσες και να μηδενιστεί η ανωστική πορεία του ή να ξεκινήσει μια καθοδική πορεία.[4]

Οι σοβαρότερες μορφές ατμοσφαιρικής ρύπανσης συμβαίνουν όταν η κατώτερη ατμόσφαιρα είναι ασταθής ή όταν είναι πολύ κοντά στην επιφάνεια του εδάφους (200-500μ) υπάρχει μια ευσταθής στρώση. Εξαιρετικές συνθήκες ευστάθειας χαρακτηρίζονται από αύξηση της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας ανάλογα με το ύψος, κάτι που ονομάζεται θερμοκρασιακή αναστροφή γιατί είναι ακριβώς αντίστροφο φαινόμενο του φυσιολογικού [4].

Αναστροφές θερμοκρασίας

Ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο η θερμοκρασία της τροπόσφαιρας αντί να ελαττώνεται με το ύψος, αντιθέτως αυξάνεται όπως διακρίνεται και στο σχήμα 2.2.



Σχήμα 2.2 : Σχηματική αναπαράσταση αναστροφής θερμοκρασίας

Το στρώμα του αέρα μέσα στο οποίο συμβαίνει αυτό το φαινόμενο ονομάζεται στρώμα αναστροφής. Το πάχος του ποικίλει από μερικά μέτρα μέχρι 2-3 χιλιόμετρα, ενώ το μέγεθος της θερμοκρασίας μεταβολής μπορεί να πάρει τιμές ακόμα και πάνω από 10°C . [34]

Ανάλογα το ύψος στο οποίο συμβαίνει η αναστροφή διακρίνονται σε αναστροφές επιφάνειας, όταν ξεκινούν αμέσως πάνω από το έδαφος και ελεύθερης ατμόσφαιρας όταν αυτές συμβαίνουν σε κάποιο ύψος.[34]

Οι αναστροφές επιφάνειας ανάλογα με το βασικό παράγοντα σχηματισμού τους διακρίνονται σε αναστροφές ακτινοβολίας, ορεογραφικές αναστροφές, αναστροφές θερμού αέρα και αναστροφές χιονοσκεπούς εδάφους. Από την άλλη οι αναστροφές ελεύθερης ατμόσφαιρας διακρίνονται σε αναστροφές τριβής, δυναμικές αντικυκλωνικές και μετωπικές [34].

Η θερμοκρασιακή αναστροφή είναι σύνηθες φαινόμενο το οποίο συμβαίνει κάθε βράδυ μετά τη δύση του ήλιου και διακόπτεται το πρωί με την ανατολή. Το πρόβλημα αρχίζει όταν το φαινόμενο αυτό διαρκέσει μερικές μέρες, οπότε οι παγιδευμένοι ρύποι δημιουργούν υψηλές συγκεντρώσεις και προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία. Παράλληλα, με τη παρεμβολή της ατμοσφαιρικής υγρασίας και της ηλιακής ενέργειας αρχίζουν αντιδράσεις που δημιουργούν δευτερογενείς ρύπους [3].



Σχήμα 2.3 : Σκιαγράφιση της θερμοκρασιακής αναστροφής σε μεγαλούπολη [35].

➤ ΥΓΡΑΣΙΑ

Η σύνθεση του καθαρού αέρα στη τροπόσφαιρα είναι μια ιδεατή κατάσταση, που ίσως να μην τη συναντήσουμε ποτέ, γιατί από τη στιγμή της παρουσίας του ανθρώπου στον πλανήτη, έπαψε να υφίσταται.

Ο πίνακας 2.3 δίνει τη σύσταση του καθαρού αέρα σε ξηρή και υγρή βάση και σε μονάδες, μέρη ανά εκατομμύριο όγκο(ppm) και μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Η αξιοσημείωτη διαφορά ανάμεσα σε υγρό και ξηρό καθαρό αέρα εντοπίζεται κυρίως στην περιεκτικότητα σε υδρατμούς.[34]

Η ποσότητα του υδρατμού στην ατμόσφαιρα ποικίλει από τη σχεδόν απόλυτη ξηρότητα στην απόλυτη υγρασία μεταξύ 0% και 4% κατά βάρος [34].

Οι υδρατμοί είναι ένα από τα πιο κρίσιμα συστατικά του αέρα, όπου οι κατακόρυφες και οριζόντιες κινήσεις του αποτελούν σημαντικότερους μηχανισμούς και συνεισφέρουν στη διατήρηση της ισορροπίας της κατάλληλης θερμοκρασίας για την ύπαρξη ζωής στη γη. Τα προβλήματα αρχίζουν μόνο όταν μεγάλες συγκεντρώσεις ξένων σωματιδίων εισέρχονται στην ατμόσφαιρα από διάφορες φυσικές ή ανθρωπογενείς πηγές και διαταράσσουν τη κανονική λειτουργία της [35].

	Ξηρός αέρας		Υγρός αέρας	
	ppm (vol)	μg/m ³	ppm (vol)	μg/m ³
Άζωτο (N ₂)	780,000	8,95 10 ⁸	756,500	8,95 10 ⁸
Οξυγόνο (O ₂)	209,400	2,74 10 ⁸	202,900	2,74 10 ⁸
Νερό (H ₂ O)	-	-	31,200	2,30 10 ⁷
Αργό (Ar)	9,300	1,52 10 ⁷	9,000	1,47 10 ⁷
CO ₂	315	5,67 10 ⁵	305	5,49 10 ⁵
Νέο (Ne)	18	1,49 10 ⁴	17,4	1,44 10 ⁴
Ήλιο (He)	5,2	8,50 10 ²	5,0	8,25 10 ²
Μεθάνιο (CH ₄)	1,0-1,2	6,56-7,87 10 ²	0,97-1,16	6,35-7,6 10 ²
Κρύπτο (Kr)	1,0	3,43 10 ³	0,97	3,32 10 ³
N ₂ O	0,5	9,00 10 ²	0,49	8,73 10 ²
Υδρογόνο (H ₂)	0,5	4,13	0,49	4,00
Ξένο (Xe)	0,08	4,29 10 ²	0,08	4,17 10 ²
Οργανικοί	0,02	-	0,02	-

Πίνακας 2.3 : Σύσταση καθαρής ατμόσφαιρας – Διαφορές ξηρού και υγρού αέρα [35].

2.7 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΑ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ

Σωματίδια (ΑΣ₁₀/ΑΣ_{2,5})

	Μέσος όρος 24 ωρών ΑΣ ₁₀	Μέσος ετήσιος όρος ΑΣ ₁₀	Μέσος ετήσιος όρος ΑΣ _{2,5} ⁽¹⁾
Ανώτερο όριο εκτίμησης	70 % της οριακής τιμής (35 μg/m ³ , δεν πρέπει να υπερβαίνεται περισσότερο από 35 φορές σε ένα ημερολογιακό έτος)	70 % της οριακής τιμής (28 μg/m ³)	70 % της οριακής τιμής (17 μg/m ³)
Κατώτερο όριο εκτίμησης	50 % της οριακής τιμής (25 μg/m ³ , δεν πρέπει να υπερβαίνεται περισσότερο από 35 φορές σε ένα ημερολογιακό έτος)	50 % της οριακής τιμής (20 μg/m ³)	50 % της οριακής τιμής (12 μg/m ³)

⁽¹⁾ Το ανώτερο όριο εκτίμησης και το κατώτερο όριο εκτίμησης για τα ΑΣ_{2,5} δεν ισχύουν για τις μετρήσεις για την εκτίμηση της συμμόρφωσης προς το στόχο μείωσης της έκθεσης σε σωματίδια ΑΣ_{2,5} που αποσκοπεί στην προστασία της ανθρώπινης υγείας.

2.7.1 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Στις παραγράφους που ακολουθούν θα παρουσιαστούν διεξοδικά οι οριακές τιμές ρύπων στο περιβάλλον όπως αυτές ορίζονται με βάση την Ελληνική νομοθεσία αλλά και αυτήν στις ΗΠΑ καθώς και τη προσκείμενη νομοθεσία για την υγιεινή και ασφάλεια στους χώρους εργασίας είναι τομέας που από κρατικής πλευράς υπάγεται στις αρμοδιότητες του Υπουργείου Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων. Η προσκείμενη νομοθεσία περιλαμβάνει μια σειρά νόμων και προεδρικών διαταγμάτων με τελευταία αναθεώρηση το Προεδρικό Διάταγμα 90/1999. Στην νομοθεσία αυτή ορίζονται διάφορες έννοιες ενώ επιπλέον καθορίζονται οι οριακές τιμές έκθεσης σε διάφορους χημικούς παράγοντες. Το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης με την κοινωνική οδηγία 1999/30/ΕΚ έχει θεσπίσει οριακές τιμές για την συγκέντρωση σωματιδιακής ύλης στον αέρα του περιβάλλοντος. Αντίστοιχα, στις ΗΠΑ το Environmental Protection Agency (EPA) [36] έχει θεσπίσει οριακές τιμές για τη συγκέντρωση σωματιδιακής ύλης με αεροδυναμική διάμετρο 2,5 μm (PM_{2,5}) και 10 μm (PM₁₀) στον αέρα του περιβάλλοντος μέσω των National Ambient Air Quality Standards (NAAQS).

Είναι λογικό οι οριακές τιμές για την συγκέντρωση σωματιδιακής ύλης στον αέρα του περιβάλλοντος να είναι πολύ πιο αυστηρές σε σχέση με τα όρια έκθεσης στους χώρους εργασίας αφού σε αυτούς περιλαμβάνονται και βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Σχεδόν το σύνολο των επιδημιολογικών ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί για τη μελέτη της επίδρασης σωματιδιακής ύλης στον ανθρώπινο οργανισμό λαμβάνουν υπ' όψιν την έκθεση του ανθρώπου σε περιβαλλοντικές συνθήκες, δηλαδή σε συγκεντρώσεις σωματιδίων μικρότερες από αυτές που είναι νομοθετικά αποδεκτές στους χώρους εργασίας [37].

2.7.2 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Ο νόμος που καθορίζει το πλαίσιο για την 'Υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων' είναι ο 1568/1985. Αποτελείται από έξι κεφάλαια και συνολικά σαράντα άρθρα στα οποία ορίζονται τα θερμικά όργανα που είναι υπεύθυνα για τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας, καθορίζονται οι κτιριολογικές απαιτήσεις, ρυθμίζονται κανόνες για την πρόληψη κινδύνου από μηχανές και από έκθεση σε φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες. Μια σειρά από προεδρικά διατάγματα που εκδόθηκαν μετά το 1985 αναθεωρούν ή αντικαθιστούν ορισμένες διατάξεις του ενώ με το ΠΔ 289/1986 επεκτείνεται η εφαρμογή του Ν. 1568/1985 στο πολιτικό προσωπικό των χώρων εργασίας που εποπτεύονται από το υπουργείο Εθνικής Άμυνας [37].

2.7.3 ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ 307/1986

Το πρώτο προεδρικό διάταγμα στο οποίο γίνονται εννοιολογικοί προσδιορισμοί και θεσπίζονται οριακές τιμές χημικών παραγόντων είναι το Π.Δ 307/1986. Μεταγενέστερα προεδρικά διατάγματα έχουν αλλάξει τους αρχικούς ορισμούς και αναθεωρήσει τους πίνακες οριακών τιμών [37].

2.7.4 ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ 77/1993

Στο Π.Δ 77/1993 περιέχονται οι παρακάτω προσδιορισμοί :

- Έκθεση σε χημικό παράγοντα νοείται το ατομικό επίπεδο έκθεσης του εργαζομένου σε χημικό παράγοντα που υπάρχει στον αέρα του χώρου εργασίας.

- Σκόνη (κονιορτός), νοούνται στερεά σωματίδια αιωρούμενα στον αέρα, παραγόμενα με μηχανικές μεθόδους ή με στροβιλισμό.
- Καπνός νοούνται στερεά σωματίδια σε λεπτό διαμερισμό αιωρούμενα στον αέρα, παραγόμενα με θερμικές και / ή χημικές μεθόδους.
- Ομίχλη νοούνται σταγονίδια υγρού σε λεπτό διαμερισμό αιωρούμενα στον αέρα, παραγόμενα με τη συμπύκνωση αερίων ή με τη διασκόρπιση υγρών.
- Εσπνεύσιμο κλάσμα αιωρούμενων σωματιδίων νοείται το σύνολο των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων το οποίο μπορεί να προσληφθεί από τον εργαζόμενο με εισπνοή από τη μύτη και /ή το στόμα.
- Αναπνεύσιμο κλάσμα αιωρούμενων σωματιδίων νοείται το σύνολο των σωματιδίων από το εσπνεύσιμο κλάσμα που φθάνει στις κυψελίδες των πνευμόνων.
- Αεροδυναμική διάμετρος νοητής σφαίρας, μοναδιαίας πυκνότητας ($1\text{gr}/\text{cm}^3$), η οποία έχει ίση με το υπόψη σωματίδιο οριακή ταχύτητα πτώσεως στον αέρα.

2.7.5 ΠΡΟΕΔΡΙΚΟ ΔΙΑΤΑΓΜΑ 90/1999

Σκοπός του Π.Δ 90/1999 είναι η προσαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας περί υγιεινής και ασφάλειας των εργαζομένων προς τις διατάξεις των οδηγιών 91/322/ΕΟΚ και 96/94/ΕΚ. Ουσιαστικά αναθεώρησε τον πίνακα με τις 'Οριακές Τιμές Έκθεσης' και θεσπίζει νέο πίνακα οποίος περιλαμβάνει περίπου 650 χημικά στοιχεία και ενώσεις. Ο νέος πίνακας, όπως και οι προηγούμενοι, δεν κατατάσσει τη σωματιδιακή ύλη σε αυτόνομη κατηγορία ρύπων (σε αντίθεση με τους πίνακες οριακών τιμών συγκέντρωσης στο περιβάλλον) αλλά θεωρεί ότι περιλαμβάνεται σε συγκεκριμένους χημικούς παράγοντες, θεώρηση λανθασμένη με βάση τον ορισμό της σωματιδιακής ύλης. Οι κανονισμοί του Π.Δ 77/1993 για τους χημικούς παράγοντες που βρίσκονται στον αέρα του χώρου εργασίας ως σκόνη συνεχίζουν να ισχύουν ενώ ενδεικτικά αναφέρουμε ότι η οριακή τιμή έκθεσης σε άνθρακα (σκόνη με < 5% χαλαζία) είναι $2\text{mg}/\text{m}^3$ (αναπνεύσιμη) [37].

2.7.6 ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΗ ΎΛΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΑΕΡΑΣ

- Στις οδηγίες 1999/30/ΕΚ [38] και 96/62/ΕΚ [39], η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θέσει όρια για PM10 στον αέρα:

	από 1 Ιανουαρίου 2005	από 1 Ιανουαρίου 2010
Ετήσιος μέσος όρος	$40\text{mg}/\text{m}^3$	$20\text{mg}/\text{m}^3$
Ημερήσιος μέσος όρος	$50\text{mg}/\text{m}^3$	$50\text{mg}/\text{m}^3$
Επιτρεπόμενος αριθμός υπερβάσεων/ χρόνο	35	7

- Στην οδηγία 2008/50/ΕΚ [40], η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θέσει όρια για PM2,5 στον αέρα:

	από 1 Ιανουαρίου 2015	από 1 Ιανουαρίου 2020
Ημερήσιος μέσος όρος	$25\text{mg}/\text{m}^3$	$20\text{mg}/\text{m}^3$

Στις ΗΠΑ, η Environmental Protection Agency (EPA) έχει θεσπίσει οριακές τιμές για τη συγκέντρωση έξι συνολικά αέριων ρύπων, μεταξύ των οποίων η σωματιδιακή ύλη με αεροδυναμική διάμετρο 10 μm (PM10) και 2,5 μm (PM2.5), στον αέρα του περιβάλλοντος μέσω των National Ambient Air Quality Standards (NAAQS). Συγκεκριμένα, έχει καθοριστεί ως ετήσια οριακή τιμή τα 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για τα σωματίδια PM10 και τα 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ για τα σωματίδια PM2.5 [41].

2.8 ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

- ✓ Οι πρόσφατες έρευνες για την επίδραση των αιωρούμενων σωματιδίων στον ανθρώπινο οργανισμό έκαναν επιτακτική την ανάγκη για έλεγχο της εκπομπής σωματιδίων από τις ανθρωπογενείς πηγές και την εύρεση και χρήση κατάλληλων συστημάτων για την κατακράτηση τους. Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται και θα αναφερθούν παρακάτω εφαρμόζονται κυρίως στη βιομηχανία, στον καθαρισμό των καυσαερίων, καθώς επίσης και στις εξατμίσεις των αυτοκινήτων όπως τα φίλτρα αιθάλης. Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος κατακράτησης της σωματιδιακής ύλης καθορίζεται από πολλούς παράγοντες όπως η διάμετρος των σωματιδίων, οι φυσικοχημικές τους ιδιότητες και η παρουσία άλλων τοξικών αερίων. Οι μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί για την κατακράτηση των σωματιδίων μπορούν να χωρισθούν στις παρακάτω πέντε κατηγορίες:
 - ✓ Μέθοδοι βαρύτητας – θάλαμοι βαρύτητας ($d > 50\mu\text{m}$).
 - ✓ Μέθοδοι φυγοκεντρικού διαχωρισμού – κυκλώνες ($d > 1\mu\text{m}$).
 - ✓ Μέθοδοι υγρής δέσμευσης – πύργοι έκλυσης ή ψεκασμού ($d > 0.05\mu\text{m}$).
 - ✓ Μέθοδοι διήθησης (φιλτραρίσματος) – σακκόφιλτρα ($d > 0.01\mu\text{m}$).
 - ✓ Μέθοδος ηλεκτροστατικής καθίζησης – ηλεκτροστατικά φίλτρα ($d > 0.005\mu\text{m}$).

Στις παρενθέσεις δίνεται η διάμετρος των σωματιδίων μέχρι την οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί η κάθε μέθοδος. Σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται σε σειρά δύο διαφορετικές τεχνικές.

2.8.1 ΘΑΛΑΜΟΙ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ

Είναι η απλούστερη τεχνική κατακράτησης σωματιδιακής ύλης. Οι θάλαμοι βαρύτητας αποτελούνται από ένα μεγάλο θάλαμο μέσα στον οποίο, όταν εισέρχονται τα σωματίδια, ελαττώνεται απότομα η ταχύτητά τους με αποτέλεσμα την κατακάθιση τους με την επίδραση της βαρύτητας. Σαν τεχνική είναι πολύ απλή και έχει χαμηλό κόστος κατασκευής.

2.8.2 ΚΥΚΛΩΝΕΣ

Οι κυκλώνες θεωρούνται τα πιο διαδεδομένα συστήματα κατακράτησης σωματιδίων. Η λειτουργία τους στηρίζεται στην ανάπτυξη φυγοκεντρικών δυνάμεων που αναπτύσσονται στα σωματίδια τα οποία επιταχύνονται μέσω των πολλαπλάσιων κυκλικών ακροφυσίων και απομακρύνονται από το μέσο μεταφοράς τους.

2.8.3 ΠΥΡΓΟΙ ΈΚΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΨΕΚΑΣΜΟΥ

Μια ακόμη μέθοδος που χρησιμοποιείται για την κατακράτηση σωματιδιακής ύλης είναι και οι πύργοι έκλυσης ή ψεκασμού. Μια απλή κατασκευή αποτελείται από ένα πύργο άδειο ή γεμάτο με κατάλληλο πληρωτέο υλικό. Από την κορυφή του πύργου ψεκάζεται με το κατάλληλο υγρό (κατά κανόνα νερό) ενώ από το κάτω μέρος του πύργου εισάγονται τα

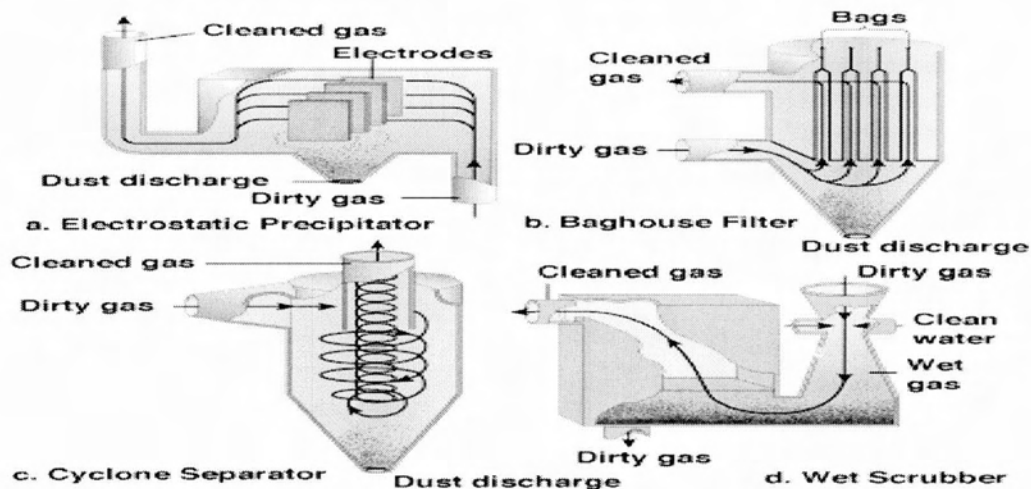
καυσαέρια. Με την επαφή των δυο φάσεων τα σωματίδια μεταφέρονται από την αέρια στην υγρή φάση. Έτσι τα καυσαέρια βγαίνουν καθαρά στην ατμόσφαιρα, ενώ η υγρή φάση που βγαίνει από το κάτω μέρος του πύργου και συγκεντρώνεται σε ειδικούς χώρους. Η μεταφορά των σωματιδίων από την αέρια στην υγρή φάση επιτελείται με πολλούς μηχανισμούς όπως η κατακρήση λόγω βαρύτητας, η πρόσκρουση λόγω αδράνειας, η ανάσχεση, η διάχυση, η ηλεκτροστατική καθίζηση.

2.8.4 ΣΑΚΚΟΦΙΛΤΡΑ

Μια άλλη τεχνική που χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό των καυσαερίων από τα σωματίδια είναι τα σακκόφιλτρα. Η αρχή πάνω στην οποία στηρίζεται η συλλογή των σωματιδίων από τα μέσα από ένα φίλτρο (από ύφασμα ή από άλλο υλικό), που συγκρατεί τη σκόνη και αφήνει να περάσουν τα αέρια. Πάνω στο φίλτρο σχηματίζεται ένα στρώμα σκόνης, που στη συνέχεια επενεργεί κι αυτό σαν φίλτρο για παραπέρα συλλογή σωματιδίων μικρότερης διαμέτρου, όπως γενικά συμβαίνει στη διήθηση. Με την πάροδο του χρόνου το στρώμα σκόνης αυξάνει σημαντικά και δημιουργεί προβλήματα στη διόδο των αερίων. Έτσι λοιπόν πρέπει μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα η σκόνη που συγκεντρώνεται στα φίλτρα να απομακρύνεται.

2.8.5 ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΦΙΛΤΡΑ

Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα σε αντίθεση με τις άλλες τεχνικές κατακρατούν τα σωματίδια ανεξάρτητα από το μέγεθος τους. Θεωρούνται τα πιο αποτελεσματικά μέσα καθαρισμού καυσαερίων, έχουν όμως μεγάλο κόστος κατασκευής και ιδιαίτερα λειτουργίας. Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα αποτελούνται από δυο ηλεκτρόδια. Το ένα ηλεκτρόδιο (το αρνητικό) είναι λεπτό, μικρής επιφάνειας και ονομάζεται ηλεκτρόδιο εκκένωσης. Το δεύτερο ηλεκτρόδιο συλλογής (το θετικό) έχει μεγάλη επιφάνεια και ονομάζεται ηλεκτρόδιο συλλογής. Το σχήμα του έχει συνήθως τη μορφή πλάκας ή κυλίνδρου. Ανάμεσα στα δύο ηλεκτρόδια αναπτύσσεται υψηλή τάση 20-40KV. Όταν τα ιονίζονται αρνητικά και με την επίδραση του πεδίου κινούνται προς το θετικό ηλεκτρόδιο συλλογής. Στη διαδρομή τους πολλά από αυτά προσκολλώνται στα αιωρούμενα σωματίδια, τα οποία και φορτίζονται αρνητικά. Τα φορτισμένα σωματίδια με την επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου οδηγούνται στο θετικό ηλεκτρόδιο συλλογής, όπου και προσκολλώνται. Στη συνέχεια αποφορτίζονται και απομακρύνονται από ο ηλεκτρόδιο συλλογής με κατάλληλο τρόπο. Έτσι απομακρύνονται σχεδόν όλα τα σωματίδια ανεξάρτητα από το μέγεθος τους.



Σχήμα 2.4: Ηλεκτροστατική κατακάθιση (επάνω αριστερά), b. Σακκόφιλτρο (επάνω δεξιά)
c. Κυκλώνας (κάτω αριστερά), d. Πύργος ψεκασμού (κάτω δεξιά).

2.8.6 ΟΡΓΑΝΑ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΤΟ ΕΜΠΟΡΙΟ

Παρακάτω αναφέρουμε μερικά όργανα μέτρησης αιωρούμενων σωματιδίων που κυκλοφορούν στο εμπόριο και αναφέρουμε τον τρόπο λειτουργίας τους.

➤ Air Sampling & Monitoring High Volume Dust Samples

Σκοπός του οργάνου είναι να δέχεται ακριβείς όγκους αέρα μέσω ενός φίλτρου γνωστού βάρους, για μια καθορισμένη χρονική περίοδο. Το φίλτρο ξαναζυγίζεται μετά από καθορισμένο χρονικό διάστημα και υπολογίζονται τα αιωρούμενα σωματίδια (σε mg/m^3) που συλλέχτηκαν. Το περιεχόμενο του φίλτρου επίσης εξετάζεται και αναλύεται. Η κεφαλή PM10 ξεχωρίζει τα μόρια που είναι μικρότερα από 10 μικρά, από εκείνα που είναι μεγαλύτερα από 10 μικρά. Τα μόρια μεγαλύτερα από 10 μικρά μένουν στον θάλαμο ενσφίνωσης συντήρησης. Τα μόρια που είναι μικρότερα από 10 μικρά κινούνται προς τα πάνω με την ροή του αέρα και εγκαθίστανται στο φίλτρο ιών χαλαζιών

➤ Air Monitoring Equipments – PM2.5 Samples

INSTRUMEX Ambient Fine Dust Sampler, Model No. IPM-FDS-2.5 μ /10 μ είναι μια προηγμένη συσκευή δειγματοληψίας που χρησιμοποιεί ένα σύνολο από USEPA για το διαχωρισμό χονδροειδή σωματιδίων από τη ροή του αέρα. Τα σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μεγαλύτερη από 10 μικρά παγιδεύονται από τη χρήση του σε αντίθεση ενσφίνωσης jet και εκείνοι που έχουν διάμετρο μεταξύ 2,5 και 10 μικρά είναι παγιδευμένοι με το κρουστικό WINS. Το ρεύμα του αέρα που βγαίνει από το κρουστικό WINS αποτελείται μόνο από τα λεπτά σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη από 2,5 μικρά. Αυτά τα λεπτά σωματίδια συλλέγονται σε ένα ειδικό Teflon (PTFE) Πολυτετραφθοροαιθυλένιο φίλτρο

μεμβράνης από 47 mm. Το μέγεθος των σωματιδίων ύλης που συλλέγονται στη συνέχεια θα είναι ίσο ή μικρότερο από 10μ.

➤ PM10 Environmental Air Sampler Systems Staplex PM10

Το όργανο στηρίζεται στην λειτουργία του κυκλώνα. Τα αιωρούμενα σωματίδια συγκεντρώνονται σε έναν κολπίσκο και επιταχύνονται από κυκλικά ακροφύσια. Τα PM10 μόρια που είναι μικρότερα από 10 μικρά κατευθύνονται κάθετα προς τα πάνω από τη ροή του αέρα στο φίλτρο ινών χαλαζία όπου και συλλέγονται. Τα μεγάλα μόρια παραμένουν στην αίθουσα συλλογής και αφαιρούνται κατά τη διάρκεια των προβλεπόμενων περιόδων συντήρησης. Το φίλτρο χαλαζία ζυγίζεται πριν και μετά από τη δειγματοληψία. Η αύξηση βάρους είναι η μάζα των μορίων μικρότερων από 10 μικρά. Η μαζική συγκέντρωση των PM10 μορίων (μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο) καθορίζεται με τη διαίρεση της μοριακής μάζας (μικρογραμμάρια) από τον επιλεγέντα όγκο αέρα κυβικοί μετρητές).

➤ Φορητή Συσκευή Laser μέτρησης αιωρούμενων σωματιδίων Μοντέλο Sigma311

Μετρήσεις για 0.3 μm (επιλογή από 0.5, 1.0, 2.0, or 2.5 μm στο μεσαίο κανάλι) και 5.0 μm. Η μεγάλη έγχρωμη οθόνη της Sigma311 εμφανίζει σωρευτικά και διαφορικά τις μετρήσεις σωματιδίων 3 μεγεθών ταυτόχρονα. Το μεσαίο φάσμα των σωματιδίων μπορεί εύκολα να μεταβληθεί από τον χρήστη. Η μέγιστη συγκέντρωση 113267 particles/m³ (4.000.000 particles/ft³) και μέχρι 8.000 δεδομένων που καταγράφονται από την Sigma311 είναι από τις υψηλότερες στην αγορά. Τα δεδομένα μπορούν να ελεγχθούν στην οθόνη της μονάδας ή / και εύκολα να κατεβαστούν στον υπολογιστή σας μέσω σύνδεσης USB και να αποθηκευτούν σαν αρχείο CVS που μπορεί να μεταφερθεί σε Excel.



Όσον αφορά τη συσχέτιση με την επίσημη μεθοδολογία μέτρησης, μελετούμε τη σχετική βιβλιογραφία και προσπαθούμε να βελτιώσουμε τη βαθμονόμηση του οργάνου ώστε να συσχετίζεται όσο το δυνατόν καλύτερα με τις μετρήσεις της νομοθετημένης μεθόδου. Οι διαφορές που προκύπτουν από τη συσχέτιση των ενδείξεων οργάνων που βασίζονται σε σκέδαση ακτινοβολίας, με αυτές των οργάνων που βασίζονται σε ζύγιση, έχουν να κάνουν με τις διαφορές στις οπτικές ιδιότητες της σκόνης κάθε περιοχής [43,44]. Και γι' αυτό, το επόμενο βήμα μετά από τις μετρήσεις συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων, είναι η συλλογή και ανάλυση σκόνης από επιλεγμένα σημεία κάθε περιοχής. Δεδομένου ότι η διεργασία με την οποία παράγεται κάθε αιωρούμενο σωματίδιο (βιομηχανική ή άλλης φύσεως), αφήνει τη σφραγίδα της πάνω στο σωματίδιο [45].

2.9 ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ – ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ

ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ

➤ ΛΟΓΑΡΙΘΜΟΚΑΝΟΝΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

Η **λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση** (lognormal regression) οδηγεί στην ανάπτυξη ενός μαθηματικού προτύπου μέσω του οποίου συνδέονται δύο ή περισσότερες μεταβλητές. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την έρευνα της λογαριθμοκανονικής παλινδρόμησης είναι το ίδιο με εκείνο που εφαρμόζεται για την εκτέλεση της γραμμικής παλινδρόμησης. Η λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση είναι μια γραμμική παλινδρόμηση η οποία δίνει τη δυνατότητα να αποτυπωθεί μια καμπύλη. Η σχέση που συνδέει την εξαρτημένη μεταβλητή με τις ανεξάρτητες μεταβλητές είναι όπως και στη γραμμική παλινδρόμηση (βλ. κεφάλαιο 4) (linear regression) γραμμική με τη διαφορά ότι στην λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση μελετάται ο φυσικός λογάριθμος της εξαρτημένης μεταβλητής (επικινδυνότητα και σοβαρότητα) και αυτός σχετίζεται γραμμικά με τις εξεταζόμενες παραμέτρους που αποτελούν τις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Στη λογαριθμοκανονική παλινδρόμηση (lognormal regression) οι συντελεστές των μεταβλητών του προτύπου είναι οι συντελεστές της γραμμικής παλινδρόμησης.

• ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΝΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ (ANCOVA)

Η **ανάλυση συνδιακύμανσης ή συμμεταβλητή ανάλυση** (ANCOVA, από το: Analysis of Covariance,) αποτελεί συνδυασμό της ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) και της παλινδρομικής ανάλυσης (regression analysis), ως εξής: το αποτέλεσμα της ανάλυσης διακύμανσης προσαρμόζεται με βάση τη γραμμική συσχέτιση ανάμεσα στην εξαρτημένη μεταβλητή και τη συμμεταβλητή (covariate). Έτσι προσπαθούμε να μειώσουμε τη διασπορά εντός των ομάδων (error term), η οποία οφείλεται στην τυχαία δειγματοληψία, αφαιρώντας την επίδραση της συμμεταβλητής. Η ANCOVA συνήθως εφαρμόζεται σε μη πειραματικές έρευνες, όπου ο χειρισμός των «τρίτων» μεταβλητών εκ των προτέρων είναι δύσκολος. Οι «τρίτες» μεταβλητές είναι αυτές ακριβώς που χρησιμοποιούμε ως συμμεταβλητές σε ένα μοντέλο συμμεταβλητής ανάλυσης.

Τα ερευνητικά ερωτήματα που απαντά η ανάλυση συνδιακύμανσης είναι ίδια με αυτά της απλής ανάλυσης διακύμανσης, δηλαδή κύριες επιδράσεις των ανεξάρτητων μεταβλητών πάνω στην εξαρτημένη, αλληλεπίδραση παραγόντων, λαμβάνοντας όμως υπόψη τη γραμμική συσχέτιση μεταξύ συμμεταβλητής και εξαρτημένης μεταβλητής [66]

• ΠΟΛΥΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ (MANOVA/MANCOVA)

Η **πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης/συνδιακύμανσης** (MANOVA/MANCOVA από το: Multivariate Analysis of Variance/Covariance) αποτελεί προέκταση της απλής, μονομεταβλητής ανάλυσης διακύμανσης/συνδιακύμανσης, ως εξής: στο μοντέλο περιλαμβάνονται περισσότερες από μία εξαρτημένες μεταβλητές (οι οποίες εκφράζονται, βεβαίως, με αριθμητικά δεδομένα). Η πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης δημιουργεί μία νέα εξαρτημένη μεταβλητή, με βάση το γραμμικό συνδυασμό όλων των εξαρτημένων

μεταβλητών του μοντέλου, η οποία μεγιστοποιεί κατά το δυνατόν τις διαφορές των μέσων όρων μεταξύ των ομάδων-επιπέδων της ανεξάρτητης μεταβλητής. Έτσι, η MANOVA πραγματοποιεί ελέγχους των δια-φορών των μέσων όρων σε δύο επίπεδα:

- το *πολυμεταβλητό* επίπεδο (multivariate tests), όπου εξετάζεται η επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής πάνω στο γραμμικό συνδυασμό όλων των εξαρτημένων μεταβλητών, συγχρόνως.
- το *μονομεταβλητό* επίπεδο (univariate tests ή between-subjects effects), όπου εξετάζεται η επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής πάνω σε καθεμιά εξαρτημένη μεταβλητή χωριστά. Πρόκειται, ουσιαστικά, για απλές αναλύσεις διακύμανσης [66]

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

- *ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ MICROSOFT EXCEL*

Το λογισμικό πρόγραμμα MS Excel προσφέρει πληθώρα «εργαλείων» που βοηθούν στη μαθηματική επεξεργασία δεδομένων. Μέρος των δυνατοτήτων του είναι και η στατιστική επεξεργασία στοιχείων, η οποία όμως είναι υποδεέστερη αυτής που προσφέρουν άλλα αποκλειστικώς στατιστικά προγράμματα (όπως το SPSS).

- *ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ R – Project*

Το συγκεκριμένο λογισμικό αποτελεί μια Freeware εφαρμογή, την οποία είναι εύκολο να προμηθευτεί κανείς από το Διαδίκτυο. Λειτουργεί σε περιβάλλον MS Windows ωστόσο η χρήση του απαιτεί συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού. Υπάρχει δυνατότητα αντιγραφής δεδομένων από το Excel (έτσι εισήχθησαν οι τιμές για κάθε μεταβλητή) και περαιτέρω στατιστικής τους επεξεργασίας.

2.10 ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΣΤΑ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ

08/06/2011

Πολλές πόλεις στη χώρα μας, μεταξύ των οποίων η Αθήνα, η Θεσσαλονίκη και ο Βόλος, παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλή συγκέντρωση μικροσωματιδίων στον αέρα. Οι δύο τύποι μικροσωματιδίων (PM10 και PM2,5) προκαλούν αναπνευστικά προβλήματα και καρδιαγγειακές παθήσεις, ενώ θεωρούνται υπεύθυνοι για συνολικά 350.000 πρόωρους θανάτους κάθε χρόνο στις χώρες της ΕΕ [48],

Δεκέμβρης 2010, Κύπρος

Στο «κόκκινο» ήταν στις 17/12 η ρύπανση στην ατμόσφαιρα σε όλη την Κύπρο, με τα αιωρούμενα σωματίδια να καταγράφουν συγκέντρωση πολλαπλάσια από την επιτρεπόμενη. Στις 12:00 μ.μ. στη Λευκωσία καταγράφηκαν τιμές των PM10 που έφταναν τα 1387μg/m³ και στη Λεμεσό τα 1746 μg/m³.Μάλιστα, το Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας προέτρεψε το κοινό και ιδιαίτερα τις ευάλωτες ομάδες του πληθυσμού να αποφύγουν την κυκλοφορία σε ανοιχτούς χώρους, καθώς οι μέσες ωριαίες τιμές εισπνεύσιμων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα είχαν ξεπεράσει τα επιτρεπτά όρια Ειδικότερα, όπως αναφέρει ανακοίνωση του Τμήματος, στις 10:00 π.μ. οι μέσες ωριαίες τιμές συγκέντρωσης εισπνεύσιμων αιωρούμενων σωματιδίων με διάμετρο μικρότερη των 10 μm(PM10) στην ατμόσφαιρα ήταν αυξημένες και

κυμάνθηκαν μεταξύ 852 και 2067 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (μικρο-γραμμάρια ανά κυβικό μέτρο). Ως εκ τούτου αναμένεται ότι η μέση 24ωρη τιμή θα υπερβεί την αντίστοιχη οριακή τιμή των 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ που έχει καθοριστεί με βάση τη σχετική νομοθεσία, αναφέρεται στην ανακοίνωση. Σημειώνεται επίσης ότι η τελευταία 24ωρη μέση τιμή, για την Πέμπτη, 16 Δεκεμβρίου, κυμάνθηκε μεταξύ 40 και 94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ανάλογα με την περιοχή. Λόγω του μικρού μεγέθους των εισπνευσίμων αιωρούμενων σωματιδίων και της πιθανής αρνητικής επίδρασης τους στην ανθρώπινη υγεία, το κοινό και ιδιαίτερα οι ευάλωτες ομάδες πληθυσμού (παιδιά, ηλικιωμένοι και ασθενείς) προτρέπονται να αποφεύγουν την κυκλοφορία ε ανοικτούς χώρους μέχρι να παρέλθει το φαινόμενο [49].

3/01/2009 Αθήνα

Καταγράφηκαν 130 ημέρες υπερβάσεων το όριο που θέτει η Ε.Ε. είναι να μην υπάρχουν υπερβάσεις πάνω από 35 ημέρες! Ο πραγματικός αριθμός των υπερβάσεων είναι μάλλον μεγαλύτερος, αφού δεν γίνονται μετρήσεις τα Σαββατοκύριακα και τις αργίες, ενώ από τις 15 Δεκεμβρίου και για μια βδομάδα σχεδόν, σύμφωνα με το ΥΠΕΧΩΔΕ καταστράφηκαν από τις «μάχες» των ΜΑΤ με τους διαδηλωτές και τους κουκουλοφόρους ορισμένοι σταθμοί μέτρησης και έτσι δεν εκδόθηκαν δελτία ατμοσφαιρικής ρύπανσης [50].

22/05/2007 Θεσσαλονίκη

Εκτός ορίων βρίσκονται τα τελευταία χρόνια οι ατμοσφαιρικοί ρύποι στη Θεσσαλονίκη. Σύμφωνα με τις καθημερινές μετρήσεις που διενεργεί το τμήμα Περιβάλλοντος του δήμου Θεσσαλονίκης, τα αιωρούμενα σωματίδια PM10, τα οποία θεωρούνται ιδιαίτερα επικίνδυνα και επικάθονται στον ανθρώπινο πνεύμονα, ξεπερνούν σε καθημερινή βάση τα ανώτατα όρια, που πριν από μερικά χρόνια είχαν θεωρηθεί τα 90-110 [51].

30/11/2009 Θεσσαλονίκη

Τα εσπνεύσιμα μικροσωματίδια (PM_{2,5}) φτάνουν σε ποσοστό 60% στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης μέσω διηπειρωτικής μεταφοράς, ενώ και στα μεγαλύτερα σωματίδια (PM10) η συνεισφορά της διασυνοριακής ρύπανσης είναι περίπου 45% για την Ελλάδα. «Η Θεσσαλονίκη παρουσιάζει υψηλότερα επίπεδα σωματιδιακής ρύπανσης από την Αθήνα (το 2001 – 2003 υπερβάσεις του ημερήσιου ορίου των 50 $\mu\text{g}/\text{κ.μ.}$ σημειώθηκαν περίπου στο 68% των ημερών στη Θεσσαλονίκη και στο 51% στην Αθήνα). Κι αυτό παρότι η Αθήνα παρουσιάζει συνολικά πολύ υψηλότερες ανθρωπογενείς εκπομπές σε σχέση με το νομό Θεσσαλονίκης», δήλωσε ο κ. Μελάς. Οι επιπτώσεις στη δημόσια υγεία είναι άμεσες. «Μελέτες στις ΗΠΑ έδειξαν ότι αύξηση μόλις κατά 10 $\mu\text{g}/\text{κ.μ.}$ της συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση θνησιμότητας κατά 6% – 7%», τονίζουν οι επιστήμονες [52].

27/09/2010, Βόλος

Η πόλη του Βόλου, εδώ και χρόνια αντιμετωπίζει μεγάλα προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης και οι υπερβάσεις στα αιωρούμενα σωματίδια, κάθε χρόνο, είναι πολύ πάνω από τα όρια που ορίζει η Κοινοτική Νομοθεσία. Το σοβαρό κυκλοφοριακό πρόβλημα, οι συνεχείς φορτοεκφορτώσεις στο λιμάνι, η 24ώρη λειτουργία της Βιομηχανικής Περιοχής (ΒΙ.ΠΕ) στην δυτική πύλη της πόλης και του εργοστασίου της τσιμεντοβιομηχανίας ΑΓΕΤ στα ανατολικά του Βόλου, μόλις 1.500 μέτρα από τα πρώτα σπίτια του αστικού συγκροτήματος, αποτελούν τα κυριότερα αίτια της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Από πολλές βιομηχανίες, όπως π.χ. την ΑΓΕΤ, χρησιμοποιούνται καύσιμα, όπως το πετ κοκ, τα οποία έχουν μεγάλη συμβολή στις εκπομπές αιωρούμενων σωματιδίων. Σύμφωνα με ειδικούς επιστήμονες, η συσχέτιση ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ζημιάς που αυτή προκαλεί στην ανθρώπινη υγεία, είναι επιστημονικά τεκμηριωμένες. Στην ατμοσφαιρική ρύπανση αποδίδεται,

σύμφωνα με τους ειδικούς ιατρούς και τη διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία, η συχνή εμφάνιση χρόνιων παθήσεων, όπως η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, η χρόνια βρογχίτιδα, το εμφύσημα και το βρογχικό άσθμα. Από επιδημιολογικές μελέτες βρέθηκε ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση αυξάνει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών επεισοδίων (έμφραγμα μυοκαρδίου, αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο), θανατηφόρων και μη. Επιπλέον, αυξάνει τον κίνδυνο για καρκίνο του πνεύμονα και παθήσεις του αναπνευστικού. Ο κίνδυνος είναι μεγαλύτερος σε ευαίσθητες ομάδες του πληθυσμού. Τις τελευταίες ημέρες, με αφορμή τις συνεχιζόμενες υπερβάσεις στις επιτρεπόμενες τιμές των αιωρούμενων σωματιδίων, οι οποίες καταγράφονται απ' τον σταθμό μέτρησης αέριας ρύπανσης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, ο Ιατρικός Σύλλογος Μαγνησίας συνέστησε σε άτομα με καρδιολογικά και αναπνευστικά προβλήματα να αποφεύγουν κάθε φυσική δραστηριότητα και να παραμένουν σπίτι τους, καθώς υπάρχει κίνδυνος για την υγεία τους από το μαύρο πέπλο σκόνης που απλώνεται πάνω από συνοικίες της πόλης. Στις τιμές συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων παρατηρήθηκαν πολλές ωριαίες υπερβάσεις. Ενδεικτικά, στις 18 Σεπτεμβρίου καταγράφηκαν τιμές της τάξης των 271 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ στις 22 Σεπτεμβρίου η μέγιστη τιμή ήταν 317 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ αέρα, πέντε φορές πάνω από το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο [53].

01/12/2009, Βόλος

Συνολικά έντεκα ημέρες ξεπέρασαν το όριο οι τιμές των αιωρούμενων σωματιδίων στο πολεοδομικό συγκρότημα Βόλου για το μήνα Νοέμβριο, σύμφωνα με τα στοιχεία του σταθμού μέτρησης αέριας ρύπανσης, ο οποίος λειτουργεί υπό την ευθύνη της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Μαγνησίας. Παρόλα αυτά, η κατάσταση είναι βελτιωμένη σε σχέση με την αντίστοιχη περίοδο του 2008, όταν η τιμή των PM10-C χτύπησε «κόκκινο» για συνολικά 19 ημέρες. Το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο είναι τα 50 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$, ενώ η μέγιστη τιμή των 83 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ καταγράφηκε την Τετάρτη 25 Νοεμβρίου [54].

Βόλος 2008

Το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας και συγκεκριμένα το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας έχει εγκαταστήσει σταθμό μέτρησης αιωρούμενων σωματιδίων στο Πεδίο του Άρεως. Οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται στο συγκεκριμένο σταθμό αφορούν στα σωματίδια PM10. Τα στοιχεία που παρατίθενται στη σελίδα του πανεπιστημίου είναι άκρως ανησυχητικά, αφού διαπιστώνονται συνεχείς υπερβάσεις των ορίων εκπομπής. Μόνο για το μήνα Ιανουάριο (2008) οι ημέρες όπου ο μέσος όρος εικοσιτετραώρου ξεπέρασε το όριο των 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ανέρχονται στις 20. Αντίστοιχα, για το μήνα Φεβρουάριο(2008) οι ημέρες υπέρβασης ανέρχονται στις 15. Είναι πλέον φανερό ότι στους πρώτους δύο μήνες του έτους έχουν εξαντληθεί οι 35 υπερβάσεις που προβλέπονται από την Ευρωπαϊκή Οδηγία. Επιπλέον, την 26 και 27 Φεβρουαρίου 2008, οι μετρήσεις έδειξαν ως μέγιστη (στιγμιαία) τιμή για τα αιωρούμενα σωματίδια PM10 τα 409 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, δηλαδή τιμή 8 φορές πάνω από τα όρια. Η ίδια εικόνα παρουσιάζεται και στα προηγούμενα έτη, όπου οι μέσες τιμές για τα έτη 2003,2004,2005,2006 και 2007 ανέρχονται σε 97,109, 116, 124, και 124 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ αντίστοιχα (στοιχεία Συνηγόρου του Πολίτη και ΔΕΥΑΜΒ) [65].

2.11 ΜΕΛΛΕΤΕΣ ΣΤΟ ΒΟΛΟ ΓΙΑ ΤΑ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ

ο 1^η Μελέτη [55]

Στο πολεοδομικό συγκρότημα του Βόλου λειτουργούν **τρεις σταθμοί μέτρησης** ατμοσφαιρικών ρύπων. Ο σταθμός μέτρησης NAM βρίσκεται στην οδό Βασσάνη, ο σταθμός του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στα κτήρια του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, στο Πεδίο Άρεως και ο κινητός σταθμός μέτρησης της ΔΕΥΑΜΒ μεταφέρεται ανά έτος σε διάφορα σημεία του πολεοδομικού συγκροτήματος του Βόλου (κατά το 2006 ήταν τοποθετημένος από 1/1/2006 μέχρι 22/9/2006 στη συμβολή των οδών Κασσαβέτη και Πολυμέρη και από 6/10/2006 μέχρι 31/12/2006 στο Δημοτικό Πάρκο που βρίσκεται μεταξύ των οδών Λαμπράκη, Σαρανταπόρου, Μ. Γρηγορίου στη συνοικία Παλαιά).

Από τα δεδομένα των σταθμών μέτρησης - σε ετήσια βάση - προκύπτει ότι οι συγκεντρώσεις των **αιωρούμενων σωματιδίων PM10** (σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη των 10 μm), που προέρχονται κυρίως από τα πετρελαιοκίνητα οχήματα, τη θέρμανση και τη βιομηχανική δραστηριότητα, βρίσκονται σε επίπεδα πάνω από τα όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι κατά το έτος 2006, καταγράφηκαν συνολικά 163 ημέρες με υπέρβαση του ορίου της μέσης ημερήσιας τιμής των 50 μg/m³ (της οποίας δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 35 φορές ανά έτος) από έναν ή περισσότερους από τους τρεις σταθμούς μέτρησης του Βόλου.

Η **κατά τη διάρκεια της ημέρας διακύμανση** των συγκεντρώσεων των ατμοσφαιρικών ρύπων χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερες τιμές γενικά το πρωί και το βράδυ. Αυτό οφείλεται στο ότι αφ' ενός μεν, τις ώρες αυτές επικρατούν ευνοϊκές για τη συσσώρευση των ατμοσφαιρικών ρύπων μετεωρολογικές συνθήκες (απουσία ανέμων και χαμηλό ύψος στοιβάδας αναστροφής), αφ' ετέρου δε, συμπίπτουν χρονικά οι ώρες κυκλοφοριακής αιχμής και λειτουργίας της κεντρικής θέρμανσης (μόνο το χειμώνα). Εξαιρέση αποτελεί το O₃, που το ημερήσιο μέγιστο εμφανίζεται τις μεταμεσημβρινές ώρες, όταν η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας παρουσιάζει το μέγιστο (φωτοχημικός ρύπος).

Η **εποχιακή διακύμανση** των ατμοσφαιρικών ρύπων χαρακτηρίζεται από τις κατά πολύ μεγαλύτερες τιμές τους χειμερινούς μήνες, γιατί η κυκλοφορία οχημάτων είναι μεγαλύτερη, οι συνθήκες λειτουργίας των μηχανών είναι δυσμενέστερες (εκκίνηση με κρύα μηχανή), λειτουργεί η θέρμανση και επικρατούν δυσμενέστερες μετεωρολογικές συνθήκες. Εξαιρέση αποτελεί το O₃, που παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές το καλοκαίρι, αφού ο σχηματισμός του προϋποθέτει ηλιοφάνεια.

Η **επίδραση των μετεωρολογικών παραμέτρων** στην ατμοσφαιρική ρύπανση του Βόλου είναι καθοριστική. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων παρουσιάζονται με συνθήκες άπνοιας ή ασθενών ανέμων (ταχύτητα: 0 έως 3.0 m/s) και διευθύνσεις ανέμων που πνέουν κυρίως από το βόρειο τομέα (B - ΒΔ) και λιγότερο από το νότιο τομέα (N - ΝΑ). Είναι αξιοσημείωτο ότι στο Βόλο, περίπου στα 2/3 των ημερών του χρόνου επικρατεί άπνοια ή χαμηλής ταχύτητας άνεμος (0 έως 3.0 m/s), γεγονός που δεν συμβάλλει σε μεγάλη διασπορά των ρύπων, διότι η δυνατότητα σημαντικής διασποράς των ρύπων από τους ανέμους αρχίζει από ταχύτητες ανέμων της τάξης των 3 m/s και άνω. Η διασπορά εντείνεται με την αύξηση της ταχύτητας αλλά υπό την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχουν εμπόδια στον άξονα της διεύθυνσης του ανέμου.

Από τη **χημική ανάλυση των αιωρούμενων σωματιδίων PM10** και τον προσδιορισμό των περιεχόμενων βαρέων μετάλλων / χημικών στοιχείων, που έγινε σε τρεις θέσεις του πολεοδομικού συγκροτήματος Βόλου: Κέντρο (εμπορικό κέντρο της πόλης), Ν. Ιωνία (στον δυτικό τομέα της πόλης) και Ν. Δημητριάδα (στον ανατολικό τομέα της πόλης) κατά το καλοκαίρι του 2007 και το χειμώνα του 2008, και που στόχο είχε τον προσδιορισμό της ποσοστιαίας συμβολής των πηγών στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στον αέρα του Βόλου, προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Οι μέσες συγκεντρώσεις PM10 και στις τρεις θέσεις δειγματοληψίας ήταν πάνω από το ετήσιο όριο (40 µg/m³), ιδιαίτερα στο Κέντρο και στη Ν. Δημητριάδα. Επίσης, υπερβάσεις του ημερήσιου ορίου των 50 µg/m³ παρατηρήθηκαν σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας σε ποσοστά 80%, 56% και 64%, στο Κέντρο, τη Ν. Ιωνία και τη Ν. Δημητριάδα, αντίστοιχα. Ωστόσο, λόγω του πολύ μικρού αριθμού δειγμάτων, δεν μπορεί να γίνει ασφαλής σύγκριση με τα όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας.
- Οι τρεις αποδέκτες εμφανίζουν παρόμοιες συγκεντρώσεις για το κλάσμα PM10 και για τα περισσότερα από τα συστατικά του. Στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$) μεταξύ των θέσεων προέκυψαν για Ca (Κέντρο > Ν. Ιωνία), Cu (Κέντρο > Ν. Ιωνία και Ν. Δημητριάδα), Te (Ν. Ιωνία > Κέντρο και Ν. Δημητριάδα), Ba (Ν. Ιωνία > Κέντρο).
- Οι συγκεντρώσεις των PM10 και ορισμένων συστατικών (Cl, Zn, As, Br) ήταν σημαντικά υψηλότερες κατά τη χειμερινή περίοδο. Αντίθετα, στοιχεία όπως Mg, Al, Si στη Ν. Ιωνία, Se σε όλες τις θέσεις, Cd στη Ν. Δημητριάδα, Ba στη Ν. Δημητριάδα και τη Ν. Ιωνία έδειξαν σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση κατά τη θερινή περίοδο.
- Σε όλους τους σταθμούς μέτρησης, οι συγκεντρώσεις PM10 ήταν σχετικά υψηλότερες με ανέμους του βόρειου τομέα (κυρίως ΒΒΔ), που επικρατούσαν στις δειγματοληψίες του χειμώνα και χαμηλότερες με ανέμους του νότιου τομέα (κυρίως ΝΝΑ) που επικρατούσαν στις δειγματοληψίες του καλοκαιριού.

Για την **ταυτοποίηση των πηγών εκπομπής σωματιδίων** και την ποσοτικοποίηση της συμμετοχής τους στη ρύπανση του Βόλου με PM10 έγινε εφαρμογή του μοντέλου ισοστάθμισης χημικής μάζας (Chemical Mass Balance, CMB8.2). Στο μοντέλο εισήχθησαν τα χημικά προφίλ 19 τοπικών πηγών και 2 βιβλιογραφικών. Ο συνδυασμός που έδωσε την καλύτερη προσαρμογή στο μοντέλο για κάθε ημερομηνία δειγματοληψίας περιλαμβάνει τις παρακάτω δέκα πηγές:

1. ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ
2. ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΑ
3. ΣΚΟΝΗ ΔΡΟΜΟΥ
4. ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ
5. ΚΑΥΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ (αγροτικές καύσεις, καύση ξύλου, δασικές πυρκαγιές)
6. ΚΑΥΣΗ ΣΚΟΥΠΙΔΙΩΝ
7. ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΘΕΠΚΑ
8. ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΕΡΟΖΟΛ
9. ΑΓΕΤ
10. ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΑ ΕΛΛΑΔΟΣ

Τα κυριότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα **ποσοστά συμμετοχής των παραπάνω πηγών στις ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις των PM10** στους τρεις αποδέκτες είναι:

- Η σημαντικότερη πηγή PM10 και στις τρεις θέσεις δειγματοληψίας φαίνεται να είναι η κυκλοφορία των πετρελαιοκίνητων οχημάτων με μέσα ποσοστά συμμετοχής 39,8% στο Κέντρο, 27,8% στη Ν. Ιωνία και 32,4% στη Ν. Δημητριάδα. Η συμμετοχή των καταλυτικών

αυτοκινήτων ήταν μικρότερη (9,2% στο Κέντρο, 9,4% στη Ν. Ιωνία και 4,5% στη Ν. Δημητριάδα), ενώ τα υπόλοιπα είδη κυκλοφορίας δεν έδειξαν ποσοτικοποιήσιμη συμμετοχή.

- Η επαναιώρηση της σκόνης δρόμου έδειξε συμμετοχή 8,7% στο Κέντρο, 12,2% στη Ν. Ιωνία και πολύ χαμηλότερη (2,6%) στη Ν.Δημητριάδα..
- Η συμμετοχή της καύσης βιομάζας ήταν 10,6% στο Κέντρο, 4,9% στη Ν. Ιωνία και 11,4% στη Ν. Δημητριάδα.

- Η καύση πετρελαίου έδειξε συμμετοχή 7,1% στο Κέντρο, 4,0% στη Ν. Ιωνία και αρκετά υψηλότερη 16,4% στη Ν.Δημητριάδα.

- Η καύση σκουπιδιών έδωσε ποσοτικοποιήσιμη συμμετοχή σε όλες τις θέσεις, η οποία ήταν ιδιαίτερα σημαντική στη Ν. Ιωνία (17,1%) και στο Κέντρο (11,1%) και μικρότερη (3,2%) στη Ν. Δημητριάδα.

- Από τις βιομηχανικές πηγές που εξετάστηκαν, ποσοτικοποιήσιμες συμμετοχές βρέθηκαν:

(α) για τη τσιμεντοβιομηχανία ΑΓΕΤ με ποσοστά 8,4% στο Κέντρο, 13,9% στη Ν. Ιωνία και 22,2% στη Ν. Δημητριάδα,

(β) για τη Χαλυβουργία Ελλάδος με πολύ μικρότερα ποσοστά 0,2% στο Κέντρο, 1,2% στη Ν. Ιωνία και 0,9 στη Ν. Δημητριάδα.

- Τα δευτερογενή θειικά συμμετέχουν κατά μέσο όρο σε ποσοστό μεταξύ 1,8% (Ν. Δημητριάδα) και 9,0% (Ν. Ιωνία), ενώ τα θαλάσσια αεροζόλ μεταξύ 0,4% (Ν. Ιωνία) και 1,8% (Κέντρο και Ν. Δημητριάδα).

Συνοψίζοντας τα παραπάνω , προκύπτει ότι συνολικά η κυκλοφορία οχημάτων (κυρίως τα πετρελαιοκίνητα οχήματα, αλλά και τα βενζινοκίνητα και η επαναιώρηση της σκόνης δρόμου) έχει το σημαντικότερο ποσοστό συμμετοχής στις ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις PM10 στο Βόλο και συγκεκριμένα κατέχει το 57,7% στο Κέντρο, 49,4% στη Ν. Ιωνία και 39,5% στη Ν. Δημητριάδα. Επόμενες σημαντικές πηγές είναι η τσιμεντοβιομηχανία ΑΓΕΤ κυρίως στη Ν. Δημητριάδα με 22,2%, η καύση σκουπιδιών κυρίως στη Ν. Ιωνία με 17,1% και η καύση πετρελαίου (ιδίως στη θέρμανση) με 16,4% κυρίως στη Ν. Δημητριάδα.

ο 2^η Μελέτη [56]

Στην παρούσα μελέτη έγινε έλεγχος της επίδρασης των παραγόντων «ώρα της ημέρας», «μήνας», «θερμοκρασία», διεύθυνση και ταχύτητα ανέμου» και σχετική υγρασία» στις εκπομπές PM10. Για την καταγραφή των σωματιδίων χρησιμοποιήθηκε η συσκευή FH 622-R της εταιρείας ESM. Εξαιτίας του μεγάλου αριθμού δεδομένων εξετάστηκε πώς επιδρά ο κάθε παράγοντας ανεξάρτητα στην παρουσία του PM10 (οι τιμές των άλλων παραγόντων είναι τυχαίες).

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τη τεχνική της ανάλυσης της μεταβλητότητας (Analysis of Variance-ANOVA) και χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS-13 . Για τις τετμημένες της κατανομής F χρησιμοποιήθηκαν οι πίνακες από το βιβλίο «Taguchi Techniques for Quality Engineering» του Phillip J. Ross . Για την επεξεργασία του παράγοντα «σχετική υγρασία» χωρίσαμε το συνολικό εύρος 0-100% της υγρασίας σε περιοχές των 10 εκατοστιαίων μονάδων. Αντίστοιχα για τον παράγοντα «θερμοκρασία» σε περιοχές των 5 βαθμών και για τον παράγοντα «ταχύτητα ανέμου» σε περιοχές ανά 1 m/s. Όσον αφορά τον παράγοντα «διεύθυνση του ανέμου», χωρίστηκε ο κύκλος σε 12 (δωδεκατημόρια) ίσα τόξα κατά την φορά κίνησης του ωρολογίου, αριθμημένα από 1-12. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης είναι :

Παράγοντας	F
Ταχύτητα του ανέμου	76.027
Σχετική υγρασία	71.125
Μήνας	47.502
Θερμοκρασία του αέρα	39.466
Ωρα της ημέρας	30.217
Διεύθυνση ανέμου	4.561

Πίνακας 2.4 : Τιμές F κατά σειρά σημαντικότητας για κάθε παράγοντα επίδρασης των σωματιδίων PM_{10} .

Από την παραπάνω στατιστική επεξεργασία των καταγραφών των σωματιδίων PM_{10} για την περίοδο 1/11/2004 -27/3/2006 φαίνεται ότι διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την παρουσία των σωματιδίων PM_{10} . Για την έκδοση ασφαλών όμως συμπερασμάτων απαιτούνται καταγραφές τουλάχιστον δύο συνεχόμενων ετών, ενώ θα χρειαζόταν ταυτοποίηση και καταγραφές τουλάχιστον και από έναν δεύτερο σταθμό μέτρησης για συγκριτική μελέτη, ενώ το ιδανικό θα ήταν να συσχετίζονται καταγραφές από 3 σταθμούς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕΤΡΗΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

3.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ DustTrak

Οι μετρήσεις της συγκέντρωσης σωματιδιακής ύλης πραγματοποιήθηκαν με τα μηχανήματα Dust Trak Aerosol Monitor – Model 8520 (Dust Trak old) και Dust Trak II Monitor – Model 8530 (Dust Trak II) της εταιρείας TSI [57]. Τα Dust Trak είναι ένα laser το οποίο μετράει και καταγράφει τις συγκεντρώσεις της σωματιδιακής ύλης σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών χώρων και διεργασιών, από εσωτερικούς χώρους κατοικιών και γραφείων έως βιομηχανικούς χώρους και εξωτερικό περιβάλλον.

Οι πραγματοποιήσιμες μετρήσεις της συγκέντρωσης εμφανίζονται σε πραγματικό χρόνο στην ψηφιακή οθόνη των οργάνων ενώ παράλληλα αποθηκεύονται στη μνήμη τους. Τα αποθηκευμένα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να επεξεργαστούν στον ηλεκτρονικό υπολογιστή με τη χρήση του TrakPro Data Analysis Software. Το συγκεκριμένο όργανο, εξαιτίας των πλεονεκτημάτων του χρησιμοποιείται και από πολλούς άλλους ερευνητές διεθνώς και τα συγκριτικά αποτελέσματα με άλλα όργανα δημοσιεύονται στα επιστημονικά περιοδικά της περιοχής [58,59] Τα μετρητικά όργανά παρουσιάζονται στην εικόνα 3.1 και εικόνα 3.2.



Εικόνα 3.1: Dust Trak Aerosol Monitor – Model 8520

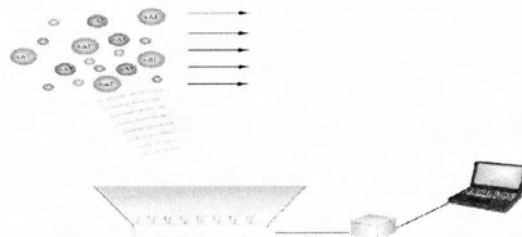


Εικόνα 3.2: *Dust Trak II Aerosol Monitor – Model 8530*

3.2 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Τα Dust Trak Aerosol Monitor – Model 8520 (Dust Trak old) και Dust Trak II Monitor – Model 8530 (Dust Trak II) έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας. Το Dust Trak χρησιμοποιεί την τεχνολογία της σκέδασης του φωτός για να υπολογίσει μαζικές συγκεντρώσεις της σωματιδιακής ύλης σε πραγματικό χρόνο. Μέσω ενός ακροφυσίου εισέρχεται στο θάλαμο ανίχνευσης σε συνεχή αναρρόφηση δείγμα του αέρα του περιβάλλοντος. Μια συσκευή εκπομπής δέσμης ακτίνων laser σαρώνει το δείγμα του αέρα με αποτέλεσμα τα σωματίδια που περιέχονται σ' αυτό να σκεδάζουν το φως προς κάθε κατεύθυνση. Ένας φακός σε γωνία 90° συλλέγει και κατευθύνει το φως που έχει σκεδαστεί σ' ένα ανιχνευτή φωτός. Το κύκλωμα ανίχνευσης μετατρέπει το φως σε ηλεκτρική τάση. Αυτή η τάση είναι ανάλογη της ποσότητας του φωτός που έχει σκεδαστεί και η οποία είναι κατ' έκταση ανάλογη της μαζικής συγκέντρωσης της σωματιδιακής ύλης στο αέριο δείγμα. Η ηλεκτρική τάση αναλύεται από τον επεξεργαστή του οργάνου και αφού πολλαπλασιαστεί με μια σταθερά βαθμονόμησης εμφανίζεται στην ψηφιακή οθόνη η τιμή της μαζικής συγκέντρωσης σε μονάδες μάζας ανά όγκο (mg/m^3).

Τα οπτικά όργανα μέτρησης του Dust Trak διατηρούνται καθαρά καθώς περιβάλλονται από ένα περίβλημα καθαρού, φιλτραρισμένου αέρα. Συγκεκριμένα, μια μικρή ποσότητα αέρα αναρροφάται από το κύριο ρεύμα του αέριου δείγματος, φιλτράρεται και στη συνέχεια επανεισάγεται στο θάλαμο ανίχνευσης δημιουργώντας ένα περίβλημα που προστατεύει τα οπτικά όργανα από επικαθίσεις σωματιδιακής ύλης. Αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής είναι η εξασφάλιση της ακρίβειας της συγκέντρωσης στο αέριο δείγμα.



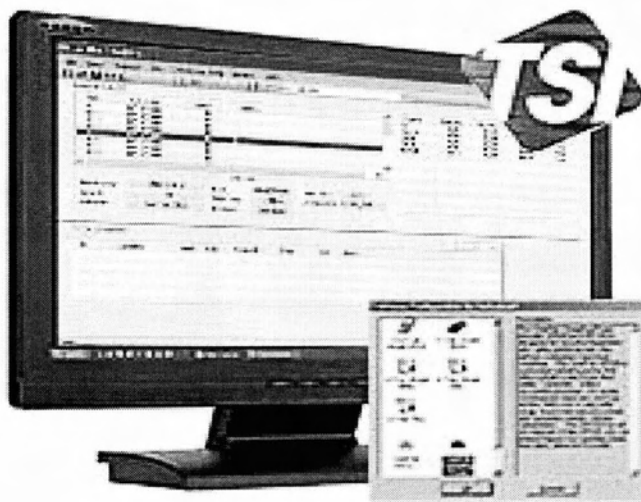
Εικόνα 3.3: *Λειτουργία Dust Trak*

3.3 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Η πηγή εκπομπής δέσμης ακτίνων laser των οργάνων έχει μήκος κύματος 780nm που ορίζει το μικρότερο ανιχνεύσιμο μέγεθος σωματιδιακής ύλης στα 0,1 μm. Το μέγεθος αυτό καθορίζεται με βάση τη θεωρία του Mie για την σκέδαση του φωτός. Το εύρος του μεγέθους των σωματιδίων που μετρούνται είναι από 0,1 μm έως 10μm, ενώ το εύρος της μαζικής τους συγκέντρωσης είναι από 0,001 mg/m³ έως 100 mg/m³ για το Dust Trak Aerosol Monitor – Model 8520 (Dust Trak old) και 0,001 mg/m³ έως 400 mg/m³ για το Dust Trak II Aerosol Monitor – Model 8530 (Dust Trak II). Η παροχή του συστήματος αναρρόφησης του ατμοσφαιρικού αέρα κυμαίνεται από 1,4 L/min έως 3 L/min για το Dust Trak old και 1,4 L/min έως 2,4 L/min για το Dust Trak II. Η σταθερά χρόνου των οργάνων κυμαίνεται από 1sec έως 60 sec.

3.4 TRAKPRO DATA ANALYSYS SOFTWARE

Το TrakPro Data Analysis Software είναι ένα λογισμικό πρόγραμμα ανεπτυγμένο σε περιβάλλον Windows το οποίο συνεργάζεται με τα μετρητικά όργανα Dust Trak Aerosol Monitor – Model 8520 (Dust Trak old) και Dust Trak II Monitor – Model 8530 (Dust Trak II). Συγκεκριμένα, είναι δυνατός ο προγραμματισμός των παραμέτρων λειτουργίας του οργάνου, η μεταφορά των μετρήσεων που είναι αποθηκευμένες από το όργανο στον υπολογιστή, η επεξεργασία και η γραφική αναπαράσταση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων. Η επικοινωνία των οργάνων με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή πραγματοποιείται μέσω καλωδίου από τη θύρα USB. Το βασικό «παράθυρο» λειτουργίας του λογισμικού παρουσιάζεται στο σχήμα 3.4.



Εικόνα 3.4: TrakPro Data Analysis Software.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

4.1. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ PASW Statistics 17.0

Συνήθως, τα πρωτογενή δεδομένα που έχουμε σε μια μελέτη είναι τεράστια κι έχουν ακατάστατη μορφή με αποτέλεσμα να μην μπορούμε να διακρίνουμε τις πληροφορίες που περιέχουν. Οι μέθοδοι της περιγραφικής στατιστικής αποτελούν το επιστημονικό εργαλείο για τη σύνοψη, ταξινόμηση και παρουσίαση τους σε εύληπτη μορφή. Το **PASW Statistics 17.0** [60] είναι ένα ισχυρό σύστημα ανάλυσης και διαχείρισης δεδομένων που ενσωματώνει διάφορες διαδικασίες για την πραγμάτωση περιγραφικής στατιστικής στις παρατηρήσεις/τιμές μιας μεταβλητής. Η επιλογή της κατάλληλης μεταξύ αυτών εξαρτάται αποκλειστικά από το χαρακτήρα των δεδομένων, τη διάκριση τους δηλαδή σε ποιοτικά και ποσοτικά.

Το **PASW Statistics** εργάζεται σε γραφικό περιβάλλον, χρησιμοποιώντας περιγραφικά μενού και πλαίσια διαλόγου. Οι περισσότερες από τις διεργασίες που πραγματοποιούνται μέσω του **PASW Statistics**, μπορούν να εκτελεστούν απλά με τη χρήση του ποντικιού. Οι βασικές λειτουργίες του πακέτου διαρθρώνονται δια μέσου μιας σειράς παραθύρων τα οποία μπορούν να ανοίγουν οποιαδήποτε στιγμή και τα οποία παρέχουν ισχυρές δυνατότητες στο χρήστη αλλά και πλήρη συμβατότητα με το περιβάλλον των Windows. Η στατιστική ανάλυση με το SPSS ακολουθεί συνήθως την παρακάτω διαδικασία:

1. Καταχωρίζουμε τα στοιχεία στο παράθυρο επεξεργασίας δεδομένων (Data editor).
2. Ελέγχουμε την επάρκεια των δεδομένων για στατιστική ανάλυση και, ενδεχομένως, κάνουμε τις απαραίτητες διορθωτικές κινήσεις.
3. Επιλέγουμε τη στατιστική ανάλυση από το μενού της εντολής «Analyze».
4. Συμπληρώνουμε το πλαίσιο διαλόγου της στατιστικής ανάλυσης με τις απαιτούμενες πληροφορίες και εκτελούμε την εντολή.
5. Το αποτέλεσμα, σε μορφή πινάκων ή/και σχημάτων, εμφανίζεται στο παράθυρο προβολής αποτελεσμάτων (Viewer). Από εδώ μπορούμε να το επεξεργαστούμε, να το αποθηκεύσουμε ή να το εκτυπώσουμε.

4.2. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΟ ΜΕΣΩΝ ΌΡΩΝ (ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ) - PAIRED SAMPLES T – TEST

Χρησιμοποιείται για να συγκρίνουμε αν ο μέσος όρος μιας αριθμητικής μεταβλητής διαφέρει από τον μέσο όρο κάποιας άλλης αριθμητικής μεταβλητής (η οποία έχει μετρηθεί με την ίδια μονάδα μέτρησης). Πρόκειται δηλ. για αριθμητική διμεταβλητή σε εξαρτημένα δείγματα.

Ο έλεγχος έχει την μορφή:

$$\begin{array}{ll} H_0 : \mu_1 = \mu_2 & H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0 \\ & \text{ή} \\ H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 & H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0 \end{array}$$

Με χρήση PASW:

Analyze > Compare Means > Paired Samples T-test

Το αποτέλεσμα δίνει τρεις πίνακες. Στον πρώτο πίνακα δίνονται περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες των δύο μεταβλητών: μέσοι όροι («Mean»), μέγεθος δείγματος («N»), τυπικές αποκλίσεις («Std. Deviation»), τυπικό σφάλμα των μέσων όρων («Std. Error Mean»). Στο δεύτερο πίνακα δίνεται ο δείκτης συνάφειας Pearson r («Correlation») μεταξύ των δύο μεταβλητών και το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητάς του («Sig.»). Στον τρίτο πίνακα δίνονται τα στοιχεία από τη σύγκριση των μέσων όρων («Paired differences»), η τιμή t , οι βαθμοί ελευθερίας («df») και το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας («Sig.»).

4.3. ΣΥΝΑΦΕΙΑ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΩΝ ΔΙΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ - CORRELATION

Με τον όρο συσχέτιση (correlation) εννοούμε το βαθμό στον οποίο συμμεταβάλλονται μεταβλητές υπό την προϋπόθεση ότι η σχέση τους είναι γραμμική. Στην πραγματικότητα, υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους μπορούν να σχετίζονται οι τιμές δύο ποσοτικών μεταβλητών και είναι απαραίτητο, προτού γίνει οποιοσδήποτε προσδιορισμός της σχέσης τους, να είναι γραμμική (δηλαδή ότι οι δύο μεταβλητές συμμεταβάλλονται μονότονα).

Η συσχέτιση δύο ποσοτικών μεταβλητών προσδιορίζεται αριθμητικά μέσω του συντελεστή συσχέτισης του **Pearson (Pearson's correlation coefficient)**. Ο συντελεστής συσχέτισης Pearson είναι ανεξάρτητος μονάδων, και το εύρος των δυνατών τιμών του είναι το διάστημα $[-1,1]$. Οι τιμές $r=-1$ και $r=1$ προκύπτουν όταν υπάρχει πλήρης γραμμική σχέση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Όταν, δηλαδή τα σημεία του αντίστοιχου διαγράμματος διασποράς που ορίζεται από τα ζεύγη των τιμών, βρίσκονται κατά μήκος μιας ευθείας γραμμής.

- ΔΙΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ – BIVARIATE CORRELATION

Στο PASW, ο υπολογισμός των συντελεστών συσχέτισης και η επαγωγική τους αξιολόγηση γίνεται μέσω της διαδικασίας Bivariate Correlations.

Με χρήση PASW:

Analyze > Correlate > Bivariate

Το αποτέλεσμα δίνει ένα πίνακα. Η πρώτη σειρά του πίνακα δείχνει το δείκτη Pearson r . Στη δεύτερη σειρά δίνεται το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας του δείκτη («Sig.») και στην τρίτη σειρά το μέγεθος του δείγματος («N»).

Παρατηρήστε ότι στη διαγώνιο που ξεκινά από το άνω αριστερό τμήμα του πίνακα και καταλήγει στο κάτω δεξί τμήμα του, δίνεται η συνάφεια κάθε μεταβλητής με τον εαυτό της (αυτοσυνάφεια), η οποία, φυσικά, είναι πάντα 1,00. Επίσης, ο πίνακας είναι συμμετρικός ως προς τη διαγώνιο. Ως προς την ερμηνεία, ο δείκτης Pearson r δείχνει μόνο τον τρόπο που συμμεταβάλλονται οι μεταβλητές, χωρίς να δίνει πληροφορίες για τη φύση της συνάφειας.

Επομένως, κάθε στατιστικώς σημαντικός δείκτης δεν συνεπάγεται την ύπαρξη αιτιώδους σχέσης μεταξύ των δύο μεταβλητών. Αυτό εξαρτάται από τον μεθοδολογικό σχεδιασμό της έρευνας.

- ΜΕΡΙΚΗ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ – PARTIAL CORRELATION

Ο συντελεστής μερικής συσχέτισης εκφράζει τη γραμμική σχέση που υπάρχει μεταξύ δύο προτιμώμενων μεταβλητών όταν από αυτήν αφαιρεθούν οι γραμμικές επιδράσεις μίας ή περισσότερων άλλων μεταβλητών.

Με χρήση PASW:

Analyze > Correlate > Partial

Το αποτέλεσμα δίνει ένα πίνακα. Η πρώτη σειρά του πίνακα δείχνει το δείκτη Pearson r . Στη δεύτερη σειρά δίνεται το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας του δείκτη («Sig.») και στην τρίτη σειρά τους βαθμούς ελευθερίας («df»). Παρατηρήστε ότι στη διαγώνιο που ξεκινά από το άνω αριστερό τμήμα του πίνακα και καταλήγει στο κάτω δεξί τμήμα του, δίνεται η συνάφεια κάθε μεταβλητής με τον εαυτό της (αυτοσυνάφεια), η οποία, φυσικά, είναι πάντα 1,00. Επίσης, ο πίνακας είναι συμμετρικός ως προς τη διαγώνιο. Ως προς την ερμηνεία, δείχνει μόνο τον τρόπο που συμμεταβάλλονται οι μεταβλητές, χωρίς να δίνει πληροφορίες για τη φύση της συνάφειας. Επομένως, κάθε στατιστικώς σημαντικός δείκτης δεν συνεπάγεται την ύπαρξη αιτιώδους σχέσης μεταξύ των δύο μεταβλητών. Αυτό εξαρτάται από τον μεθοδολογικό σχεδιασμό της έρευνας.

4.4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ - REGRESSION

Η ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης (multiple regression) χρησιμοποιείται για να προβλέψουμε στατιστικώς τις τιμές μιας εξαρτημένης μεταβλητής-κριτηρίου από μία ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές πρόβλεψης. Αποτελεί προέκταση του απλού δείκτη συνάφειας διμεταβλητών εφόσον υπολογίζει τον δείκτη πολλαπλής συνάφειας, δηλ. το βαθμό συσχέτισης ανάμεσα στην εξαρτημένη μεταβλητή και πολλές ανεξάρτητες μεταβλητές συγχρόνως. Σε αντίθεση με τον υπολογισμό της συνάφειας όμως, η χρήση της ανάλυσης παλινδρόμησης υπονοεί την ύπαρξη αιτιώδους σχέσης ανάμεσα στην εξαρτημένη μεταβλητή και τις ανεξάρτητες. Όσο μεγαλύτερη η συνάφεια κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής με την εξαρτημένη και όσο μικρότερη η συνάφεια των ανεξάρτητων μεταβλητών μεταξύ τους, τόσο αυξάνεται η ακρίβεια πρόβλεψης της εξαρτημένης μεταβλητής. Αφού ουσιαστικά πρόκειται για προέκταση του δείκτη συνάφειας Pearson r , πρέπει τόσο η εξαρτημένη όσο και οι ανεξάρτητες μεταβλητές να είναι αριθμητικές, η συνάφεια να είναι ευθύγραμμη και η κλίμακα μέτρησης ίσων διαστημάτων.

Με χρήση PASW:

Analyze > Regression > Linear

Στο πλαίσιο διαλόγου, αφού συμπληρώσουμε την εξαρτημένη («Dependent») και τις ανεξάρτητες («Independent») μεταβλητές, μπορούμε επίσης να επιλέξουμε τη μέθοδο («Method»). Προεπιλεγμένη μέθοδος είναι η «Enter», η οποία υπολογίζει την επίδραση όλων των ανεξάρτητων μεταβλητών ταυτόχρονα πάνω στην εξαρτημένη. Ιδιαίτερα χρήσιμη όμως

είναι και η βηματική μέθοδος «Stepwise», η οποία ιεραρχεί τις ανεξάρτητες μεταβλητές ανάλογα με τη βελτίωση που επιφέρουν στην ικανότητα πρόβλεψης της εξαρτημένης.

Τα αποτελέσματα δίνονται σε τέσσερις πίνακες. Ο πρώτος πίνακας, «Variables Entered/Removed», δείχνει τις ανεξάρτητες μεταβλητές και τη μέθοδο που επιλέχθηκε. Ο δεύτερος πίνακας, «Model Summary» δίνει το δείκτη πολλαπλής συνάφειας («R»), τον συντελεστή προσδιορισμού R^2 για το δείγμα («R Square», δηλ. το ποσοστό της διασποράς των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής που εξηγείται από την επίδραση των ανεξάρτητων), την εκτίμηση του συντελεστή R^2 για τον πληθυσμό («Adjusted R Square») και το τυπικό σφάλμα της εκτίμησης αυτής («Std. Error of the Estimate»). Ο τρίτος πίνακας («ANOVA») δείχνει το αποτέλεσμα της ανάλυσης διακύμανσης, το οποίο δηλώνει εάν η κλίση της γραμμής παλινδρόμησης είναι σημαντικά διαφορετική του μηδενός. Τέλος, ο πίνακας «Coefficients» παρουσιάζει τους μη προσαρμοσμένους («B») και τους προσαρμοσμένους («Beta») συντελεστές παλινδρόμησης για καθεμιά από τις ανεξάρτητες μεταβλητές ξεχωριστά. Από την επισκόπηση της στήλης «Sig.» μπορούμε να εντοπίσουμε ποιοι συντελεστές είναι στατιστικώς σημαντικοί, δηλαδή ποιες ανεξάρτητες μεταβλητές συμβάλλουν σημαντικά στην πρόβλεψη της εξαρτημένης.

4.5. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΩΝ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΕΣΩΝ ΌΡΩΝ – ANOVA

Η ανάλυση διακύμανσης (Analysis of Variance, ANOVA) χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της στατιστικής σημαντικότητας των διαφορών των μέσων όρων περισσότερων από δύο ομάδων. Επιπλέον, με την ANOVA μπορούμε να ελέγξουμε την αλληλεπίδραση δύο ή περισσότερων ανεξάρτητων (κατηγορικών) μεταβλητών πάνω στην εξαρτημένη (αριθμητική) μεταβλητή. Δηλαδή, μπορεί να έχουμε μία μικτή διμεταβλητή, τριμεταβλητή ή ακόμα και πολυμεταβλητή.

Το PASW παρέχει πολλές δυνατότητες σχεδιασμού και παραμετροποίησης μοντέλων ανάλυσης διακύμανσης, κυρίως μέσω της ανάλυσης General Linear Model, στο μενού εντολών:

Analyze > General Linear Model > Univariate>.....

Επειδή όμως οι προεπιλεγμένες ρυθμίσεις δίνουν στοιχειώδη εικόνα (στην ουσία, μόνο τον πίνακα της ανάλυσης διακύμανσης), συνήθως απαιτείται να ζητήσουμε την εμφάνιση επιπλέον πληροφοριών μέσα από το κουμπί «Options...», ως εξής:

(α) Στην ενότητα «Estimated Marginal Means», μεταφέρουμε τα περιεχόμενα του καταλόγου «Factor(s) and Factor Interactions» στον διπλανό κατάλογο «Display Means for:». Αν κάποια ανεξάρτητη μεταβλητή έχει περισσότερες από δύο τιμές επίπεδα τσεκάρουμε την επιλογή «Compare main effects» και από το μενού «Confidence interval adjustment» επιλέγουμε το post hoc κριτήριο του Bonferroni.

(β) Στην ενότητα «Display», τσεκάρουμε τις επιλογές «Estimates of effect size» και «Homogeneity tests».

Ο πρώτος πίνακας, «Between-Subjects Factors», δείχνει τις τιμές-επίπεδα των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Ο δεύτερος πίνακας («Levene's Test of Equality of Error Variances») εμφανίζει το αποτέλεσμα από τον έλεγχο ομοιογένειας της διασποράς με το test του Levene (το οποίο, παρεμπιπτόντως, πρέπει να είναι στατιστικώς *ασήμαντο* για να διασφαλιστεί η εγκυρότητα της ανάλυσης διακύμανσης).

Ο επόμενος πίνακας, «Tests of Between-Subjects Effects», συνοψίζει την ανάλυση διακύμανσης. Στις στήλες του πίνακα αυτού υπάρχουν τα αθροίσματα τετραγώνων των αποκλίσεων («Type III Sum of Squares»), οι βαθμοί ελευθερίας («df»), τα μέσα τετράγωνα των αποκλίσεων («Mean Square»), η F -τιμή, το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας («Sig.») και ο δείκτης η^2 («Partial Eta Squared»). Στις σειρές του πίνακα υπάρχουν οι κύριες επιδράσεις των ανεξάρτητων μεταβλητών, η αλληλεπίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών και πληροφορίες για τη διασπορά εντός των ομάδων («Error»). Αγνοήστε τις σειρές «Corrected Model», «Intercept», «Total» και «Corrected Total». Υπενθυμίζεται ότι για να θεωρηθεί η επίδραση κάποιας πηγής διασποράς ως στατιστικώς σημαντική, θα πρέπει η τιμή στη στήλη «Sig.» να είναι μικρότερη από .050 (δηλ. $p < 0,05$).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1. ΓΕΝΙΚΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η στατιστική επεξεργασία που υπέστησαν οι μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων , όπως έχουν υπολογιστεί από τη χρήση των Dust Trak old και Dust Trak old II στα προκάρ στο πανεπιστήμιο Θεσσαλίας με τη χρήση του στατιστικού πακέτου PASW Statistics 17.0. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης των ενδείξεων των δύο οργάνων με αξιοποίηση τις μετεωρολογικές συνθήκες (ταχύτητα ανέμου , υγρασία και θερμοκρασία) για τις τρεις χρονικά περιόδους (1^η Χρονική Περίοδος : 05/11/2009 έως 30-11/2009 , 2^η Χρονική Περίοδος: 13/05/2010 έως 13/06/2010 και 14/08/2010 έως14/09/2010, 3^η Χρονική Περίοδος : 05/11/2009 έως 30-11/2009 και 13/05/2010 έως 13/06/2010 και 14/08/2010 έως14/09/2010). Επιπρόσθετα έγιναν κάποια τεστ από το PASW Statistics 17.0 για να διαπιστωθεί η ποιότητα της συσχέτισης μεταξύ των δύο οργάνων για την 1^η χρονική περίοδο 05/11/2009 έως 30/11/2009.

5.2. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

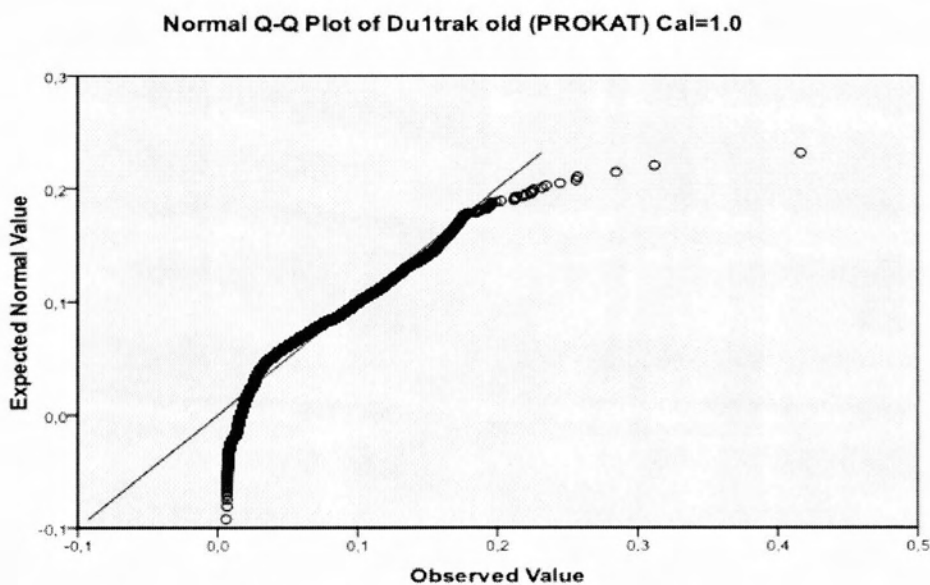
Οι μετρήσεις της συγκέντρωσης σωματιδιακής ύλης πραγματοποιήθηκε με τη χρήση δύο διαφορετικών μηχανημάτων το Dust Trak old και το Dust Trak II και αποθηκεύτηκαν στην μνήμη των οργάνων. Για την επεξεργασία των μετρήσεων έγινε μεταφορά των δεδομένων στον ηλεκτρονικό υπολογιστή και παραδόθηκε σε εμάς σε λογισμικό Excel. Τα στοιχεία τοποθετήθηκαν σε αρχείο και μεταφέρθηκαν στο στατιστικό πρόγραμμα PASW Statistics 17.0 όπου με τις διαδικασίες PAIRED SAMPLES T-TEST , CORRELATION , REGRESSION και ANOVA σχηματίστηκαν οι πίνακες επεξεργασίας .

5.3. PAIRED SAMPLES T – TEST ΤΩΝ DusTrak old, DusTrak II

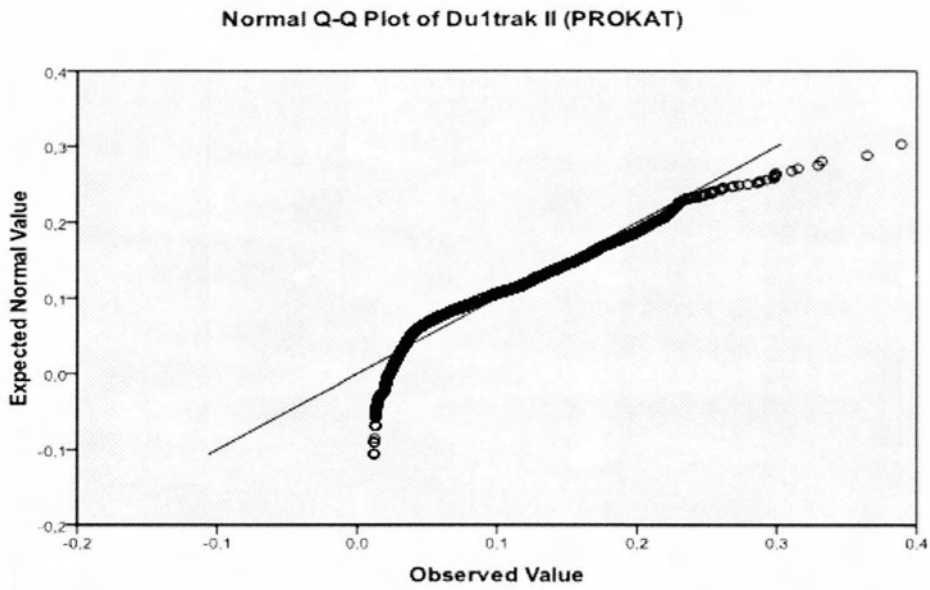
Αυτό που κάναμε είναι έλεγχο κανονικής κατανομής για τις μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30-11/2009 στα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II.

Πρόκειται για εξαρτημένα δείγματα αφού ,κάθε ζεύγος μετρήσεων έχει ληφθεί την ίδια ώρα και στην ίδια τοποθεσία .

Για να κάνουμε τη στατιστική ανάλυση κάναμε έλεγχο αρχικά στις διαφορές των μετρήσεων έτσι ώστε να δούμε αν προέρχονται από πληθυσμό ο οποίος ακολουθεί κανονική κατανομή .Οι έλεγχοι αυτοί γίνονται μέσω των γραφημάτων Q-Q plot (διάγραμμα 5.1, διάγραμμα 5.2), ώστε να πάρουμε μια πρώτη εποπτική εικόνα για τα δεδομένα. Όσο πιο κοντά στην ευθεία είναι τα σημεία του σχήματος τόσο πιο πολλές είναι οι ενδείξεις ότι τα δεδομένα ακολουθούν κανονική κατανομή .Τα γραφήματα αυτά δεν οδηγούν με σχετική «ασφάλεια» σε κάποια απόφαση. Το μάτι μπορεί να “πέσει έξω” και να ξεγελαστούμε. Γι’ αυτό κάνουμε ένα από τους πιο σημαντικούς ελέγχους καλής προσαρμογής το Kolmogorov-Smirnov test (πίνακας 5.1) Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε ίσο με 0.05 ή 5%. Και για τις δύο μεταβλητές εμφανίζεται το μέγεθος του δείγματος (4741). Από ότι φαίνεται για αυτές τις μεταβλητές δεν έχουμε εκλιπούσες τιμές . Εμφανίζονται επίσης ο μέσος και η τυπική απόκλιση για κάθε μεταβλητή. Για τον έλεγχο της κανονικότητας μας ενδιαφέρουν οι τιμές του Asymp.Sig. (2-tailed). Παρατηρούμε ότι οι τιμές που υπολογίστηκαν και με τα δύο μηχανήματα είναι ίσες με το μηδέν. Αν η τιμή του Asymp.Sig. (2-tailed) είναι μικρότερη από το 0.05, τότε απορρίπτουμε την υπόθεση της κανονικότητας των δεδομένων. Άρα η υπόθεση ότι οι μετρήσεις που αφορούν τα αιωρούμενα σωματίδια, κατανέμονται κανονικά απορρίπτεται σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=0.05$ ή $\alpha=5\%$. Ειδικά, μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν ενδείξεις ότι αυτές οι μετρήσεις δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Έχουμε την εναλλακτική λύση στην οποία όταν το δείγμα είναι αρκετά μεγάλο (≥ 30), στην περίπτωση μας είναι, μπορούμε να προχωρήσουμε στην εφαρμογή του paired-test.



Διάγραμμα 5.1: Normal Q-Q γράφημα για έλεγχο κανονικής κατανομής των μετρήσεων(Dust Trak old).



Διάγραμμα 5.2: Normal Q-Q γράφημα για έλεγχο κανονικής κατανομής των μετρήσεων (Dust Trak II).

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	Du1trak II (PROKAT)
N		4741	4741
Normal Parameters ^{a, b}	Mean	,0696980726327	,091108
	Std. Deviation	,0443738582148	,0580130
Most Extreme Differences	Absolute	,098	,109
	Positive	,098	,109
	Negative	-,077	-,088
Kolmogorov-Smirnov Z		6,753	7,500
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	,000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Πίνακας 5.1: Έλεγχος κανονικής κατανομής με το test Kolmogorov-Smirnov.

Το αποτέλεσμα του paired-test δίνει τρεις πίνακες. Στον πίνακα 5.2 δίνονται περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες των δύο μεταβλητών: μέσοι όροι («Mean»), μέγεθος δείγματος («N»), τυπικές αποκλίσεις («Std. Deviation»), τυπικό σφάλμα των μέσων όρων («Std. Error Mean»). Στον πίνακα 5.3 δίνεται ο δείκτης συνάφειας Pearson r («Correlation») μεταξύ των δύο μεταβλητών και το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητάς του («Sig.»). Στον πίνακα-3 δίνονται τα στοιχεία από τη σύγκριση των μέσων όρων («Paired differences»), η τιμή t , οι βαθμοί ελευθερίας («df») και το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας («Sig.»).

Αρχικά παίρνουμε την (μικρή) περιγραφική στατιστική των παρατηρήσεων μας – Paired Samples Statistics (πίνακας 5.2), και στη συνέχεια το συντελεστή συσχέτισης του Paired Samples Statistics Correlations (πίνακας 5.1) για τη διαπίστωση της (θεωρητικής) ύπαρξης (γραμμικής) σχέσης μεταξύ των δύο μεταβλητών. Ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson είναι υψηλός (0,964) υποδεικνύοντας την ύπαρξη μιας ισχυρής (γραμμικής) συσχέτισης μεταξύ των δύο μεταβλητών. Τέλος (πίνακας 5.4), έχουμε το στατιστικό έλεγχο που ζητήθηκε.

Η τιμή των διαφορών στις μετρήσεις των αιωρούμενα σωματίδια στα δύο μηχανήματα ισούται με $-2,140996364655859E-2$ με αντίστοιχο 95% δ.ε. από $-2,195926671707312E-2$ έως $-2,086066057604406E-2$. Στο διάστημα αυτό δεν συμπεριλαμβάνεται το 0 κι άρα με πιθανότητα λάθους 0.05 υπάρχει διαφορά στις μετρήσεις αιωρούμενα σωματίδια στα μηχανήματα. Πράγματι, η τιμή του στατιστικού είναι $t=-76,412$ με 4740 βαθμούς ελευθερίας και επίπεδο σημαντικότητας 0,01. Το αρνητικό πρόσημο μας οδηγεί να συμπεράνουμε επιπλέον, ότι η μέση μέτρηση του Dustrak old(1^η μεταβλητή μεταξύ του ζεύγους) είναι μικρότερη της αντίστοιχης των μετρήσεων του (2^η μεταβλητή) Dustrak II.

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	,06969807263271	4741	,044373858214897	,000644454430465
Du1trak II (PROKAT)	,091108	4741	,0580130	,0008425

Πίνακας 5.2: Περιγραφική στατιστική ζευγαρωτών παρατηρήσεων.

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0 & Du1trak II (PROKAT)	4741	,964	,000

Πίνακας 5.3: Συντελεστής συσχέτισης ζευγαρωτών παρατηρήσεων.

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pa Du1trak ir old 1 (PROK AT) Cal=1.0 - Du1trak II (PROK AT)	- 2,140996364655 859E-2	,01929247748 1484	,00028019025 3626	- 2,195926671707 312E-2	- 2,086066057604 406E-2	- 76,4 12	474 0	,000

Πίνακας 5.4: Στατιστικός έλεγχος για ζευγαρωτών παρατηρήσεων.

5.4. BIVARIATE CORRELATION

*Dustrak_old KAI Dustrak_II ME TIS METEΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 05/11/2009-30/11/2009*

		Correlations				
		Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	Du1trak II (PROKAT)	Out Temp	Out Hum	Wind Speed
Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	Pearson Correlation	1	,964**	-,425**	,382**	-,470**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000
	N	4741	4741	4741	4741	4741
Du1trak II (PROKAT)	Pearson Correlation	,964**	1	-,468**	,403**	-,489**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000
	N	4741	4741	4741	4741	4741
Out Temp	Pearson Correlation	-,425**	-,468**	1	-,560**	,645**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000
	N	4741	4741	7332	7332	7332
Out Hum	Pearson Correlation	,382**	,403**	-,560**	1	-,425**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000
	N	4741	4741	7332	7332	7332
Wind Speed	Pearson Correlation	-,470**	-,489**	,645**	-,425**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	
	N	4741	4741	7332	7332	7332

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Πίνακας 5.5: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson της διαδικασίας Bivariate Correlations τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 για τα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II με τις μετεωρολογικές συνθήκες .

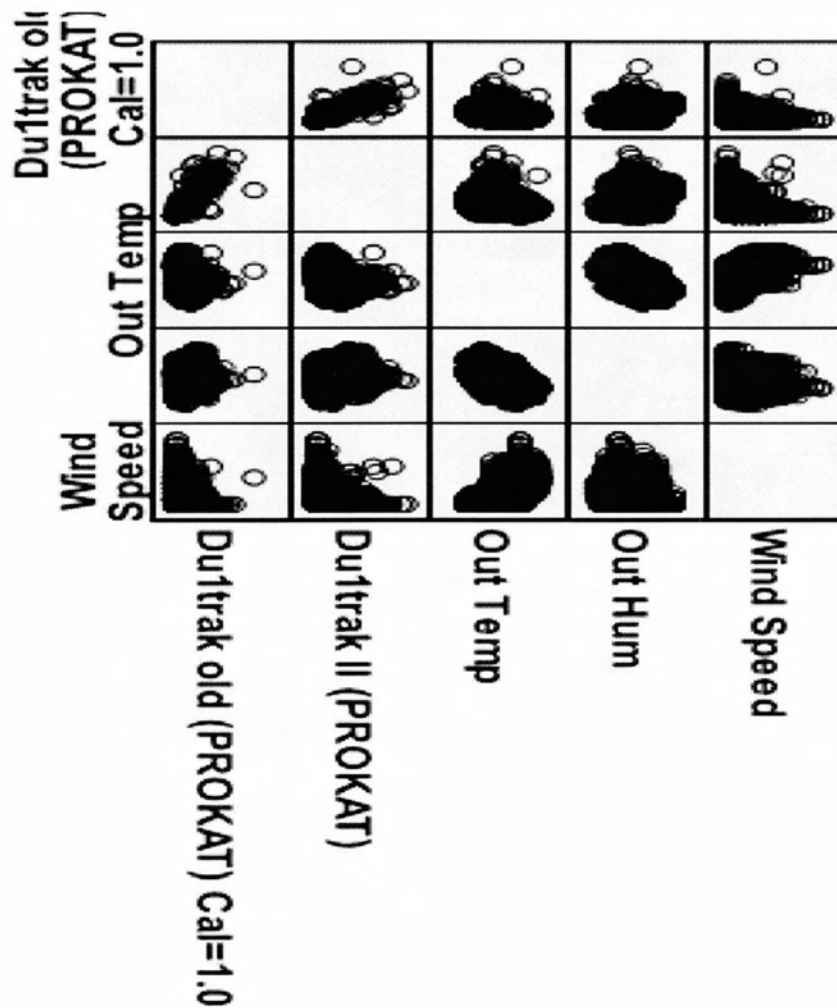
Από τον πίνακα 5.5 παρατηρούμε αυτό που βρήκαμε και πιο πάνω, ότι ο συντελεστής συσχέτισης των δύο μηχανημάτων είναι πολύ υψηλός με τιμή 0,964 υποδεικνύοντας την ύπαρξη μίας ισχυρής (γραμμικής) θετικής συσχέτισης μεταξύ των δύο μεταβλητών. Επομένως , οι μετρήσεις τα δύο μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II έχουν μια ομοιόμορφη γραμμική συμπεριφορά.

Παρατηρούμε επίσης πως από τις μετεωρολογικές συνθήκες η ταχύτητα του ανέμου έχει τον μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης , μόνο που έχει αρνητικό πρόσημο και , επομένως υποδηλώνει αρνητική σχέση μεταξύ των μεταβλητών(Pearson Correlation =-0,470 για το Dustrak old και Pearson Correlation =-0,489 για το Dustrak II). Βλέπουμε επίσης πως μόνο η σχετική υγρασία έχει θετική συσχέτιση με τα δύο μηχανήματα.

Συνοψίζοντας οι συντελεστές συσχέτισης που υπολογίστηκαν για αυτά τα ζεύγη μεταβλητών ανίχνευσαν κάποιες στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ όλων των ζευγών μεταβλητών. Κάτω από κάθε μεταβλητή του συντελεστή συσχέτισης εμφανίζεται μία p-value (Sig.(2-tailed)). Η p-value που έχει υπολογιστεί για κάθε συντελεστή ξεχωριστά αναφέρεται στον έλεγχο της υπόθεσης ότι στο συγκεκριμένο ζεύγος μεταβλητών δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση (δηλαδή ότι ο συντελεστής συσχέτισης για το κάθε ζεύγος είναι ίσος με μηδέν). Αφού το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας είναι μικρότερο του 0,01 , συμπεραίνουμε ότι αυτή η υπόθεση απορρίπτεται σε $\alpha=0,01$. Άρα υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ του ζεύγους.

Βλέπουμε ότι για όλες τις τιμές των συντελεστών γραμμικής συσχέτισης υπάρχουν δύο αστεράκια .Οι δύο αστερίσκοι δίπλα στον συντελεστή συσχέτισης υποδηλώνουν τη σημαντικότητα του συντελεστή σε επίπεδο $\alpha=0,01$.

Για να έχουμε και μία οπτική επαφή κάναμε το διάγραμμα 5.3.



Διάγραμμα 5.3 :Πολλαπλό διάγραμμα διασπορά.

**Dustrak_old ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ
ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 13/05/2010-13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010**

		Correlations			
		PM_10 [μg/m3]	DB Temperature [οC]	RH [%]	wind speed [kph]
PM_10 [μg/m3]	Pearson Correlation	1	,134**	,077**	-,085**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000
	N	17173	17173	17173	17173
DB Temperature [οC]	Pearson Correlation	,134**	1	-,614**	,156**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000
	N	17173	17618	17618	17618
RH [%]	Pearson Correlation	,077**	-,614**	1	-,273**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000
	N	17173	17618	17618	17618
wind speed [kph]	Pearson Correlation	-,085**	,156**	-,273**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	
	N	17173	17618	17618	17618

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Πίνακας 5.6: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson της διαδικασίας Bivariate Correlations τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old με τις μετεωρολογικές συνθήκες .

Από τον πίνακα 5.6 παρατηρούμε ότι, από τις μετεωρολογικές συνθήκες η θερμοκρασία έχει τον μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης , έχοντας θετικό πρόσημο που υποδηλώνει θετική σχέση μεταξύ των μεταβλητών(Pearson Correlation =0,134). Βλέπουμε επίσης πως μόνο η ταχύτητα ανέμου έχει αρνητική συσχέτιση με το μηχάνημα.

Συνοψίζοντας οι συντελεστές συσχέτισης που υπολογίστηκαν για αυτά τα ζεύγη μεταβλητών ανίχνευσαν κάποιες στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ όλων των ζευγών μεταβλητών. Κάτω από κάθε μεταβλητή του συντελεστή συσχέτισης εμφανίζεται μία p-value (Sig.(2-tailed)). Η p-value που έχει υπολογιστεί για κάθε συντελεστή ξεχωριστά αναφέρεται στον έλεγχο της υπόθεσης ότι στο συγκεκριμένο ζεύγος μεταβλητών δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση (δηλαδή ότι ο συντελεστής συσχέτισης για το κάθε ζεύγος είναι ίσος με μηδέν). Αφού το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας είναι μικρότερο του 0,01 , συμπεραίνουμε ότι αυτή η υπόθεση απορρίπτεται σε $\alpha=0,01$. Άρα υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ του ζεύγους.

Βλέπουμε ότι για όλες τις τιμές των συντελεστών γραμμικής συσχέτισης υπάρχουν δύο αστεράκια .Οι δύο αστερίσκοι δίπλα στον συντελεστή συσχέτισης υποδηλώνουν τη σημαντικότητα του συντελεστή σε επίπεδο $\alpha=0,01$.

**Dustrak_old ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ
ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ
05/11/2009-30/11/2009+13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010**

Correlations

		Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0	Out Temp	Out Hum	Wind Speed
Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0	Pearson Correlation	1	-,248**	,141**	-,154**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000
	N	22359	22359	22359	22359
Out Temp	Pearson Correlation	-,248**	1	-,570**	,153**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000
	N	22359	22359	22359	22359
Out Hum	Pearson Correlation	,141**	-,570**	1	-,260**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000
	N	22359	22359	22359	22359
Wind Speed	Pearson Correlation	-,154**	,153**	-,260**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	
	N	22359	22359	22359	22359

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Πίνακας 5.7: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson της διαδικασίας Bivariate Correlations τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old με τις μετεωρολογικές συνθήκες .

Από τον πίνακα 5.7 παρατηρούμε ότι, από τις μετεωρολογικές συνθήκες η θερμοκρασία έχει τον μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης, μόνο που έχει αρνητικό πρόσημο και, επομένως υποδηλώνει αρνητική σχέση μεταξύ των μεταβλητών (Pearson Correlation =-0,248). Βλέπουμε επίσης πως μόνο η σχετική υγρασία έχει αρνητική συσχέτιση με το μηχάνημα. Συνοψίζοντας οι συντελεστές συσχέτισης που υπολογίστηκαν για αυτά τα ζεύγη μεταβλητών ανίχνευσαν κάποιες στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ όλων των ζευγών μεταβλητών. Κάτω από κάθε μεταβλητή του συντελεστή συσχέτισης εμφανίζεται μία p-value (Sig.(2-tailed)). Η p-value που έχει υπολογιστεί για κάθε συντελεστή ξεχωριστά αναφέρεται στον έλεγχο της υπόθεσης ότι στο συγκεκριμένο ζεύγος μεταβλητών δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση (δηλαδή ότι ο συντελεστής συσχέτισης για το κάθε ζεύγος είναι ίσος με μηδέν). Αφού το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας είναι μικρότερο του 0,01, συμπεραίνουμε ότι αυτή η υπόθεση απορρίπτεται σε $\alpha=0,01$. Άρα υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ του ζεύγους.

Βλέπουμε ότι για όλες τις τιμές των συντελεστών γραμμικής συσχέτισης υπάρχουν δύο αστεράκια .Οι δύο αστερίσκοι δίπλα στον συντελεστή συσχέτισης υποδηλώνουν τη σημαντικότητα του συντελεστή σε επίπεδο $\alpha=0,01$.

5.5. PARTIAL CORRELATION

Dustrak_old KAI Dustrak_II ME TIS METEΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 05/11/2009-30/11/2009

➤ Με παγωμένη τη θερμοκρασία :

			Correlations			
Control Variables			Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	Du1trak II (PROKAT)	Out Hum	Wind Speed
Out Temp	Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	Correlation	1,000	,956	,190	-,274
		Significance (2-tailed)	.	,000	,000	,000
		df	0	4738	4738	4738
Du1trak II (PROKAT)		Correlation	,956	1,000	,190	-,267
		Significance (2-tailed)	,000	.	,000	,000
		df	4738	0	4738	4738
Out Hum		Correlation	,190	,190	1,000	-,114
		Significance (2-tailed)	,000	,000	.	,000
		df	4738	4738	0	4738
Wind Speed		Correlation	-,274	-,267	-,114	1,000
		Significance (2-tailed)	,000	,000	,000	.
		df	4738	4738	4738	0

Πίνακας 5.8: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 για τα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας .

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς την θερμοκρασία , προκύπτει από τον Πίνακα 5.8, ότι για το Dustrak old η σχέση της σχετικής υγρασίας είναι θετική

(0,190) ,ενώ η σχέση της ταχύτητας ανέμου είναι μεν αρνητική αλλά πολύ μικρότερη σε έκταση απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της θερμοκρασίας (-0,470 έναντι - 0,274) Το ίδιο ισχύει και για το Dustrak II όπου η σχέση της σχετικής υγρασίας είναι θετική (0,190) , ενώ η σχέση της ταχύτητας ανέμου είναι μεν αρνητική αλλά πολύ μικρότερη σε έκταση απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της θερμοκρασίας (-0,489 έναντι - 0,267).

➤ Με παγωμένη τη σχετική υγρασία :

			Correlations			
Control Variables			Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	Du1trak II (PROKAT)	Out Temp	Wind Speed
Out Hum	Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	Correlation	1,000	,958	-,274	-,360
		Significance (2-tailed)	.	,000	,000	,000
		df	0	4738	4738	4738
Du1trak II (PROKAT)	Du1trak II (PROKAT)	Correlation	,958	1,000	-,318	-,377
		Significance (2-tailed)	,000	.	,000	,000
		df	4738	0	4738	4738
Out Temp	Out Temp	Correlation	-,274	-,318	1,000	,569
		Significance (2-tailed)	,000	,000	.	,000
		df	4738	4738	0	4738
Wind Speed	Wind Speed	Correlation	-,360	-,377	,569	1,000
		Significance (2-tailed)	,000	,000	,000	.
		df	4738	4738	4738	0

Πίνακας 5.9: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 για τα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II ως προς την επίδραση της σχετικής υγρασίας.

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς την σχετική υγρασία , προκύπτει από τον Πίνακα 5.9, ότι για το Dustrak old η σχέση της θερμοκρασίας και ταχύτητας του ανέμου είναι μεν αρνητικές αλλά μικρότερες σε έκταση απ' ότι τις είχαμε

υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας (για την θερμοκρασία έχουμε $-0,425$ έναντι $-0,274$, την ταχύτητα ανέμου $-0,470$ έναντι $-0,360$)Το ίδιο ισχύει και για το Dustrak II όπου η σχέση της θερμοκρασίας κατ ταχύτητας του ανέμου είναι μεν αρνητικές αλλά μικρότερες σε έκταση απ' ότι τις είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας (για την θερμοκρασία έχουμε $0,468$ έναντι $-0,318$, την ταχύτητα ανέμου $-0,489$ έναντι $-0,377$).

➤ Με παγωμένη τη ταχύτητα του ανέμου :

			Correlations			
Control Variables			Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	Du1trak II (PROKAT)	Out Temp	Out Hum
Wind Speed Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	Correlation		1,000	,953	-,166	,216
	Significance (2-tailed)			,000	,000	,000
	df		0	4738	4738	4738
Du1trak II (PROKAT)	Correlation		,953	1,000	-,214	,234
	Significance (2-tailed)		,000		,000	,000
	df		4738	0	4738	4738
Out Temp	Correlation		-,166	-,214	1,000	-,397
	Significance (2-tailed)		,000	,000		,000
	df		4738	4738	0	4738
Out Hum	Correlation		,216	,234	-,397	1,000
	Significance (2-tailed)		,000	,000	,000	
	df		4738	4738	4738	0

Πίνακας 5.10: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 για τα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II ως προς την επίδραση της ταχύτητας ανέμου .

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς την ταχύτητα του ανέμου , προκύπτει από τον Πίνακα 5.10, ότι για το Dustrak old η σχέση της σχετικής υγρασίας είναι

θετική (0,216) ,ενώ η σχέση την θερμοκρασία είναι μεν αρνητική αλλά πολύ μικρότερης έκτασης απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της ταχύτητας ανέμου (-0,425 έναντι -0,166).Το ίδιο ισχύει και για το Dustrak II όπου η σχέση της σχετικής υγρασίας είναι θετική (0,234) , ενώ η σχέση την θερμοκρασία είναι μεν αρνητική αλλά πολύ μικρότερης έκτασης απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της ταχύτητας ανέμου (-0,468 έναντι -0,214).

➤ Με παγωμένη τη σχετική υγρασία και τη ταχύτητα του ανέμου:

			Correlations		
Control Variables			Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	Du1trak II (PROKAT)	Out Temp
Out Hum & Wind Speed	Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	Correlation	1,000	,951	-,089
		Significance (2- tailed)	.	,000	,000
		df	0	4737	4737
	Du1trak II (PROKAT)	Correlation	,951	1,000	-,136
		Significance (2- tailed)	,000	.	,000
		df	4737	0	4737
Out Temp		Correlation	-,089	-,136	1,000
		Significance (2- tailed)	,000	,000	.
		df	4737	4737	0

Πίνακας 5.11: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 για τα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II ως προς την επίδραση της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας ανέμου .

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς τη σχετική υγρασία και την ταχύτητα ανέμου , προκύπτει από τον Πίνακα 5.11, ότι για το Dustrak old η σχέση της θερμοκρασίας είναι μεν αρνητική αλλά πολύ μικρότερη σε έκταση απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας ανέμου (-0,425 έναντι -0,089 , την ταχύτητα ανέμου)Το ίδιο ισχύει και για το Dustrak II όπου η σχέση της θερμοκρασίας είναι μεν αρνητική αλλά πολύ μικρότερη σε έκταση απ' ότι την

είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας ανέμου (-0,468 έναντι -0,139).

➤ Με παγωμένη τη θερμοκρασία και την ταχύτητα του ανέμου:

Correlations			Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	Du1trak II (PROKAT)	Out Hum
Control Variables					
Out Temp & Wind Speed	Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	Correlation	1,000	,953	,166
		Significance (2- tailed)		,000	,000
		df	0	4737	4737
	Du1trak II (PROKAT)	Correlation	,953	1,000	,166
		Significance (2- tailed)	,000		,000
		df	4737	0	4737
Out Hum		Correlation	,166	,166	1,000
		Significance (2- tailed)	,000	,000	
		df	4737	4737	0

Πίνακας 5.12: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 για τα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου .

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς τη θερμοκρασία και την ταχύτητα ανέμου , προκύπτει από τον Πίνακα 5.12, ότι για το Dustrak old η σχέση της σχετικής υγρασίας είναι μεν θετική αλλά πολύ μικρότερη σε έκταση απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου(0,382 έναντι 0,166 , την ταχύτητα ανέμου)Το ίδιο ισχύει και για το Dustrak II όπου η σχέση της σχετικής υγρασίας είναι μεν θετική αλλά πολύ μικρότερη σε έκταση απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου (0,403 έναντι 0,166).

➤ Με παγωμένη τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία:

			Correlations		
Control Variables			Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	Du1trak II (PROKAT)	Wind Speed
Out Temp & Out Hum	Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0	Correlation	1,000	,955	-,259
		Significance (2- tailed)	.	,000	,000
		df	0	4737	4737
	Du1trak II (PROKAT)	Correlation	,955	1,000	-,251
		Significance (2- tailed)	,000	.	,000
		df	4737	0	4737
Wind Speed	Correlation	-,259	-,251	1,000	
	Significance (2- tailed)	,000	,000	.	
	df	4737	4737	0	

Πίνακας 5.13: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 για τα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας .

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς τη σχετική υγρασία και την θερμοκρασία, προκύπτει από τον Πίνακα 5.13, ότι για το Dustrak old η σχέση της ταχύτητας του ανέμου είναι μεν αρνητική αλλά πολύ μικρότερη σε έκταση απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας και της θερμοκρασίας(-0,470 έναντι -0,259 , την ταχύτητα ανέμου)Το ίδιο ισχύει και για το Dustrak II όπου η σχέση της θερμοκρασίας είναι μεν αρνητική αλλά πολύ μικρότερη σε έκταση απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας ανέμου (-0,489 έναντι -0,251).

Dustrak_old ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 13/05/2010-13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010

➤ Με παγωμένη τη θερμοκρασία:

Correlations			PM_10 [μg/m3]	RH [%]	wind speed [kph]
Control Variables			PM_10 [μg/m3]	RH [%]	wind speed [kph]
DB Temperature [oC]	PM_10 [μg/m3]	Correlation	1,000	,197	-,108
		Significance (2-tailed)	.	,000	,000
		df	0	17170	17170
RH [%]	Correlation	Correlation	,197	1,000	-,227
		Significance (2-tailed)	,000	.	,000
		df	17170	0	17170
wind speed [kph]	Correlation	Correlation	-,108	-,227	1,000
		Significance (2-tailed)	,000	,000	.
		df	17170	17170	0

Πίνακας 5.14: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας .

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς την θερμοκρασία , προκύπτει από τον Πίνακα 5.14, ότι η σχέση της σχετικής υγρασίας είναι θετική (0,197) ,ενώ η σχέση της ταχύτητας ανέμου παραμένει αρνητική ελαφρός μεγαλύτερη σε έκταση απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της θερμοκρασίας (-0,085 έναντι -0,108).

➤ Με παγωμένη τη σχετική υγρασία :

			Correlations		
Control Variables			PM_10 [μg/m3]	DB Temperature [oC]	wind speed [kph]
RH [%]	PM_10 [μg/m3]	Correlation	1,000	,224	-,066
		Significance (2-tailed)	.	,000	,000
		df	0	17170	17170
DB Temperature [oC]	DB Temperature [oC]	Correlation	,224	1,000	-,008
		Significance (2-tailed)	,000	.	,314
		df	17170	0	17170
wind speed [kph]	wind speed [kph]	Correlation	-,066	-,008	1,000
		Significance (2-tailed)	,000	,314	.
		df	17170	17170	0

Πίνακας 5.15: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα *Dustrak old* ως προς την επίδραση της σχετικής υγρασίας.

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς την σχετική υγρασία , προκύπτει από τον Πίνακα 5.15, ότι η σχέση της θερμοκρασίας παραμένει θετική (0,224) αλλά μεγαλύτερη σε έκταση απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας, ενώ η σχέση της ταχύτητας ανέμου παραμένει αρνητική ελαφρός μικρότερη σε έκταση απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της σχετική υγρασία (-0,085 έναντι -0,066).

➤ Με παγωμένη τη ταχύτητα του ανέμου :

			Correlations		
Control Variables			PM_10 [μg/m3]	DB Temperature [oC]	RH [%]
wind speed [kph]	PM_10 [μg/m3]	Correlation	1,000	,149	,056
		Significance (2-tailed)		,000	,000
		df	0	17170	17170
DB Temperature [oC]	DB Temperature [oC]	Correlation	,149	1,000	-,584
		Significance (2-tailed)	,000		,000
		df	17170	0	17170
RH [%]	RH [%]	Correlation	,056	-,584	1,000
		Significance (2-tailed)	,000	,000	
		df	17170	17170	0

Πίνακας 5.16: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της ταχύτητας ανέμου .

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς την ταχύτητα του ανέμου , προκύπτει από τον Πίνακα 5.16, ότι η σχέση της σχετικής υγρασίας παραμένει θετική (0,056), ενώ η σχέση της θερμοκρασίας παραμένει θετική στα ίδια περίπου επίπεδα απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της ταχύτητας ανέμου (0,134 έναντι 0,149).

➤ Με παγωμένη τη σχετική υγρασία και τη ταχύτητα του ανέμου:

Correlations			PM_10 [μg/m3]	DB Temperature [oC]
Control Variables			PM_10 [μg/m3]	DB Temperature [oC]
RH [%] & wind speed [kph]	PM_10 [μg/m3]	Correlation	1,000	,224
		Significance (2-tailed)	.	,000
		df	0	17169
DB Temperature [oC]	PM_10 [μg/m3]	Correlation	,224	1,000
		Significance (2-tailed)	,000	.
		df	17169	0

Πίνακας 5.17: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας ανέμου .

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς τη σχετική υγρασία και την ταχύτητα ανέμου , προκύπτει από τον Πίνακα 5.17, ότι η σχέση της θερμοκρασίας παραμένει θετική και μεγαλύτερη σε έκταση απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας ανέμου (0,134 έναντι 0,224).

➤ Με παγωμένη τη θερμοκρασία και την ταχύτητα του ανέμου:

Correlations			PM_10 [μg/m3]	RH [%]
Control Variables			PM_10 [μg/m3]	RH [%]
DB Temperature [oC] & wind speed [kph]	PM_10 [μg/m3]	Correlation	1,000	,178
		Significance (2-tailed)	.	,000
		df	0	17169
RH [%]	PM_10 [μg/m3]	Correlation	,178	1,000
		Significance (2-tailed)	,000	.
		df	17169	0

Πίνακας 5.18: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου .

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς τη θερμοκρασία και την ταχύτητα ανέμου , προκύπτει από τον Πίνακα 5.18, ότι η σχέση της σχετικής υγρασίας

παραμένει θετική και αρκετά μεγαλύτερη απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου (0,077 έναντι 0,178).

➤ Με παγωμένη τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία:

Correlations			PM_10 [μg/m3]	wind speed [kph]
Control Variables				
DB Temperature [oC] & RH [%]	PM_10 [μg/m3]	Correlation	1,000	-,066
		Significance (2-tailed)	.	,000
		df	0	17169
wind speed [kph]		Correlation	-,066	1,000
		Significance (2-tailed)	,000	.
		df	17169	0

Πίνακας 5.19: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας .

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς τη σχετική υγρασία και την θερμοκρασία, προκύπτει από τον Πίνακα 5.19, ότι η σχέση της ταχύτητας ανέμου παραμένει αρνητική ελαφρός μικρότερης έκτασης απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας και της θερμοκρασίας (-0,085 έναντι -0,066).

**Dustrak_old ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ
ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ
05/11/2009-30/11/2009+13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010**

➤ Με παγωμένη τη θερμοκρασία:

			Correlations		
Control Variables			Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0	Out Hum	Wind Speed
Out Temp	Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0	Correlation	1,000	,123	-,121
		Significance (2-tailed)	.	,953	,000
		df	0	22356	22356
Out Hum		Correlation	,123	1,000	-,212
		Significance (2-tailed)	,953	.	,000
		df	22356	0	22356
Wind Speed		Correlation	-,121	-,212	1,000
		Significance (2-tailed)	,000	,000	.
		df	22356	22356	0

Πίνακας 5.20: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας .

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς την θερμοκρασία , προκύπτει από τον Πίνακα 5.20, ότι η σχέση της σχετικής υγρασίας παραμένει θετική αλλά μικρότερη σχεδόν μηδενική (0,141 έναντι 0,1230,072),ενώ η σχέση της ταχύτητας ανέμου παραμένει αρνητική ελαφρός μικρότερης έκταση απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της θερμοκρασίας (-0,154 έναντι -0,121).

➤ Με παγωμένη τη σχετική υγρασία :

			Correlations		
Control Variables			Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0	Out Temp	Wind Speed
Out Hum	Dustrak old (PROKAT)	Correlation	1,000	-,205	-,122
	Cal=1.0	Significance (2-tailed)		,000	,000
		df	0	22356	22356
Out Temp		Correlation	-,205	1,000	,007
		Significance (2-tailed)	,000		,288
		df	22356	0	22356
Wind Speed		Correlation	-,122	,007	1,000
		Significance (2-tailed)	,000	,288	
		df	22356	22356	0

Πίνακας 5.21: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της σχετικής υγρασίας.

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς την σχετική υγρασία , προκύπτει από τον Πίνακα 5.21, ότι η σχέση της θερμοκρασίας παραμένει αρνητική (-0,205) ελαφρός μικρότερης έκτασης απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας, ενώ η σχέση της ταχύτητας ανέμου παραμένει επίσης αρνητική και ελαφρός μικρότερη σε έκταση απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της σχετική υγρασία (-0,154 έναντι -0,122).

➤ Με παγωμένη τη ταχύτητα του ανέμου :

Correlations			Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0	Out Temp	Out Hum
Control Variables					
Wind Speed	Dustrak old (PROKAT)	Correlation	1,000	-,230	,106
	Cal=1.0	Significance (2-tailed)		,000	,000
		df	0	22356	22356
Out Temp		Correlation	-,230	1,000	-,555
		Significance (2-tailed)	,000		,000
		df	22356	0	22356
Out Hum		Correlation	,106	-,555	1,000
		Significance (2-tailed)	,000	,000	
		df	22356	22356	0

Πίνακας 5.22: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της ταχύτητας ανέμου .

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς την ταχύτητα του ανέμου , προκύπτει από τον Πίνακα 5.22, ότι η σχέση της σχετικής υγρασίας παραμένει θετική (0,106), ενώ η σχέση της θερμοκρασίας παραμένει αρνητική στα ίδια περίπου επίπεδα απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της ταχύτητας ανέμου (-0,248 έναντι -0,230).

➤ Με παγωμένη τη σχετική υγρασία και τη ταχύτητα του ανέμου:

Correlations			Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0	Out Temp
Control Variables				
Out Hum & Wind Speed	Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0	Correlation	1,000	-,206
		Significance (2-tailed)	.	,000
		df	0	22355
Out Temp		Correlation	-,206	1,000
		Significance (2-tailed)	,000	.
		df	22355	0

Πίνακας 5.23: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας ανέμου .

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς τη σχετική υγρασία και την ταχύτητα ανέμου , προκύπτει από τον Πίνακα 5.23, ότι η σχέση της θερμοκρασίας παραμένει αρνητική λίγο μικρότερης έκτασης απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας ανέμου (-0,248 έναντι -0,206).

➤ Με παγωμένη τη θερμοκρασία και την ταχύτητα του ανέμου:

Correlations			Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0	Out Hum
Control Variables				
Out Temp & Wind Speed	Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0	Correlation	1,000	,072
		Significance (2-tailed)	.	,000
		df	0	22355
Out Hum		Correlation	,072	1,000
		Significance (2-tailed)	,000	.
		df	22355	0

Πίνακας 5.24: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου .

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς τη θερμοκρασία και την ταχύτητα ανέμου , προκύπτει από τον Πίνακα 5.24, ότι η σχέση της σχετικής υγρασίας παραμένει θετική αλλά αρκετά μικρότερη απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου (0,141 έναντι 0,072).

➤ Με παγωμένη τη σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία:

Correlations			Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0	Wind Speed
Control Variables				
Out Temp & Out Hum	Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0	Correlation	1,000	-,124
		Significance (2-tailed)		,000
		df	0	22355
Wind Speed		Correlation	-,124	1,000
		Significance (2-tailed)	,000	
		df	22355	0

Πίνακας 5.25: Συντελεστές συσχέτισης του Pearson για έλεγχο τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010 για το μηχάνημα Dustrak old ως προς την επίδραση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας .

Από τις τιμές των μερικών συσχετίσεων , με έλεγχο ως προς τη σχετική υγρασία και την θερμοκρασία, προκύπτει από τον Πίνακα 5.25, ότι η σχέση της ταχύτητας ανέμου παραμένει αρνητική λίγο μικρότερη απ' ότι την είχαμε υπολογίσει χωρίς τον έλεγχο της σχετικής υγρασίας και της θερμοκρασίας (-0,154 έναντι -0,124).

5.6. ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ

Όπως είναι φυσικό δεν μπορούμε να ελέγξουμε ολόκληρο τον πληθυσμό των αιωρούμενων σωματιδίων, γι' αυτό ,για να δούμε πόσο επηρεάζουν οι μετεωρολογικές συνθήκες τα μηχανήματα Dustrak old και Dustrak II, τις χωρίσαμε σε επίπεδα. Γι' αυτό το λόγο δημιουργήσαμε ένα μοντέλο που μας δίνει τη δυνατότητα να εξετάσουμε κατά πόσο κάθε επίπεδο-κλάσης των , θερμοκρασίας , σχετικής υγρασίας και ταχύτητας ανέμου επηρεάζει τις μετρήσεις στα δύο μηχανήματα .

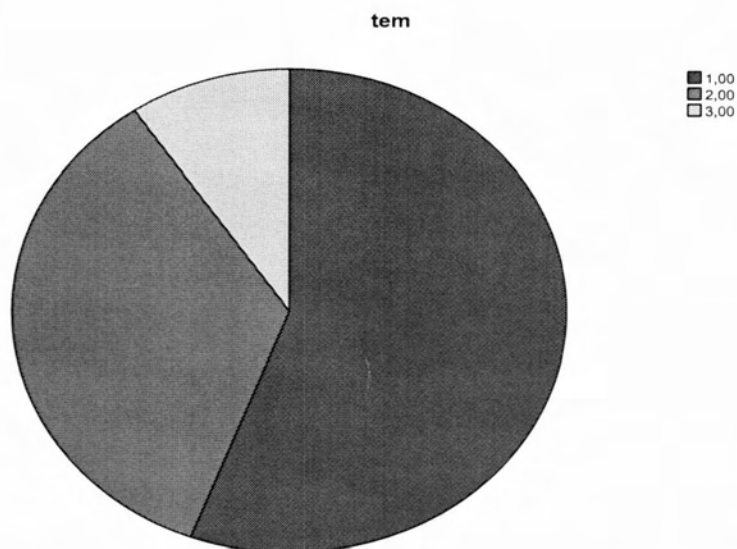
Dustrak_old ΚΑΙ Dustrak_II ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 05/11/2009-30/11/2009

- Θερμοκρασία:

Οι κλάσεις(κατηγορίας) μας είναι : $\geq 15\text{C}^\circ$, $15.1\text{C}^\circ - 20\text{C}^\circ$, $20.1\text{C}^\circ - 25\text{C}^\circ$, $\leq 25.1\text{C}^\circ$.

		tem			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	4089	55,8	55,8	55,8
	2,00	2549	34,8	34,8	90,5
	3,00	694	9,5	9,5	100,0
Total		7332	100,0	100,0	

Πίνακας 5.26: Κατηγοριοποιημένη θερμοκρασία τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.



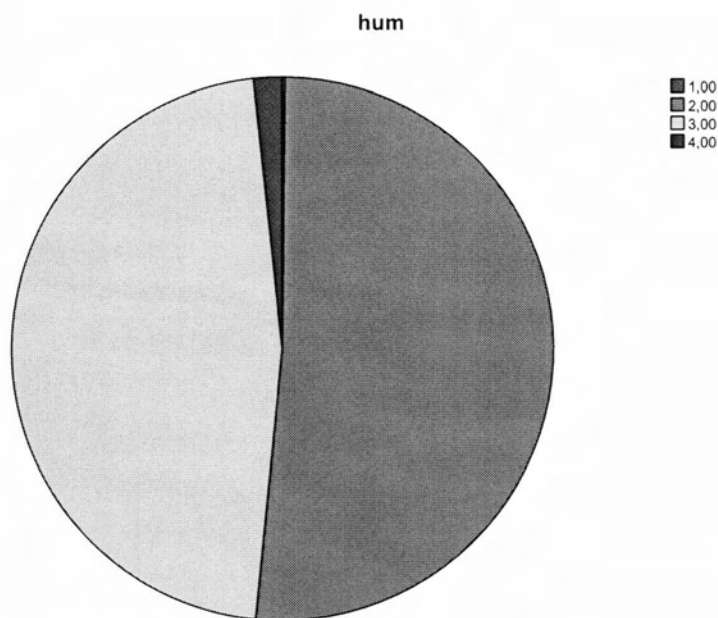
Διάγραμμα 5.4 Κατηγοριοποιημένης θερμοκρασίας τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

- Σχετική υγρασία

Οι κλάσεις(κατηγορίας) μας είναι : $\geq 50\%$, $50.1\%-75\%$, $75.1\% -89.9\%$, $\leq 90\%$.

		hum			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	13	,2	,2	,2
	2,00	3769	51,4	51,4	51,6
	3,00	3426	46,7	46,7	98,3
	4,00	124	1,7	1,7	100,0
	Total	7332	100,0	100,0	

Πίνακας 5.27: Κατηγοριοποιημένη σχετική υγρασία τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.



Διάγραμμα 5.5: Κατηγοριοποιημένης σχετικής υγρασίας τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

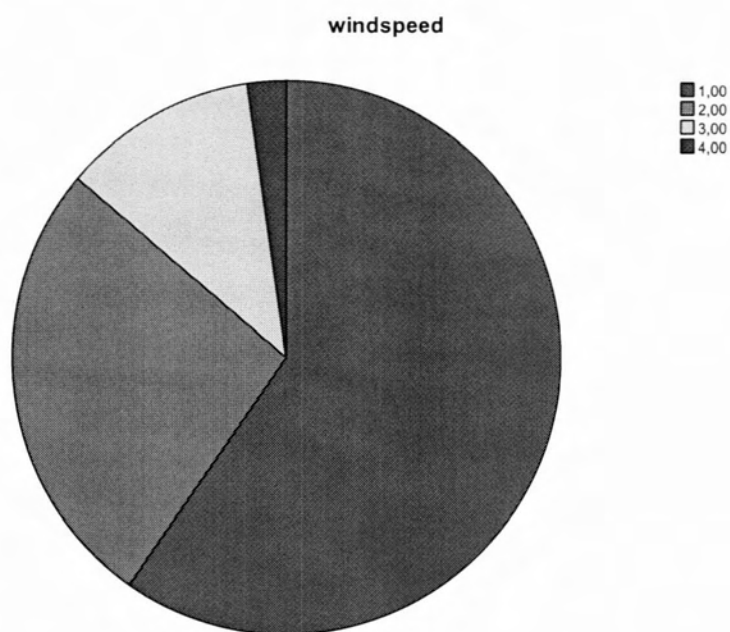
- Ταχύτητα ανέμου

Οι κλάσεις(κατηγορίας) μας είναι : 0m/s , 0.1m/s-5m/s , 5.1m/s-10m/s , <=10.1m/s.

windspeed

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	4377	59,7	59,7	59,7
	2,00	1945	26,5	26,5	86,2
	3,00	841	11,5	11,5	97,7
	4,00	169	2,3	2,3	100,0
	Total	7332	100,0	100,0	

Πίνακας 5.28: Κατηγοριοποιημένη ταχύτητα ανέμου τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.



Διάγραμμα 5.6: Κατηγοριοποιημένης ταχύτητας ανέμου τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

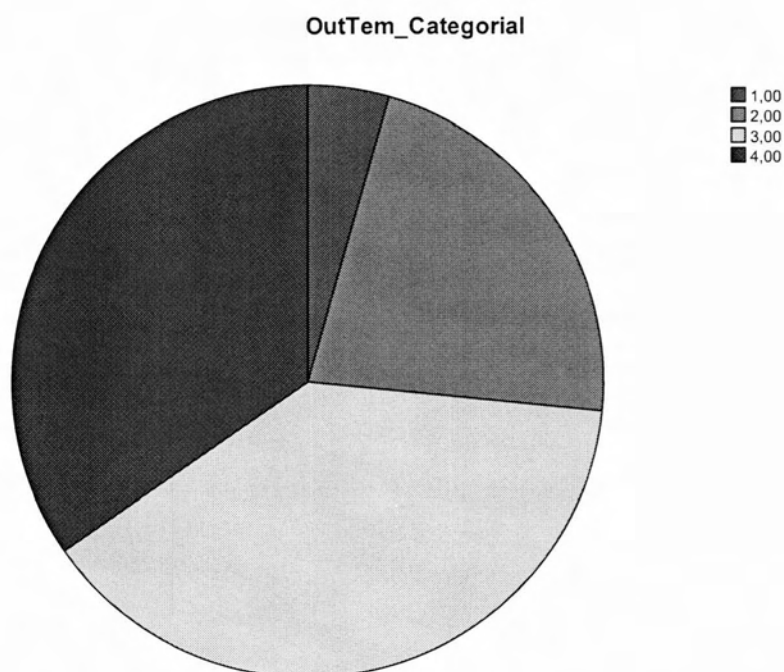
Dustrak_old ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 13/05/2010-13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010

• Θερμοκρασία:

Οι κλάσεις(κατηγορίας) μας είναι : $\geq 15\text{C}^\circ$, $15,1\text{C}^\circ - 20\text{C}^\circ$, $20,1\text{C}^\circ - 25\text{C}^\circ$, $\leq 25,1\text{C}^\circ$.

		OutTem_Categorial			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	786	4,5	4,5	4,5
	2,00	3899	22,1	22,1	26,6
	3,00	6827	38,8	38,8	65,3
	4,00	6106	34,7	34,7	100,0
	Total	17618	100,0	100,0	

Πίνακας 5.29: Κατηγοριοποιημένη θερμοκρασία τη χρονική περίοδο 13/05/2010 - 13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.



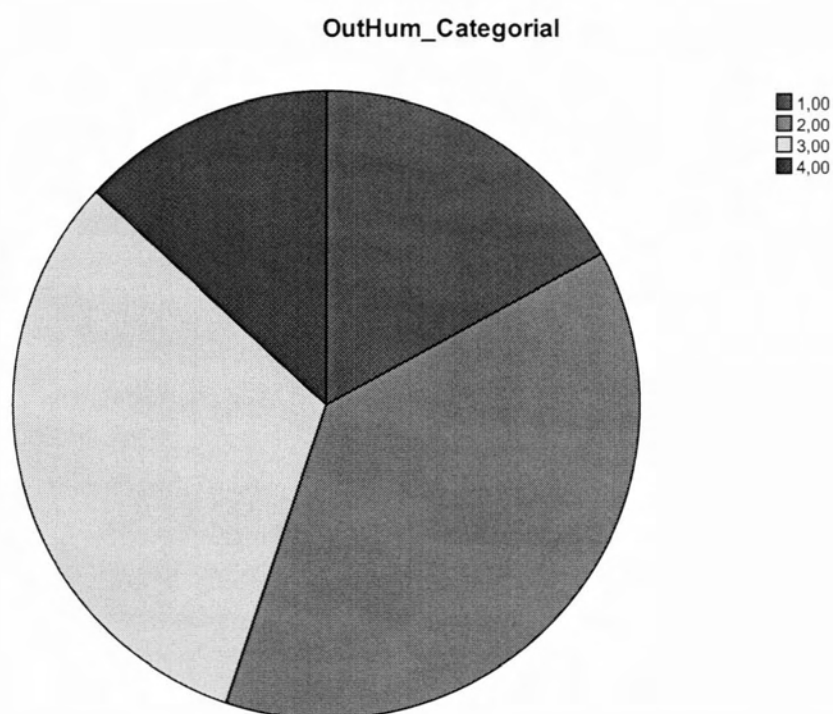
Διάγραμμα 5.7: Κατηγοριοποιημένης θερμοκρασίας τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

- Σχετική υγρασία

Οι κλάσεις(κατηγορίας) μας είναι : $\geq 50\%$, 50.1%-75% , 75.1% -89.9% , $\leq 90\%$.

OutHum_Categorial					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	2994	17,0	17,0	17,0
	2,00	6724	38,2	38,2	55,2
	3,00	5586	31,7	31,7	86,9
	4,00	2314	13,1	13,1	100,0
	Total	17618	100,0	100,0	

Πίνακας 5.30: Κατηγοριοποιημένη σχετική υγρασία τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.



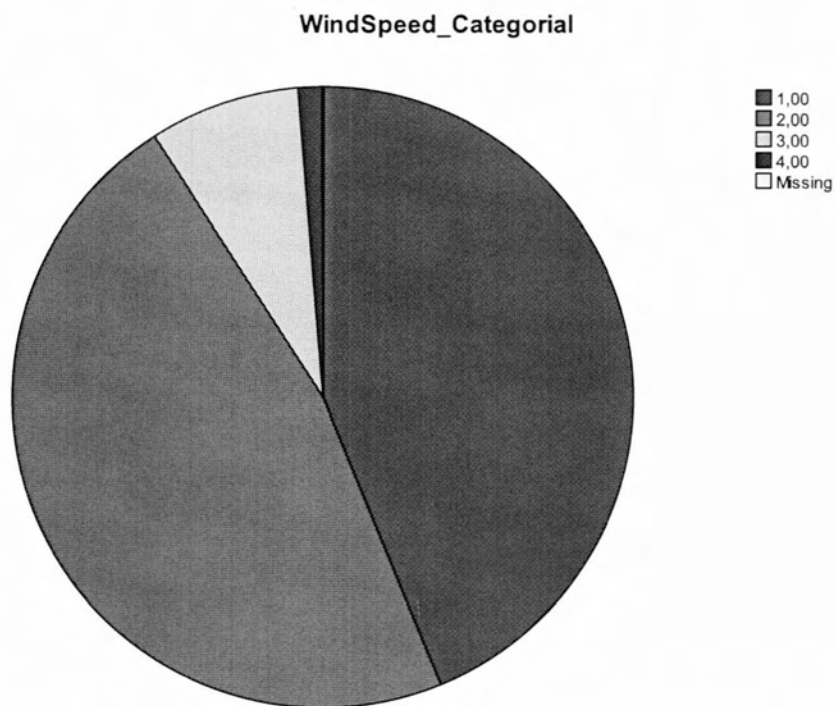
Διάγραμμα 5.8: Κατηγοριοποιημένης σχετικής υγρασίας τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

- Ταχύτητα ανέμου

Οι κλάσεις(κατηγορίας) μας είναι : 0m/s , 0.1m/s-5m/s , 5.1m/s-10m/s , <=10.1m/s.

		WindSpeed_Categorial			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	7714	43,8	43,8	43,8
	2,00	8296	47,1	47,1	90,9
	3,00	1378	7,8	7,8	98,8
	4,00	216	1,2	1,2	100,0
	Total	17604	99,9	100,0	
Missing	System	14	,1		
Total		17618	100,0		

Πίνακας 5.31: Κατηγοριοποιημένη ταχύτητα ανέμου τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.



Διάγραμμα 5.9: Κατηγοριοποιημένης ταχύτητας ανέμου τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Dustrak_old ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ
ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ
05/11/2009-30/11/2009+13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010

- Θερμοκρασία:

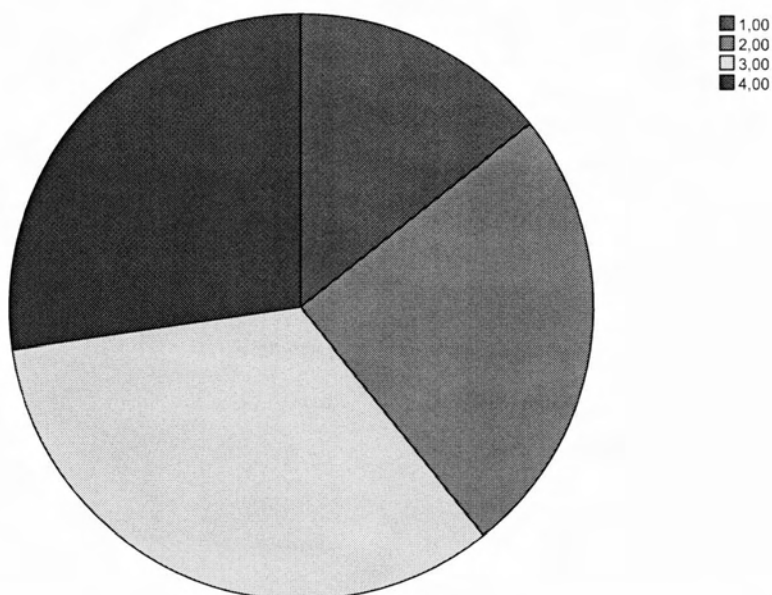
Οι κλάσεις(κατηγορίας) μας είναι : $\geq 15\text{C}^\circ$, $15,1\text{C}^\circ - 20\text{C}^\circ$, $20,1\text{C}^\circ - 25\text{C}^\circ$, $\leq 25,1\text{C}^\circ$.

OutTem_Categorial

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	3197	14,3	14,3	14,3
	2,00	5591	25,0	25,0	39,3
	3,00	7465	33,4	33,4	72,7
	4,00	6106	27,3	27,3	100,0
	Total	22359	100,0	100,0	

Πίνακας 5.32: Κατηγοριοποιημένη θερμοκρασία τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

OutTem_Categorial



Διάγραμμα 5.10: Κατηγοριοποιημένης θερμοκρασίας τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

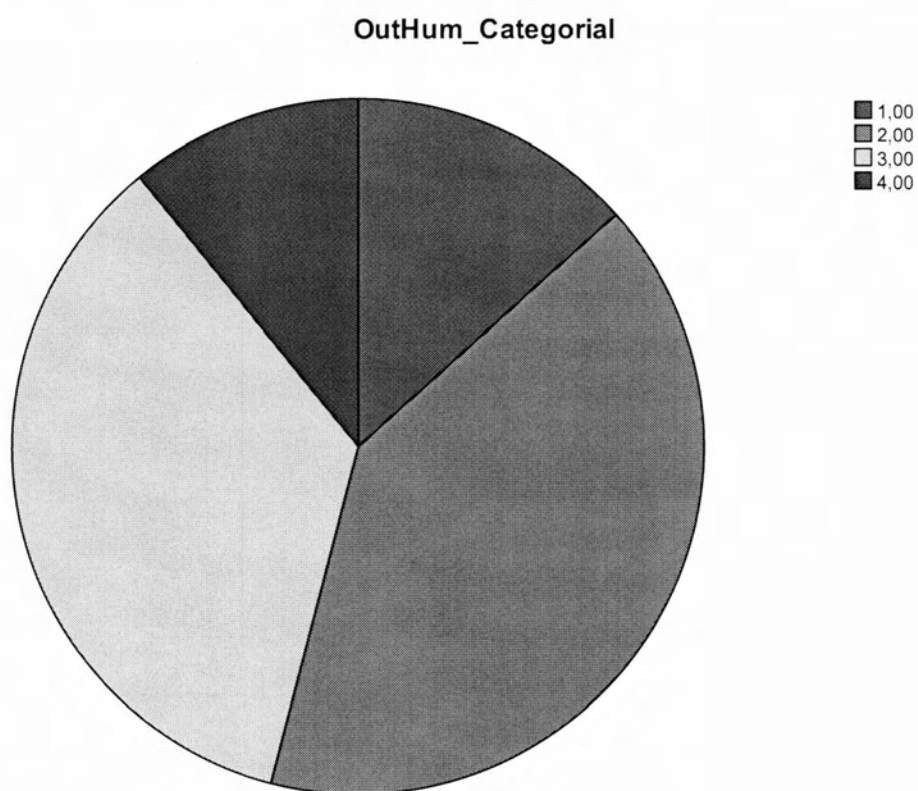
- Σχετική υγρασία

Οι κλάσεις(κατηγορίες) μας είναι : >=50% , 50.1%-75% , 75.1% -89.9% , <=90% .

OutHum_Categorial

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	2994	13,4	13,4	13,4
	2,00	9098	40,7	40,7	54,1
	3,00	7837	35,1	35,1	89,1
	4,00	2430	10,9	10,9	100,0
	Total	22359	100,0	100,0	

Πίνακας 5.33: Κατηγοριοποιημένη σχετική υγρασία τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.



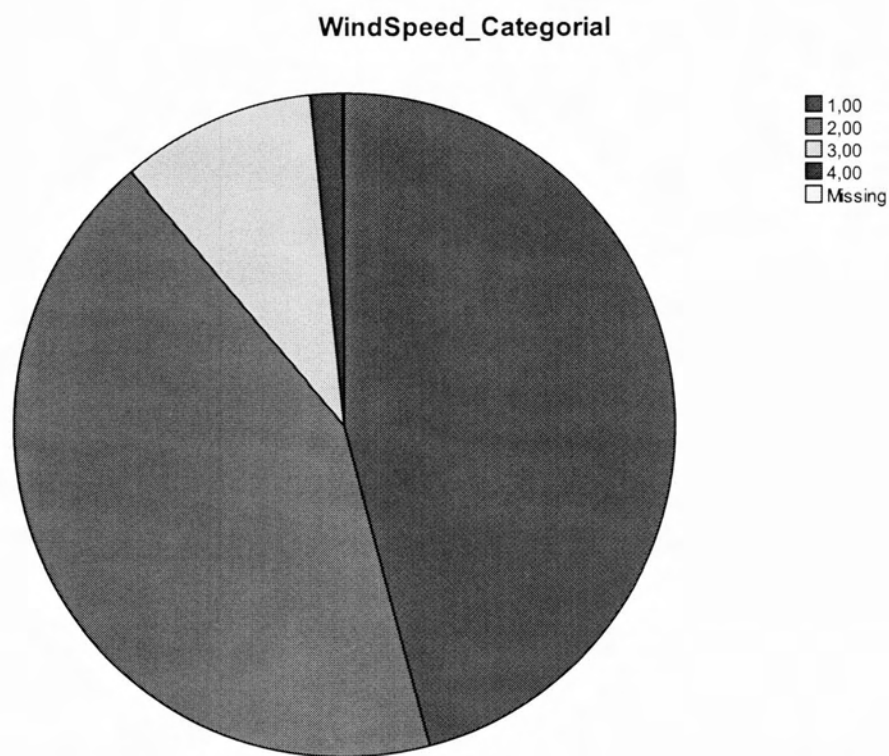
Διάγραμμα 5.11: Κατηγοριοποιημένης σχετικής υγρασίας τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

- Ταχύτητα ανέμου

Οι κλάσεις(κατηγορίας) μας είναι : 0m/s , 0.1m/s-5m/s , 5.1m/s-10m/s , <=10.1m/s.

		WindSpeed_Categorial			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1,00	10251	45,8	45,9	45,9
	2,00	9621	43,0	43,1	88,9
	3,00	2123	9,5	9,5	98,4
	4,00	350	1,6	1,6	100,0
	Total	22345	99,9	100,0	
Missing	System	14	,1		
Total		22359	100,0		

Πίνακας 5.34: Κατηγοριοποιημένη ταχύτητα ανέμου τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.



Διάγραμμα 5.12: Κατηγοριοποιημένης ταχύτητας ανέμου τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

5.7 ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

*Dustrak_old ΚΑΙ Dustrak_II ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 05/11/2009-30/11/2009*

- Θερμοκρασία με Dustrak old

Between-Subjects Factors		
		N
tem	1,00	2411
	2,00	1692
	3,00	638

Πίνακας 5.35: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0

F	df1	df2	Sig.
269,584	2	4738	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + tem_kategoria

Πίνακας 5.36: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,933 ^a	2	,967	618,844	,000
Intercept	12,655	1	12,655	8102,702	,000
tem_kategoria	1,933	2	,967	618,844	,000
Error	7,400	4738	,002		
Total	32,364	4741			
Corrected Total	9,333	4740			

a. R Squared = ,207 (Adjusted R Squared = ,207)

Πίνακας 5.37: Αποτελέσματα F τεστ θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

tem

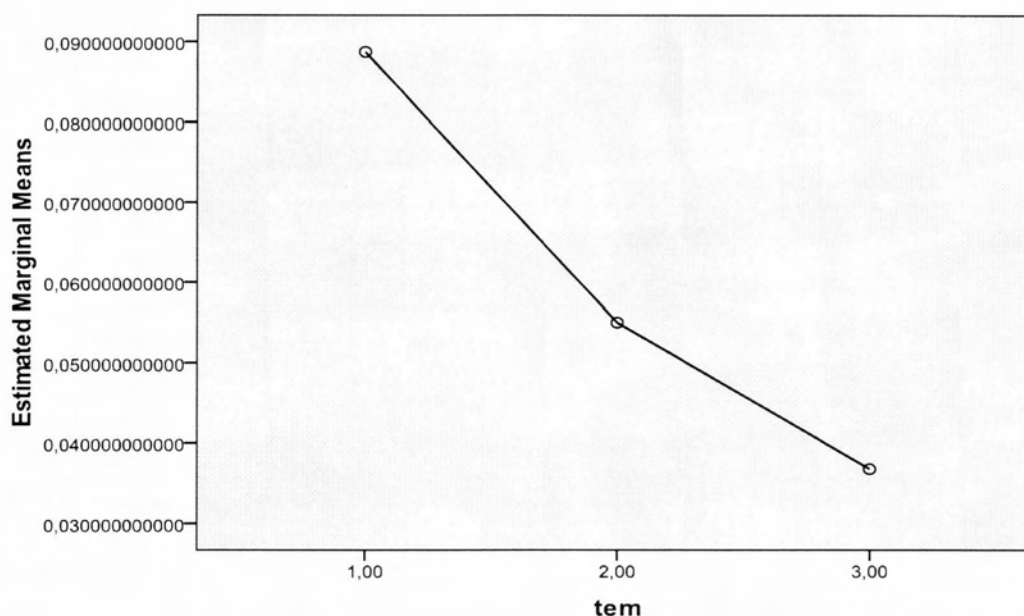
Dependent Variable: Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0

tem	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1,00	,089	,001	,087	,090
2,00	,055	,001	,053	,057
3,00	,037	,002	,034	,040

Πίνακας 5.38: Κατηγοριοποιημένη θερμοκρασία για *Dustrak old* τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Στον πρώτο πίνακα (πίνακα 5.35) παρουσιάζεται το σύνολο των δειγμάτων για τα τρία επίπεδα της θερμοκρασίας. Στον δεύτερο πίνακα (πίνακας 5.36) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το κριτήριο Levene. Η τιμή του κριτηρίου ελέγχου είναι 269.584 ενώ η πιθανότητα εσφαλμένης απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης των ίσων διακυμάνσεων είναι $\text{Sig.}=0,00<0,005$. Άρα λόγω της χαμηλής τιμής της πιθανότητας του ελέγχου, συμπεραίνουμε ότι η παραπάνω μηδενική υπόθεση απορρίπτεται, δηλαδή η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν ικανοποιείται. Από τον τρίτο πίνακα (πίνακας 5.37) βλέπουμε το αποτέλεσμα του F τεστ. Ο λόγος του μέσου τετραγώνου μεταξύ των ομάδων, δίνει την τιμή του κριτηρίου ελέγχου $F=618.844$. Η δειγματοληπτική κατανομή του λόγου των μέσων τετραγώνων, υπό τη μηδενική υπόθεση της ισότητας των τριών θερμοκρασιακών μέσων, ακολουθεί την κατανομή F με 2 και 4738 βαθμούς ελευθερίας. Η πιθανότητα όμως να προκύψει μια τιμή για τη συγκεκριμένη κατανομή τόσο ακραία όσο αυτή που προέκυψε από τα δειγματικά δεδομένα (δηλαδή 618.844) είναι $\text{Sig}<0,005$ (στον πίνακα εμφανίζεται η τιμή 0,000 λόγω στρογγυλοποίησης της πιθανότητας σε μορφή δεκαδικού αριθμού με τρία δεκαδικά). Επομένως, και από εδώ βλέπουμε ότι, η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση της ισότητας των θερμοκρασιακών μέσων τιμών του μηχανήματος *Dustrak old* απορρίπτεται και, επομένως, δύο τουλάχιστον από τις τρεις θερμοκρασιακές μέσες τιμές διαφοροποιούνται μεταξύ τους (δηλαδή οι μετρήσεις των σωματιδίων διαφέρουν στα τρία επίπεδα θερμοκρασίας). Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του *Dustrak old* που αποδίδεται στην θερμοκρασία(0,207). Στον τέταρτο πίνακα (πίνακας 5.38) βλέπουμε το μέσο όρο μετρούμενων σωματιδίων τις κάθε κατηγορίας, είναι φανερό πως όσο ανεβαίνουμε κατηγορία (ανεβαίνει θερμοκρασία), τόσο μειώνεται ο μέσος όρος. Αυτό το βλέπουμε και από το διάγραμμα 5.13.

Estimated Marginal Means of Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0



Διάγραμμα 5.13 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα "θερμοκρασία" για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

• Θερμοκρασία με Dustrak II

Between-Subjects Factors

		N
tem	1,00	2411
	2,00	1692
	3,00	638

Πίνακας 5.39: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα θερμοκρασία για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Du1trak II (PROKAT)

F	df1	df2	Sig.
335,133	2	4738	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + tem_kategoria

Πίνακας 5.40: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων θερμοκρασία για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Du1trak II (PROKAT)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3,921 ^a	2	1,960	771,952	,000
Intercept	21,026	1	21,026	8279,965	,000
tem_kategoria	3,921	2	1,960	771,952	,000
Error	12,032	4738	,003		
Total	55,306	4741			
Corrected Total	15,953	4740			

a. R Squared = ,246 (Adjusted R Squared = ,245)

Πίνακας 5.41: Αποτελέσματα F τεστ θερμοκρασία για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

tem

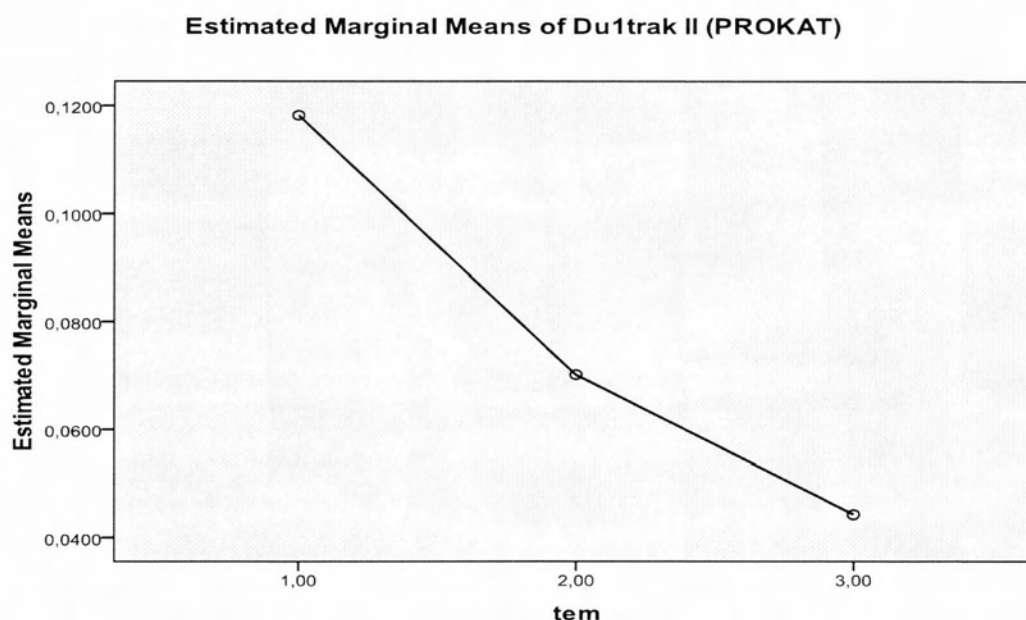
Dependent Variable: Du1trak II (PROKAT)

tem	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1,00	,118	,001	,116	,120
2,00	,070	,001	,068	,073
3,00	,044	,002	,040	,048

Πίνακας 5.42: Κατηγοριοποιημένη θερμοκρασία για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Στον πρώτο πίνακα (πίνακα 5.39) παρουσιάζεται το σύνολο των δειγμάτων για τα τρία επίπεδα της θερμοκρασίας. Στον δεύτερο πίνακα (πίνακας 5.40) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το κριτήριο Levene. Η τιμή του κριτηρίου ελέγχου είναι 335,133 ενώ η πιθανότητα εσφαλμένης απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης των ίσων διακυμάνσεων είναι $\text{Sig.} = 0,00 < 0,005$. Άρα λόγω της χαμηλής τιμής της πιθανότητας του ελέγχου, συμπεραίνουμε ότι η παραπάνω μηδενική υπόθεση απορρίπτεται, δηλαδή η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν ικανοποιείται. Από τον τρίτο πίνακα (πίνακας 5.41) βλέπουμε το αποτέλεσμα του F τεστ. Ο λόγος του μέσου τετραγώνου μεταξύ των ομάδων, δίνει την τιμή του κριτηρίου ελέγχου $F = 771,952$. Η δειγματοληπτική κατανομή του λόγου των μέσων τετραγώνων, υπό τη μηδενική υπόθεση της ισότητας των τριών θερμοκρασιακών μέσων, ακολουθεί την κατανομή F με 2 και 4738 βαθμούς ελευθερίας. Η πιθανότητα όμως να προκύψει μια τιμή για τη συγκεκριμένη κατανομή τόσο ακραία όσο αυτή που προέκυψε από τα δειγματικά δεδομένα (δηλαδή 771,952) είναι $\text{Sig} < 0,005$ (στον πίνακα εμφανίζεται η τιμή 0,000 λόγω στρογγυλοποίησης της πιθανότητας σε μορφή δεκαδικού αριθμού με τρία δεκαδικά). Επομένως, και από εδώ βλέπουμε ότι, η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση της ισότητας των θερμοκρασιακών μέσων τιμών του μηχανήματος Dustrak II

απορρίπτεται και, επομένως, δύο τουλάχιστον από τις τρεις θερμοκρασιακές μέσες τιμές διαφοροποιούνται μεταξύ τους (δηλαδή οι μετρήσεις των σωματιδίων διαφέρουν στα τρία επίπεδα θερμοκρασίας). Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak II που αποδίδεται στην θερμοκρασία(0,246). Στον τέταρτο πίνακα (πίνακας 5.42) βλέπουμε το μέσο όρο μετρούμενων σωματιδίων τις κάθε κατηγορίας, είναι φανερό πως όσο ανεβαίνουμε κατηγορία (ανεβαίνει θερμοκρασία), τόσο μειώνεται ο μέσος όρος. Αυτό το βλέπουμε και από το διάγραμμα 5.14.



Διάγραμμα 5.14 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “θερμοκρασία” για το Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Σύγκριση επίδρασης του παράγοντα θερμοκρασία στο Dustrak old με Dustrak II

- Και στα δύο μηχανήματα έχουμε $\text{Sig.}=0,00 < 0,005$ άρα η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν ικανοποιείται.
- Η επίδραση του παράγοντα θερμοκρασίας στο Dustrak old ($F=618,844$) είναι μικρότερη σε σχέση με την το Dustrak II ($F=771,952$).
- $R^2_{\text{Dustrak old}}=0,207$ και $R^2_{\text{Dustrak II}}=0,246$, δηλαδή , στο Dustrak old έχουμε επίδραση στις τιμές του από την θερμοκρασία της τάξης του 20,7% και στο Dustrak II έχουμε επίδραση στις τιμές του από την θερμοκρασία της τάξης του 24,6%.

- Σχετική υγρασία με Dustrak old

Between-Subjects Factors		
		N
hum	2,00	2374
	3,00	2251
	4,00	116

Πίνακας 5.43: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0

F	df1	df2	Sig.
81,271	2	4738	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + hum_kategoria

Πίνακας 5.44: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,053 ^a	2	,527	301,372	,000
Intercept	6,719	1	6,719	3844,950	,000
hum_kategoria	1,053	2	,527	301,372	,000
Error	8,280	4738	,002		
Total	32,364	4741			
Corrected Total	9,333	4740			

a. R Squared = ,113 (Adjusted R Squared = ,112)

Πίνακας 5.45: Αποτελέσματα F τεστ σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Hum

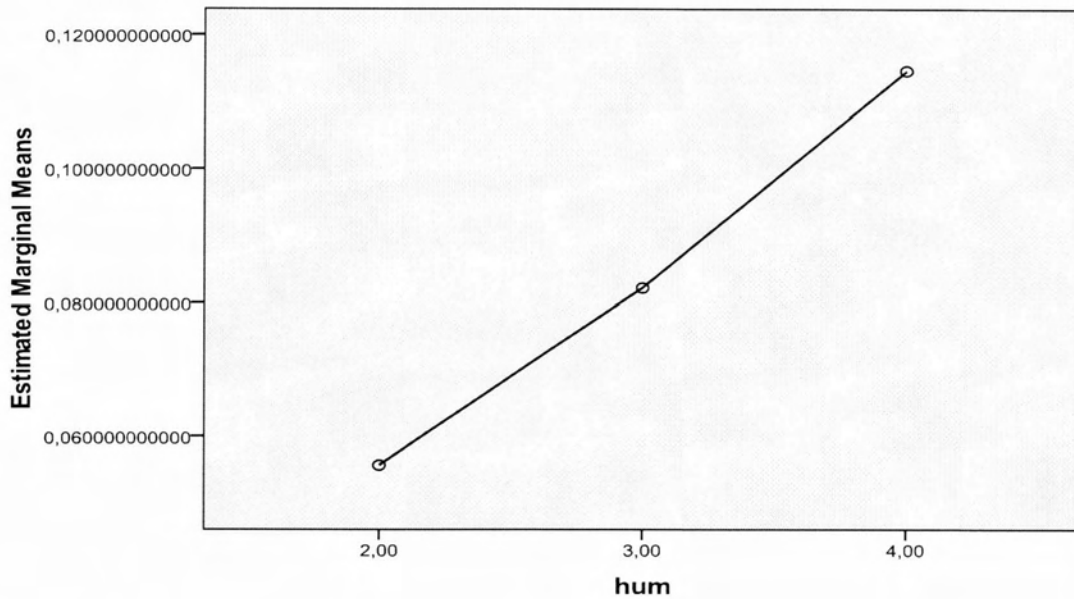
Dependent Variable: Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0

hum	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
2,00	,056	,001	,054	,057
3,00	,082	,001	,080	,084
4,00	,115	,004	,107	,122

Πίνακας 5.46: Κατηγοριοποιημένη σχετική υγρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Στον πρώτο πίνακα (πίνακα 5.43) παρουσιάζεται το σύνολο των δειγμάτων για τα τρία επίπεδα της σχετικής υγρασίας. Στον δεύτερο πίνακα (πίνακας 5.44) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το κριτήριο Levene. Η τιμή του κριτηρίου ελέγχου είναι 81,271 ενώ η πιθανότητα εσφαλμένης απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης των ίσων διακυμάνσεων είναι $\text{Sig.}=0,00<0,005$. Άρα λόγω της χαμηλής τιμής της πιθανότητας του ελέγχου, συμπεραίνουμε ότι η παραπάνω μηδενική υπόθεση απορρίπτεται, δηλαδή η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν ικανοποιείται. Από τον τρίτο πίνακα (πίνακας 5.45) βλέπουμε το αποτέλεσμα του F test. Ο λόγος του μέσου τετραγώνου μεταξύ των ομάδων, δίνει την τιμή του κριτηρίου ελέγχου $F=301,372$. Η δειγματοληπτική κατανομή του λόγου των μέσων τετραγώνων, υπό τη μηδενική υπόθεση της ισότητας των τεσσάρων σχετικών υγρασιών μέσων, ακολουθεί την κατανομή F με 2 και 4738 βαθμούς ελευθερίας. Η πιθανότητα όμως να προκύψει μια τιμή για τη συγκεκριμένη κατανομή τόσο ακραία όσο αυτή που προέκυψε από τα δειγματικά δεδομένα (δηλαδή 301,372) είναι $\text{Sig} < 0,005$ (στον πίνακα εμφανίζεται η τιμή 0,000 λόγω στρογγυλοποίησης της πιθανότητας σε μορφή δεκαδικού αριθμού με τρία δεκαδικά). Επομένως, και από εδώ βλέπουμε ότι, η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση της ισότητας των σχετικών υγρασιών μέσων τιμών του μηχανήματος Dustrak old απορρίπτεται και, επομένως, δύο τουλάχιστον από τις τρεις σχετικές υγρασίες μέσες τιμές διαφοροποιούνται μεταξύ τους (δηλαδή οι μετρήσεις των σωματιδίων διαφέρουν στα τρία επίπεδα σχετικής υγρασίας). Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak old που αποδίδεται στην σχετική υγρασία (0,113). Στον τέταρτο πίνακα (πίνακας 5.46) βλέπουμε το μέσο όρο μετρούμενων σωματιδίων τις κάθε κατηγορίας, είναι φανερό πως όσο ανεβαίνουμε κατηγορία (ανεβαίνει σχετική υγρασία), τόσο αυξάνεται ο μέσος όρος. Αυτό το βλέπουμε και από το διάγραμμα 5.15.

Estimated Marginal Means of Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0



Διάγραμμα 5.15 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “σχετική υγρασία” για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

• Σχετική υγρασία με Dustrak II

Between-Subjects Factors		
		N
hum	2,00	2374
	3,00	2251
	4,00	116

Πίνακας 5.47: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα σχετικής υγρασίας για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Du1trak II (PROKAT)

F	df1	df2	Sig.
78,158	2	4738	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + hum_kategoria

Πίνακας 5.48: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων σχετικής υγρασίας για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Du1trak II (PROKAT)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,032 ^a	2	1,016	345,839	,000
Intercept	11,594	1	11,594	3946,083	,000
hum_kategoria	2,032	2	1,016	345,839	,000
Error	13,920	4738	,003		
Total	55,306	4741			
Corrected Total	15,953	4740			

a. R Squared = ,127 (Adjusted R Squared = ,127)

Πίνακας 5.49: Αποτελέσματα F τεστ σχετικής υγρασίας για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Hum

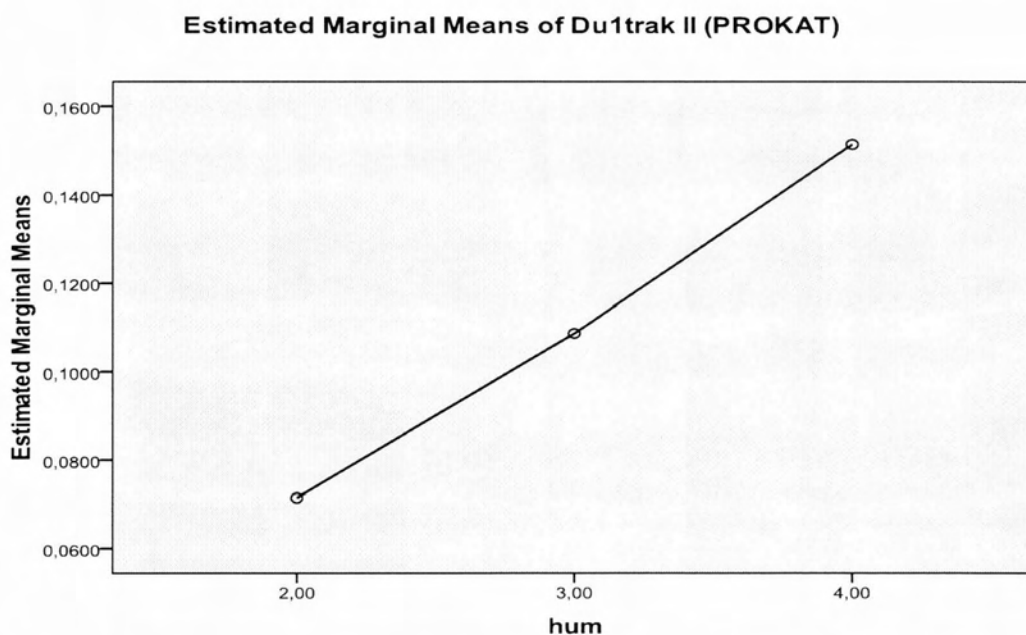
Dependent Variable: Du1trak II (PROKAT)

hum	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
2,00	,071	,001	,069	,074
3,00	,109	,001	,106	,111
4,00	,151	,005	,142	,161

Πίνακας 5.50: Κατηγοριοποιημένη σχετική υγρασία για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Στον πρώτο πίνακα (πίνακα 5.47) παρουσιάζεται το σύνολο των δειγμάτων για τα τρία επίπεδα της σχετικής υγρασίας. Στον δεύτερο πίνακα (πίνακας 5.48) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το κριτήριο Levene. Η τιμή του κριτηρίου ελέγχου είναι 250,961 ενώ η πιθανότητα εσφαλμένης απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης των ίσων διακυμάνσεων είναι $\text{Sig.} = 0,00 < 0,005$. Άρα λόγω της χαμηλής τιμής της πιθανότητας του ελέγχου, συμπεραίνουμε ότι η παραπάνω μηδενική υπόθεση απορρίπτεται, δηλαδή η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν ικανοποιείται. Από τον τρίτο πίνακα (πίνακας 5.49) βλέπουμε το αποτέλεσμα του F τεστ. Ο λόγος του μέσου τετραγώνου μεταξύ των ομάδων, δίνει την τιμή του κριτηρίου ελέγχου $F = 527,934$. Η δειγματοληπτική κατανομή του λόγου των μέσων τετραγώνων, υπό τη μηδενική υπόθεση της ισότητας των τεσσάρων σχετικών υγρασιών μέσων, ακολουθεί την κατανομή F με 3 και 4737 βαθμούς ελευθερίας. Η πιθανότητα όμως να προκύψει μια τιμή για τη συγκεκριμένη κατανομή τόσο ακραία όσο αυτή που προέκυψε από τα δειγματικά δεδομένα (δηλαδή 527,934) είναι $\text{Sig} < 0,005$ (στον πίνακα εμφανίζεται η τιμή 0,000 λόγω στρογγυλοποίησης της πιθανότητας σε μορφή δεκαδικού αριθμού με τρία δεκαδικά). Επομένως, και από εδώ βλέπουμε ότι, η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση της ισότητας των σχετικών υγρασιών μέσων τιμών του μηχανήματος Dustrak II

απορρίπτεται και, επομένως, δύο τουλάχιστον από τις τρεις σχετικές υγρασίες μέσες τιμές διαφοροποιούνται μεταξύ τους (δηλαδή οι μετρήσεις των σωματιδίων διαφέρουν στα τρία επίπεδα σχετικής υγρασίας). Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak II που αποδίδεται στην σχετική υγρασία (0,251). Στον τέταρτο πίνακα (πίνακας 5.50) βλέπουμε το μέσο όρο μετρούμενων σωματιδίων τις κάθε κατηγορίας, είναι φανερό πως όσο ανεβαίνουμε κατηγορία (ανεβαίνει σχετική υγρασία), τόσο αυξάνεται ο μέσος όρος. Αυτό το βλέπουμε και από το διάγραμμα 5.16.



Διάγραμμα 5.16 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “σχετική υγρασία” για το Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Σύγκριση επίδρασης του παράγοντα σχετική υγρασία στο Dustrak old με Dustrak II

- Και στα δύο μηχανήματα έχουμε $\text{Sig.}=0,00 < 0,005$ άρα η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν ικανοποιείται.
- Η επίδραση του παράγοντα σχετικής υγρασίας στο Dustrak old ($F=301,372$) είναι μικρότερος σε σχέση με την το Dustrak II ($F=345,839$).
- $R \text{ Squared}_{\text{Dustrak old}}=0,113$ και $R \text{ Squared}_{\text{Dustrak II}}=0,127$, δηλαδή, στο Dustrak old έχουμε επίδραση στις τιμές του από την σχετική υγρασία στις τάξεις του 11,3% και στο Dustrak II έχουμε επίδραση στις τιμές του από την σχετική υγρασία στις τάξεις του 12,7%.

- Ταχύτητα ανέμου με Dustrak old

Between-Subjects Factors

		N
windspeed	1,00	2537
	2,00	1325
	3,00	745
	4,00	134

Πίνακας 5.51: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0

F	df1	df2	Sig.
198,146	3	4737	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + WindSpeed_kategoria

Πίνακας 5.52: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,120 ^a	3	,707	464,066	,000
Intercept	4,427	1	4,427	2906,924	,000
WindSpeed_kategoria	2,120	3	,707	464,066	,000
Error	7,213	4737	,002		
Total	32,364	4741			
Corrected Total	9,333	4740			

a. R Squared = ,227 (Adjusted R Squared = ,227)

Πίνακας 5.53: Αποτελέσματα F τεστ ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

windspeed

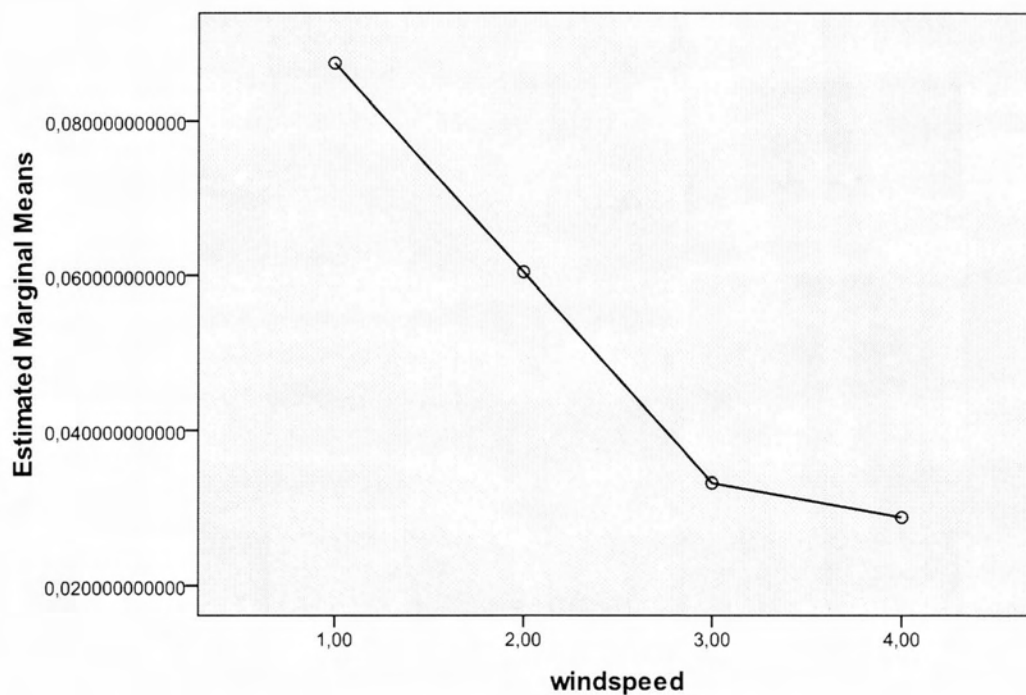
Dependent Variable: Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0

windspeed	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1,00	,087	,001	,086	,089
2,00	,060	,001	,058	,063
3,00	,033	,001	,030	,036
4,00	,029	,003	,022	,035

Πίνακας 5.54: Κατηγοριοποιημένη ταχύτητα ανέμου για *Dustrak old* τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Στον πρώτο πίνακα (πίνακα 5.51) παρουσιάζεται το σύνολο των δειγμάτων για τα τέσσερα επίπεδα της ταχύτητας ανέμου. Στον δεύτερο πίνακα (πίνακας 5.52) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το κριτήριο Levene. Η τιμή του κριτηρίου ελέγχου είναι 198,146 ενώ η πιθανότητα εσφαλμένης απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης των ίσων διακυμάνσεων είναι $\text{Sig.}=0,00<0,005$. Άρα λόγω της χαμηλής τιμής της πιθανότητας του ελέγχου, συμπεραίνουμε ότι η παραπάνω μηδενική υπόθεση απορρίπτεται, δηλαδή η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν ικανοποιείται. Από τον τρίτο πίνακα (πίνακας 5.53) βλέπουμε το αποτέλεσμα του F τεστ. Ο λόγος του μέσου τετραγώνου μεταξύ των ομάδων, δίνει την τιμή του κριτηρίου ελέγχου $F=464,066$. Η δειγματοληπτική κατανομή του λόγου των μέσων τετραγώνων, υπό τη μηδενική υπόθεση της ισότητας των τριών ταχυτήτων ανέμου μέσων, ακολουθεί την κατανομή F με 3 και 4737 βαθμούς ελευθερίας. Η πιθανότητα όμως να προκύψει μια τιμή για τη συγκεκριμένη κατανομή τόσο ακραία όσο αυτή που προέκυψε από τα δειγματικά δεδομένα (δηλαδή 464,066) είναι $\text{Sig} < 0,005$ (στον πίνακα εμφανίζεται η τιμή 0,000 λόγω στρογγυλοποίησης της πιθανότητας σε μορφή δεκαδικού αριθμού με τρία δεκαδικά). Επομένως, και από εδώ βλέπουμε ότι, η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση της ισότητας των ταχυτήτων ανέμου μέσων τιμών του μηχανήματος *Dustrak old* απορρίπτεται και, επομένως, τρεις τουλάχιστον από τις τέσσερις ταχύτητες ανέμου μέσες τιμές διαφοροποιούνται μεταξύ τους (δηλαδή οι μετρήσεις των σωματιδίων διαφέρουν στα τέσσερα επίπεδα ταχύτητας ανέμου). Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του *Dustrak old* που αποδίδεται στην ταχύτητα ανέμου (0,227). Στον τέταρτο πίνακα (πίνακας 5.54) βλέπουμε το μέσο όρο μετρούμενων σωματιδίων τις κάθε κατηγορίας, είναι φανερό πως όσο ανεβαίνουμε κατηγορία (ανεβαίνει ταχύτητα ανέμου), τόσο μειώνεται ο μέσος όρος. Αυτό το βλέπουμε και από το διάγραμμα 5.17.

Estimated Marginal Means of Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0



Διάγραμμα 5.17 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “ταχύτητα του ανέμου” για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

• Ταχύτητα ανέμου με Dustrak II

Between-Subjects Factors		N
windspeed	1,00	2537
	2,00	1325
	3,00	745
	4,00	134

Πίνακας 5.55: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα ταχύτητας ανέμου για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Du1trak II (PROKAT)

F	df1	df2	Sig.
250,961	3	4737	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + WindSpeed_kategoria

Πίνακας 5.56: *Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων ταχύτητας ανέμου για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Du1trak II (PROKAT)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3,997 ^a	3	1,332	527,934	,000
Intercept	7,417	1	7,417	2938,735	,000
WindSpeed_kategoria	3,997	3	1,332	527,934	,000
Error	11,955	4737	,003		
Total	55,306	4741			
Corrected Total	15,953	4740			

a. R Squared = ,251 (Adjusted R Squared = ,250)

Πίνακας 5.57: *Αποτελέσματα F τεστ ταχύτητας ανέμου για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.*

windspeed

Dependent Variable: Du1trak II (PROKAT)

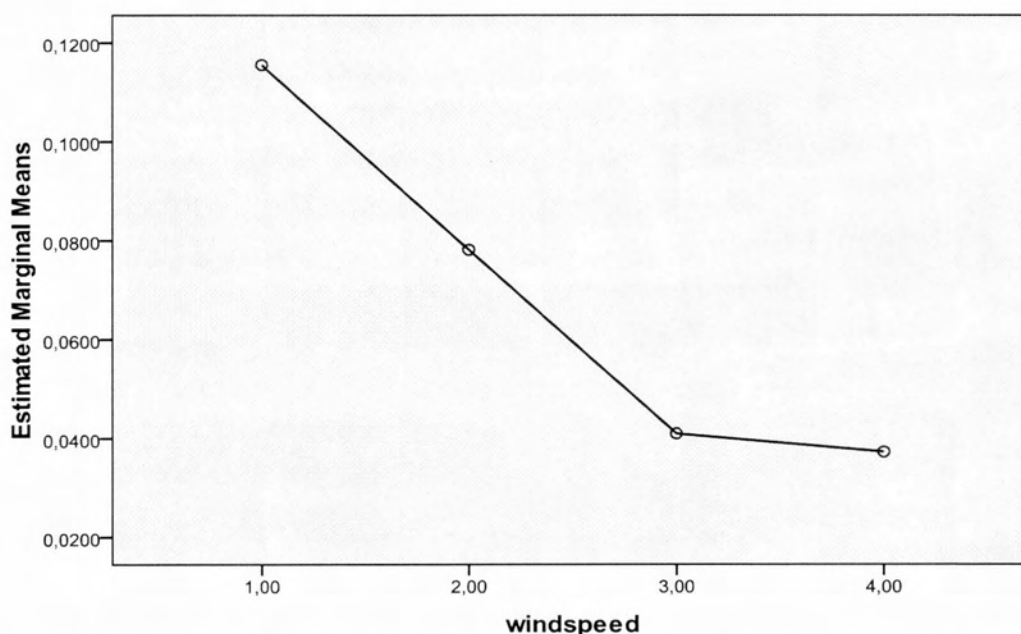
windspeed	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1,00	,115	,001	,114	,117
2,00	,078	,001	,075	,081
3,00	,041	,002	,037	,045
4,00	,037	,004	,029	,046

Πίνακας 5.58: *Κατηγοριοποιημένη ταχύτητα ανέμου για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.*

Στον πρώτο πίνακα (πίνακας 5.55) παρουσιάζεται το σύνολο των δειγμάτων για τα τέσσερα επίπεδα της ταχύτητας ανέμου. Στον δεύτερο πίνακα (πίνακας 5.56) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το κριτήριο Levene. Η τιμή του κριτηρίου ελέγχου είναι 250,961 ενώ η πιθανότητα εσφαλμένης απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης των ίσων διακυμάνσεων είναι

Sig.=0,00<0,005. Άρα λόγω της χαμηλής τιμής της πιθανότητας του ελέγχου, συμπεραίνουμε ότι η παραπάνω μηδενική υπόθεση απορρίπτεται, δηλαδή η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν ικανοποιείται. Από τον τρίτο πίνακα (πίνακας 5.57) βλέπουμε το αποτέλεσμα του F τεστ. Ο λόγος του μέσου τετραγώνου μεταξύ των ομάδων, δίνει την τιμή του κριτηρίου ελέγχου $F=527,934$. Η δειγματοληπτική κατανομή του λόγου των μέσων τετραγώνων, υπό τη μηδενική υπόθεση της ισότητας των τριών ταχυτήτων ανέμου μέσων, ακολουθεί την κατανομή F με 3 και 4737 βαθμούς ελευθερίας. Η πιθανότητα όμως να προκύψει μια τιμή για τη συγκεκριμένη κατανομή τόσο ακραία όσο αυτή που προέκυψε από τα δειγματικά δεδομένα (δηλαδή 527,934) είναι Sig <0,005 (στον πίνακα εμφανίζεται η τιμή 0,000 λόγω στρογγυλοποίησης της πιθανότητας σε μορφή δεκαδικού αριθμού με τρία δεκαδικά). Επομένως, και από εδώ βλέπουμε ότι, η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση της ισότητας των ταχυτήτων ανέμου μέσων τιμών του μηχανήματος Dustrak II απορρίπτεται και, επομένως, τρεις τουλάχιστον από τις τέσσερις ταχύτητες ανέμου μέσες τιμές διαφοροποιούνται μεταξύ τους (δηλαδή οι μετρήσεις των σωματιδίων διαφέρουν στα τέσσερα επίπεδα ταχύτητας ανέμου). Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak old που αποδίδεται στην ταχύτητα ανέμου (0,251). Στον τέταρτο πίνακα (πίνακας 5.58) βλέπουμε το μέσο όρο μετρούμενων σωματιδίων τις κάθε κατηγορίας, είναι φανερό πως όσο ανεβαίνουμε κατηγορία (ανεβαίνει ταχύτητα ανέμου), τόσο μειώνεται ο μέσος όρος. Αυτό το βλέπουμε και από το διάγραμμα 5.18.

Estimated Marginal Means of Du1trak II (PROKAT)



Διάγραμμα 5.18 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “ταχύτητα του ανέμου” για το Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Σύγκριση επίδρασης του παράγοντα ταχύτητας ανέμου στο Dustrak old με Dustrak II

- Και στα δύο μηχανήματα έχουμε $\text{Sig.}=0,00<0,005$ άρα η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν ικανοποιείται.
- Η επίδραση του παράγοντα ταχύτητα ανέμου στο Dustrak old ($F=464,066$) είναι μικρότερη σε σχέση με την το Dustrak II ($F=527,937$).
- $R^2_{\text{Dustrak old}}=0,227$ και $R^2_{\text{Dustrak II}}=0,251$, δηλαδή, στο Dustrak old έχουμε επίδραση στις τιμές του από την ταχύτητα ανέμου στις τάξεις του 22,7% και στο Dustrak II έχουμε επίδραση στις τιμές του από την ταχύτητα ανέμου στις τάξεις του 25,1%.

❖ Θερμοκρασία- Σχετική υγρασία με Dustrak old

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,212 ^a	5	,442	294,166	,000
Intercept	7,833	1	7,833	5208,294	,000
tem_kategoria	1,086	2	,543	361,135	,000
hum_kategoria	,152	2	,076	50,492	,000
tem_kategoria * hum_kategoria	,129	1	,129	85,981	,000
Error	7,121	4735	,002		
Total	32,364	4741			
Corrected Total	9,333	4740			

a. $R^2 = ,237$ (Adjusted $R^2 = ,236$)

Πίνακας 5.59: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_θερμοκρασία-σχετικής υγρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Το μέσο τετράγωνο της συνολικής επίδρασης προς το μέσο τετράγωνο των σφαλμάτων ($F=85,981$) αποτελεί το κριτήριο του ελέγχου. Με βάση την πιθανότητα του συγκεκριμένου ελέγχου ($\text{Sig.}<0,0005$), προκύπτει ότι οι δύο παράγοντες (θερμοκρασία και σχετική υγρασία), συνολικά επιδρούν στις τιμές του Dustrak old. Η ύπαρξη σημαντικής αλληλεπίδρασης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας ($\text{Sig.}<0,0005$) σημαίνει ότι οι δύο μεταβλητές, επιδρούν μαζί στις τιμές του Dustrak old. Από τις πιθανότητες των ελέγχων των κύριων επιδράσεων θερμοκρασίας ($\text{Sig.}=0,001$) και σχετικής υγρασίας ($\text{Sig.}<0,0005$) προκύπτει επίδραση και των δύο μεταβλητών. Τέλος, ο συντελεστής R^2 που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak old που αποδίδεται στην θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία και είναι 0,237.

❖ Θερμοκρασία- Σχετική υγρασία με Dustrak II

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Du1trak II (PROKAT)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4,411 ^a	5	,882	361,972	,000
Intercept	13,210	1	13,210	5419,597	,000
tem_kategoria	2,252	2	1,126	461,938	,000
hum_kategoria	,259	2	,129	53,053	,000
tem_kategoria * hum_kategoria	,237	1	,237	97,264	,000
Error	11,541	4735	,002		
Total	55,306	4741			
Corrected Total	15,953	4740			

a. R Squared = ,277 (Adjusted R Squared = ,276)

Πίνακας 5.60: Αποτελέσματα της διαδικασίας *GLM Univariate_θερμοκρασία-σχετικής υγρασία για Dustrak II* τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Το μέσο τετράγωνο της συνολικής επίδρασης προς το μέσο τετράγωνο των σφαλμάτων ($F=97,264$) αποτελεί το κριτήριο του ελέγχου. Με βάση την πιθανότητα του συγκεκριμένου ελέγχου ($\text{Sig.}<0,0005$), προκύπτει ότι οι δύο παράγοντες (θερμοκρασία και σχετική υγρασία), συνολικά επιδρούν στις τιμές του Dustrak II. Η ύπαρξη σημαντικής αλληλεπίδρασης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας ($\text{Sig.}<0,0005$) σημαίνει ότι οι δύο μεταβλητές, επιδρούν μαζί στις τιμές του Dustrak II. Από τις πιθανότητες των ελέγχων των κύριων επιδράσεων θερμοκρασίας ($\text{Sig.}<0,0005$) και σχετικής υγρασίας ($\text{Sig.}<0,0005$) προκύπτει επίδραση και των δύο μεταβλητών. Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak II που αποδίδεται στην θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία και είναι 0,277

❖ **Θερμοκρασία- Ταχύτητας ανέμου με Dustrak old****Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,571 ^a	11	,234	163,486	,000
Intercept	,304	1	,304	212,658	,000
tem_kategoria	,005	2	,002	1,647	,193
WindSpeed_kategoria	,182	3	,061	42,449	,000
tem_kategoria *	,097	6	,016	11,268	,000
WindSpeed_kategoria					
Error	6,762	4729	,001		
Total	32,364	4741			
Corrected Total	9,333	4740			

a. R Squared = ,276 (Adjusted R Squared = ,274)

Πίνακας 5.61: Αποτελέσματα της διαδικασίας *GLM Univariate_θερμοκρασία-ταχύτητας ανέμου για Dustrak old* τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Το μέσο τετράγωνο της συνολικής επίδρασης προς το μέσο τετράγωνο των σφαλμάτων ($F=11,268$) αποτελεί το κριτήριο του ελέγχου. Με βάση την πιθανότητα του συγκεκριμένου ελέγχου ($\text{Sig.}<0,0005$), προκύπτει ότι οι δύο παράγοντες (θερμοκρασία και ταχύτητα ανέμου), συνολικά επιδρούν στις τιμές του Dustrak old. Η ύπαρξη σημαντικής αλληλεπίδρασης θερμοκρασίας και ταχύτητας ανέμου ($\text{Sig.}<0,0005$) σημαίνει ότι οι δύο μεταβλητές, επιδρούν μαζί στις τιμές του Dustrak old. Από τις πιθανότητες των ελέγχων των κύριων επιδράσεων θερμοκρασίας ($\text{Sig.}=0,193$) και ταχύτητας ανέμου ($\text{Sig.}<0,0005$) προκύπτει επίδραση μόνο της ταχύτητας ανέμου η επίδραση της θερμοκρασίας είναι μη σημαντική λόγω του μεγάλου Sig. Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak old που αποδίδεται στην θερμοκρασία και την ταχύτητα ανέμου και είναι 0,276.

❖ **Θερμοκρασία- Ταχύτητας ανέμου με Dustrak II****Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Du1trak II (PROKAT)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4,974 ^a	11	,452	194,767	,000
Intercept	,525	1	,525	226,218	,000
tem_kategoria	,012	2	,006	2,486	,083
WindSpeed_kategoria	,317	3	,106	45,466	,000
tem_kategoria *	,157	6	,026	11,242	,000
WindSpeed_kategoria					
Error	10,979	4729	,002		
Total	55,306	4741			
Corrected Total	15,953	4740			

a. R Squared = ,312 (Adjusted R Squared = ,310)

Πίνακας 5.62: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_θερμοκρασία-ταχύτητας ανέμου για Dustrak II τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Το μέσο τετράγωνο της συνολικής επίδρασης προς το μέσο τετράγωνο των σφαλμάτων ($F=11,242$) αποτελεί το κριτήριο του ελέγχου. Με βάση την πιθανότητα του συγκεκριμένου ελέγχου ($\text{Sig.}<0,0005$), προκύπτει ότι οι δύο παράγοντες (θερμοκρασία και ταχύτητας ανέμου), συνολικά επιδρούν στις τιμές του Dustrak II. Η ύπαρξη σημαντικής αλληλεπίδρασης θερμοκρασίας και ταχύτητας ανέμου ($\text{Sig.}<0,0005$) σημαίνει ότι οι δύο μεταβλητές, επιδρούν μαζί στις τιμές του Dustrak II. Από τις πιθανότητες των ελέγχων των κύριων επιδράσεων θερμοκρασίας ($\text{Sig.}=0,083$) και ταχύτητας ανέμου ($\text{Sig.}<0,0005$) προκύπτει επίδραση μόνο της ταχύτητας ανέμου η επίδραση της θερμοκρασίας είναι οριακά σημαντική λόγω του μεγάλου Sig. Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak II που αποδίδεται στην θερμοκρασία και την ταχύτητα ανέμου και είναι 0,312.

❖ Σχετική υγρασία-Ταχύτητας ανέμου με Dustrak old

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,307 ^a	9	,256	172,593	,000
Intercept	1,503	1	1,503	1012,310	,000
hum_kategoria	,083	2	,042	28,022	,000
WindSpeed_kategoria	,512	3	,171	114,987	,000
hum_kategoria *	,008	4	,002	1,295	,269
WindSpeed_kategoria					
Error	7,026	4731	,001		
Total	32,364	4741			
Corrected Total	9,333	4740			

a. R Squared = ,247 (Adjusted R Squared = ,246)

Πίνακας 5.63: Αποτελέσματα της διαδικασίας *GLM Univariate_ Σχετικής υγρασίας-ταχύτητας ανέμου για Dustrak old* τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Το μέσο τετράγωνο της συνολικής επίδρασης προς το μέσο τετράγωνο των σφαλμάτων ($F=1,295$) αποτελεί το κριτήριο του ελέγχου. Με βάση την πιθανότητα του συγκεκριμένου ελέγχου ($Sig=0,269$), προκύπτει ότι οι δύο παράγοντες (σχετικής υγρασίας και ταχύτητας ανέμου), δεν επιδρούν συνολικά στις τιμές του Dustrak old. Η ύπαρξη μη σημαντικής αλληλεπίδρασης σχετικής υγρασίας και ταχύτητας ανέμου ($Sig.=0,269$) σημαίνει ότι οι δύο μεταβλητές, δεν επιδρούν μαζί στις τιμές του Dustrak old. Από τις πιθανότητες των ελέγχων των κύριων επιδράσεων σχετικής υγρασίας ($Sig.<0,0005$) και ταχύτητας ανέμου ($Sig.<0,0005$) προκύπτει επίδραση και των δύο μεταβλητών ξεχωριστά. Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak old που αποδίδεται στην σχετική υγρασία και ταχύτητα ανέμου είναι 0,247.

❖ Σχετική υγρασία-Ταχύτητας ανέμου με Dustrak II

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Du1trak II (PROKAT)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4,411 ^a	5	,882	361,972	,000
Intercept	13,210	1	13,210	5419,597	,000
tem_katigoria	2,252	2	1,126	461,938	,000
hum_katigoria	,259	2	,129	53,053	,000
tem_katigoria * hum_katigoria	,237	1	,237	97,264	,000
Error	11,541	4735	,002		
Total	55,306	4741			
Corrected Total	15,953	4740			

a. R Squared = ,277 (Adjusted R Squared = ,276)

Πίνακας 5.64: Αποτελέσματα της διαδικασίας *GLM Univariate_ Σχετικής υγρασίας-ταχύτητας ανέμου για Dustrak II* τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Το μέσο τετράγωνο της συνολικής επίδρασης προς το μέσο τετράγωνο των σφαλμάτων ($F=97,264$) αποτελεί το κριτήριο του ελέγχου. Με βάση την πιθανότητα του συγκεκριμένου ελέγχου ($\text{Sig.}<0,0005$), προκύπτει ότι οι δύο παράγοντες (σχετικής υγρασίας και ταχύτητας ανέμου), συνολικά επιδρούν στις τιμές του Dustrak II. Η ύπαρξη σημαντικής αλληλεπίδρασης σχετικής υγρασίας και ταχύτητας ανέμου ($\text{Sig.}<0,0005$) σημαίνει ότι οι δύο μεταβλητές, επιδρούν μαζί στις τιμές του Dustrak II. Από τις πιθανότητες των ελέγχων των κύριων επιδράσεων σχετικής υγρασίας ($\text{Sig.}<0,0005$) και ταχύτητας ανέμου ($\text{Sig.}<0,0005$) προκύπτει επίδραση και των δύο μεταβλητών. Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak II που αποδίδεται στην σχετική υγρασία και ταχύτητα ανέμου είναι 0,277.

Dustrak_old ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 13/05/2010-13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010

• **Θερμοκρασία με Dustrak old**

Between-Subjects Factors		N
tem	1,00	550
	2,00	3703
	3,00	6814
	4,00	6106

Πίνακας 5.98: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable:PM_10 [µg/m3]

F	df1	df2	Sig.
17,114	3	17169	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + tem_kategoria

Πίνακας 5.65: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:PM_10 [µg/m3]

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	204822,191 ^a	3	68274,064	110,327	,000
Intercept	6516768,433	1	6516768,433	10530,696	,000
tem_kategoria	204822,191	3	68274,064	110,327	,000
Error	1,062E7	17169	618,836		
Total	2,870E7	17173			
Corrected Total	1,083E7	17172			

a. R Squared = ,019 (Adjusted R Squared = ,019)

Πίνακας 5.66: Αποτελέσματα F τεστ θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

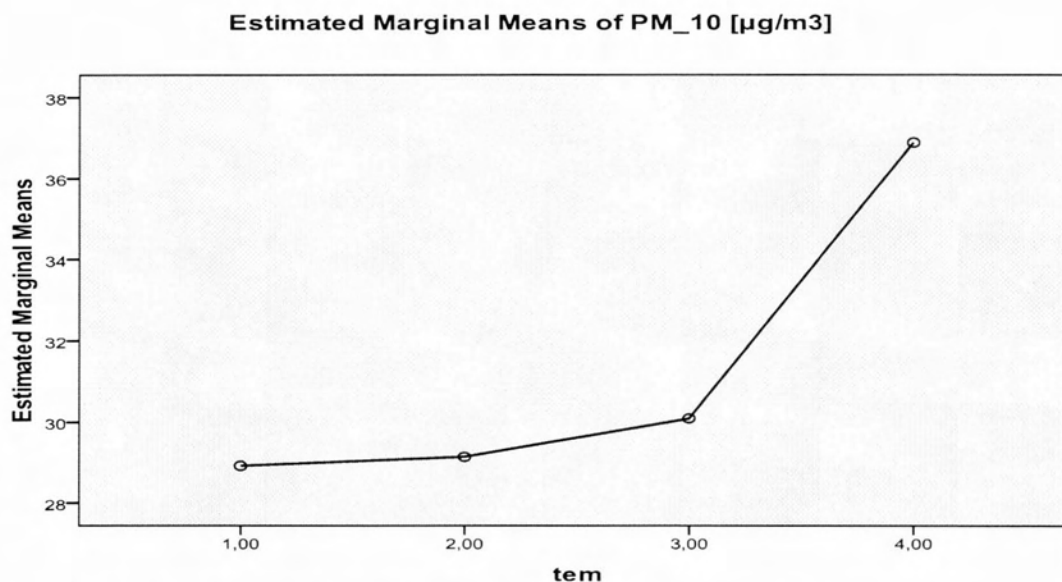
tem

Dependent Variable:PM_10 [μg/m3]

tem	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1,00	28,920	1,061	26,841	30,999
2,00	29,141	,409	28,340	29,943
3,00	30,085	,301	29,495	30,676
4,00	36,882	,318	36,258	37,506

Πίνακας 5.67: Κατηγοριοποιημένη θερμοκρασία για *Dustrak old* τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Στον πρώτο πίνακα (πίνακα 5.64) παρουσιάζεται το σύνολο των δειγμάτων για τα τέσσερα επίπεδα της θερμοκρασίας. Στον δεύτερο πίνακα (πίνακας 5.65) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το κριτήριο Levene. Η τιμή του κριτηρίου ελέγχου είναι 17.114 ενώ η πιθανότητα εσφαλμένης απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης των ίσων διακυμάνσεων είναι $\text{Sig.}=0,00<0,005$. Άρα λόγω της χαμηλής τιμής της πιθανότητας του ελέγχου, συμπεραίνουμε ότι η παραπάνω μηδενική υπόθεση απορρίπτεται, δηλαδή η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν ικανοποιείται. Από τον τρίτο πίνακα (πίνακας 5.66) βλέπουμε το αποτέλεσμα του F test. Ο λόγος του μέσου τετραγώνου μεταξύ των ομάδων, δίνει την τιμή του κριτηρίου ελέγχου $F=110.327$. Η δειγματοληπτική κατανομή του λόγου των μέσων τετραγώνων, υπό τη μηδενική υπόθεση της ισότητας των τριών θερμοκρασιακών μέσων, ακολουθεί την κατανομή F με 3 και 17169 βαθμούς ελευθερίας. Η πιθανότητα όμως να προκύψει μια τιμή για τη συγκεκριμένη κατανομή τόσο ακραία όσο αυτή που προέκυψε από τα δειγματικά δεδομένα (δηλαδή 110.327) είναι $\text{Sig} < 0,005$ (στον πίνακα εμφανίζεται η τιμή 0,000 λόγω στρογγυλοποίησης της πιθανότητας σε μορφή δεκαδικού αριθμού με τρία δεκαδικά). Επομένως, και από εδώ βλέπουμε ότι, η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση της ισότητας των θερμοκρασιακών μέσων τιμών του μηχανήματος *Dustrak old* απορρίπτεται και, επομένως, τρεις τουλάχιστον από τις τέσσερις θερμοκρασιακές μέσες τιμές διαφοροποιούνται μεταξύ τους (δηλαδή οι μετρήσεις των σωματιδίων διαφέρουν στα τέσσερα επίπεδα θερμοκρασίας). Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του *Dustrak old* που αποδίδεται στην θερμοκρασία(0,019). Στον τέταρτο πίνακα (πίνακας 5.67) βλέπουμε το μέσο όρο μετρούμενων σωματιδίων τις κάθε κατηγορίας, είναι φανερό πως όσο ανεβαίνουμε κατηγορία (ανεβαίνει θερμοκρασία), τόσο αυξάνεται ο μέσος όρος. Αυτό το βλέπουμε και από το διάγραμμα 5.19.



Διάγραμμα 5.19 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “θερμοκρασία” για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Επίδραση του παράγοντα θερμοκρασία στο Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

- Έχουμε Sig.=0,00<0,005 άρα η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν ικανοποιείται.
- Η επίδραση του παράγοντα θερμοκρασίας είναι F=110,327
- R Squared=0,019 δηλαδή , έχουμε επίδραση στις τιμές του από την θερμοκρασία στις τάξεις του 1,9% ,

- Σχετική υγρασία με Dustrak old

Between-Subjects Factors

		N
hum	1,00	2990
	2,00	6664
	3,00	5437
	4,00	2082

Πίνακας 5.68: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable:PM_10 [μg/m3]

F	df1	df2	Sig.
2,602	3	17169	,050

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + hum_kategoria

Πίνακας 5.69 Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:PM_10 [μg/m3]

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	159143,890 ^a	3	53047,963	85,355	,000
Intercept	1,364E7	1	1,364E7	21942,760	,000
hum_kategoria	159143,890	3	53047,963	85,355	,000
Error	1,067E7	17169	621,496		
Total	2,870E7	17173			
Corrected Total	1,083E7	17172			

a. R Squared = ,015 (Adjusted R Squared = ,015)

Πίνακας 5.70: Αποτελέσματα F τεστ σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

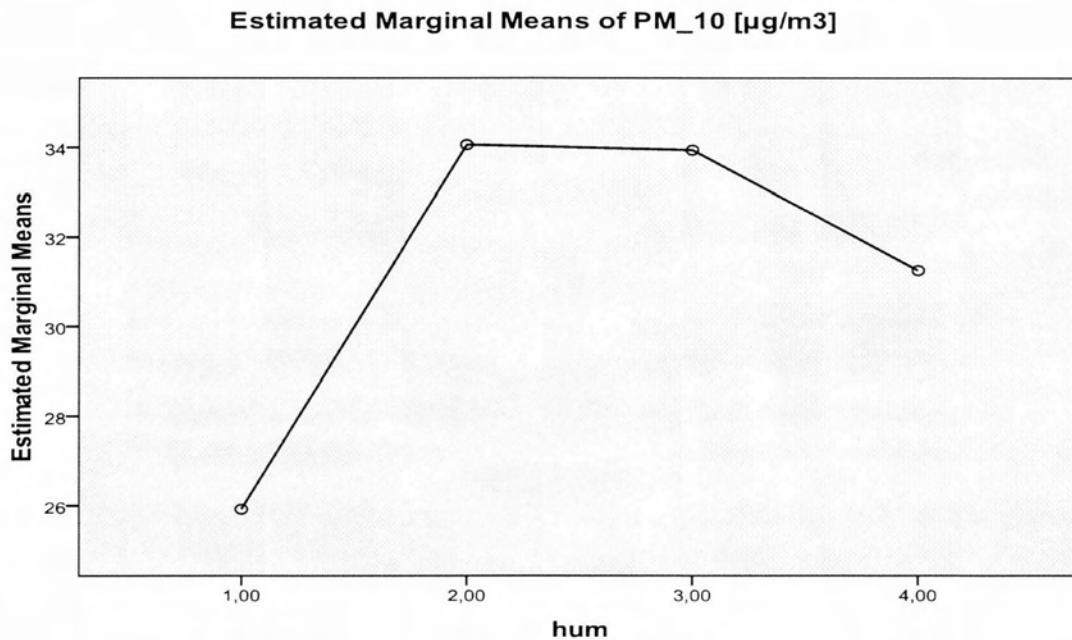
hum

Dependent Variable:PM_10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

hum	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1,00	25,917	,456	25,024	26,811
2,00	34,057	,305	33,458	34,656
3,00	33,934	,338	33,271	34,597
4,00	31,255	,546	30,184	32,325

Πίνακας 5.71: Κατηγοριοποιημένη σχετική υγρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Στον πρώτο πίνακα (πίνακα 5.68) παρουσιάζεται το σύνολο των δειγμάτων για τα τέσσερα επίπεδα της σχετικής υγρασίας. Στον δεύτερο πίνακα (πίνακας 5.69) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το κριτήριο Levene. Η τιμή του κριτηρίου ελέγχου είναι 2,602 ενώ η πιθανότητα εσφαλμένης απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης των ίσων διακυμάνσεων είναι $\text{Sig.}=0,050>0,005$. Άρα λόγω της τιμής της πιθανότητας του ελέγχου, συμπεραίνουμε ότι η παραπάνω μηδενική υπόθεση δεν απορρίπτεται, δηλαδή η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων ικανοποιείται. Από τον τρίτο πίνακα (πίνακας 5.70) βλέπουμε το αποτέλεσμα του F τεστ. Ο λόγος του μέσου τετραγώνου μεταξύ των ομάδων, δίνει την τιμή του κριτηρίου ελέγχου $F=85,355$. Η δειγματοληπτική κατανομή του λόγου των μέσων τετραγώνων, υπό τη μηδενική υπόθεση της ισότητας των τεσσάρων σχετικών υγρασιών μέσων, ακολουθεί την κατανομή F με 3 και 17,169 βαθμούς ελευθερίας. Η πιθανότητα όμως να προκύψει μια τιμή για τη συγκεκριμένη κατανομή τόσο ακραία όσο αυτή που προέκυψε από τα δειγματικά δεδομένα (δηλαδή 85,355) είναι $\text{Sig} >0,005$. Επομένως, και από εδώ βλέπουμε ότι, η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση της ισότητας των σχετικών υγρασιών μέσων τιμών του μηχανήματος Dustrak old απορρίπτεται και, επομένως, τρεις τουλάχιστον από τις τέσσερις σχετικές υγρασίες μέσες τιμές διαφοροποιούνται μεταξύ τους (δηλαδή οι μετρήσεις των σωματιδίων διαφέρουν στα τέσσερα επίπεδα σχετικής υγρασίας). Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak old που αποδίδεται στην σχετική υγρασία (0,015). Στον τέταρτο πίνακα (πίνακας 5.71) βλέπουμε το μέσο όρο μετρούμενων σωματιδίων τις κάθε κατηγορίας, είναι φανερό πως όσο ανεβαίνουμε κατηγορία (ανεβαίνει σχετική υγρασία), τόσο αυξάνεται ο μέσος όρος, παρατηρούμε επίσης πως στην κατηγορία 4 έχουμε μια μικρή κάθοδο που οφείλεται σε άλλους παράγοντες. Αυτό το βλέπουμε και από το διάγραμμα 5.20.



Διάγραμμα 5.20 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “σχετική υγρασία” για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Επίδραση του παράγοντα σχετική υγρασία στο Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

- Έχουμε Sig.=0,050>0,005 άρα η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων ικανοποιείται.
- Η επίδραση του παράγοντα σχετική υγρασία είναι F=85,355
- R Squared=0,015 δηλαδή , έχουμε επίδραση στις τιμές του από την σχετική υγρασία στις τάξεις του 1,5% ,

- Ταχύτητα ανέμου με Dustrak old

Between-Subjects Factors		
		N
windspeed	1,00	7578
	2,00	8018
	3,00	1348
	4,00	215

Πίνακας 5.72: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Levene's Test of Equality of Error Variances^aDependent Variable:PM_10 [μg/m³]

F	df1	df2	Sig.
4,111	3	17155	,006

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + WindSpeed_katigoria

Πίνακας 5.73: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:PM_10 [μg/m³]

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	109867,879 ^a	3	36622,626	58,623	,000
Intercept	2403254,122	1	2403254,122	3846,953	,000
WindSpeed_katigoria	109867,879	3	36622,626	58,623	,000
Error	1,072E7	17155	624,716		
Total	2,870E7	17159			
Corrected Total	1,083E7	17158			

a. R Squared = ,010 (Adjusted R Squared = ,010)

Πίνακας 5.74: Αποτελέσματα F τεστ ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

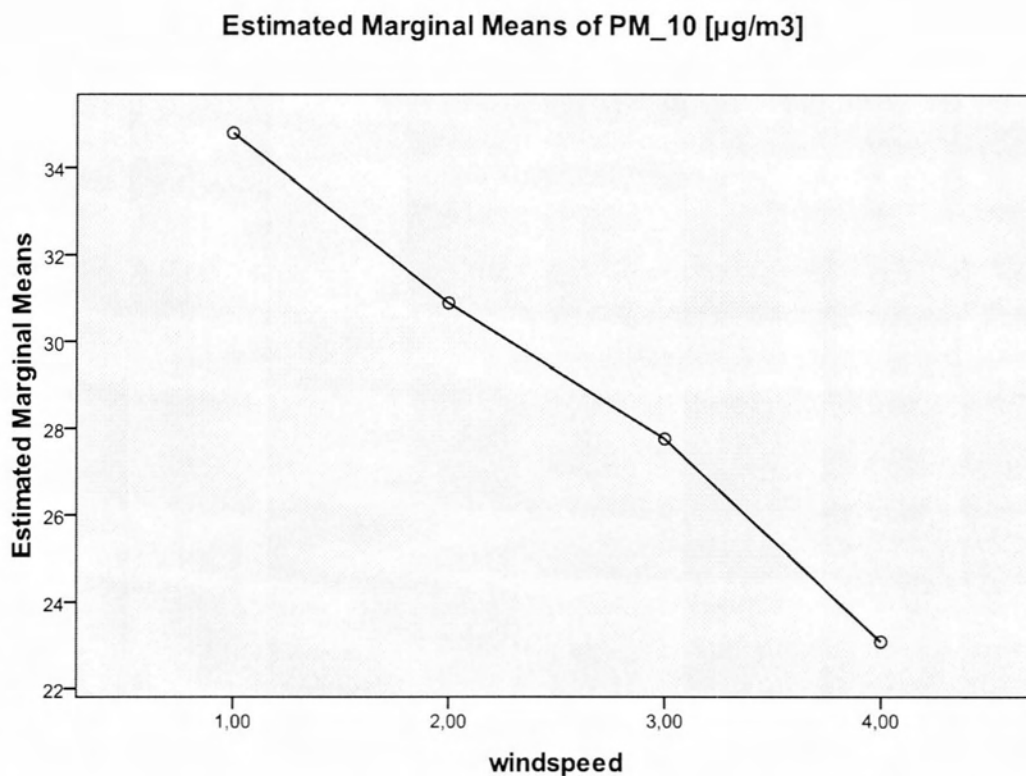
windspeed

Dependent Variable:PM_10 [µg/m3]

windspeed	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1,00	34,807	,287	34,244	35,369
2,00	30,880	,279	30,333	31,427
3,00	27,757	,681	26,423	29,092
4,00	23,079	1,705	19,738	26,420

Πίνακας 5.75: Κατηγοριοποιημένη ταχύτητα ανέμου για *Dustrak old* τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Στον πρώτο πίνακα (πίνακα 5.72) παρουσιάζεται το σύνολο των δειγμάτων για τα τέσσερα επίπεδα της ταχύτητας ανέμου. Στον δεύτερο πίνακα (πίνακας 5.73) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το κριτήριο Levene. Η τιμή του κριτηρίου ελέγχου είναι 4,111 ενώ η πιθανότητα εσφαλμένης απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης των ίσων διακυμάνσεων είναι $\text{Sig.}=0,006>0,005$. Άρα λόγω της χαμηλής τιμής της πιθανότητας του ελέγχου, συμπεραίνουμε ότι η παραπάνω μηδενική υπόθεση απορρίπτεται, δηλαδή η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν ικανοποιείται. Από τον τρίτο πίνακα (πίνακας 5.74) βλέπουμε το αποτέλεσμα του F τεστ. Ο λόγος του μέσου τετραγώνου μεταξύ των ομάδων, δίνει την τιμή του κριτηρίου ελέγχου $F=58,623$. Η δειγματοληπτική κατανομή του λόγου των μέσων τετραγώνων, υπό τη μηδενική υπόθεση της ισότητας των τριών ταχυτήτων ανέμου μέσω, ακολουθεί την κατανομή F με 3 και 17155 βαθμούς ελευθερίας. Η πιθανότητα όμως να προκύψει μια τιμή για τη συγκεκριμένη κατανομή τόσο ακραία όσο αυτή που προέκυψε από τα δειγματικά δεδομένα (δηλαδή 58,623) είναι $\text{Sig} >0,005$. Επομένως, και από εδώ βλέπουμε ότι, η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση της ισότητας των ταχυτήτων ανέμου μέσω των τιμών του μηχανήματος *Dustrak old* απορρίπτεται και, επομένως, τρεις τουλάχιστον από τις τέσσερις ταχύτητες ανέμου μέσες τιμές διαφοροποιούνται μεταξύ τους (δηλαδή οι μετρήσεις των σωματιδίων διαφέρουν στα τέσσερα επίπεδα ταχύτητας ανέμου). Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του *Dustrak old* που αποδίδεται στην ταχύτητα ανέμου (0,010). Στον τέταρτο πίνακα (πίνακας 5.75) βλέπουμε το μέσο όρο μετρούμενων σωματιδίων τις κάθε κατηγορίας, είναι φανερό πως όσο ανεβαίνουμε κατηγορία (ανεβαίνει ταχύτητα ανέμου), τόσο αυξάνεται ο μέσος όρος. Αυτό το βλέπουμε και από το διάγραμμα 5.21.



Διάγραμμα 5.21 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “ταχύτητα του ανέμου” για το *Dustrak old* τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Επίδραση του παράγοντα ταχύτητα ανέμου στο *Dustrak old* τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

- Έχουμε Sig.=0,006>0,005 άρα η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων ικανοποιείται.
- Η επίδραση του παράγοντα σχετική υγρασία είναι F=58,623
- R Squared=0,010 δηλαδή , έχουμε επίδραση στις τιμές του από την σχετική υγρασία στις τάξεις του 1,0% ,

❖ Θερμοκρασία- Σχετική υγρασία με Dustrak old

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:PM_10 [µg/m3]

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	597103,748 ^a	14	42650,268	71,517	,000
Intercept	2929338,564	1	2929338,564	4911,954	,000
tem_kategoria	73240,749	3	24413,583	40,937	,000
hum_kategoria	157274,188	3	52424,729	87,906	,000
tem_kategoria * hum_kategoria	55690,489	8	6961,311	11,673	,000
Error	1,023E7	17158	596,369		
Total	2,870E7	17173			
Corrected Total	1,083E7	17172			

a. R Squared = ,055 (Adjusted R Squared = ,054)

Πίνακας 5.76: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_θερμοκρασία-σχετικής υγρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Το μέσο τετράγωνο της συνολικής επίδρασης προς το μέσο τετράγωνο των σφαλμάτων ($F=71,517$) αποτελεί το κριτήριο του ελέγχου. Με βάση την πιθανότητα του συγκεκριμένου ελέγχου ($\text{Sig.}<0,0005$), προκύπτει ότι οι δύο παράγοντες (θερμοκρασία και σχετική υγρασία), συνολικά επιδρούν στις τιμές του Dustrak old. Η ύπαρξη σημαντικής αλληλεπίδρασης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας ($\text{Sig.}<0,0005$) σημαίνει ότι οι δύο μεταβλητές, επιδρούν μαζί στις τιμές του Dustrak old. Από τις πιθανότητες των ελέγχων των κύριων επιδράσεων θερμοκρασίας ($\text{Sig.}=0,001$) και σχετικής υγρασίας ($\text{Sig.}<0,0005$) προκύπτει επίδραση και των δύο μεταβλητών. Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak old που αποδίδεται στην θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία και είναι 0,055.

❖ **Θερμοκρασία- Ταχύτητας ανέμου με Dustrak old****Tests of Between-Subjects Effects**Dependent Variable: PM_10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	421556,212 ^a	14	30111,158	49,612	,000
Intercept	225287,635	1	225287,635	371,188	,000
tem_kategoria	44055,119	3	14685,040	24,195	,000
WindSpeed_kategoria	50012,054	3	16670,685	27,467	,000
tem_kategoria *	50054,266	8	6256,783	10,309	,000
WindSpeed_kategoria					
Error	1,041E7	17144	606,937		
Total	2,870E7	17159			
Corrected Total	1,083E7	17158			

a. R Squared = ,039 (Adjusted R Squared = ,038)

Πίνακας 5.77: Αποτελέσματα της διαδικασίας *GLM Univariate_θερμοκρασία-ταχύτητας ανέμου για Dustrak old* τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Το μέσο τετράγωνο της συνολικής επίδρασης προς το μέσο τετράγωνο των σφαλμάτων ($F=49,612$) αποτελεί το κριτήριο του ελέγχου. Με βάση την πιθανότητα του συγκεκριμένου ελέγχου ($\text{Sig.}<0,0005$), προκύπτει ότι οι δύο παράγοντες (θερμοκρασία και ταχύτητα ανέμου), συνολικά επιδρούν στις τιμές του Dustrak old. Η ύπαρξη σημαντικής αλληλεπίδρασης θερμοκρασίας και ταχύτητας ανέμου ($\text{Sig.}<0,0005$) σημαίνει ότι οι δύο μεταβλητές, επιδρούν μαζί στις τιμές του Dustrak old. Από τις πιθανότητες των ελέγχων των κύριων επιδράσεων θερμοκρασίας ($\text{Sig.}<0,0005$) και ταχύτητας ανέμου ($\text{Sig.}<0,0005$) προκύπτει επίδραση και των δύο μεταβλητών. Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak old που αποδίδεται στην θερμοκρασία και την ταχύτητα ανέμου και είναι 0,039.

❖ Σχετική υγρασία-Ταχύτητας ανέμου με Dustrak old

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:PM_10 [μg/m3]

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	302534,988 ^a	15	20168,999	32,853	,000
Intercept	981046,290	1	981046,290	1598,017	,000
hum_kategoria	18678,347	3	6226,116	10,142	,000
WindSpeed_kategoria	75052,696	3	25017,565	40,751	,000
hum_kategoria *	66622,195	9	7402,466	12,058	,000
WindSpeed_kategoria					
Error	1,052E7	17143	613,915		
Total	2,870E7	17159			
Corrected Total	1,083E7	17158			

a. R Squared = ,028 (Adjusted R Squared = ,027)

Πίνακας 5.78: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_ Σχετικής υγρασίας-ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Το μέσο τετράγωνο της συνολικής επίδρασης προς το μέσο τετράγωνο των σφαλμάτων ($F=32,853$) αποτελεί το κριτήριο του ελέγχου. Με βάση την πιθανότητα του συγκεκριμένου ελέγχου ($\text{Sig.}<0,0005$), προκύπτει ότι οι δύο παράγοντες (σχετικής υγρασίας και ταχύτητας ανέμου), συνολικά επιδρούν στις τιμές του Dustrak old. Η ύπαρξη σημαντικής αλληλεπίδρασης σχετικής υγρασίας και ταχύτητας ανέμου ($\text{Sig.}<0,0005$) σημαίνει ότι οι δύο μεταβλητές, επιδρούν μαζί στις τιμές του Dustrak old. Από τις πιθανότητες των ελέγχων των κύριων επιδράσεων σχετικής υγρασίας ($\text{Sig.}<0,0005$) και ταχύτητας ανέμου ($\text{Sig.}<0,0005$) προκύπτει επίδραση και των δύο μεταβλητών. Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak old που αποδίδεται στην σχετική υγρασία και ταχύτητα ανέμου είναι 0,028.

**Dustrak_old ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ
ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ
05/11/2009-30/11/2009+13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010**

• **Θερμοκρασία με Dustrak old**

Between-Subjects Factors		N
OutTem_Categorical	1,00	3197
	2,00	5591
	3,00	7465
	4,00	6106

Πίνακας 5.79: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0

F	df1	df2	Sig.
1374,325	3	22355	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + OutTem_Categorical

Πίνακας 5.80: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4,059 ^a	3	1,353	1373,380	,000
Intercept	38,940	1	38,940	39529,275	,000
OutTem_Categorical	4,059	3	1,353	1373,380	,000
Error	22,022	22355	,001		
Total	61,067	22359			
Corrected Total	26,080	22358			

a. R Squared = ,156 (Adjusted R Squared = ,156)

Πίνακας 5.81: Αποτελέσματα F τεστ θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

OutTem_Categorical

Dependent Variable: Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0

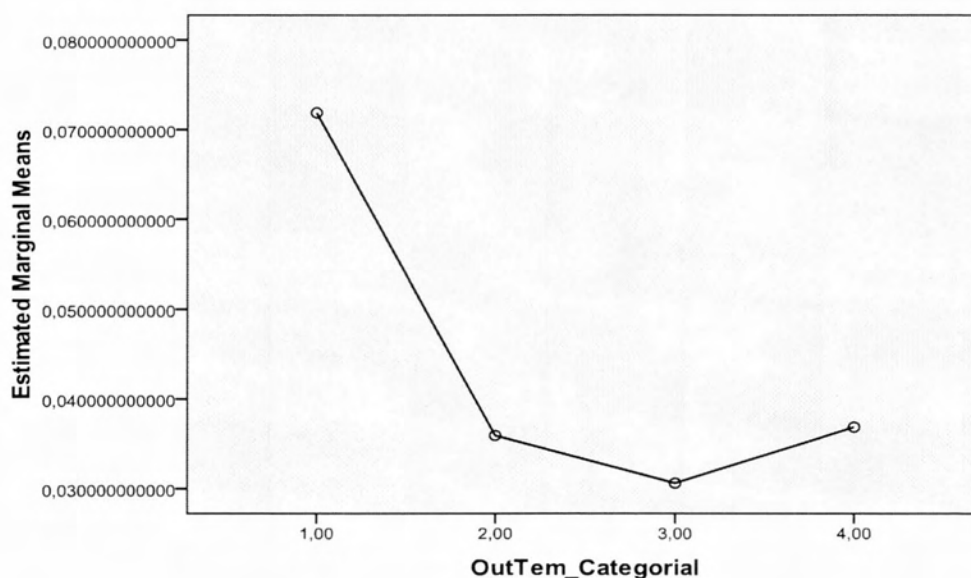
OutTem_Categorical	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1,00	,072	,001	,071	,073
2,00	,036	,000	,035	,037
3,00	,031	,000	,030	,031
4,00	,037	,000	,036	,038

Πίνακας 5.82: Κατηγοριοποιημένη θερμοκρασία για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Στον πρώτο πίνακα (πίνακα 5.79) παρουσιάζεται το σύνολο των δειγμάτων για τα τέσσερα επίπεδα της θερμοκρασίας. Στον δεύτερο πίνακα (πίνακας 5.80) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το κριτήριο Levene .Η τιμή του κριτηρίου ελέγχου είναι 1374.325 ενώ η πιθανότητα εσφαλμένης απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης των ίσων διακυμάνσεων είναι Sig.=0,00<0,005. Άρα λόγω της χαμηλής τιμής της πιθανότητας του ελέγχου, συμπεραίνουμε ότι η παραπάνω μηδενική υπόθεση απορρίπτεται, δηλαδή η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν ικανοποιείται. Από τον τρίτο πίνακα (πίνακας 5.81) βλέπουμε το αποτέλεσμα του F τεστ. Ο λόγος του μέσου τετραγώνου μεταξύ των ομάδων, δίνει την τιμή του κριτηρίου ελέγχου F=1373.380. Η δειγματοληπτική κατανομή του λόγου των μέσων τετραγώνων, υπό τη μηδενική υπόθεση της ισότητας των τριών θερμοκρασιακών μέσων, ακολουθεί την κατανομή F με 3 και 17169 βαθμούς ελευθερίας. Η πιθανότητα όμως να προκύψει μια τιμή για τη συγκεκριμένη κατανομή τόσο ακραία όσο αυτή που προέκυψε από τα δειγματικά δεδομένα (δηλαδή 1373.380) είναι Sig <0,005 (στον πίνακα εμφανίζεται η τιμή 0,000 λόγω στρογγυλοποίησης της πιθανότητας σε μορφή δεκαδικού αριθμού με

τρία δεκαδικά). Επομένως, και από εδώ βλέπουμε ότι, η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση της ισότητας των θερμοκρασιακών μέσων τιμών του μηχανήματος Dustrak old απορρίπτεται και, επομένως, τρεις τουλάχιστον από τις τέσσερις θερμοκρασιακές μέσες τιμές διαφοροποιούνται μεταξύ τους (δηλαδή οι μετρήσεις των σωματιδίων διαφέρουν στα τέσσερα επίπεδα θερμοκρασίας). Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak old που αποδίδεται στην θερμοκρασία(0,156). Στον τέταρτο πίνακα (πίνακας 5.82) βλέπουμε το μέσο όρο μετρούμενων σωματιδίων τις κάθε κατηγορίας, είναι φανερό πως όσο ανεβαίνουμε κατηγορία (ανεβαίνει θερμοκρασία), τόσο μειώνεται ο μέσος όρος στην 4 κατηγορία όπου είναι οι ψηλές θερμοκρασίες υπάρχει μια μικρή άνοδος. Αυτό το βλέπουμε και από το διάγραμμα 5.22.

Estimated Marginal Means of Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0



Διάγραμμα 5.22 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “θερμοκρασία” για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Επίδραση του παράγοντα θερμοκρασία στο Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

- Έχουμε Sig.=0,00<0,005 άρα η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν ικανοποιείται.
- Η επίδραση του παράγοντα θερμοκρασίας είναι F=1373.380
- R Squared=0,156 δηλαδή, έχουμε επίδραση στις τιμές του από την θερμοκρασία στις τάξεις του 15,6% ,

- Σχετική υγρασία με Dustrak old

Between-Subjects Factors

		N
OutHum_Categorial	1,00	2994
	2,00	9098
	3,00	7837
	4,00	2430

Πίνακας 5.83: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable:Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0

F	df1	df2	Sig.
285,132	3	22355	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + OutHum_Categorial

Πίνακας 5.84: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,141 ^a	3	,380	341,043	,000
Intercept	21,314	1	21,314	19105,974	,000
OutHum_Categorial	1,141	3	,380	341,043	,000
Error	24,939	22355	,001		
Total	61,067	22359			
Corrected Total	26,080	22358			

a. R Squared = ,044 (Adjusted R Squared = ,044)

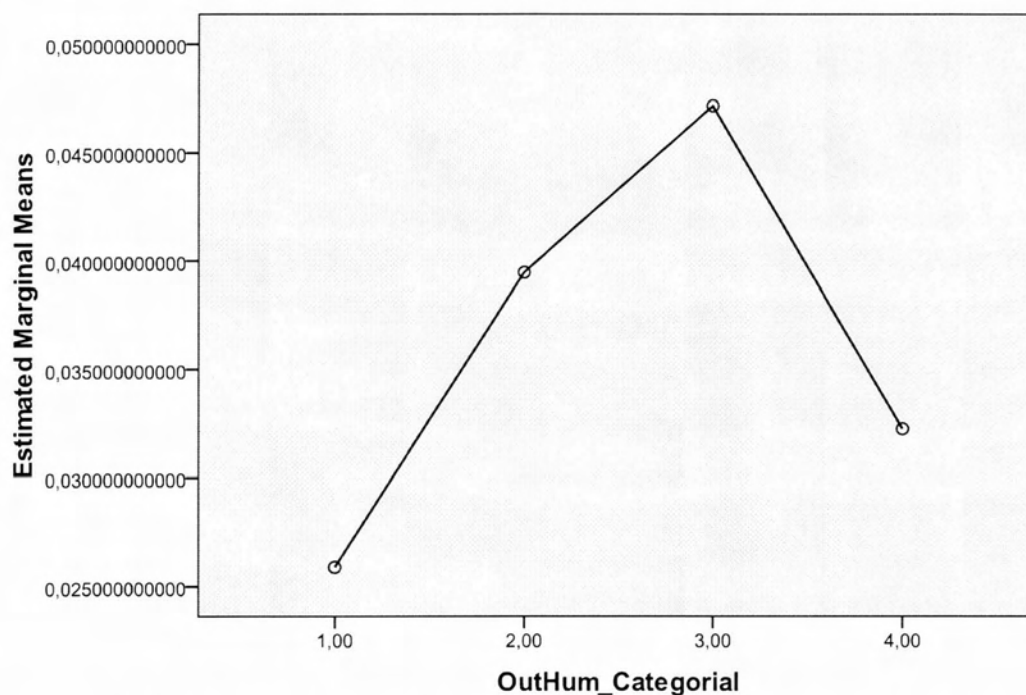
Πίνακας 5.85: Αποτελέσματα F τεστ σχετικής υγρασίας για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

OutHum_Categorial				
OutHum_Categorial	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1,00	,026	,001	,025	,027
2,00	,039	,000	,039	,040
3,00	,047	,000	,046	,048
4,00	,032	,001	,031	,034

Πίνακας 5.86: Κατηγοριοποιημένη σχετική υγρασία για *Dustrak old* τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Στον πρώτο πίνακα (πίνακα 5.83) παρουσιάζεται το σύνολο των δειγμάτων για τα τέσσερα επίπεδα της σχετικής υγρασίας. Στον δεύτερο πίνακα (πίνακας 5.84) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το κριτήριο Levene. Η τιμή του κριτηρίου ελέγχου είναι 285,132 ενώ η πιθανότητα εσφαλμένης απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης των ίσων διακυμάνσεων είναι $\text{Sig.}=0,00<0,005$. Άρα λόγω της τιμής της πιθανότητας του ελέγχου, συμπεραίνουμε ότι η παραπάνω μηδενική υπόθεση δεν απορρίπτεται, δηλαδή η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων ικανοποιείται. Από τον τρίτο πίνακα (πίνακας 5.85) βλέπουμε το αποτέλεσμα του F τεστ. Ο λόγος του μέσου τετραγώνου μεταξύ των ομάδων, δίνει την τιμή του κριτηρίου ελέγχου $F=341,043$. Η δειγματοληπτική κατανομή του λόγου των μέσων τετραγώνων, υπό τη μηδενική υπόθεση της ισότητας των τεσσάρων σχετικών υγρασιών μέσων, ακολουθεί την κατανομή F με 3 και 22355 βαθμούς ελευθερίας. Η πιθανότητα όμως να προκύψει μια τιμή για τη συγκεκριμένη κατανομή τόσο ακραία όσο αυτή που προέκυψε από τα δειγματικά δεδομένα (δηλαδή 341,043) είναι $\text{Sig} >0,005$. Επομένως, και από εδώ βλέπουμε ότι, η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση της ισότητας των σχετικών υγρασιών μέσων τιμών του μηχανήματος *Dustrak old* απορρίπτεται και, επομένως, τρεις τουλάχιστον από τις τέσσερις σχετικές υγρασίες μέσες τιμές διαφοροποιούνται μεταξύ τους (δηλαδή οι μετρήσεις των σωματιδίων διαφέρουν στα τέσσερα επίπεδα σχετικής υγρασίας). Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του *Dustrak old* που αποδίδεται στην σχετική υγρασία (0,044). Στον τέταρτο πίνακα (πίνακας 5.86) βλέπουμε το μέσο όρο μετρούμενων σωματιδίων τις κάθε κατηγορίας, είναι φανερό πως όσο ανεβαίνουμε κατηγορία (ανεβαίνει σχετική υγρασία), τόσο αυξάνεται ο μέσος όρος, παρατηρούμε επίσης πως στην κατηγορία 4 έχουμε μια μικρή κάθοδο που οφείλεται σε άλλους παράγοντες. Αυτό το βλέπουμε και από το διάγραμμα 5.23.

Estimated Marginal Means of Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0



Διάγραμμα 5.23 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “σχετική υγρασία” για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Επίδραση του παράγοντα σχετική υγρασία στο Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

- Έχουμε Sig.=0,00<0,005 άρα η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων ικανοποιείται.
- Η επίδραση του παράγοντα σχετική υγρασία είναι $F=341,043$
- $R\text{ Squared}=0,044$ δηλαδή, έχουμε επίδραση στις τιμές του από την σχετική υγρασία στις τάξεις του 4,4% ,

• Ταχύτητα ανέμου με Dustrak old

Between-Subjects Factors		
		N
WindSpeed_Categorial	1,00	10251
	2,00	9621
	3,00	2123
	4,00	350

Πίνακας 5.87: Περιγραφικά μέτρα για τα επίπεδα του παράγοντα ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable:Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0

F	df1	df2	Sig.
201,127	3	22341	,000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + WindSpeed_Categorial

Πίνακας 5.88: Τεστ Levene για την ισότητα των διακυμάνσεων ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,210 ^a	3	,403	362,454	,000
Intercept	5,234	1	5,234	4703,094	,000
WindSpeed_Categorial	1,210	3	,403	362,454	,000
Error	24,864	22341	,001		
Total	61,061	22345			
Corrected Total	26,074	22344			

a. R Squared = ,046 (Adjusted R Squared = ,046)

Πίνακας 5.89: Αποτελέσματα F τεστ ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

WindSpeed_Categorial

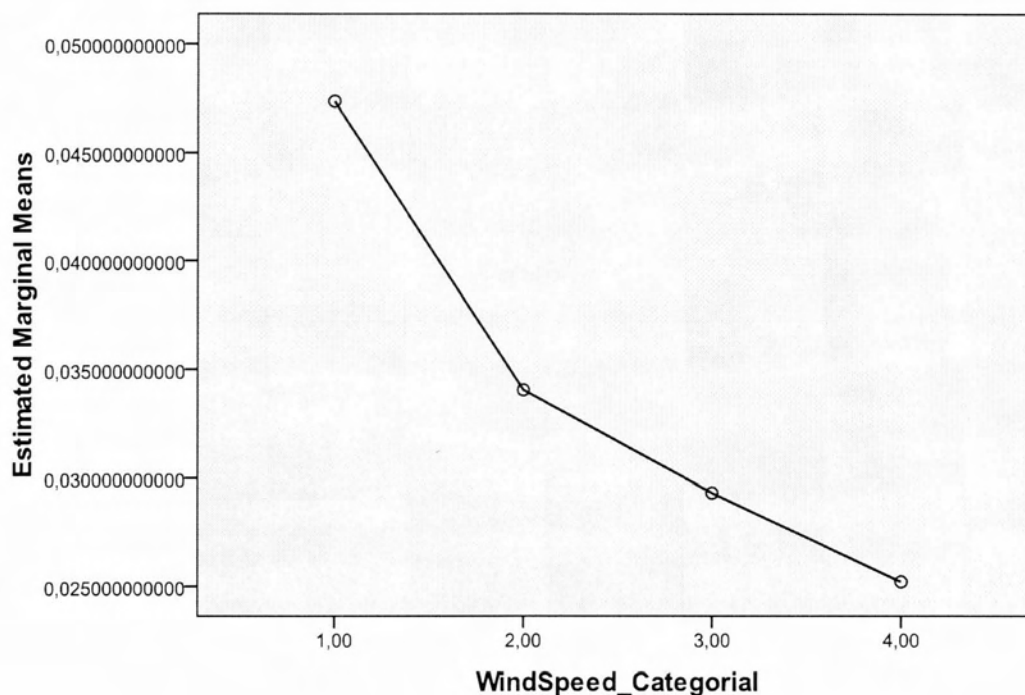
Dependent Variable: Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0

WindSpeed_Categorial	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1,00	,047	,000	,047	,048
2,00	,034	,000	,033	,035
3,00	,029	,001	,028	,031
4,00	,025	,002	,022	,029

Πίνακας 5.90: Κατηγοριοποιημένη ταχύτητα ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Στον πρώτο πίνακα (πίνακα 5.87) παρουσιάζεται το σύνολο των δειγμάτων για τα τέσσερα επίπεδα της ταχύτητας ανέμου. Στον δεύτερο πίνακα (πίνακας 5.88) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το κριτήριο Levene. Η τιμή του κριτηρίου ελέγχου είναι 201.127 ενώ η πιθανότητα εσφαλμένης απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης των ίσων διακυμάνσεων είναι $\text{Sig.}=0,00<0,005$. Άρα λόγω της χαμηλής τιμής της πιθανότητας του ελέγχου, συμπεραίνουμε ότι η παραπάνω μηδενική υπόθεση απορρίπτεται, δηλαδή η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων δεν ικανοποιείται. Από τον τρίτο πίνακα (πίνακας 5.89) βλέπουμε το αποτέλεσμα του F τεστ. Ο λόγος του μέσου τετραγώνου μεταξύ των ομάδων, δίνει την τιμή του κριτηρίου ελέγχου $F=362.454$. Η δειγματοληπτική κατανομή του λόγου των μέσων τετραγώνων, υπό τη μηδενική υπόθεση της ισότητας των τριών ταχυτήτων ανέμου μέσων, ακολουθεί την κατανομή F με 3 και 22341 βαθμούς ελευθερίας. Η πιθανότητα όμως να προκύψει μια τιμή για τη συγκεκριμένη κατανομή τόσο ακραία όσο αυτή που προέκυψε από τα δειγματικά δεδομένα (δηλαδή 362.454) είναι $\text{Sig} < 0,005$. Επομένως, και από εδώ βλέπουμε ότι, η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση της ισότητας των ταχυτήτων ανέμου μέσων τιμών του μηχανήματος Dustrak old απορρίπτεται και, επομένως, τρεις τουλάχιστον από τις τέσσερις ταχύτητες ανέμου μέσες τιμές διαφοροποιούνται μεταξύ τους (δηλαδή οι μετρήσεις των σωματιδίων διαφέρουν στα τέσσερα επίπεδα ταχύτητας ανέμου). Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak old που αποδίδεται στην ταχύτητα ανέμου (0,046). Στον τέταρτο πίνακα (πίνακας 5.90) βλέπουμε το μέσο όρο μετρούμενων σωματιδίων τις κάθε κατηγορίας, είναι φανερό πως όσο ανεβαίνουμε κατηγορία (ανεβαίνει ταχύτητα ανέμου), τόσο μειώνεται ο μέσος όρος. Αυτό το βλέπουμε και από το διάγραμμα 5.24.

Estimated Marginal Means of Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0



Διάγραμμα 5.24 : Διάγραμμα της μέσης τιμής ως προς τα επίπεδα του παράγοντα “ταχύτητα του ανέμου” για το Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Επίδραση του παράγοντα ταχύτητα ανέμου στο Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

- Έχουμε Sig.=0,00<0,005 άρα η υπόθεση της ισότητας των διακυμάνσεων ικανοποιείται.
- Η επίδραση του παράγοντα σχετική υγρασία είναι F=362,454
- R Squared=0,046 δηλαδή , έχουμε επίδραση στις τιμές του από την σχετική υγρασία στις τάξεις του 4,6% ,

❖ Θερμοκρασία- Σχετική υγρασία με Dustrak old

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5,376 ^a	14	,384	414,440	,000
Intercept	8,160	1	8,160	8806,208	,000
OutTem_Categorical	1,858	3	,619	668,505	,000
OutHum_Categorical	,512	3	,171	184,327	,000
OutTem_Categorical * OutHum_Categorical	,516	8	,064	69,548	,000
Error	20,704	22344	,001		
Total	61,067	22359			
Corrected Total	26,080	22358			

a. R Squared = ,206 (Adjusted R Squared = ,206)

Πίνακας 5.91: Αποτελέσματα της διαδικασίας *GLM Univariate_θερμοκρασία-σχετικής υγρασία για Dustrak old* τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Το μέσο τετράγωνο της συνολικής επίδρασης προς το μέσο τετράγωνο των σφαλμάτων ($F=414.440$) αποτελεί το κριτήριο του ελέγχου. Με βάση την πιθανότητα του συγκεκριμένου ελέγχου ($\text{Sig.}<0,0005$), προκύπτει ότι οι δύο παράγοντες (θερμοκρασία και σχετική υγρασία), συνολικά επιδρούν στις τιμές του Dustrak old. Η ύπαρξη σημαντικής αλληλεπίδρασης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας ($\text{Sig.}<0,0005$) σημαίνει ότι οι δύο μεταβλητές, επιδρούν μαζί στις τιμές του Dustrak old. Από τις πιθανότητες των ελέγχων των κύριων επιδράσεων θερμοκρασίας ($\text{Sig.}=0,001$) και σχετικής υγρασίας ($\text{Sig.}<0,0005$) προκύπτει επίδραση και των δύο μεταβλητών. Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak old που αποδίδεται στην θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία και είναι 0,206.

❖ **Θερμοκρασία- Ταχύτητας ανέμου με Dustrak old**

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4,763 ^a	15	,318	332,702	,000
Intercept	,564	1	,564	590,629	,000
OutTem_Categorical	,032	3	,011	11,275	,000
WindSpeed_Categorical	,560	3	,187	195,457	,000
OutTem_Categorical *	,322	9	,036	37,533	,000
WindSpeed_Categorical					
Error	21,311	22329	,001		
Total	61,061	22345			
Corrected Total	26,074	22344			

a. R Squared = ,183 (Adjusted R Squared = ,182)

Πίνακας 5.92: Αποτελέσματα της διαδικασίας *GLM Univariate_θερμοκρασία-ταχύτητας ανέμου για Dustrak old* τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Το μέσο τετράγωνο της συνολικής επίδρασης προς το μέσο τετράγωνο των σφαλμάτων ($F=332.702$) αποτελεί το κριτήριο του ελέγχου. Με βάση την πιθανότητα του συγκεκριμένου ελέγχου ($\text{Sig.}<0,0005$), προκύπτει ότι οι δύο παράγοντες (θερμοκρασία και ταχύτητα ανέμου), συνολικά επιδρούν στις τιμές του Dustrak old. Η ύπαρξη σημαντικής αλληλεπίδρασης θερμοκρασίας και ταχύτητας ανέμου ($\text{Sig.}<0,0005$) σημαίνει ότι οι δύο μεταβλητές, επιδρούν μαζί στις τιμές του Dustrak old. Από τις πιθανότητες των ελέγχων των κύριων επιδράσεων θερμοκρασίας ($\text{Sig.}<0,0005$) και ταχύτητας ανέμου ($\text{Sig.}<0,0005$) προκύπτει επίδραση και των δύο μεταβλητών. Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak old που αποδίδεται στην θερμοκρασία και την ταχύτητα ανέμου και είναι 0,183.

❖ Σχετική υγρασία-Ταχύτητας ανέμου με Dustrak old

Tests of Between-Subjects Effects					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,359 ^a	15	,157	148,067	,000
Intercept	1,532	1	1,532	1442,583	,000
OutHum_Categorical	,119	3	,040	37,377	,000
WindSpeed_Categorical	,439	3	,146	137,740	,000
OutHum_Categorical * WindSpeed_Categorical	,311	9	,035	32,488	,000
Error	23,716	22329	,001		
Total	61,061	22345			
Corrected Total	26,074	22344			

a. R Squared = ,090 (Adjusted R Squared = ,090)

Πίνακας 5.93: Αποτελέσματα της διαδικασίας GLM Univariate_ Σχετικής υγρασίας-ταχύτητας ανέμου για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Το μέσο τετράγωνο της συνολικής επίδρασης προς το μέσο τετράγωνο των σφαλμάτων ($F=148.067$) αποτελεί το κριτήριο του ελέγχου. Με βάση την πιθανότητα του συγκεκριμένου ελέγχου ($\text{Sig.}<0,0005$), προκύπτει ότι οι δύο παράγοντες (σχετικής υγρασίας και ταχύτητας ανέμου), συνολικά επιδρούν στις τιμές του Dustrak old. Η ύπαρξη σημαντικής αλληλεπίδρασης σχετικής υγρασίας και ταχύτητας ανέμου ($\text{Sig.}<0,0005$) σημαίνει ότι οι δύο μεταβλητές, επιδρούν μαζί στις τιμές του Dustrak old. Από τις πιθανότητες των ελέγχων των κύριων επιδράσεων σχετικής υγρασίας ($\text{Sig.}<0,0005$) και ταχύτητας ανέμου ($\text{Sig.}<0,0005$) προκύπτει επίδραση και των δύο μεταβλητών. Τέλος, ο συντελεστής R Squared που εμφανίζεται στη βάση του πίνακα, εκφράζει το ποσοστό της συνολικής μεταβλητότητας του Dustrak old που αποδίδεται στην σχετική υγρασία και ταχύτητα ανέμου είναι 0,090.

5.8.ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ-LINEAR REGRESSION

*Dustrak_old ΚΑΙ Dustrak_II ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 05/11/2009-30/11/2009*

Πίνακας 5.94: Αποτελέσματα της διαδικασίας Linear Regression με τη μέθοδο Enter για Dustrak old τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,513 ^a	,263	,262	,038109492270619

a. Predictors: (Constant), Wind Speed, Out Hum, Out Temp

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2,454	3	,818	563,127	,000 ^a
	Residual	6,880	4737	,001		
	Total	9,333	4740			

a. Predictors: (Constant), Wind Speed, Out Hum, Out Temp

b. Dependent Variable: Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,031	,008		3,840	,000
	Out Temp	-,001	,000	-,114	-6,180	,000
	Out Hum	,001	,000	,176	11,587	,000
	Wind Speed	-,004	,000	-,313	-18,442	,000

a. Dependent Variable: Du1trak old (PROKAT) Cal=1.0

Ο πρώτος πίνακας τις ανάλυσης με τίτλο Model Summary δίνει για κάθε υπόδειγμα τους συντελεστές πολλαπλής συσχέτισης (αποτελεί μέτρο της συνολικής γραμμικής σχέσης που υπάρχει μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής – στην προκειμένη περίπτωση το Dustrak old – και των ανεξάρτητων μεταβλητών, δηλαδή της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας της

ταχύτητας ανέμου), όπου και για τις τρεις μετεωρολογικές συνθήκες και για το μηχάνημα Dustrak old είναι $R=0,513$. Στον ίδιο πίνακα αναφέρεται ο συντελεστής πολλαπλού προσδιορισμού (R^2), ο οποίος ορίζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής που ερμηνεύεται από τις ανεξάρτητες. Από την τιμή του συγκεκριμένου συντελεστή προκύπτει ότι περίπου 26,3% της μεταβλητότητας των τιμών του Dustrak old ερμηνεύεται από τη ταχύτητα ανέμου, σχετική υγρασία και θερμοκρασία. Η τιμή αυτή διορθώνεται ως προς την αμεροληψία της για την εκτίμηση του πληθυσμιακού συντελεστή πολλαπλού προσδιορισμού και εμφανίζεται στην διπλανή στήλη του πίνακα με όνομα Adjusted R Square ($R^2_{adj}=0.262$). Λόγω του μεγάλου σχετικά αριθμού παρατηρήσεων που έχουμε στο δείγμα, η διόρθωση είναι πολύ μικρή, μόλις 0,001. Τέλος στη τελευταία στήλη του πίνακα εμφανίζεται η τιμή του τυπικού σφάλματος της εκτίμησης. Από τον δεύτερο πίνακα Ανοva δίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διακύμανσης των τριών μετεωρολογικών συνθηκών. Η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση, είναι πολύ μικρή $\text{Sig.}<0.0005$, γεγονός που μας επιτρέπει να ισχυριστούμε ότι οι μετεωρολογικές συνθήκες συνδυασμένες γραμμικά συμβάλουν σημαντικά στην ερμηνεία του Dustrak old. Στον τρίτο πίνακα εμφανίζονται οι συντελεστές των τριών μετεωρολογικών συνθηκών μαζί με τους αντίστοιχους ελέγχους. Διαπιστώνουμε ότι και οι τρεις μεταβλητές συμβάλλουν σημαντικά για την πρόβλεψη της εξαρτημένης. Από την τέταρτη γραμμή βλέπουμε την ταχύτητα του ανέμου ($B=-0,313$, $t=-18.442$, $\text{Sig.}<0.0005$), η σχετική υγρασία ($B=0,176$, $t=11,587$, $\text{Sig.}<0.0005$) και η θερμοκρασία ($B=-0,114$, $t=-6,180$, $\text{Sig.}<0.0005$). Δηλαδή όσο πιο μικρή είναι η ταχύτητα ανέμου και η θερμοκρασία και όσο πιο μεγάλη η σχετική υγρασία τόσο υψηλότερες μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων θα παίρνουμε από το Dustrak old.

Πίνακας 5.95: Αποτελέσματα της διαδικασίας *Linear Regression* με τη μέθοδο *Enter* για *Dustrak II* τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,543 ^a	,294	,294	,0487434

a. Predictors: (Constant), Wind Speed, Out Hum, Out Temp

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4,698	3	1,566	659,086	,000 ^a
	Residual	11,255	4737	,002		
	Total	15,953	4740			

a. Predictors: (Constant), Wind Speed, Out Hum, Out Temp

b. Dependent Variable: Du1trak II (PROKAT)

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,055	,010		5,367	,000
	Out Temp	-,003	,000	-,170	-9,440	,000
	Out Hum	,001	,000	,173	11,615	,000
	Wind Speed	-,005	,000	-,297	-17,853	,000

a. Dependent Variable: Du1trak II (PROKAT)

Ο πρώτος πίνακας της ανάλυσης με τίτλο *Model Summary* δίνει για κάθε υπόδειγμα τους συντελεστές πολλαπλής συσχέτισης, όπου και για τις τέσσερις μετεωρολογικές συνθήκες και για το μηχάνημα *Dustrak II* είναι $R=0,543$. Στον ίδιο πίνακα αναφέρεται ο συντελεστής πολλαπλού προσδιορισμού (R^2). Από την τιμή του συγκεκριμένου συντελεστή προκύπτει ότι περίπου 29,4% της μεταβλητότητας των τιμών του *Dustrak II* ερμηνεύεται από τη ταχύτητα ανέμου, σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία. Τέλος στη τελευταία στήλη του πίνακα εμφανίζεται η τιμή του τυπικού σφάλματος της εκτίμησης. Από τον δεύτερο πίνακα *Anova* δίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διακύμανσης των τεσσάρων μετεωρολογικών συνθηκών. Η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση, είναι πολύ μικρή $\text{Sig.}<0.0005$,

γεγονός που μας επιτρέπει να ισχυριστούμε ότι οι μετεωρολογικές συνθήκες συνδυασμένες γραμμικά συμβάλουν σημαντικά στην ερμηνεία του *Dustrak II*. Στον τρίτο πίνακα εμφανίζονται οι συντελεστές των τριών μετεωρολογικών συνθηκών μαζί με τους αντίστοιχους ελέγχους. Διαπιστώνουμε ότι και οι τρεις μεταβλητές συμβάλλουν σημαντικά για την πρόβλεψη της εξαρτημένης. Από την τέταρτη γραμμή βλέπουμε την ταχύτητα του ανέμου ($B=-0,297$, $t=-17,853$, $Sig.<0.0005$), η σχετική υγρασία ($B=0,173$, $t=11,615$, $Sig.<0.0005$) και η θερμοκρασία ($B=-0,170$, $t=-9,440$, $Sig.<0.0005$). Δηλαδή όσο πιο μικρή είναι η ταχύτητα ανέμου και η θερμοκρασία και όσο πιο μεγάλη η σχετική υγρασία τόσο υψηλότερες μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων θα παίρνουμε από το *Dustrak II*.

***Dustrak_old* ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 13/05/2010-13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010**

Πίνακας 5.96: Αποτελέσματα της διαδικασίας *Linear Regression* με τη μέθοδο *Enter* για *Dustrak old* τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.245 ^a	.060	.060	24,348

a. Predictors: (Constant), wind speed [kph], DB Temperature [oC], RH [%]

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	651279,054	3	217093,018	366,197	.000 ^a
	Residual	1,018E7	17169	592,832		
	Total	1,083E7	17172			

a. Predictors: (Constant), wind speed [kph], DB Temperature [oC], RH [%]

b. Dependent Variable: PM_10 [μg/m3]

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-23,514	1,881		-12,499	,000
	DB Temperature [oC]	1,505	,050	,279	30,184	,000
	RH [%]	,314	,013	,225	23,727	,000
	wind speed [kph]	-.674	,077	-.067	-8,712	,000

a. Dependent Variable: PM_10 [µg/m3]

Ο πρώτος πίνακας τις ανάλυσης με τίτλο Model Summary δίνει για κάθε υπόδειγμα τους συντελεστές πολλαπλής συσχέτισης (αποτελεί μέτρο της συνολικής γραμμικής σχέσης που υπάρχει μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής – στην προκειμένη περίπτωση το Dustrak old – και των ανεξάρτητων μεταβλητών, δηλαδή της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας της ταχύτητας ανέμου), όπου και για τις τρεις μετεωρολογικές συνθήκες και για το μηχάνημα Dustrak old είναι $R=0,245$. Στον ίδιο πίνακα αναφέρεται ο συντελεστής πολλαπλού προσδιορισμού (R^2), ο οποίος ορίζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής που ερμηνεύεται από τις ανεξάρτητες. Από την τιμή του συγκεκριμένου συντελεστή προκύπτει ότι περίπου 6.0% της μεταβλητότητας των τιμών του Dustrak old ερμηνεύεται από τη ταχύτητα ανέμου, θερμοκρασία και σχετική υγρασία. Η τιμή αυτή διορθώνεται ως προς την αμεροληψία της για την εκτίμηση του πληθυσμιακού συντελεστή πολλαπλού προσδιορισμού και εμφανίζεται στην διπλανή στήλη του πίνακα με όνομα Adjusted R Square ($R^2_{adj}=0.060$). Λόγω του μεγάλου σχετικά αριθμού παρατηρήσεων που έχουμε στο δείγμα, η διόρθωση είναι μηδέν. Τέλος στη τελευταία στήλη του πίνακα εμφανίζεται η τιμή του τυπικού σφάλματος της εκτίμησης. Από τον δεύτερο πίνακα Anova δίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διακύμανσης των τριών μετεωρολογικών συνθηκών. Η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση, είναι πολύ μικρή $\text{Sig.}<0.0005$, γεγονός που μας επιτρέπει να ισχυριστούμε ότι οι μετεωρολογικές συνθήκες συνδυασμένες γραμμικά συμβάλουν σημαντικά στην ερμηνεία του Dustrak old. Στον τρίτο πίνακα εμφανίζονται οι συντελεστές των τριών μετεωρολογικών συνθηκών μαζί με τους αντίστοιχους ελέγχους. Διαπιστώνουμε ότι και οι τρεις μεταβλητές συμβάλλουν σημαντικά για την πρόβλεψη της εξαρτημένης. Από την τέταρτη γραμμή βλέπουμε την ταχύτητα του ανέμου ($B=-0,674$, $t=-8,712$, $\text{Sig.}<0.0005$), η σχετική υγρασία ($B=0,314$, $t=23,727$, $\text{Sig.}<0.0005$) και η θερμοκρασία ($B=1,505$, $t=30,184$, $\text{Sig.}<0.0005$). Δηλαδή όσο πιο μικρή

είναι η ταχύτητα ανέμου και όσο πιο μεγάλη η σχετική υγρασία και η θερμοκρασία τόσο υψηλότερες μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων θα παίρνουμε από το Dustrak old.

***Dustrak_old* ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ
ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ
05/11/2009-30/11/2009+13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010**

Πίνακας 5.97: Αποτελέσματα της διαδικασίας *Linear Regression* με τη μέθοδο *Enter* για *Dustrak old* τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 +13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,275 ^a	,076	,076	,032837479929221

a. Predictors: (Constant), Wind Speed, Out Temp, Out Hum

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1,975	3	,658	610,534	,000 ^a
	Residual	24,105	22355	,001		
	Total	26,080	22358			

a. Predictors: (Constant), Wind Speed, Out Temp, Out Hum

b. Dependent Variable: Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,079	,002		40,257	,000
	Out Temp	-,002	,000	-,246	-31,499	,000
	Out Hum	-6,364E-5	,000	-,031	-3,891	,000
	Wind Speed	-,002	,000	-,124	-18,634	,000

a. Dependent Variable: Dustrak old (PROKAT) Cal=1.0

Ο πρώτος πίνακας της ανάλυσης με τίτλο Model Summary δίνει για κάθε υπόδειγμα τους συντελεστές πολλαπλής συσχέτισης (αποτελεί μέτρο της συνολικής γραμμικής σχέσης που υπάρχει μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής – στην προκειμένη περίπτωση το Dustrak old – και των ανεξάρτητων μεταβλητών, δηλαδή της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας της ταχύτητας ανέμου), όπου και για τις τρεις μετεωρολογικές συνθήκες και για το μηχάνημα Dustrak old είναι $R=0,275$. Στον ίδιο πίνακα αναφέρεται ο συντελεστής πολλαπλού προσδιορισμού (R^2), ο οποίος ορίζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής που ερμηνεύεται από τις ανεξάρτητες. Από την τιμή του συγκεκριμένου συντελεστή προκύπτει ότι περίπου 7,6% της μεταβλητότητας των τιμών του Dustrak old ερμηνεύεται από τη ταχύτητα ανέμου, σχετική υγρασία και θερμοκρασία. Η τιμή αυτή διορθώνεται ως προς την αμεροληψία της για την εκτίμηση του πληθυσμιακού συντελεστή πολλαπλού προσδιορισμού και εμφανίζεται στην διπλανή στήλη του πίνακα με όνομα Adjusted R Square ($R^2_{adj}=0.076$). Λόγω του μεγάλου σχετικά αριθμού παρατηρήσεων που έχουμε στο δείγμα, η διόρθωση είναι μηδέν. Τέλος στη τελευταία στήλη του πίνακα εμφανίζεται η τιμή του τυπικού σφάλματος της εκτίμησης. Από τον δεύτερο πίνακα Anova δίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διακύμανσης των τριών μετεωρολογικών συνθηκών. Η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση, είναι πολύ μικρή $Sig.<0.0005$, γεγονός που μας επιτρέπει να ισχυριστούμε ότι οι μετεωρολογικές συνθήκες συνδυασμένες γραμμικά συμβάλουν σημαντικά στην ερμηνεία του Dustrak old. Στον τρίτο πίνακα εμφανίζονται οι συντελεστές των τριών μετεωρολογικών συνθηκών μαζί με τους αντίστοιχους ελέγχους. Διαπιστώνουμε ότι και οι τρεις μεταβλητές συμβάλλουν σημαντικά για την πρόβλεψη της εξαρτημένης. Από την τέταρτη γραμμή βλέπουμε την ταχύτητα του ανέμου ($B=-0,002$, $t=-18.634$, $Sig.<0.0005$), η σχετική υγρασία ($B=-6,364E-5$, $t=-3,891$, $Sig.<0.0005$) και η θερμοκρασία ($B=-0,002$, $t=-31.499$, $Sig.<0.0005$). Δηλαδή όσο πιο μικρή είναι η ταχύτητα ανέμου, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία τόσο υψηλότερες μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων θα παίρνουμε από το Dustrak old.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

6.1. ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως αναφερθήκαμε στο κεφάλαιο 1, ο βασικός σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η διερεύνηση της επιρροής των μετεωρολογικών συνθηκών, και συγκεκριμένα της θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και ταχύτητας ανέμου στις μετρήσεις των μηχανευμάτων Dust Trak old και Dust Trak II , καθώς επίσης και η εύρεση διαφορών στις μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων στα δύο αυτά μηχανήματα με τη χρήση του λογισμικού PASW Statistics 17.0. Από την ανάλυση των δεδομένων και τα αποτελέσματα προκύπτουν κάποια βασικά συμπεράσματα :

- Με τη μέθοδο **T-TEST** που χρησιμοποιήσαμε στην στατική ανάλυση των δύο μηχανημάτων μέτρησης αιωρούμενων σωματιδίων βρήκαμε ότι :
 - τα δύο αυτά μηχανήματα έχουν πολύ υψηλή συσχέτιση και πιο συγκεκριμένα, ότι ο συντελεστής συσχέτισης Pearson είναι 0,964 (96,4%) πράγμα που υποδεικνύει την ύπαρξη μιας ισχυρής γραμμικής συσχέτισης μεταξύ των δύο (εξαρτημένων) μεταβλητών. Επομένως οι μετρήσεις στα δύο μηχανήματα έχουν μια ομοιόμορφη γραμμική συμπεριφορά.
 - η τιμή των διαφορών στις μετρήσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στα δύο μηχανήματα ισούται με $-2,140996364655859E-2$ με αντίστοιχο 95% δ.ε. από $-2,195926671707312E-2$ έως $-2,086066057604406E-2$. Στο διάστημα αυτό δεν συμπεριλαμβάνεται το 0 κι άρα με πιθανότητα λάθους 0.05 υπάρχει διαφορά στις μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων στα μηχανήματα. Το αρνητικό πρόσημο μας οδηγεί να συμπεράνουμε επιπλέον, ότι η μέση μέτρηση του Dusttrak old είναι μικρότερη της αντίστοιχης των μετρήσεων του Dusttrak II , γιατί όταν κάναμε τη μελέτη ορίσαμε ως 1^η μεταβλητή μεταξύ του ζεύγους το Dusttrak old και ως 2^η μεταβλητή το Dusttrak II.

- Με τη μέθοδο **BIVARIATE CORRELATION** που κάναμε στα δύο μετρητικά όργανα σε σχέση με τις μετεωρολογικές συνθήκες παρατηρήσαμε για κάθε χρονική περίοδο τα ακόλουθα που παρουσιάζονται πιο κάτω.

1. *Dustrak_old KAI Dustrak_II ME TIS METEΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 05/11/2009-30/11/2009.*

- Η υψηλή συσχέτιση των δύο μηχανημάτων (0,964) επιβεβαιώνεται και με την συγκεκριμένη μέθοδο.
- Από την μέθοδο αυτή για τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 μεγάλο ενδιαφέρον παρουσίασε το αποτέλεσμα που μας δείχνει ότι 2 από τις 3 μετεωρολογικές συνθήκες έχουν αρνητική συσχέτιση με τα μηχανήματα μέτρησης αιωρούμενων σωματιδίων Dust Trak old και Dust Trak II. Και πιο συγκεκριμένα η ταχύτητα ανέμου και η θερμοκρασία παρουσίασαν αυτό το αποτέλεσμα. Δηλαδή όσο μειώνονται αυτές οι δύο μετεωρολογικές συνθήκες τόσο αυξάνονται οι μετρήσεις ρύπων από τα δύο όργανα. Από την άλλη η σχετική υγρασία παρουσίασε θετική επίδραση στις μετρήσεις των μηχανημάτων πράγμα που υποδηλώνει ότι, με την αύξηση της προκαλεί παράλληλα και αύξηση στις μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων και στα δύο μηχανήματα.
- Το άλλο σημαντικό από αυτή τη μέθοδο για τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 είναι οι τιμές συσχέτισης. Παρατηρώντας τις βλέπουμε ότι η ταχύτητα του ανέμου έχει την μεγαλύτερη τιμή και κατά συνέπεια και την μεγαλύτερη συσχέτιση(αρνητική) με τα δύο όργανα μέτρησης. Επηρεάζει δηλαδή περισσότερο τις μετρήσεις των Dust Trak old και Dust Trak II. Η θερμοκρασία έχει την δεύτερη μεγαλύτερη (αρνητική) τιμή με την σχετική υγρασία να έχει την μικρότερη (θετική) τιμή. Έχουμε δηλαδή κατά σειρά αξιόσας συσχέτισης με τα μηχανήματα :
05/11/2009-30/11/2009.

2. *Dustrak_old ME TIS METEΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 13/05/2010-13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010.*

- Από την μέθοδο αυτή για τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010 μεγάλο ενδιαφέρον παρουσίασε το αποτέλεσμα που μας δείχνει ότι 1 από τις 3 μετεωρολογικές συνθήκες έχουν αρνητική συσχέτιση με το μηχανήματα μέτρησης αιωρούμενων σωματιδίων Dust Trak old. Και πιο συγκεκριμένα η ταχύτητα ανέμου παρουσιάζει αυτό το αποτέλεσμα, δηλαδή όσο μειώνεται τόσο αυξάνονται οι μετρήσεις ρύπων από το Dust Trak old. Από την άλλη η σχετική υγρασία και η θερμοκρασία παρουσιάζουν θετική επίδραση στις μετρήσεις του μηχανήματος πράγμα που υποδηλώνει ότι, με την αύξηση τους προκαλεί παράλληλα και αύξηση στις μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων του μηχανήματος.
- Το άλλο σημαντικό από αυτή τη μέθοδο για τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010 είναι οι τιμές συσχέτισης. Παρατηρώντας τις βλέπουμε ότι η θερμοκρασία έχει τη μεγαλύτερη τιμή και κατά συνέπεια και την μεγαλύτερη συσχέτιση(θετική) με το όργανο μέτρησης.

Επηρεάζει δηλαδή περισσότερο τις μετρήσεις του Dust Trak old. Η ταχύτητα ανέμου έχει την δεύτερη μεγαλύτερη (αρνητική) τιμή με την σχετική υγρασία να έχει την μικρότερη (θετική) τιμή. Έχουμε δηλαδή κατά σειρά αύξουσας συσχέτισης με τα μηχανήματα :

θερμοκρασία > ταχύτητα ανέμου > σχετική υγρασία

3. *Dustrak_old ME ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 05/11/2009-30/11/2009+13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.*

- Από την μέθοδο αυτή για τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 + 13/05/2010-13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010, μεγάλο ενδιαφέρον παρουσίασε το αποτέλεσμα που μας δείχνει ότι 2 από τις 3 μετεωρολογικές συνθήκες έχουν αρνητική συσχέτιση με το μηχανήμα μέτρησης αιωρούμενων σωματιδίων Dust Trak old. Και πιο συγκεκριμένα η ταχύτητα ανέμου και η θερμοκρασία παρουσιάζουν αυτό το αποτέλεσμα, δηλαδή όσο μειώνονται τόσο αυξάνονται οι μετρήσεις ρύπων από το Dust Trak old. Από την άλλη η σχετική υγρασία παρουσιάζουν θετική επίδραση στις μετρήσεις του μηχανήματος πράγμα που υποδηλώνει ότι, με την αύξηση της προκαλεί παράλληλα και αύξηση στις μετρήσεις αιωρούμενων σωματιδίων του μηχανήματος.
- Το άλλο σημαντικό από αυτή τη μέθοδο για τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 + 13/05/2010-13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010 είναι οι τιμές συσχέτισης. Παρατηρώντας τις βλέπουμε ότι η θερμοκρασία έχει τη μεγαλύτερη τιμή και κατά συνέπεια και την μεγαλύτερη συσχέτιση(αρνητική) με το όργανο μέτρησης. Επηρεάζει δηλαδή περισσότερο τις μετρήσεις του Dust Trak old. Η ταχύτητα ανέμου έχει την δεύτερη μεγαλύτερη (αρνητική) τιμή με την σχετική υγρασία να έχει την μικρότερη (θετική) τιμή. Έχουμε δηλαδή κατά σειρά αύξουσας συσχέτισης με τα μηχανήματα :

θερμοκρασία > ταχύτητα ανέμου > σχετική υγρασία

4. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ BIVARIATE CORRELATION ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ DUST TRAK OLD ME ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥΣ ΠΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣΑΜΕ.

- Μεγαλύτερη διαφορά παρουσιάζει το αποτέλεσμα της θερμοκρασίας. Τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 έχει πολύ μεγάλη αρνητική συσχέτιση και τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010 μεγάλη θετική. Μία εκτίμηση που μπορούμε να κάνουμε είναι ότι τα αρχικά δεδομένα προέρχονται από κρύο μήνα (Νοέμβριο) όπου η μείωση της θερμοκρασίας επιφέρει αύξηση των καύσεων για θέρμανση. Σε αντίθεση με τα δεδομένα που προέρχονται από ζεστούς μήνες όπου δεν υφίσταται ο παράγοντας θέρμανσης. Όσο αφορά τα αποτελέσματα του μηχανήματος Dust Trak old και για τους τρεις μήνες μαζί για τη θερμοκρασία έχουμε περίπου τον μέσο όρο των δύο περιόδων που εξετάζουμε. Όσο αφορά τη σχετική υγρασία και για της τρεις περιόδους που μελετάμε έχουμε θετική συσχέτιση

με μεγαλύτερη επιρροή το μήνα Νοέμβριο. Το ίδιο ισχύει και για την ταχύτητα του ανέμου όπου έχουμε αρνητική συσχέτιση και για τις τρεις περιόδους που μελετάμε έχουμε θετική συσχέτιση με μεγαλύτερη επιρροή το μήνα Νοέμβριο.

- Το άλλο σημαντικό που παρατηράμε είναι ότι τη χρονική περίοδο 05/11/2009-30/11/2009 η ταχύτητα ανέμου επηρεάζει τις μετρήσεις του μηχανήματος περισσότερο από τις άλλες δύο μεταιωρολογικές συνθήκες σε αντίθεση με τη χρονική περίοδο 13/05/2010-13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010 όπου η θερμοκρασία παίζει μεγαλύτερο ρόλο .

- Με τη μέθοδο **PARTIAL CORRELATION** που κάναμε στα δύο μετρητικά όργανα σε σχέση με τις μετεωρολογικές συνθήκες παρατηρήσαμε για κάθε χρονική περίοδο τα ακόλουθα που παρουσιάζονται πιο κάτω.

1. *Dustrak_old KAI Dustrak_II ME TIS METEΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 05/11/2009-30/11/2009.*

- Με το πάγωμα της θερμοκρασίας είχαμε μια πολύ-πολύ μικρή αλλαγή στη συσχέτιση των δύο μετρητικών οργάνων της τάξης του 0,8% (0,956). Όσο αφορά στις μετεωρολογικές συνθήκες εξακολουθεί η ταχύτητα του ανέμου να έχει μεγαλύτερη (αρνητική) επίδραση στις μετρήσεις από την σχετική υγρασία που επηρεάζει λιγότερο (θετικά). Η επιρροή τους μειώθηκε σχεδόν στο ήμισυ από το αν λαμβάναμε υπόψη και τη θερμοκρασία.
- Με το πάγωμα της σχετικής υγρασίας είχαμε και εδώ μια πολύ-πολύ μικρή μείωση στη συσχέτιση των δύο μηχανημάτων (0,958). Όσο αφορά στις μετεωρολογικές συνθήκες εξακολουθεί η ταχύτητα του ανέμου να έχει μεγαλύτερη (αρνητική) επίδραση στις μετρήσεις από την θερμοκρασία που επηρεάζει λιγότερο (αρνητικά). Η επιρροή τους μειώθηκε αρκετά από το αν λαμβάναμε υπόψη και τη σχετική υγρασία.
- Με το πάγωμα της ταχύτητας ανέμου είχαμε και εδώ μια πολύ-πολύ μικρή μείωση στη συσχέτιση των δύο μηχανημάτων (0,953). Όσο αφορά στις μετεωρολογικές συνθήκες έχουμε την σχετική υγρασία να επηρεάζει (θετικά) πιο λίγο από 'τι με την επίδραση ταχύτητα του ανέμου, αλλά περισσότερο από 'τι επηρεάζει (αρνητικά) χωρίς την επίδραση της ταχύτητας του ανέμου η θερμοκρασία Η επιρροή τους μειώθηκε αρκετά από το αν λαμβάναμε υπόψη και τη ταχύτητα του ανέμου .
- Με της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας ανέμου είχαμε μια πολύ-πολύ μικρή αλλαγή στη συσχέτιση των δύο μετρητικών οργάνων της (0,951). Όσο αφορά την στην συσχέτιση που έχει τώρα η θερμοκρασία με τα δύο μηχανήματα είναι αρκετά μικρότερη. Εξακολουθεί να έχει αρνητική συσχέτιση αλλά μειωμένη κατά 0,3 περίπου.
- Με το πάγωμα της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου είχαμε μια πολύ-πολύ μικρή αλλαγή στη συσχέτιση των δύο μετρητικών οργάνων της (0,953).

Όσο αφορά την στην συσχέτιση που έχει τώρα η σχετική υγρασία με τα δύο μηχανήματα είναι αρκετά μικρότερη. Εξακολουθεί να έχει θετική συσχέτιση αλλά μειωμένη κατά 0,2 περίπου.

- Με το πάγωμα της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας είχαμε μια πολύ-πολύ μικρή αλλαγή στη συσχέτιση των δύο μετρητικών οργάνων της (0,955). Όσο αφορά την στην συσχέτιση που έχει τώρα η ταχύτητα ανέμου με τα δύο μηχανήματα είναι αρκετά μικρότερη. Εξακολουθεί να έχει αρνητική συσχέτιση αλλά μειωμένη κατά 0,2 περίπου.

2. *Dustrak_old ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 13/05/2010-13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010.*

- Με το πάγωμα της θερμοκρασίας η σχετική υγρασία εξακολουθεί να έχει θετική επίδραση στις μετρήσεις και η ταχύτητα του ανέμου αρνητική που επηρεάζει λιγότερο (θετικά). Η επιρροή της σχετικής υγρασίας αυξήθηκε (θετικά) πολύ περισσότερο απο την αύξηση (αρνητικά) της ταχύτητας του ανέμου.
- Με το πάγωμα της σχετικής υγρασίας η θερμοκρασία εξακολουθεί να έχει μεγαλύτερη (θετική) επίδραση στις μετρήσεις από την ταχύτητα του ανέμου που επηρεάζει λιγότερο (αρνητικά). Η επιρροή της θερμοκρασίας αυξήθηκε (θετικά) σημαντικά και η επιρροή της ταχύτητας του ανέμου μειώθηκε ελάχιστα .
- Με το πάγωμα της ταχύτητας ανέμου η σχετική υγρασία να επηρεάζει (θετικά) πιο λίγο από 'τι με την επίδραση ταχύτητα του ανέμου, και λιγότερο από 'τι επηρεάζει (θετικά) χωρίς την επίδραση της ταχύτητας του ανέμου η θερμοκρασία Η επιρροή της θερμοκρασίας αυξήθηκε (θετικά) πολύ λίγο και η επιρροή της ταχύτητας του ανέμου μειώθηκε ελάχιστα .
- Με της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας ανέμου η θερμοκρασία εξακολουθεί να έχει θετική επίδραση στις μετρήσεις και η επιρροή της αυξήθηκε σημαντικά.
- Με το πάγωμα της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου η σχετική υγρασία εξακολουθεί να έχει θετική επίδραση στις μετρήσεις και η επιρροή της αυξήθηκε σημαντικά.
-
- Με το πάγωμα της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας η ταχύτητα του ανέμου εξακολουθεί να έχει αρνητική επίδραση στις μετρήσεις και η επιρροή του μειώθηκε λίγο.

3. *Dustrak_old* ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 05/11/2009-30/11/2009+13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

- Με το πάγωμα της θερμοκρασίας η σχετική υγρασία εξακολουθεί να έχει θετική επίδραση στις μετρήσεις και η ταχύτητα του ανέμου αρνητική .Η επιρροή της σχετικής υγρασίας μειώθηκε (θετικά) πάρα πολύ έχει γίνει σχεδόν μηδέν , απο την άλλη η ταχύτητα του ανέμου μειώθηκε λίγο.
 - Με το πάγωμα της σχετικής υγρασίας η θερμοκρασία εξακολουθεί να έχει μεγαλύτερη (θετική) επίδραση στις μετρήσεις από την ταχύτητα του ανέμου που επηρεάζει λιγότερο (αρνητικά). Η επιρροή της θερμοκρασίας αυξήθηκε (θετικά) σημαντικά και η επιρροή της ταχύτητας του ανέμου μειώθηκε ελάχιστα .
 - Με το πάγωμα της ταχύτητας ανέμου η σχετική υγρασία εξακολουθεί να επηρεάζει (θετικά) πιο λίγο από 'τι με την επίδραση ταχύτητα του ανέμου, και λιγότερο από 'τι επηρεάζει (θετικά) χωρίς την επίδραση της ταχύτητας του ανέμου η θερμοκρασία Η επιρροή της θερμοκρασίας αυξήθηκε (θετικά) πολύ λίγο και η επιρροή της ταχύτητας του ανέμου μειώθηκε ελάχιστα .
 - Με της σχετικής υγρασίας και της ταχύτητας ανέμου η θερμοκρασία εξακολουθεί να έχει θετική επίδραση στις μετρήσεις και η επιρροή της αυξήθηκε σημαντικά.
 - Με το πάγωμα της θερμοκρασίας και της ταχύτητας ανέμου η σχετική υγρασία εξακολουθεί να έχει θετική επίδραση στις μετρήσεις και η επιρροή της αυξήθηκε σημαντικά.
 - Με το πάγωμα της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας η ταχύτητα του ανέμου εξακολουθεί να έχει αρνητική επίδραση στις μετρήσεις και η επιρροή του μειώθηκε λίγο.
- Με τη μέθοδο **ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ** που κάναμε στα δύο μετρητικά όργανα σε σχέση με τις μετεωρολογικές συνθήκες παρατηρήσαμε για κάθε χρονική περίοδο τα ακόλουθα που παρουσιάζονται πιο κάτω.

1. *Dustrak_old* ΚΑΙ *Dustrak_II* ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 05/11/2009-30/11/2009.

- * Όταν χωρίσαμε τις μετεωρολογικές συνθήκες σε κατηγορίες διαπιστώσαμε ότι οι μετρήσεις των σωματιδίων διαφέρουν από επίπεδο σε επίπεδο και για τα δύο μηχανήματα.
- για τη θερμοκρασίας :
 1. λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,00<0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα θερμοκρασία και στο *Dustrak old* και στο *Dustrak II*,

2. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 20,7% στο Dustrak old και 24,6% στο Dustrak II,
 3. με την μείωση της θερμοκρασίας, έχουμε αύξηση των μετρήσεων,
- για τη σχετική υγρασία :
 1. λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,00<0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα σχετική υγρασία και στο Dustrak old και στο Dustrak II,
 2. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 11,3% στο Dustrak old και 12,7% στο Dustrak II,
 3. με την αύξηση της σχετικής υγρασίας , έχουμε αύξηση των μετρήσεων,
 - για τη ταχύτητα ανέμου :
 1. λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,00<0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα ταχύτητα ανέμου και στο Dustrak old και στο Dustrak II,
 2. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 22,7% στο Dustrak old και 25,1% στο Dustrak II,
 3. με τη μείωση της ταχύτητας του ανέμου, έχουμε αύξηση των μετρήσεων.
 - για τη θερμοκρασία * σχετική υγρασία :
 1. λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,00<0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα θερμοκρασία * σχετική υγρασία και στο Dustrak old και στο Dustrak II,
 2. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 23,7% στο Dustrak old και 27,7% στο Dustrak II,
 - για τη θερμοκρασία * ταχύτητα ανέμου :
 1. λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,00<0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα θερμοκρασία * ταχύτητα ανέμου και στο Dustrak old και στο Dustrak II,
 2. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 27,6% στο Dustrak old και 31,2% στο Dustrak II,
 - για τη σχετική υγρασία * ταχύτητα ανέμου :
 1. στο Dustrak old λόγο της μικρής τιμής του F (μεγάλο Sig.=0,269) έχουμε μη επίδραση του παράγοντα σχετική υγρασία * ταχύτητα ανέμου και στο Dustrak II λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,00<0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα θερμοκρασία * ταχύτητα ανέμου,
 2. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 24,7% στο Dustrak old ξεχωριστά ο κάθε παράγοντας και 27,7% στο Dustrak II .

2: *Dustrak_old ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 13/05/2010-13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010.*

- για τη θερμοκρασία :
 1. λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,00<0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα θερμοκρασία στο μηχάνημα του Dustrak old
 2. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 1,9% ,
 3. με την αύξηση της θερμοκρασίας, έχουμε αύξηση των μετρήσεων,

- για τη σχετική υγρασία :
 1. λόγο της μεγάλης τιμής του F (μικρό Sig.=0,05>0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα σχετική υγρασία στο μηχάνημα του Dustrak old
 2. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 1,5% ,
 3. με την αύξηση της σχετικής υγρασίας , έχουμε αύξηση των μετρήσεων,

- για τη ταχύτητα ανέμου :
 1. λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,006>0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα ταχύτητα ανέμου στο μηχάνημα του Dustrak old
 2. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 1,0% ,
 3. με τη μείωση της ταχύτητας του ανέμου, έχουμε αύξηση των μετρήσεων.

- για τη θερμοκρασία * σχετική υγρασία :
 1. λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,00<0,005) μεγάλη επίδραση του παράγοντα θερμοκρασία * σχετική υγρασία στο μηχάνημα του Dustrak old
 2. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 5,5% ,

- για τη θερμοκρασία * ταχύτητα ανέμου :
 1. λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,00<0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα θερμοκρασία * ταχύτητα ανέμου και στο μηχάνημα του Dustrak old
 2. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 3,9% ,

- για τη σχετική υγρασία * ταχύτητα ανέμου :
 1. λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,00<0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα σχετική υγρασία * ταχύτητα ανέμου στο μηχάνημα του Dustrak old
 2. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 2,8% .

3. *Dustrak_old* ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 05/11/2009-30/11/2009+13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.

- για τη θερμοκρασία :
 4. λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,00<0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα θερμοκρασία στο μηχάνημα του Dustrak old
 5. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 1,9% ,
 6. με την αύξηση της θερμοκρασίας, έχουμε αύξηση των μετρήσεων,

- για τη σχετική υγρασία :
 4. λόγο της μεγάλης τιμής του F (μικρό Sig.=0,05>0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα σχετική υγρασία στο μηχάνημα του Dustrak old
 5. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 1,5% ,
 6. με την αύξηση της σχετικής υγρασίας , έχουμε αύξηση των μετρήσεων,

- για τη ταχύτητα ανέμου :
 4. λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,006>0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα ταχύτητα ανέμου στο μηχάνημα του Dustrak old
 5. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 4,4% ,
 6. με τη μείωση της ταχύτητας του ανέμου, έχουμε αύξηση των μετρήσεων.

- για τη θερμοκρασία * σχετική υγρασία :
 3. λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,00<0,005) μεγάλη επίδραση του παράγοντα θερμοκρασία * σχετική υγρασία στο μηχάνημα του Dustrak old
 4. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 20,6% ,

- για τη θερμοκρασία * ταχύτητα ανέμου :
 3. λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,00<0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα θερμοκρασία * ταχύτητα ανέμου και στο μηχάνημα του Dustrak old
 4. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 18,3% ,

- για τη σχετική υγρασία * ταχύτητα ανέμου :
 3. λόγο της μεγάλης τιμής του F (πολύ μικρό Sig.=0,00<0,005) έχουμε μεγάλη επίδραση του παράγοντα σχετική υγρασία * ταχύτητα ανέμου στο μηχάνημα του Dustrak old
 4. η επίδραση αυτή σύμφωνα με τη μέθοδο είναι 9,0% .

- Με τη μέθοδο **ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ-LINEAR REGRESSION** που κάναμε στα δύο μετρητικά όργανα σε σχέση με τις μετεωρολογικές συνθήκες παρατηρήσαμε για κάθε χρονική περίοδο τα ακόλουθα που παρουσιάζονται πιο κάτω.

1. *Dustrak_old KAI Dustrak_II ME TIS METEΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 05/11/2009-30/11/2009.*

- το 26,3% περίπου των τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων που μετρά το μηχάνημα Dust Trak old και το 29,4% περίπου των τιμών που μετρά το Dust Trak II οφείλονται στις μετεωρολογικές συνθήκες ,
- η μετεωρολογική συνθήκη που επιδρά περισσότερο είναι όπως και στις άλλες μεθόδους η ταχύτητα του ανέμου. Δεύτερη επίδραση είναι η σχετική υγρασία και τρίτη η θερμοκρασία. Να σημειωθεί πως κάναμε έλεγχο των ανεξάρτητων μεταβλητών (θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, ταχύτητας ανέμου) χωρίς να υπάρχει αλληλεπίδραση αναφορικά με τον τρόπο που αυτές επηρεάζουν τις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής.

2. *Dustrak_old ME TIS METEΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 13/05/2010-13/06/2010 + 14/08/2010-14/09/2010.*

- το 6,0% περίπου των τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων που μετρά το μηχάνημα Dust Trak old οφείλεται στις μετεωρολογικές συνθήκες ,
- η μετεωρολογική συνθήκη που επιδρά περισσότερο είναι η ταχύτητα του ανέμου. Δεύτερη επίδραση είναι η θερμοκρασία και τρίτη η σχετική υγρασία. Να σημειωθεί πως κάναμε έλεγχο των ανεξάρτητων μεταβλητών (θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, ταχύτητας ανέμου) χωρίς να υπάρχει αλληλεπίδραση αναφορικά με τον τρόπο που αυτές επηρεάζουν τις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής.

3. *Dustrak_old ME TIS METEΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ 05/11/2009-30/11/2009+13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010.*

- το 7,6% περίπου των τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων που μετρά το μηχάνημα Dust Trak old οφείλεται στις μετεωρολογικές συνθήκες ,
- η μετεωρολογική συνθήκη που επιδρά περισσότερο είναι η ταχύτητα του ανέμου. Δεύτερη επίδραση είναι η θερμοκρασία και τρίτη η σχετική υγρασία. Να σημειωθεί πως κάναμε έλεγχο των ανεξάρτητων μεταβλητών (θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, ταχύτητας ανέμου) χωρίς να υπάρχει αλληλεπίδραση αναφορικά με τον τρόπο που αυτές επηρεάζουν τις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής.

6.2. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Με βάση τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας προέκυψε σειρά προτάσεων χρήσιμων για τη βελτίωση αυτών, όπως αυτές που παρουσιάζουμε πιο κάτω :

- Για την λήψη ασφαλών συμπερασμάτων απαιτούνται καταγραφές μεγαλύτερων χρονικά μετρήσεων.
- Οι μετρήσεις έχουν γίνει και για τα δύο μηχανήματα Dust Trak old και Dust Trak II στο ίδιο σημείο. Θα ήταν προτιμότερο να γίνουν μετρήσεις και σε άλλες τοποθεσίες ώστε να μπορούμε να βγάλουμε ασφαλέστερα – καλύτερα – ακριβεστέρα αποτελέσματα και κατά συνέπεια και συμπεράσματα.
- Αυτό που πρέπει επίσης να διερευνηθεί είναι, πόσο διαφοροποιούνται οι τιμές μέτρησης αιωρούμενων σωματιδίων κατά τη διάρκεια μιας μέρας (πρωί, μεσημέρι, απόγευμα και βράδυ).
- Έχουμε κάνει έλεγχο της επίδρασης δύο παραγόντων στην επίδραση των μετρήσεων των σωματιδίων. Καλό ήταν να γίνει και με πιο πολλούς παράγοντες έλεγχος.
- Καλό θα ήταν να γίνουν συσχετίσεις των οργάνων μέτρησης και με άλλα όργανα μέτρησης αιωρούμενων σωματιδίων άλλων προμηθευτών.
- Να γίνει η μέθοδος linear Regression με αλληλεπίδραση των μετεωρολογικών συνθηκών για να έχουμε πιο σφαιρική άποψη για τη συγκεκριμένη μέθοδο.

6.3. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ

Ο βασικός περιορισμός της έρευνας είναι το μικρό δείγμα. Αναλύσαμε μετρήσεις τρεις περιόδους διάρκειας ενός μηνός η κάθε μία (05/11/2009 έως 30-11/2009, 13/05/2010 έως 13/06/2010 και 14/08/2010 έως 14/09/2010, 05/11/2009 έως 30-11/2009 και 13/05/2010 έως 13/06/2010 και 14/08/2010 έως 14/09/2010) και βγάλαμε συμπεράσματα μόνο από αυτό. Αν το δείγμα ήταν μεγαλύτερο τότε πολύ πιθανό τα αποτελέσματα να ήταν ακόμα πιο αντιπροσωπευτικά.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- [1] Καρβούνης Σ., Γεωργακέλλος Δ., Διαχείριση του περιβάλλοντος, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, 2003.
- [2] Fadel M., Massoud M., Particulate matter in urban areas: health-based economy assessment, *The Science of Total Environment*, Vol.257, pp.133-146, 2000.
- [3] Μάλλιαρος Χ., Περιβάλλον Ρύπανσης Τεχνικές Απορρύπανσης, Εκδόσεις Μεταίχμιο, Αθήνα, 2000.
- [4] Κωτσοβίνου Ν., Ρύπανση και προστασία περιβάλλοντος, Εκδόσεις Φούντας, Αθήνα, 1992.
- [5] Manahan S., *Fundamentals of Environmental Chemistry*, 2nd Edition, CPR Press, New York, 2000.
- [6] Ρεμουντάκη Εμμανουέλα, Η ατμόσφαιρα ως αποδέκτης αποβλήτων, Τόμος Γ. Εκδότης ΕΑΠ, Πάτρα, Σελ.95-279, 2004.
- [7] Quah E., Boon L., The economic cost of particulate air pollution on health in Singapore, *Journal of Asian Economics*, Vol.14, pp.73-90, 2003.
- [8] Lighty J. S., Veranth J. M., Sarofim A. F., *Combustion Aerosols: Factors Governing Their Size and Composition and Implications to Human Health*, ISSN 1047-3289 J. Air & Waste Mnage. Assoc.50, pp.1565-1618, 2000.
- [9] Zou L.Y., Hooper M.A., Size-Resolved Airborne Particles and Their Morphology in Central Jakarta, *Atmospheric Environment*, Vol.31, No.8., pp.1165-1172, 1997.
- [10] Laden F., Neas L., Dockery D., Schwartz J., Association of fire particulate matter from different sources with daily mortality in six U.S cities, *Environmental Health Perspectives*, Vol.108, No.10, 2000.
- [11] Chaloulakou A., Kassomenos P., Spyrellis N., Demoktitou P., Koutrakis P., Measurements of PM10 and PM2.5 particle concentrations in Athens, Greece, *Atmospheric Environment*, Vol.37, pp.649-660, 2003.
- [12] Chaloulakou A., Kassomenos P., Spyrellis N., Grivas G., Particulate matter and black smoke concentration levels in central Athens, Greece, *Environment International*, Vol.31, pp.651-659, 2005.

- [13] Schauer J.J., Rogge W.F., Mazurek M.A., Hildemann L.M., Cass G.R., Simoneit B.R., Source apportionment of airborne particulate matter using organic compounds as tracers, *Atmospheric Environment*, Vol.30, pp.3837-3855, 1996.
- [14] Gertler A.W., Diesel vs. Gasoline emissions: Does PM from diesel or gasoline vehicles dominate in the US, *Atmospheric Environment*, Vol.39, pp. 2349-2355, 2005.
- [15] Baumbach G., Vogt U., Hein K.R.G., Oluwole A.F., Oguniola O.J., Olaniyi H.B., Akeredolu F.A., Air pollution in atropical city with a high traffic density-results of measurements in Lagos, Nigeria, *The Science of the Total Environment*, Vol.169, pp.25-31, 1995.
- [16] Hoek G., Meliefste K., Cyrus J., Lewnw M., Bellander T., Brauer M., Fischer P., Gehring U., Heinrich J., van Vliet P., Brunekreef B., Spatial variability of fine particle concentrations in three European areas, *Atmospheric Environment*, Vol.36, pp. 4077-4088, 2002.
- [17] Ανακτήθηκε από τον δικτυακό τόπο :
<http://www.physics4u.gr/news/2004/scnews1635.html>
- [18] Χαλουλάκου Α., Αιωρούμενα Σωματίδια (PM10/PM2,5) και Ποιότητα της Ατμόσφαιρας στην Περιοχή της Αθήνας: Διαχρονικές Τάσεις- Κατηγορίες Πηρών, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Ποιότητα της ατμόσφαιρας σε αστικές περιοχές- Νέα δεδομένα και προοπτικές, 2005.
- [19] Ανακτήθηκε από τον δικτυακό τόπο :
<http://www.vita.gr/html/ent/234/ent.9234>.
- [20] Cess, R.D., M.H. Zhang, G.L. Potter, V. Alekseev, H.W. Barker, S. Bony, R.A. Colman, D.A. Dazlich, A.D. Del Genio, M. Déqué, M.R. Dix, V. Dymnikov, M. Esch, L.D. Fowler, J.R. Fraser, V. Galin, W.L. Gates, J.J. Hack, W.J. Ingram, J.T. Kiehl, Y. Kim, H. Le Treut, X.-Z. Liang, B.J. McAvaney, V.P. Meleshko, J.J. Morcrette, D.A. Randall, E. Roeckner, M.E. Schelesinger, P.V. Sporyshev, K.E. Taylor, B. Timbal, E.M. Volodin, W. Wang, W.C. Wang, and R.T. Wetherald, Comparison of the seasonal change in cloud-radiative forcing from atmospheric general circulation models and satellite observations, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 102, pp. 16593-16603, 2007.
- [21] Lohmann U., and J.Feichter, Impact of sulfate aerosols on albedo and lifetime of clouds:a sensivity study with the ECHAM4 GGM, *Journal of Geophysical Research* ,Vol.102, pp. 13685-13700, 1997.
- [22] Towmey S., Pollution on the planetary albedo, *Atmospheric Environment*, Vol.8, pp. 1254-1256, 1974.

- [23] Robinson A.B., Baliunas S.L., Soon W., Robinson Z.W., Environmental Effects of Increased Atmospheric Carbon Dioxide, *J. Am. Physicians and Surgeons*, Vol.3, pp. 171-178, 1998.
- [24] Ανακτήθηκε από τον δικτυακό τόπο :<http://www.fluoridealert.org/meuse.htm>
- [25] Ανακτήθηκε από τον δικτυακό τόπο : <http://www.fluoridation.com/donora.htm>
- [26] Ανακτήθηκε από τον δικτυακό τόπο : http://www.eoearth.org/article/London_smog_disaster_Englan
- [27] Oberdorster O., Gelein R.M., Ferin J., Weiss B., Association of particulate air pollution and acute mortality: involvement of ultrafine particles, *Inhalation Toxicology*, Vol.7, pp. 111-124, 1995.
- [28] Wilson R and Spengler J, Editors. *Particles in Our Air: Concentrations and Health Effects*. Cambridge, MA: Distributed by Harvard University Press, 1996.
- [29] Utell M., Samet J., Airborne particle-induced respiratory disease: clinical and pathogenetic considerations in particles in our air, Harvard University Press, 1996.
- [30] Ανακτήθηκε από τον δικτυακό τόπο :http://news.kathimerini.gr/4dcgi/w_articles_world_801249_22/02/2005_134726
- [31] Mutlu G. M., D. Green, A. Bellmeyer, C. M. Baker, Z. Burgess, N. Rajamannan, J. W. Christman, N. Foiles, D. W. Kamp, A. J. Ghio, N. S. Chandel, D. A. Dean, J. I. Sznajder, and G.R. S. Budinger, Ambient particulate matter accelerates coagulation via an IL-6 dependent pathway, *J. Clin. Invest.*, Vol.117, pp. 2952-2961, 2007.
- [32] Schwartz J., Air pollution and daily mortality: a review and metaanalysis, *Environment Research*, Vol.64, pp. 36-52, 1994.
- [33] Boudel R., Fox D., Turner B., Stern A., *Fundamentals of Air Pollution*, 3rd edition, Academic Press, California, 1994.
- [34] Γεντεκάκης Ι., Ατμοσφαιρική ρύπανση : επιπτώσεις έλεγχος και εναλλακτικές τεχνολογικές, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, 2003.
- [35] Κουϊμτζη Θ., Χημεία περιβάλλοντος, Εκδόσεις Ζήση, Θεσσαλονίκη, 1997.
- [36] Ιστοσελίδα EPA Office of Environmental Enforcement : www.epa.ie
- [37] Σουμπέκας Δ., Σπυρίδης Π., Μετρήσεις των σωματιδιακών ρύπων PM10 στην ευρύτερη περιοχή του Βόλου Μαγνησίας, Διπλωματική Εργασία, Βόλος, 2004.

- [38] Οδηγία 99/30/EC του συμβουλίου της 22^{ης} Απριλίου 1999, σχετικά με τις οριακές τιμές διοξειδίου του θείου, διοξειδίου του αζώτου και οξειδίου του αζώτου, σωματιδίων και μολύβδου στον ατμοσφαιρικό αέρα, Ιστοσελίδα: www.eea.eu.int.
- [39] Οδηγία 96/62/EC του συμβουλίου της 21^{ης} Μαΐου 2008, σχετικά με την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερου αέρα για την Ευρώπη, Ιστοσελίδα: www.eea.eu.int.
- [40] Οδηγία 2008/50/EC του συμβουλίου της 21^{ης} Μαΐου 2008, σχετικά με την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερου αέρα για την Ευρώπη, Ιστοσελίδα: www.eea.eu.int.
- [41] EPA, The Particle Pollution Report, Current Understanding of Air Quality AND Emissions though, 2003.
- [42] Cooper C.D., Alley F.C., Έλεγχος Αέριας Ρύπανσης – Σχεδιασμός Αντιρρυπαντικής Τεχνολογίας, Εκδόσεις Τζιόλα, Αθήνα, 2004.
- [43] Heal, M.R., T. Tunes, and I.J. Beverland, Using archive data to investigate trends in the sources and composition of urban PM10 particulate matter: Application to Edinburgh (U.K.) between 1992 and 1997, Environmental Monitoring and Assessment, Vol. 62, Issue.3, pp. 333-340, 2000.
- [44] Heal, M.R., Interpretation of variations in fine, coarse and black smoke particulate matter concentrations in a northern European city, Atmospheric Environment, Vol. 39, Issue.20, pp. 3711-3718, 2005.
- [45] Heal, M.R., Total and water-soluble trace metal content of urban background PM 10, PM2.5 and black smoke in Edinburgh, UK. Atmospheric Environment, Vol. 39, Issue.8, pp. 1417-1430, 2005.
- [46] Bauer K.M., Harwood D.W., Statistical Models of At-Grade Intersection Accidents-Addendum FHWA-RD-99-094, Federal Highway Administration, 1988.
- [47] Ιστοσελίδα Πανεπιστημίου Θεσσαλίας Πολυτεχνική Σχολή Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών : <http://www.mie.uth.gr/>
- [48] Ανακτήθηκε από τον δικτυακό τόπο : <http://ecoleft.wordpress.com/2011/06/08/>
- [49] Ανακτήθηκε από τον δικτυακό τόπο : http://www.prasini-aspida.org/index.php?option=com_content&view=article&id=74:2011-03-20-16-09-44&catid=31:2011-03-17-07-19-54&Itemid=54

- [50] Ανακτήθηκε από τον δικτυακό τόπο : <http://www.imerisia.gr/article.asp?catid=13816&subid=2&pubid=4595156>
- [51] Ανακτήθηκε από τον δικτυακό τόπο : <http://www.newspaper.gr/news/reportage/1829/>
- [52] Ανακτήθηκε από τον δικτυακό τόπο : <http://www.econews.gr/2009/11/30/particle-pollution-increased-thessaloniki/>
- [53] Ανακτήθηκε από τον δικτυακό τόπο : http://www.dimokratikiaristera.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=427:2010-10-27-08-18-36&catid=68:2010-08-06-16-16-00&Itemid=140
- [54] Ανακτήθηκε από τον δικτυακό τόπο : <http://www.inews.gr/20/sto-kokkino-ta-aioroumena-somatidia-sto-volo.htm>
- [55] Κουϊμτζής Θ., Βουτσά Δ., Κούρας Α., Μανώλη Ε., Αργυρόπουλος Ε. , Νικολάου Κ., Σταμπουντζής Ε., Σπυρίδης Π., Ζησιμάτου Α., Κουμπαρέλος Γ., Προσδιορισμός της Συμβολής Πηγών στην Ατμοσφαιρική Ρύπανση του Βόλου και Σχεδιασμός Ιεραρχημένης Περιβαλλοντικής Πολιτικής για την Αναβάθμιση της Ποιότητας της Ατμόσφαιρας, Θεσσαλονίκη, 2008.
- [56] Ζώγου Ο., Έλεγχος της επίδρασης των παραγόντων: «ώρα της ημέρας», «μήνας», «θερμοκρασία αέρα», «διεύθυνση και ταχύτητα ανέμου» και «σχετική υγρασία» στις εκπομπές PM10, Βόλος, 2006.
- [57] Ιστοσελίδα TSI, Trust Science Innovation : www.tsi.com
- [58] Heal, M.R., Intercomparison of five PM10 monitoring devices and the implications for exposure measurement in epidemiological research, Journal of Environmental Monitoring, Vol.2, Issue.5, pp. 455-461, 2000.
- [59] Kingham, S., Winter comparison of TEOM, MiniVol and DustTrak PM10 monitors in a woodsmoke environment, Atmospheric Environment, Vol.40, Issue.2, pp. 338-347, 2006.
- [60] Γναργέλλης Χ., Ανάλυση Δεδομένων με το PASW Statistics 17.0, Εκδόσεις Παπαζήση Αθήνα, 2009.
- [61] Παμαγγιούλης Παναγιώτης, Οδηγός Ανάλυσης Δεδομένων με τη χρήση του SPSS, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2008.
- [62] Ρούσος Π., Ευσταθίου Γ., Σύντομο Εγχειρίδιο SPSS 16.0, Αθήνα, 2008.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [63] Τσαγρής Μ., Στατιστική με τη χρήση του SPSS 15.0, Αθήνα, 2008.
- [64] Ψωινός Δ.Π., Στατιστική, Εκδόσεις Ζήση, Θεσσαλονίκη, 1999.
- [65] Ανακτήθηκε από τον δικτυακό τόπο : <http://www.pandoiko.gr/orgnews-ppm3-2/>
- [66] Παυλόπουλος Β.Γ., Μοντέλα Ανάλυσης Διακύμανσης, Αθήνα, 2008

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Οι μετρήσεις που μελετήσαμε

1/11	2/11	3/11	4/11	5/11	6/11	7/11	8/11	9/11	10/11	11/11	12/11	13/11	14/11	15/11	16/11	17/11	18/11	19/11	20/11	21/11	22/11	23/11	24/11	25/11	26/11	27/11	28/11	29/11	30/11	
14	38	23	37	49	45	16	17	13	10	10	13	32	34	55	59	39	56	57	74	61	45	58	45	89	79	72	68	33	48	1.00
10	37	42	33	33	46	18	16	11	10	12	12	27	34	45	63	35	51	55	81	70	46	54	46	87	73	61	71	36	37	2.00
12	35	27	34	33	41	18	16	11	10	14	20	23	35	44	61	36	42	65	93	77	42	47	42	93	77	53	61	23	34	3.00
14	40	43	29	31	38	18	17	13	9	22	13	28	35	55	56	43	40	74	101	70	48	48	48	103	77	67	56	24	33	4.00
14	37	44	26	32	44	19	20	12	10	31	17	24	35	59	55	77	42	80	103	76	56	55	56	105	72	56	53	30	33	5.00
14	38	23	17	43	46	19	21	15	12	17	20	28	41	48	60	58	57	78	101	73	53	54	53	97	79	66	74	28	56	6.00
15	42	19	17	55	54	21	25	18	23	27	22	32	51	54	68	52	70	65	91	71	58	57	58	87	88	73	78	45	62	7.00
16	46	22	13	65	65	24	29	36	32	33	26	28	50	60	61	68	90	67	93	79	63	73	63	90	96	85	82	47	93	8.00
17	41	25	12	68	60	27	21	35	18	20	26	30	59	55	63	77	94	78	96	80	65	81	65	101	117	97	74	43	100	9.00
18	45	25	9	51	38	26	17	15	12	18	21	33	49	54	45	63	74	74	80	75	56	81	56	79	121	84	79	40	57	10.00
18	34	22	8	16	29	33	10	15	11	13	17	24	46	53	44	44	71	72	78	63	51	54	51	72	68	72	59	31	54	11.00
18	29	22	8	16	26	42	6	15	9	13	13	19	37	56	43	40	46	71	72	53	47	52	47	67	63	63	53	28	53	12.00
19	26	22	8	18	21	37	5	16	9	18	12	18	27	61	27	38	37	86	60	45	39	45	39	56	64	54	66	12	39	13.00
24	25	22	8	17	30	27	5	15	19	24	11	16	18	50	29	40	30	58	48	40	34	48	34	44	62	46	39	10	44	14.00
23	26	22	8	23	29	31	5	19	14	14	12	17	15	29	35	35	36	58	44	35	32	39	32	35	71	37	28	11	34	15.00
27	29	20	8	26	28	23	5	24	19	10	12	17	13	33	38	48	32	55	60	35	36	32	36	35	65	39	42	11	40	16.00
22	26	20	12	23	27	24	5	22	22	18	14	21	13	45	30	40	40	57	62	37	41	34	41	44	80	45	36	13	42	17.00
26	26	33	27	54	22	33	6	19	19	15	27	28	31	49	37	52	58	66	56	52	55	74	55	89	82	86	72	18	52	18.00
30	23	27	35	88	17	21	9	12	13	36	65	41	87	50	80	87	89	72	63	83	89	107	89	97	148	97	135	31	93	19.00
32	23	26	50	98	16	17	10	11	17	24	105	42	77	45	105	87	88	89	74	83	83	197	83	97	172	107	85	79	127	20.00
37	23	26	52	64	15	17	32	10	29	23	80	36	78	57	90	100	89	90	82	64	85	150	85	122	149	102	82	79	129	21.00
41	22	31	74	56	15	18	39	10	33	22	59	44	61	57	71	82	85	90	78	100	92	101	92	110	104	99	79	72	109	22.00
39	21	26	53	61	14	17	27	8	25	19	45	39	57	46	66	75	89	105	73	57	79	78	79	95	106	69	56	59	62	23.00
37	20	31	42	58	15	18	22	10	17	14	40	34	69	58	61	65	68	89	61	56	65	75	65	72	86	57	42	55	63	0.00
22	31	27	26	45	32	24	16	16	17	19	29	28	44	51	56	58	61	73	76	64	57	71	57	62	92	69	65	36	62	M.O.

ΜΕΣΕΣ ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΙΘΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ PM10 [µg/m³] **ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2009**
 ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΕΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΡΕΩΣ
 ΘΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ: ΚΤΙΡΙΟ "ΠΡΟΚΑΤ" ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ (ΟΡΙΑ ΧΕΡΣ. ΖΩΝΗΣ ΛΙΜΕΝΑ ΒΟΛΟΥ)
 ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ: TSI DUSTTRAK 8520
 ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
 ΠΕΔΙΟΝ ΑΡΕΩΣ, 383 34 ΒΟΛΟΣ



ΗΜΕΡΕΣ ΥΠΕΡΒΑΣΗΣ ΟΡΙΟΥ ΤΩΝ 50 µg/m³ **15**
 ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΣΥΝΤΑΞΗΣ: **ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2010**
 ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ:
 Dipl.-Ing. ΟΛΥΜΠΙΑ ΣΩΓΟΥ τηλ. 2421074013
 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ & ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

1/5	2/5	3/5	4/5	5/5	6/5	7/5	8/5	9/5	10/5	11/5	12/5	13/5	14/5	15/5	16/5	17/5	18/5	19/5	20/5	21/5	22/5	23/5	24/5	25/5	26/5	27/5	28/5	29/5	30/5	31/5	
N/A	37	31	N/A	N/A	N/A	36	21	37	27	30	23	36	29	32	16	18	16	17	21	17	29	45	29	31	86	36	35	32	33	28	1.00
N/A	38	29	N/A	N/A	N/A	57	31	48	25	28	30	30	28	38	15	19	15	17	22	20	31	44	34	37	119	36	31	32	23	29	2.00
N/A	37	44	N/A	N/A	N/A	49	25	47	26	28	28	28	31	37	16	20	15	16	22	16	28	41	27	37	64	37	32	31	28	25	3.00
N/A	36	43	N/A	N/A	N/A	48	23	47	34	30	28	N/A	32	40	15	20	16	17	23	N/A	28	43	31	36	39	30	31	32	29	43	4.00
N/A	38	28	N/A	N/A	N/A	45	25	44	38	35	31	N/A	30	35	17	20	16	18	27	N/A	27	42	33	39	37	49	29	38	27	28	5.00
N/A	40	29	N/A	N/A	N/A	50	30	44	34	35	32	N/A	32	35	20	23	19	21	26	N/A	28	42	38	36	39	34	28	43	28	34	6.00
N/A	38	31	N/A	N/A	N/A	51	27	39	37	39	36	N/A	32	19	21	26	21	22	27	N/A	28	52	35	39	42	40	38	34	35	29	7.00
N/A	38	31	N/A	N/A	N/A	56	26	40	35	43	52	N/A	36	17	24	31	22	21	29	N/A	33	52	41	38	48	38	38	30	30	24	8.00
N/A	41	32	N/A	N/A	N/A	60	28	40	33	38	42	N/A	30	18	19	26	19	20	28	N/A	49	54	35	33	43	39	38	25	27	24	9.00
N/A	34	N/A	N/A	N/A	N/A	67	27	32	32	34	37	N/A	26	16	19	19	17	17	23	N/A	54	51	31	28	58	46	33	28	28	23	10.00
N/A	33	N/A	N/A	N/A	N/A	53	30	25	25	33	28	N/A	25	16	17	20	13	16	22	N/A	46	44	32	32	59	41	37	29	25	24	11.00
N/A	29	N/A	N/A	N/A	N/A	39	31	20	27	25	23	N/A	28	16	18	20	12	35	31	N/A	N/A	40	30	29	89	57	28	30	25	27	12.00
N/A	25	N/A	N/A	N/A	N/A	34	35	20	79	24	24	N/A	29	19	17	20	13	41	37	N/A	N/A	38	27	32	51	53	27	29	23	28	13.00
N/A	26	N/A	N/A	N/A	N/A	36	39	28	26	33	23	N/A	31	19	21	19	21	61	47	N/A	N/A	35	26	28	44	38	32	24	22	26	14.00
N/A	25	N/A	N/A	N/A	N/A	41	N/A	26	44	39	23	N/A	35	18	27	20	13	26	26	N/A	N/A	31	27	43	114	40	40	25	21	28	15.00
N/A	25	N/A	N/A	N/A	N/A	54	N/A	22	20	24	27	N/A	51	23	14	18	14	36	28	N/A	N/A	28	23	51	123	28	26	21	22	N/A	16.00
N/A	34	N/A	N/A	N/A	N/A	32	N/A	22	23	26	29	N/A	26	23	15	17	15	27	33	N/A	N/A	23	23	51	40	37	26	24	21	N/A	17.00
N/A	25	N/A	N/A	N/A	N/A	56	N/A	22	24	22	N/A	37	25	14	19	16	29	42	N/A	N/A	22	23	30	84	34	21	24	20	N/A	18.00	
N/A	25	N/A	N/A	N/A	N/A	33	N/A	20	20	22	23	N/A	25	30	15	18	14	21	28	N/A	N/A	24	24	28	30	26	24	22	21	N/A	19.00
N/A	25	N/A	N/A	N/A	N/A	34	N/A	20	24	21	23	N/A	25	27	16	18	31	20	28	N/A	N/A	23	26	26	23	23	22	22	21	N/A	20.00
N/A	25	N/A	N/A	N/A	N/A	33	N/A	19	24	21	23	N/A	26	20	18	17	15	21	26	N/A	N/A	25	30	26	26	23	26	21	22	N/A	21.00
N/A	27	N/A	N/A	N/A	N/A	33	N/A	20	21	22	24	N/A	29	17	19	17	17	29	25	N/A	N/A	27	30	29	26	26	27	22	28	N/A	22.00
N/A	27	N/A	N/A	N/A	N/A	35	N/A	24	24	23	26	N/A	32	18	19	16	17	20	30	N/A	N/A	20	34	29	29	35	32	30			

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

1/6	2/6	3/6	4/6	5/6	6/6	7/6	8/6	9/6	10/6	11/6	12/6	13/6	14/6	15/6	16/6	17/6	18/6	19/6	20/6	21/6	22/6	23/6	24/6	25/6	26/6	27/6	28/6	29/6	30/6	
28	24	22	22	26	21	33	26	34	39	34	82	N/A	N/A	N/A	70	90	42	42	27	20	16	19	15	22	31	33	23	33	1.00	
28	20	62	22	27	24	33	27	35	41	35	57	N/A	N/A	N/A	52	85	41	48	20	20	16	16	16	15	23	30	33	21	35	2.00
27	23	77	23	30	24	36	119	30	41	38	57	N/A	N/A	N/A	46	72	44	52	20	22	16	16	15	19	26	31	35	19	38	3.00
26	22	43	25	31	25	35	32	19	47	40	42	N/A	N/A	N/A	39	45	42	50	20	21	18	17	12	21	20	28	34	21	38	4.00
27	20	30	27	32	23	41	31	22	45	37	50	N/A	N/A	N/A	43	39	46	49	20	23	19	18	15	22	20	29	35	23	37	5.00
29	24	25	27	31	18	34	34	20	41	38	52	N/A	N/A	N/A	37	36	45	51	23	27	20	42	17	21	23	32	35	23	39	6.00
32	25	27	31	35	21	36	42	24	62	41	50	N/A	N/A	N/A	38	84	49	58	23	29	26	25	17	25	26	36	47	23	36	7.00
38	23	36	38	17	23	40	51	31	49	40	54	N/A	N/A	N/A	36	44	59	70	25	29	29	24	30	24	25	45	39	27	39	8.00
44	21	36	35	15	23	43	39	30	38	37	53	N/A	N/A	N/A	42	43	49	56	22	39	21	24	14	22	23	40	35	26	37	9.00
44	21	23	26	19	25	32	38	25	36	36	51	N/A	N/A	N/A	45	44	63	42	23	34	18	22	14	22	22	35	33	22	28	10.00
42	19	28	35	19	25	30	28	23	38	36	53	N/A	N/A	N/A	38	38	111	48	23	31	27	18	15	21	21	33	29	23	31	11.00
40	30	28	24	17	24	35	28	22	33	48	47	N/A	N/A	N/A	40	39	46	41	23	31	31	18	15	22	21	34	29	21	31	12.00
68	32	19	46	18	25	37	93	33	39	96	44	N/A	N/A	N/A	41	39	44	131	21	33	20	25	15	22	23	30	27	21	33	13.00
130	23	18	67	21	26	27	23	34	41	140	38	N/A	N/A	N/A	33	38	52	58	22	29	23	16	18	21	25	31	26	27	29	14.00
25	22	18	35	18	27	43	27	39	38	55	43	N/A	N/A	N/A	42	44	65	37	21	20	31	14	16	21	30	34	26	25	24	15.00
21	26	23	28	18	26	30	61	26	34	135	35	N/A	N/A	N/A	26	N/A	65	33	21	22	23	13	18	22	74	36	22	27	22	16.00
23	53	17	25	20	24	33	41	25	50	73	44	N/A	N/A	N/A	32	N/A	42	35	25	19	18	13	17	23	48	46	23	27	24	17.00
20	22	16	21	24	24	28	25	26	26	32	36	N/A	N/A	N/A	31	N/A	44	34	22	17	20	14	18	27	26	53	23	22	28	18.00
21	19	18	20	20	24	22	44	26	29	43	41	N/A	N/A	N/A	31	N/A	55	30	23	17	20	14	17	27	23	29	24	19	28	19.00
18	14	17	21	20	26	25	24	26	26	37	34	N/A	N/A	N/A	28	N/A	73	31	22	16	26	14	17	31	25	28	24	20	29	20.00
14	14	18	22	21	28	20	25	25	25	42	35	N/A	N/A	N/A	27	N/A	43	32	21	17	23	14	18	25	26	27	26	23	30	21.00
15	14	19	24	23	29	22	25	28	24	54	38	N/A	N/A	N/A	27	N/A	44	30	18	17	26	18	18	26	26	28	23	22	33	22.00
17	15	20	26	21	35	30	28	31	36	50	39	N/A	N/A	N/A	43	N/A	42	23	18	17	24	14	18	25	26	29	27	32	34	23.00
20	15	21	24	21	37	25	31	29	37	58	52	N/A	N/A	N/A	27	N/A	42	27	18	16	19	14	16	23	27	29	22	36	39	0.00
33	22	28	29	23	25	32	39	28	38	53	47	N/A	N/A	N/A	38	52	52	46	22	23	22	18	17	23	27	34	30	24	32	M.O.

ΜΕΣΕΣ ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΙΔΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΩΝ PM10 (µg/m³): **ΙΟΥΝΙΟΣ 2010**
ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΕΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΡΕΩΣ
ΘΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ: ΚΤΙΡΙΟ "ΠΡΟΚΑΤ" ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ (ΟΡΙΑ ΧΕΡΣ. ΖΩΝΗΣ ΛΙΜΕΝΑ ΒΟΛΟΥ)
ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ: TSI DUSTRAK II 8530
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΕΔΙΟΝ ΑΡΕΩΣ. 383 34 ΒΟΛΟΣ



ΗΜΕΡΕΣ ΥΠΕΡΒΑΣΗΣ ΟΡΙΟΥ ΤΩΝ 50 µg/m³: **3**
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΣΥΝΤΑΞΗΣ: **ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2010**
ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ:
Dipl.-Ing. ΟΛΥΜΠΙΑ ΖΩΓΟΥ τηλ. 2421074013
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ & ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8	9/8	10/8	11/8	12/8	13/8	14/8	15/8	16/8	17/8	18/8	19/8	20/8	21/8	22/8	23/8	24/8	25/8	26/8	27/8	28/8	29/8	30/8	31/8	
31	43	42	56	36	49	52	45	42	45	48	51	60	44	46	39	53	56	53	53	43	31	23	24	33	38	51	44	39	33	41	1.00
33	41	41	59	33	50	53	45	42	37	50	51	61	44	41	39	50	57	56	87	42	31	25	31	32	60	49	43	38	33	38	2.00
34	41	42	55	28	52	48	46	40	42	46	49	58	44	39	40	49	56	64	42	43	31	23	25	33	43	52	45	37	34	45	3.00
32	40	44	54	31	52	52	44	40	31	35	52	67	41	53	39	45	48	91	39	43	31	23	27	37	44	49	44	37	35	46	4.00
34	36	40	58	37	52	49	42	40	30	39	53	72	41	55	39	45	47	60	38	44	25	24	28	38	40	48	54	38	34	50	5.00
39	29	42	59	40	53	42	40	40	34	35	46	67	47	48	39	46	51	57	38	45	26	24	28	36	44	56	48	39	34	44	6.00
46	30	41	60	48	56	34	36	42	44	45	50	62	56	49	41	58	37	71	37	45	26	24	31	38	51	51	49	44	37	45	7.00
39	77	46	62	48	64	32	37	41	49	58	60	65	69	47	49	51	35	62	38	44	27	22	37	50	56	59	48	47	38	46	8.00
35	46	52	63	42	66	36	36	39	52	58	60	73	63	48	47	56	39	67	39	43	28	22	39	47	48	58	54	47	36	40	9.00
33	48	47	58	37	58	34	37	43	50	50	59	81	52	46	50	65	39	59	N/A	39	27	20	28	40	39	61	52	38	41	35	10.00
34	47	55	91	35	53	31	34	42	38	41	57	82	45	39	46	50	46	68	N/A	30	28	20	34	41	38	64	46	36	55	28	11.00
34	40	50	61	62	66	29	33	52	43	44	52	72	47	37	45	65	34	52	N/A	29	26	19	47	51	43	47	39	34	38	24	12.00
33	57	50	66	87	53	30	34	42	37	53	50	52	45	35	42	46	116	53	N/A	28	23	20	26	32	42	63	40	33	51	41	13.00
32	39	55	83	74	51	29	34	56	37	54	54	49	44	32	72	44	33	52	N/A	24	21	20	24	32	63	71	38	31	47	35	14.00
31	31	45	91	52	52	29	33	43	45	57	61	68	44	31	41	43	31	76	N/A	27	19	23	27	36	35	40	29	32	92	33	15.00
32	83	55	67	42	60	32	34	41	44	51	62	43	43	31	46	46	36	51	N/A	31	22	21	29	73	53	36	29	33	53	40	16.00
34	35	87	77	42	71	29	35	41	47	45	64	38	41	30	43	53	44	45	N/A	34	18	24	26	29	48	31	29	31	58	21	17.00
33	31	56	56	45	48	36	37	44	39	42	51	38	42	31	37	44	55	42	N/A	27	21	19	45	28	40	32	31	30	51	21	18.00
32	46	47	56	44	56	38	36	42	39	41	52	39	42	30	35	46	49	43	N/A	28	20	19	26	45	45	32	33	30	40	20	19.00
34	35	54	41	45	49	39	38	40	40	43	54	38	41	31	37	50	50	41	N/A	27	20	19	26	28	50	41	32	30	44	21	20.00
66	37	49	52	45	49	42	38	40	42	42	53	38	40	33	44	49	50	41	N/A	29	21	20	27	28	40	36	31	31	44	20	21.00
36	35	51	46	46	49	42	39	40	49	46	55	38	45	32	45	51	51	42	N/A	31	25	24	27	28	41	38	34	40	40	23	22.00
40	36	53	40	65	50	40	44	46	53	53	61	41	52	40	47	51	53	44	N/A	31	25	29	30	37	46	38	31	40	39	20	23.00
44	40	51	37	47	49	41	47	47	51	54	61	44	47	41	50	52	55	49	N/A	31	23	27	34	41	52	43	36	33	39	21	0.00
36	43	50	60	46	54	38	38	43	42	47	55	56	47	39	44	50	49	56	46	35	25	22	30	38	46	48	40				

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

1/9	2/9	3/9	4/9	5/9	6/9	7/9	8/9	9/9	10/9	11/9	12/9	13/9	14/9	15/9	16/9	17/9	18/9	19/9	20/9	21/9	22/9	23/9	24/9	25/9	26/9	27/9	28/9	29/9	30/9	
19	14	11	21	20	29	20	31	32	36	31	6	24	30	43	63	81	87	77	67	55	79	62	16	26	15	4	9	13	6	1:00
20	15	11	19	20	25	21	31	31	38	31	11	22	33	40	85	80	87	74	67	56	89	63	11	27	15	5	9	15	6	2:00
19	10	13	11	20	24	29	31	32	34	33	10	23	38	38	64	78	82	73	66	59	77	62	13	26	14	4	6	15	9	3:00
19	10	19	11	23	27	32	33	33	38	29	10	21	32	45	87	79	87	71	68	56	76	60	15	24	15	4	11	22	9	4:00
19	10	23	10	22	29	37	33	33	41	30	10	20	39	36	90	62	74	69	68	56	75	58	16	27	15	5	13	18	11	5:00
18	10	24	10	22	25	38	31	35	46	30	14	22	39	41	81	89	77	70	69	57	79	61	20	30	15	5	9	17	11	6:00
13	10	23	12	20	22	42	35	41	41	21	18	21	46	41	91	85	77	68	71	59	80	64	18	31	16	7	11	14	11	7:00
13	17	20	11	20	26	47	43	53	43	21	16	22	50	42	87	87	80	74	75	60	67	66	15	34	18	7	12	19	15	8:00
10	13	28	18	20	28	42	43	63	103	20	20	24	43	42	107	91	78	81	74	66	98	73	19	34	18	15	21	22	16	9:00
14	10	40	19	21	20	31	45	51	49	19	20	28	33	37	88	83	82	81	76	63	65	59	17	31	13	12	17	25	14	10:00
10	10	18	24	23	24	30	31	103	31	19	20	24	32	39	78	76	80	76	67	60	71	50	18	49	9	17	10	21	10	11:00
11	11	23	18	21	26	31	30	42	28	25	26	21	32	36	80	94	77	68	67	59	76	50	20	28	7	6	6	14	10	12:00
12	19	26	28	20	26	53	30	34	24	29	24	23	30	67	77	84	73	67	67	61	79	31	17	30	6	6	19	11	10	13:00
11	39	108	20	21	23	24	30	41	22	18	27	29	29	70	71	80	71	67	65	59	77	10	24	20	4	7	23	9	13	14:00
10	16	28	22	20	23	24	28	46	43	18	21	25	30	66	70	110	66	65	64	61	81	39	46	19	5	8	45	10	13	15:00
13	18	32	27	20	25	28	25	29	23	18	20	28	28	67	70	72	57	63	52	62	73	27	18	24	6	6	12	11	10	16:00
23	15	13	27	20	26	55	28	29	23	19	20	27	29	69	66	72	57	61	58	63	81	6	16	19	5	8	21	12	10	17:00
10	13	10	23	20	20	25	24	32	20	21	20	23	31	71	67	72	63	57	57	63	56	9	17	15	5	9	6	12	11	18:00
10	13	11	21	20	20	25	28	31	23	10	22	23	29	72	67	71	70	58	56	64	55	14	19	16	4	9	6	14	10	19:00
10	16	10	23	20	20	26	30	32	21	8	22	24	29	71	70	72	69	59	60	64	55	14	19	15	6	11	11	18	9	20:00
10	14	13	24	20	21	26	33	30	24	12	34	21	33	74	72	79	74	71	60	68	56	18	23	16	6	12	13	11	11	21:00
10	12	12	20	24	21	26	29	30	25	9	30	21	35	77	77	81	72	72	61	68	58	13	23	16	7	14	16	9	13	22:00
10	11	11	20	28	20	29	30	37	28	9	28	32	33	79	92	89	88	71	55	70	60	13	28	17	6	13	11	8	15	23:00
13	10	10	20	30	21	30	34	38	30	10	24	31	37	80	63	87	87	69	54	80	61	21	29	17	4	10	13	11	14	0:00

ΜΕΣΕΣ ΩΡΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΑΙΘΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ PM10 [µg/m³] ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2010 ΗΜΕΡΕΣ ΥΠΕΡΒΑΣΗΣ ΟΡΙΟΥ ΤΩΝ 50 µg/m³ 8

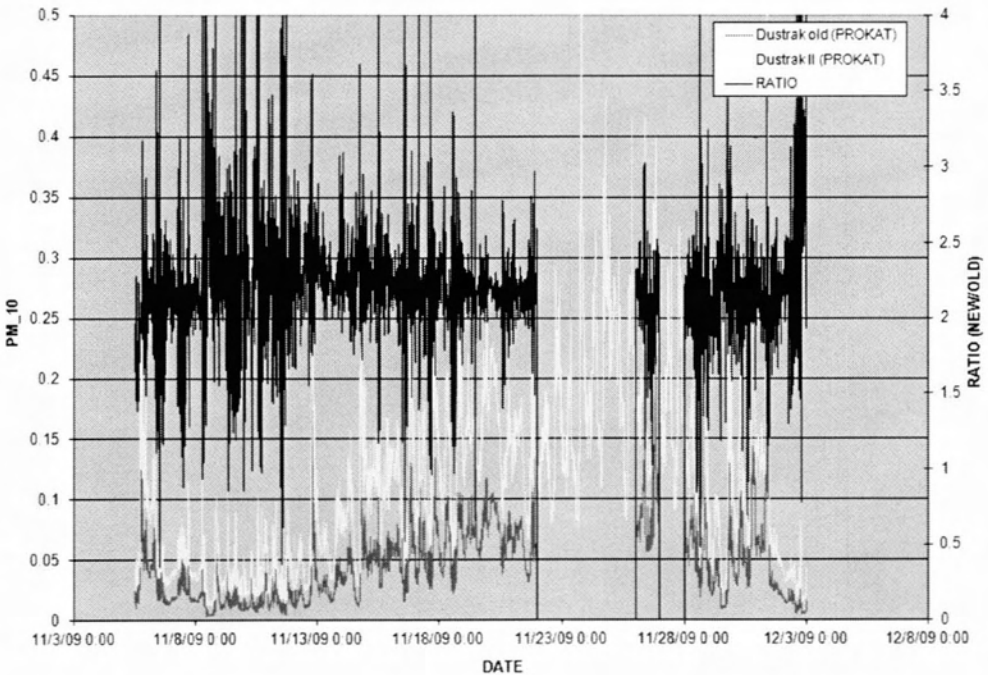
ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΕΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΡΕΩΣ
 ΘΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ: ΚΤΙΡΙΟ ΠΡΟΚΑΤ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ (ΟΡΙΑ ΧΕΡΣ, ΖΩΝΗΣ ΛΙΜΕΝΑ ΒΟΛΟΥ)
 ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ: TSI DUSTRAK II 8530
 ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
 ΠΕΔΙΟΝ ΑΡΕΩΣ, 383 34 ΒΟΛΟΣ

Απόστολος Σπυρίδης
 Αποστολέας Email: astosp@upat.gr

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΣΥΝΤΑΞΗΣ: ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2011
 ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ:
 Dipl.-Ing. ΟΛΥΜΠΙΑ ΖΩΓΟΥ τηλ. 2421074013
 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ & ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

Διάγραμμα των μετρήσεων

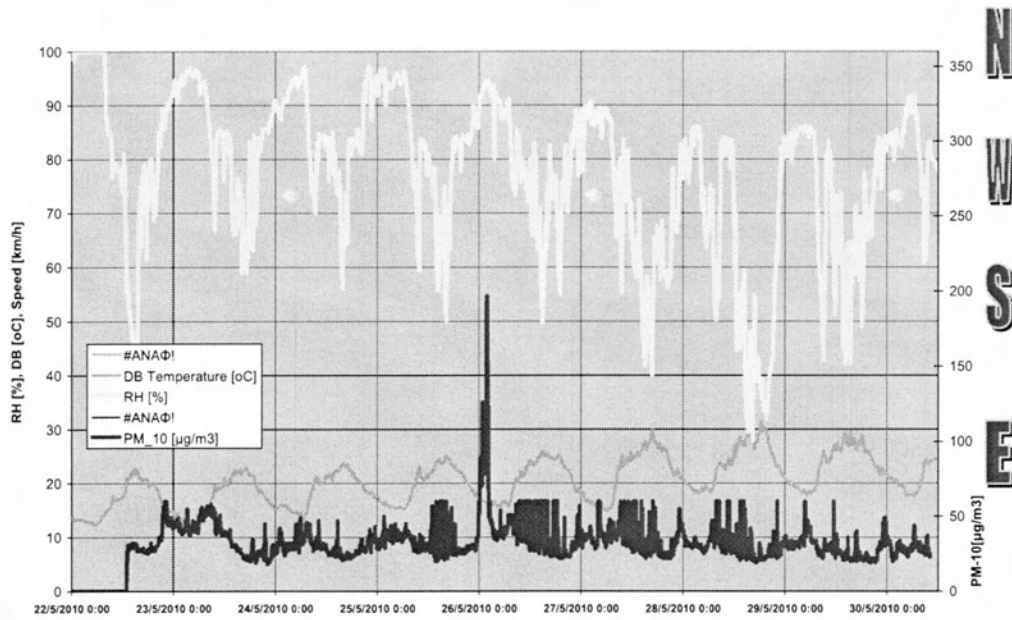
• 05/09/11/2009-31/11/2009



* συμπεριλαμβανομένου και τις μετρήσεις του μηχανήματος RATIO στις οποίες δεν έχει γίνει μελέτη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

- 13/05/2010-13/06/2010+14/08/2010-14/09/2010



Θέσεις σταθμών μέτρησης του Βόλου





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000110363